

**II Ogólnopolskie Sympozjum
Geointerdyscyplinarnych Metod Badawczych**

GeoSym 2016

KAMPUS OCHOTA, UNIwersYTET WARSZAWSKI

7 - 8 kwietnia 2016 r.

ORGANIZATORZY:

**Wydział Geologii
Uniwersytet Warszawski**



**Wydział Budownictwa
i Inżynierii Środowiska
Szkoła Główna Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**



**Wydział Inżynierii Lądowej
Politechnika Warszawska**



UW: Dwa stulecia
Dobry początek

**II Ogólnopolskie Sympozjum
Geointerdyscyplinarnych Metod Badawczych**

GeoS^{ym}2016

REDAKCJA:

Anna Głowacka

SKŁAD I ŁAMANIE:

Anna Głowacka

OPRAWA GRAFICZNA:

Danuta Klimkiewicz

ISBN 978-83-932617-7-2

**KAMPUS OCHOTA, UNIWERSYTET WARSZAWSKI
7 - 8 kwietnia 2016 r.**

UW

GeoSym 2016

II Ogólnopolskie Sympozjum Geointerdyscyplinarnych Metod Badawczych
organizowane jest w ramach obchodów Jubileuszu 200-lecia Uniwersytetu Warszawskiego

PATRONAT HONOROWY:

JM Rektor
Uniwersytetu Warszawskiego



WOJEWODA MAZOWIECKI

SPONSOR PLATYNOWY:



SPONSOR ZŁOTY:



SOLETANCHE POLSKA

SPONSOR SREBRNY:



esri Polska



menARD

SPONSOR BRĄZOWY:



SOLDATA

PARTNER:



PATRONAT MEDIALNY:



PRZEGŁĄD
GEOLOGICZNY



STUDIA QUATERNARIA



Nowoczesne
Budownictwo
Inżynieryjne



Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW Land Reclamation
Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska

Komitety Naukowy

Przewodniczący:

dr hab. Paweł Łukaszewski

dr inż. Rossana Bellopede
dr hab. Mirosława Bukowska, prof. GIG
prof. dr hab. inż. Marek Cała
dr hab. Paweł Dobak, prof. UW
dr hab. Ewa Falkowska
prof. dr hab. inż. Kazimierz Garbulewski
dr hab. inż. Eugeniusz Koda, prof. SGGW
dr hab. Andrzej Konon, prof. UW
dr hab. Ewa Krogulec, prof. UW
prof. dr hab. inż. Dariusz Łydzba
prof. dr hab. Leszek Marks
dr hab. inż. Andrzej Pachuta, prof. PW
dr hab. inż. Paweł Popielski, prof. PW
prof. dr hab. inż. Anna Siemińska-Lewandowska
prof. Piotr Tuchołka
dr hab. inż.. Artur Zbiciak, prof. PW
dr hab. Zbigniew Zwoliński, prof. UAM

Komitety Organizacyjny

Przewodniczący:

Sebastian Kowalczyk

Z-ca Przewodniczącego:

Tomasz Falkowski

Sekretarz:

Alicja Bobrowska

Anna Głowacka
Danuta Klimkiewicz
Anna Lejzerowicz
Dominik Łukasiak
Agnieszka Marcinowska
Piotr Ostrowski
Urszula Tomczak

ORGANIZATORZY:

Wydział Geologii
Uniwersytet Warszawski



Wydział Budownictwa
i Inżynierii Środowiska
Szkoła Główna Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie



Wydział Inżynierii Lądowej
Politechnika Warszawska



SPIS TREŚCI:

Achtenberg K., Szoszkiewicz K., Gebler D., Jusik S., Pędziwiatr K., Nawrocki P., Jasiak A.	
Modelowanie stanu naturalności rzek w Polsce na podstawie Google Maps . .	10
Bagińska I.	
Określenie ciężaru objętościowego gruntu na podstawie badań SCPTU	11
Batog A.	
Ostrożne podejście do oceny stateczności skarp składowisk odpadów komunalnych	12
Bąkowska A., Kiełbasiński K.	
Metodyka oceny wpływu obciążeń dynamicznych na zmiany strukturalne oraz wytrzymałość gruntu spoistego na przykładzie wyników badań trójosiowych mad rzecznych z rejonu Warszawy	13
Bobrowska A., Dziedzic A.	
Przebieg długotrwałej deformacji pokrytycznej w wybranych skałach stosowanych w architekturze i sztuce	14
Bujakowski F., Falkowski T.	
Wykorzystanie lotniczego skaningu laserowego w ocenie warunków hydrogeologicznych warstwy aluwialnej	16
Ćwiąkała P., Stanisław J., Ziętek J., Strzępowicz A., Niewiem W., Motyl Ł.	
Czasoprzestrzenna analiza stanu osuwiska w Kłodnem, gmina Limanowa . . .	17
Dobak P., Gawriuczenkow I., Szczepański T.	
Ocena ścisłości holoceniowych gruntów organicznych rejonu Ostródy na podstawie analiz prędkości odkształcenia	18
Domonik A., Wilczyński P.	
Analiza porównawcza wytrzymałości rezydualnej powierzchni pozniszczeniowych na przykładzie wybranych struktur geometrycznych	19
Dornstädter J., Popielski P., Radzicki K.	
Wykorzystanie metody termomonitoringu do badania szczelności przesłon przeciwfiltracyjnych i obudowy głębokich wykopów	20
Falkowska E., Falkowski T., Brach M.	
Wykorzystanie NMT w analizie związku facjalnego zróżnicowania osadów wezbraniowych z koncentracją metali ciężkich w osadach Wisły między Basonią a Solcem nad Wisłą	22
Falkowski T., Ostrowski P.	
Wykorzystanie badań batymetrycznych w analizie morfodynamiki stref korytowych rzek na Niżu Polskim	23

Frydel J., Przyłucka M., Mil L.	
Rozpoznanie i analiza zmienności morfologicznej wybrzeża w rejonie Zatoki Usteckiej	24
Gawriuczenkow I., Kaczmarek Ł. D., Kiełbasiński K., Kowalczyk S., Mieszkowski R., Wójcik E.	
Stateczność skarpy i zagrożenie osuwiskowe w świetle kompleksowych badań geologicznych	26
Godlewski T., Szczepański T.	
Analiza prawidłowego doboru parametrów badania i weryfikacji wyników oznaczeń dla wybranych metod określania modułu sztywności gruntów	27
Gorączko A., Topoliński S.	
Zastosowanie oznaczeń wielkości cząstek metodą dyfrakcji laserowej do oceny zróżnicowania litologicznego iłów neogeńskich z Bydgoszczy	28
Jirku J., Belov T., Barta J.	
Time-domain Inducted Polarization as a tool for monitoring contaminants . .	29
Jirku J., Vilhelm J., Barta J.	
Time-lapse monitoring of joint systems behavior via ERT	30
Kaczmarek Ł. D., Mieszkowski R., Woźniak M., Dybciak T.	
Zastosowanie tomografii elektrooporowej oraz pomiarów tachimetrycznych w analizie wpływu budowy II linii metra na Skarpę Warszawską	31
Kaczmarek Ł. D., Popielski P.	
Numeryczna analiza wpływu budowy metra na środowisko zurbanizowane - przykład z Doliny Wisły w Warszawie	32
Kaczorowski J.	
Zapis typu ruchu osuwiska w rzeźbie terenu i jego obraz na wysokorozdzielczych numerycznych modelach terenu (NMT) na przykładzie wybranych osuwisk ze wschodniej części Beskidu Niskiego (Karpaty zewnętrzne, Polska)	33
Kamiński M.	
Zastosowanie wysokościowych cyfrowych danych fotogrametrycznych i metod geostatystycznych w szacowaniu podatności osuwiskowej zboczy - przykład z Pogórza Dynowskiego	35
Kania M. M.	
Monitorowanie dynamiki narastania osiadań podpór estakady posadowionych na palach	36
Kania M. M.	
Znaczenie dokładności rozpoznania geologiczno-inżynierskiego na terenach zaburzonych glacytektonicznie	37

Kiełbasa D.	
Analiza przypowierzchniowych profili sejsmoakustycznych w świetle badań genezy jeziora Drawsko	38
Klukowski M.	
Zastosowanie metody georadarowej do rekonstrukcji przebiegu deformacji nawierzchni drogowej wywołanych kompaktacją nienośnych gruntów podłoża .	39
Koszela-Marek E.	
Wpływ ciśnienia 50 MPa na zmianę powierzchni właściwej iłu	40
Kowalczyk S.	
Zastosowanie metody obrazowania elektrooporowego w ocenie złożonych warunków geologiczno-inżynierskich na tarasach projektowanych dróg ekspresowych - przykłady z okolic Warszawy	41
Łądkiewicz K., Wszędźrówny-Nast M., Jaśkiewicz K.	
Wpływ metodyki oznaczania zawartości substancji organicznej na otrzymywane wyniki	43
Łukasiak D., Kłopotowska A.	
Ocena cech litogenetycznych piaskowców fliszowych na podstawie badań ultradźwiękowych	44
Michalczuk K., Lipiński M., Wdowska M.	
Określenie parametrów geotechnicznych dla tuneli budowlanych z wykorzystaniem tarcz TBM	45
Nescieruk P., Wojciechowski T., Perski Z.	
Monitoring osuwisk w ramach Systemu Osłony Przeciwoświsowej	46
Ostrowski P., Falkowski T.	
Zastosowanie wysokorozdzielczych wielospektralnych zdjęć satelitarnych (VHR) do identyfikacji wybranych form rzeźby równi zalewowej	47
Ozimkowski W.	
Rozdzielczość, skala i wielkość plików NMT - próba kompromisu	48
Pacanowski G.	
Obrazowanie metodami geofizycznymi budowy geologicznej strefy brzegowej wyspy Wolin	49
Pacanowski G., Barański M.	
Wykorzystanie sejsmiki inżynierskiej w budownictwie	51
Pacanowski G., Czarniak P., Piechota A., Mieszkowski R.	
Analiza możliwości zastosowania metody tomografii elektrooporowej (ERT) do rozpoznania miąższości pokrywy laterytowej	52
Pacanowski G., Sokołowska M., Mieszkowski R.	
Rola obrazowania elektrooporowego w uszczegółowieniu skomplikowanej budowy geologicznej na przykładzie wzgórza Morasko w Poznaniu	53

Perski Z., Wojciechowski T., Nescieruk P.	
Satelitarna interferometria radarowa w badaniach dynamiki deformacji powierzchni terenu w Polsce	54
Pieczara Ł.	
Wpływ cech strukturalnych ośrodków skalnych na prędkość propagacji fali podłużnej	55
Popielski P., Kasprzak A., Smoliński B.	
Trójwymiarowa analiza numeryczna budowy stacji metra A14	56
Popielski P., Kasprzak A., Smoliński B.	
Weryfikacja budowy geologicznej i parametrów materiałowych na podstawie pomiarów wykonanych w trakcie realizacji stacji A14 I linii metra w Warszawie	57
Rabarijoely S.	
Przestrzenne modelowanie geostatystyczne zmienności parametrów wytrzymałościowych gruntów organicznych	58
Roman G., Roman M., Roman M. G.	
Skomplikowane warunki geologiczno-inżynierskie w dolinach rzecznych na przykładzie tarasu zalewowego Warty okolicy Uniejowa	59
Rudowski S., Hac B., Wróblewski R., Wnuk K.	
Zastosowanie metod bezinwazyjnych w geologicznych badaniach dna morskiego	60
Rydelek P., Bąkowska A., Zawrzykraj P.	
Zmienność pojemności wymiany kationowej (CEC) torfów w profilach pionowych wybranych torfowisk niskich wschodniej i centralnej Polski w aspek- cie roli torfowisk jako naturalnych barier geologicznych	61
Sawicki E.	
Badanie współczynnika filtracji iłów beidellitowych w aparacie prototypowym przy stałym spadku hydraulicznym	62
Skoczylas A., Kamoda J., Zaczek-Peplińska J.	
Geodezyjny monitoring (TLS) stalowej estakady transportowej zlokalizowanej na terenie czynnej eksploatacji górniczej	63
Stróżyk J.	
Wpływ naturalnej struktury lessu na charakterystykę wytrzymałości na ścinanie	64
Sulewska M. J., Szerakowska S., Oczeretko E. S., Trzciński J., Woronko B.	
Wykorzystanie metody spektralnej do oceny mikrotekstury powierzchni ziaren gruntów	65
Szerakowska S., Poniatowska M., Sulewska M. J.	
Badanie mikrotekstury powierzchni ziaren gruntów metodą profilową	66
Tankiewicz M.	
Ocena tekstury gruntu warstwowego - iłu warwowego	67

Tołoczko-Pasek A., Mieszkowski R.	
Żłób lodowcowy doliny Miętusiej w Tatrach Zachodnich w świetle badań geofizycznych metodą tomografii elektrooporowej	68
Tomczak U., Lejzerowicz A.	
Wykorzystanie monitoringu inklinometrycznego i pomiarów naprężeń w betonie przy użyciu czujników tensometrycznych w projektowaniu obudów głębokich wykopów	70
Topolewska S., Stępień M., Kowalczyk S.	
Wyznaczenie zasięgu północno-wschodniej odnogi kopalnej doliny koźłowskiej w oparciu o dane geoelektryczne	71
Trzciński J., Zaremba M., Szczepański T., Rzepka S., Bogusz W., Godlewski T.	
Potencjalne możliwości konstrukcyjne starożytnego budownictwa obronnego i mieszkalnego w świetle parametrów wytrzymałościowych cegieł mułowych ze stanowiska archeologicznego Tell el-Retaba, Egipt	72
Wajs J.	
Modelowanie numerycznego modelu pokrycia terenu na podstawie zdjęć niemetrycznych z bezzałogowych systemów latających	73
Wardas-Lasoń M.	
Wpływ uwarunkowań geośrodowiskowych i antropogenicznych na obecność historycznych zanieczyszczeń w podłożu klasztoru ss. Bernardynek w Krakowie	74
Witowski M., Godlewski T.	
Wykorzystanie elementów piezoelektrycznych w badaniach sztywności gruntu	75
Wojciechowski T., Wójcik A., Perski Z.	
Powtarzalny lotniczy skanowanie laserowe rejonu Gródka nad Dunajcem w określaniu podatności i ryzyka osuwiskowego	76
Wojnicka-Janowska E.	
Zróznicowanie parametrów geotechnicznych gruntów spoistych południowo-zachodniej Polski	77
Zaczek-Peplińska J., Kowalska M.	
Parametr chropowatości jako element oceny stanu powierzchni na podstawie TLS	78
Zawrzykraj P.	
Analiza odkształcalności iłów warwowych z okolic Iłowa na podstawie wybranych badań polowych	79
Zawrzykraj P.	
Sondowanie RCPTU jako narzędzie do oceny zawartości frakcji iłowej na przykładzie poligonu (stanowiska) Plecewice k/Sochaczewa	80

Modelowanie stanu naturalności rzek w Polsce na podstawie Google Maps

Krzysztof Achtenberg¹ Krzysztof Szoszkiewicz¹ Daniel Gebler¹ Szymon Jusik¹
Katarzyna Pędziwiatr² Przemysław Nawrocki³ Agata Jasiak¹

W Polsce zgodnie z wymaganiami Ramowej Dyrektywy Wodnej, ocena jakości wód powierzchniowych realizowana jest w oparciu o badania ekosystemowe. Określając stan ekologiczny wód płynących uwzględnia się elementy biologiczne oraz parametry fizyczno-chemiczne i hydromorfologiczne ekosystemu. Oceny dokonuje się w obrębie podstawowych jednostek gospodarki wodnej, tzw. jednolitych części wód. Metody klasyfikacji hydromorfologicznej opierają się najczęściej na badaniach terenowych, których wadą jest koszt i czasochłonność. Przy mocno rozbudowanej sieci rzecznej naszego kraju zbadanie wszystkich cieków w konwencjonalny sposób jest przedsięwzięciem niezwykle trudnym.

Celem niniejszej pracy było opracowanie modelu pozwalającego określić stan jakości hydromorfologicznej rzek na podstawie zdjęć satelitarnych dostępnych w serwisie Google Maps. Dzięki wykorzystaniu narzędzi GIS oraz dostępnych ortofotomap opracowana została metoda waloryzacji wizualnej rzek. Ocena zdalna będąca przedmiotem pracy została oparta o wyniki badań terenowych za pomocą metody *River Habitat Survey* (RHS) zgromadzonych w Katedrze Ekologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Metoda RHS jest szeroko wykorzystywana w kilku krajach europejskich, w tym w Polsce, z racji jej przystosowania do warunków rodzimych systemów fluwialnych. Ocena dużej części elementów wchodzących w skład badania *in situ* możliwa jest na podstawie zdjęć satelitarnych, co pozwala na predykcję stanu rzeki w sposób zdalny. W trakcie prac, wskaźniki odczytane z map zostały porównane z wartościami oceny stanu hydromorfologicznego w oparciu o badania *River Habitat Survey*. Na tej podstawie wskaźnikom waloryzacji map zostały przypisane wartości oceny tak, aby jak najdokładniej odzwierciedlały wyniki badań terenowych. W oparciu o zaproponowaną metodę wykonano pierwsze w pełni kompletne rozpoznanie dotyczące wszystkich średnich i małych rzek w Polsce.

¹Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu; acht@up.poznan.pl

²Instytut Środowiska Rolniczego i Leśnego Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu

³WWF Polska

Określenie ciężaru objętościowego gruntu na podstawie badań SCPTU

Irena Bagińska¹

Ciężar objętościowy, jako podstawowa cecha fizyczna gruntu, jest bardzo ważną wielkością, której znajomość jest konieczna w każdym zadaniu geotechnicznym i geoinżynierskim. Do oceny wielkości ciężaru objętościowego można zastosować zarówno techniki laboratoryjne jak i polowe. W pracy przeprowadzono wielkoskalową ocenę gęstości objętościowej gruntu spoistego bazując na kilku pomiarach w bliskiej lokalizacji wykonanych sondą statyczną SCPTU. Zastosowano procedury oparte na klasyfikacji Robertsona z 1986 r. oraz Robertsona i Cabala z 2010 r., a także rozwiązania Mayne z 2007 r. oraz Mayne i Peuchena z 2012 r. Wyniki odniesiono do wartości rzeczywistych ustalonych procedurą bezpośrednią z prób o nienaruszonej strukturze. Otrzymane rozwiązania, były podstawą zaproponowania nowej formuły ustalenia ciężaru objętościowego gruntu z pomiarów SCPTU oraz analizy porównawczej z przykładowymi wartościami zaczerpniętymi z normy krajowej.

LITERATURA:

- Mayne P.W.** 2007. In-situ test calibrations for evaluating soil parameters. Characterization & Engineering Properties of Natural Soils, Vol. 3, Taylor & Francis Group, London: 1602-1652.
- Mayne P.W., Peuchen J.** 2012. Unit weight trends with cone resistance in soft to firm clays. Geotechnical and Geophysical Site Characterization 4, Vol. 1 (Proc. ISC-4, Pernambuco), CRC Press, London: 903-910.
- Robertson P.K., Campanella R.G., Gillespie D., Greig J.** 1986. Use of Piezometer Cone data. In-Situ'86 Use of In-situ testing in Geotechnical Engineering, GSP 6, ASCE, Reston, VA, Specialty Publication, SM 92: 1263-1280.
- Robertson P.K. Cabal K.L.** 2010. Estimating unit weight from CPT. Proc., 2nd Intl. Symposium on Cone Penetration Testing CPT '10, Vol. 3.

¹Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska; irena.baginska@pwr.edu.pl

Ostrożne podejście do oceny stateczności skarp składowisk odpadów komunalnych

Andrzej Batog¹

Składowiska odpadów komunalnych w zakresie projektowania traktowane są jako obiekty geotechniczne, budowle ziemne. Duże wymiary, objętość oraz znaczna zmienność wartości parametrów geotechnicznych składowanych odpadów – większa, aniżeli w przypadku gruntów mineralnych stanowiących ich podłoże – stwarzają niemałe problemy projektantom. Problemy te związane są w szczególności z pracami projektowymi zwiększania objętości składowania dla istniejących składowisk, która osiągana jest głównie przez podwyższenie ich wysokości. W takich przypadkach, prócz oceny nośności podłoża, głównym przedmiotem prowadzonych analiz są oceny stateczności podwyższanych skarp uformowanych z odpadów.

W artykule przedstawiono przegląd oraz dyskusję wartości zapasów stateczności, przyjmowanych do oceny stateczności skarp składowisk odpadów, w odniesieniu do wymagań oceny stateczności ogólnej skarp zawartych w Eurokodzie 7.

Na podstawie zaprezentowanych przykładów wskazano zagrożenia wynikające z bezkrytycznego zastosowania częściowych współczynników bezpieczeństwa w przypadku oceny stateczności skarp składowisk odpadów. Wskazano na konieczność odpowiednio „ostrożnego” szacowania wartości charakterystycznych parametrów geotechnicznych odpadów, cechujących się dużą zmiennością, w tym wykorzystania ujęcia probabilistycznego dla uwzględnienia losowości parametrów wytrzymałości na ścinanie. Zastosowanie bardziej zaawansowanych rozwiązań wypracowanych w teorii bezpieczeństwa konstrukcji dla materiałów o dużej fluktuacji wartości parametrów, z punktu widzenia praktyki projektowej, może być jednak zbyt trudne, jak również wymagające przeprowadzenia statystycznie reprezentatywnej, bardzo dużej serii badań parametrów. Zdaniem autora, w przypadku przeciętnego stopnia rozpoznania parametrów wytrzymałości odpadów, uzasadnione jest przyjęcie większych, niż wynikające z Eurokodu 7, zapasów stateczności.

¹Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska; andrzej.batog@pwr.edu.pl

Metodyka oceny wpływu obciążeń dynamicznych na zmiany strukturalne oraz wytrzymałość gruntu spoistego na przykładzie wyników badań trójosiowych mad rzecznych z rejonu Warszawy

Anna Bąkowska¹ Kamil Kiełbasiński¹

Budowa obiektów na terenach aktywnych sejsmicznie wymaga od projektantów znajomości parametrów dynamicznych podłoża opisujących zachowanie się gruntu pod wpływem obciążenia zmiennego. Podłoże budowli może być narażone również na oddziaływania cykliczne pochodzące bezpośrednio z obciążonej dynamicznie konstrukcji, jak i drgań parasejsmicznych. Współczesny rozwój technologiczny pozwala na coraz lepsze poznanie zachowania się gruntu pod obciążeniem. Choć zaawansowane metody badań dynamicznych gruntów nie wychodzą jeszcze spoza naukowych laboratoriów, to liczne, publikowane wyniki dowodzą wpływu obciążeń dynamicznych na wytrzymałość gruntu.

Artykuł ma na celu przybliżenie możliwości oceny wpływu obciążeń dynamicznych na wytrzymałość gruntu spoistego w trójosiowym aparacie dynamicznym. Przedstawiono tu dwa podejścia badawcze pozwalające na określenie zakresu obciążenia powodującego deteriorację wytrzymałości gruntu. Pierwsze z nich to badania postcykliczne, w których symulowane obciążenia dynamiczne o stałej amplitudzie odkształcenia, powodują redukcję wytrzymałości gruntu obserwowaną w późniejszej fazie statycznej. Badania tego typu można porównać z analizą zmęczeniową, w której w wyniku małych nieniszczących odkształceń i towarzyszących im obciążeń dochodzi do zmian strukturalnych gruntu prowadzących do jego osłabienia. Drugi typ analizy to badania ze stałą amplitudą naprężenia. W tym przypadku odpowiednio duża amplituda naprężenia powoduje zniszczenie struktury gruntu poprzez mechanizmy upłynnienia. Oba typy badań pozwalają, w sposób ilościowy, określić spadek wytrzymałości gruntu obciążonego cyklicznie.

Badania zachowania się gruntu pod wpływem obciążeń dynamicznych zostały przeprowadzone na próbkach normalnie skonsolidowanej gliny pylastej (mada rzeczna) o nienaruszonej strukturze (NNS). Grunt tego typu wybrany został celowo do przeprowadzenia omawianych analiz ze względu na słabo rozwiniętą strukturę oraz właściwości tiksotropowe, których wpływ obserwowano w pozniszczeniowych obrazach SEM.

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski; anna.bakowska@uw.edu.pl

Przebieg długotrwałej deformacji pokrytycznej w wybranych skałach stosowanych w architekturze i sztuce

Alicja Bobrowska¹ Artur Dziedzic¹

Surowce skalne wykorzystywane w architekturze i sztuce w miarę upływu czasu ulegają deterioracji, podejmowane są więc próby ograniczenia i spowolnienia tego procesu. Elementy kamienne obiektów zabytkowych są z reguły w znacznym stopniu uszkodzone, a struktura materiału jest spękana. Ograniczona jest również możliwość pobrania prób do badań bezpośrednio z obiektu, co wymusza stosowanie materiału świeżego, pozyskanego bezpośrednio z masywu skalnego.

W testach jednoosiowego ściskania wykonywanych w prasach o dużej sztywności możliwe jest śledzenie procesu pęknięcia na etapie pokrytycznym, po przekroczeniu maksymalnego naprężenia niszczącego. Materiał skalny jest już wtedy w znacznym stopniu uszkodzony, jednak często nie ulega całkowitej dezintegracji i wykazuje wytrzymałość rezydualną. Znajomość przebiegu deformacji i pęknięcia pokrytycznego może być zatem bardzo istotnym elementem oceny właściwości materiału skalnego w kontekście jego ochrony przed procesem deterioracji.

W artykule zaprezentowano wyniki analizy deformacji pokrytycznej trzech odmian skał: wapieni detrytycznych z Pińczowa (Góry Świętokrzyskie), opok z miejscowości Boniewo (Wyżyna Lubelska) oraz tufów z Filipowic (Wyżyna Krakowsko-Częstochowska). Dobór materiału skalnego podyktowany był wykorzystaniem go dla celów architektury i sztuki oraz jego właściwościami geomechanicznymi. Wszystkie analizowane odmiany litologiczne charakteryzują się długotrwałą deformacją pokrytyczną o spokojnym przebiegu, z występującą wytrzymałością rezydualną.

W obrazie uzyskanych krzywych naprężenie-odkształcenie osiowe na etapie pokrytycznym obserwuje się trzy fazy. Pierwsza to faza zniszczenia występująca zaraz po osiągnięciu doraźnej wytrzymałości i charakteryzująca się wyraźnym spadkiem naprężenia oraz dużym nachyleniem krzywej, przy jednoczesnym ograniczonym odkształceniu osiowym. Druga to faza przejściowa z rozbudowanym zakresem odkształcenia osiowego i stopniowo zmieniającym się nachyleniem krzywej. Trzecia to faza stabilizacji zmian naprężenia, związana z osiągniętym poziomem wytrzymałości rezydualnej, na etapie której całkowite zniszczenie struktury materiału skalnego jest trudne do osiągnięcia i wymaga długotrwałego obciążania próbki.

Analizę oparto na ocenie wielkości spadku naprężenia, wzrostu odkształcenia osiowego oraz zmian energii potencjalnej w poszczególnych fazach pęknięcia odniesionych do całości etapu pokrytycznego i częściowo także do przedpokrytycznego.

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski; a.bobrowska@uw.edu.pl

Z analizy wynika, że pomimo odmienności litologicznej badanych skał przebieg deformacji pokrytycznej jest w poszczególnych fazach zbliżony. Zakresy spadku naprężenia, wzrostu odkształcenia oraz zmian energetycznych kolejnych faz zależą natomiast od wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie. Dla większości oznaczanych parametrów zależność ta ma w przybliżeniu charakter liniowy. Przebieg pękania pokrytycznego w skałach o małej i średniej wytrzymałości, z długotrwałym etapem pozniszczeniowym, jest tylko częściowo uwarunkowany takimi cechami litologii jak skład mineralny, uziarnienie, charakter spoiwa itp. W głównej mierze decydują o tym właściwości mechaniczne ośrodka skalnego, którego struktura ulega powolnej, długotrwałej dezintegracji.

Wykorzystanie lotniczego skaningu laserowego w ocenie warunków hydrogeologicznych warstwy aluwialnej

Filip Bujakowski¹ Tomasz Falkowski¹

Konstrukcja modeli budowy geologicznej współczesnych dolin rzecznych w dużym stopniu opiera się na analizie geomorfologicznej. Ponieważ poszczególne formy rzeźby dna doliny, będące zapisem ewolucji systemu rzecznego, cechuje często określony charakter profilu litologicznego, analiza taka może być przydatna także do określania zróżnicowania warunków filtracji w warstwie aluwialnej. Możliwości identyfikacji form rzeźby terenu w ostatnich latach bardzo wzrosły, głównie w efekcie upowszechnienia lotniczego skaningu laserowego.

W referacie przedstawione zostaną wyniki badań hydrogeologicznych, które prowadzone były z wykorzystaniem numerycznego modelu pokrycia terenu na odcinku doliny Wisły środkowej w okolicach Magnuszewa. Przepływy wezbraniowe przeobraziły tu układ warstw utworów aluwialnych poprzez wypełnienie ciągów starorzeczy, redukcję miąższości gliniastych mad, a także utworzenie rozległych, piaszczystych stożków napływowych. Będące efektem skoncentrowanych przepływów wezbraniowych głębokie rynny erozyjne (krewasy) zostały wypełniane i pogrzebane w czasie kolejnych wezbrań luźnymi aluwiami facji korytowej. Identyfikacja zróżnicowania budowy geologicznej równiny zalewowej przeprowadzona na podstawie obrazu lotniczego skaningu laserowego pozwoliła na stworzenie modelu koncepcyjnego warunków hydrogeologicznych uwzględniającego efekty rzeźbotwórczej działalności przepływów wezbraniowych. Model ten w dalszej kolejności stał się podstawą do budowy i kalibracji modelu matematycznego filtracji wód. Szczegółowe rozpoznanie budowy geologicznej z wykorzystaniem metod teledetekcyjnych umożliwiło także identyfikację i charakterystykę obszarów występowania zintensyfikowanej filtracji w podłożu obwałowań oraz innych konstrukcji ochrony przeciwpowodziowej. Zjawiska takie stanowią zagrożenie dla ich stabilności.

¹Katedra Geoinżynierii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego; filip_bujakowski@sggw.pl, tomasz.falkowski@sggw.pl

Czasoprzestrzenna analiza stanu osuwiska w Kłodnem, gmina Limanowa

**Paweł Ćwiąkała¹ Jacek Stanisław¹ Jerzy Ziętek¹ Anna Strzępowicz¹ Witold Niewiem¹
Łukasz Motyl¹**

W 2010 roku w południowej części Polski wystąpiły intensywne opady atmosferyczne, które przyczyniły się do powstania lub odmłodzenia wielu osuwisk. Jedno z nich powstało we wsi Kłodne (gmina Limanowa). Od marca 2013 roku pracownicy oraz studenci AGH w Krakowie prowadzą okresowy monitoring geologiczny i geodezyjny.

W pierwszym etapie wykonano kartowanie geologiczno-inżynierskie zewnętrznych granic osuwiska, które powtarzano raz w roku. W tym celu wykorzystano odbiornik GPS firmy GARMIN. W trakcie 3-letniej obserwacji nie stwierdzono znaczących zmian. Wyjątkiem był 17 maja 2014 roku, kiedy wyraźnemu przemieszczeniu uległ południowo-wschodni fragment osuwiska (około 200 m³ materiału koluwalnego).

W drugim etapie wykonano pomiary geodezyjne. Sesje pomiarowe odbywały się w interwale półrocznym. Prace wykonywane były technologią statyczną szybką GNSS oraz kątowno-liniową z wykorzystaniem tachimetru precyzyjnego, na 72 punktach. Łącznie wykonano 6 sesji pomiarowych. Wyznaczone wartości wektorów przemieszczeń poziomych wyniosły maksymalnie 88 mm (składowa X) i 28 mm (składowa Y). Błąd względny wyniósł od 2,6 do 4,3 mm. Maksymalne przemieszczenia pionowe wyniosły 58 mm, przy błędzie od 2,7 do 3,2 mm. We wszystkich sesjach pomiarowych znaczące deformacje koncentrowały się w obrębie skarpy głównej osuwiska, co świadczy o wtórnym modelowaniu powierzchni terenu.

Trzeci etap zakładał wykonanie pomiarów geofizycznych z użyciem metody georadarowej anteną nieekranowaną o rozdzielczości 100 MHz. Na echogramach można z trudem wyróżnić kilka granic położonych na głębokościach od 15 do 20 m, gdzie zarysowuje się granica litologiczna. Wyżej zalegają gliny, które silnie tłumią sygnał. Planuje się ponowne przeprowadzenie pomiarów zmieniając niektóre parametry akwizycji danych. Dotychczasowe doświadczenia wskazują, że radykalna poprawa jakości danych występuje z ekstremalnie dużym składowaniem.

¹Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie; pawelcwi@agh.edu.pl

Ocena ściśliwości holocenijskich gruntów organicznych rejonu Ostródy na podstawie analiz prędkości odkształcenia

Paweł Dobak¹ Ireneusz Gawriuczenkow¹ Tomasz Szczepański¹

Ściśliwość gruntów organicznych warunkowana jest zarówno czynnikami filtracyjnymi, jak i znacznym udziałem pełzania w przebiegu osiadań. Wynikająca stąd długotrwałość badań laboratoryjnych stanowi znaczne utrudnienie w uzyskiwaniu miarodajnych wyników. Zaproponowana metodyka interpretacyjna obejmująca ocenę prędkości odkształcenia, pozwala skrócić czas badań w laboratorium oraz wyznaczać zestandaryzowane, lepiej porównywalne charakterystyki ściśliwości.

Badaniom poddano torfy i namuły, a podrzędnie także gytie występujące w obniżeniach stropu utworów glacialnych w sąsiedztwie jezior okolic Ostródy. Analizowano specyfikę zmian ściśliwości w nawiązaniu do charakterystyk fizycznych gruntów oraz zastosowanych programów obciążenia IL (*incremental loading*) oraz CL (*continuous loading*). Określono charakter zmian prędkości jednoosiowego odkształcenia gruntu w funkcji czasu konsolidacji, w nawiązaniu do zastosowanych systemów obciążeń. Na podstawie uzyskanych zależności prognozowano wartości odkształceń odpowiadające zalecanym standardom ich stabilizacji w badaniach IL oraz określano charakterystyki zmian ściśliwości w funkcji naprężenia.

Uzyskane wyniki wskazują, że w badanych torfach zaznaczała się początkowa zwiększona sztywność wynikająca przypuszczalnie z oporu nierozłożonego szkieletu organogenicznego. Sytuacja taka występowała w około 75 % próbek pod obciążeniem 25 kPa. Wartości modułów ściśliwości po podwojeniu obciążenia zmniejszały się przeciętnie około 2-krotnie. Tendencja ta kontynuowała się niekiedy na kolejnym stopniu obciążenia, co wskazuje na istotną rolę czynników strukturalnych w reakcji gruntu na rosnące naprężenie. Niezależnie od tych efektów istotną rolę w przebiegu osiadania ma pełzanie, o czym świadczą zmniejszone przeciętnie o 10 do 20 % wartości modułów wyznaczanych w wariantach interpretacyjnych badań, w których ekstrapolowano wartości odkształceń do przyjętych, porównywalnych granic prędkości odkształcenia w badaniach IL oraz po uwzględnieniu efektów długotrwałego pełzania w końcowej fazie badań CL.

Przeprowadzone analizy obejmujące także dystrybucję ciśnienia porowego w badaniach CL pozwalają na ocenę udziału czynnika filtracyjnego oraz reologicznego w kształtowaniu przebiegu procesu i wskazanie zaleceń w zakresie doboru parametrów dla prognozowania osiadań.

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski; P.Dobak@uw.edu.pl

Analiza porównawcza wytrzymałości rezydualnej powierzchni pozniszczeniowych na przykładzie wybranych struktur geometrycznych

Andrzej Domonik¹ Przemysław Wilczyński¹

W artykule przeanalizowano wytrzymałość rezydualną oraz strukturę geometryczną (chropowatość) powierzchni pozniszczeniowych piaskowców ze Śmiłowa i andezytów z Góry Wdżar. Analizę przeprowadzono na powierzchniach rozdzielczych próbek uzyskanych w wyniku testów rozciągania i ścinania. Określono, w jaki sposób wywołane mechanizmy niszczenia (rozciąganie metodą brazylijską i ścinanie pod wymuszonymi kątami) oraz czynniki geologiczne, takie jak różny skład mineralny, struktura i tekstura badanych skał, wpływają na morfologię powierzchni pozniszczeniowych. Do analizy powierzchni chropowatości wykorzystano mechaniczny profilometr Hommel Tester T8000.

Badania przeprowadzono na piaskowcach jurajskich pobranych z kamieniołomu w Śmiłowie oraz na andezytach mioceńskich pobranych z kamieniołomu Snozka z Góry Wdżar. Piaskowce są skałą mocno porowatą, zbudowaną z droбноziarnistego kwarcu. Andezyty natomiast są skałą słabo porowatą, która cechuje się średnioziarnistą, holokrystaliczno-porfirową strukturą, zbudowaną z dużych, hipo- i automorficznych fenokryształów zastygniętych w drobnokrystalicznym cieście skalnym.

Wpływ chropowatości powierzchni rozdzielczych został przeanalizowany przy pomocy współczynnika JRC (*Joint Roughness Coefficient*) zaproponowanego przez Bartona (1973, 1976) oraz Bartona i Choubey'a (1977), który jest obecnie stosowany w inżynierii skalnej. Na podstawie współczynnika JRC zostały obliczone parametry opisujące ilościowo strukturę geometryczną powierzchni szczelin. Morfologię powierzchni chropowatości scharakteryzowano za pomocą parametrów statystycznych oraz dwuwymiarowych (2D) i przestrzennych (3D) map powierzchni rozdzielczych. Analizy te umożliwiły określenie chropowatości powierzchni szczelin i oszacowanie ich wpływu na wytrzymałość rezydualną badanych skał.

Na podstawie uzyskanych wartości parametrów statystycznych oraz map 2D i 3D stwierdzono, że w piaskowcach w procesie ścinania powstają gładkie powierzchnie, podczas gdy w andezytach powierzchnie te są chropowate. W wyniku rozciągania w obu typach struktury skał powierzchnie rozdzielcze są bardziej chropowate niż po ścinaniu. Powierzchnie rozdzielcze andezytów, powstałe w wyniku ścinania lub rozciągania, posiadają większą ilość wysokich wzniesień i zagłębień. Przekłada się to na wyższą chropowatość tych skał, dając tym samym wyraz ich większej wytrzymałości rezydualnej.

LITERATURA:

- Barton N. R. 1973. Review of a new shear strength criterion for rock joints. Bull. Inter. Assoc. of Eng. Geol. 7 Paris: 287-332.
- Barton N. R. 1976. The shear strength of rock and rock joints. Int. J. Rock. Mech. Min. Sci. Geomech. Abstr., 10: 1-54.
- Barton N. R., Choubey V. 1977. The shear strength of rock joints in theory and practice. Rock. Mech., 10: 1-54.

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski; adomonik@uw.edu.pl

Wykorzystanie metody termomonitoringu do badania szczelności przestron przeciwfiltracyjnych i obudowy głębokich wykopów

Jürgen Dornstädter¹ Paweł Popielski² Krzysztof Radzicki³

Pierwsze systematyczne pomiary temperatury do lokalizacji nieszczelności w obwałowaniach kanału Dortmund-Ems zostały przeprowadzone już w 1953 r. Po awarii obwałowań kanałów Elbeseiten i Ren-Men-Dunaj technologia pomiaru została udoskonalona i w latach 1980 udostępniona do użytku komercyjnego. Dzięki tej metodzie ponad 500 km zapór i wałów w całej Europie jest monitorowana obecnie pod kątem przecieków przez ich korpus lub podłoże. Od połowy 1990 r. termomonitoring jest również wykorzystywany do lokalizacji nieszczelności przestron przeciwfiltracyjnych i obudowy głębokich wykopów. Dotychczas zrealizowano ponad 150 badań nieszczelności obudów głębokich wykopów tą metodą.

Fundamenty i elementy konstrukcyjne podziemnych części budowli są wykonywane w głębokich wykopach poniżej poziomu wody gruntowej. Obudowy głębokich wykopów mogą stanowić elementy podziemnej konstrukcji budynku np. ściany szczelinowe, ale na pewno muszą zapewnić stateczność ścian wykopu i zabezpieczyć wykop przed napływem wody gruntowej. Jeśli obudowa jest nieszczelna, to pogłębienie wykopu połączone z odwodnieniem gruntu w obrysie ograniczonym ścianami obudowy może doprowadzić do gwałtownego napływu wód gruntowych do jego wnętrza. Jest to proces mogący spowodować wymycie gruntu przez napływającą spoza obudowy do wykopu wodę gruntową, tym samym zniszczenie jego struktury przez zjawisko erozji i sufozji, które może doprowadzić do powstania przebicia hydraulicznego, a w końcowej sytuacji do awarii obudowy wykopu oraz odkształceń gruntu na zewnątrz wykopu. Uszkodzenia obudowy, zalanie wykopu przez wodę skutkuje dodatkowymi pracami budowlanymi, ich wydłużeniem, a nawet koniecznością zmiany projektu obiektu. Natomiast odkształcenia gruntu na zewnątrz wykopu mogą uszkodzić okoliczne budynki lub infrastrukturę podziemną i prowadzić do procesów odszkodowawczych. W celu uniknięcia opisanych wyżej problemów stosuje się dokładną detekcję nieszczelności obudowy wykopu przed jego wykonaniem. Umożliwia to przeprowadzenie precyzyjnego doszczelnienia obudowy. W tym zakresie stosuje się termomonitoring przecieków i procesów erozyjnych – sprawdzoną metodę stosowaną w różnych dziedzinach geotechniki od kilku dekad. Metoda ta opiera się na wykorzystaniu w badaniach relacji zachodzących w procesach transportu ciepła i wody, które są procesami sprzężonymi.

W konstrukcji obudów głębokich wykopów wykorzystuje się materiały na bazie cementu (np. ściany szczelinowe) jako elementy szczelne – zabezpieczające głęboki wykop. Podczas wiązania cementu wydzielane jest ciepło hydratacji, które powoduje zwiększenie temperatury podłoża w sąsiedztwie elementów uszczelniających. Ze względu na małą przewodność cieplną gruntu temperatura

¹GTC Kappelmeyer GmbH; dornstaedter@gtc-info.de

²Zakład Budownictwa Wodnego i Hydrauliki, Politechnika Warszawska; pawel.popielski@is.pw.edu.pl

³Instytut Inżynierii i Gospodarki Wodnej, Politechnika Krakowska

w podłożu pozostaje podwyższona przez długi czas. Woda przepływająca poprzez nieszczelności obudowy wykopu, np. w trakcie próbnego pompowania, wywołuje nasilony, adwekcyjny transport ciepła prowadzący do szybkiej zmiany temperatury gruntu. Ponieważ temperatura wody gruntowej w większej odległości od elementów uszczelniających jest znacznie niższa, przepływ przez „słaby punkt” obudowy w czasie procesu pompowania powoduje ochłodzenie w rejonie nieszczelności. Granica nieszczelności wykrywana jest już przy prędkościach przepływu około 10^{-7} m/s.

Stosowany w termomonitoringu głębokich wykopów system pomiarowy opiera się na łatwo instalowanych w gruncie pionowych rurkach, wewnątrz których znajdują się czujniki temperatury umożliwiające rejestrację profili temperatury do głębokości około 35 m w gruntach sypkich (piaskach i żwirach). Głębokość pomiarów może być zwiększona ponad dwukrotnie przy zastosowaniu odwiertów. Lokalizacja przecieków jest określana na podstawie analizy przekrojów płaskich (2D – analiza szczelności ścian obudowy) lub analizy przestrzennej (3D – analiza szczelności gruntowej warstwy nieprzepuszczalnej lub przesłony poziomej). Metoda może być również wykorzystana do określenia prędkości przepływu *in situ* na podstawie zmian temperatury wody powierzchniowej i wody filtrującej przez ośrodek porowaty w jednostce czasu.

**Wykorzystanie NMT w analizie związku facjalnego zróżnicowania
osadów wezbraniowych z koncentracją metali ciężkich w osadach Wisły
między Basonią a Solcem nad Wisłą**

Ewa Falkowska¹ Tomasz Falkowski² Michał Brach³

Istotnym składnikiem analiz stanu środowiska przyrodniczego, wykonywanych dla potrzeb planowania przestrzennego czy oceny przekształceń antropogenicznych, jest określenie zawartości metali ciężkich w utworach powierzchniowych. Warunkiem prawidłowej oceny zawartości metali ciężkich w osadach współczesnych równin zalewowych dolin rzecznych jest rozpoznanie zróżnicowania dynamiki środowisk depozycji utworów wezbraniowych. Koncentracja metali ciężkich w różnych typach litologicznych osadów, powstających w czasie jednego epizodu wezbraniowego, jest bowiem różna i zależy między innymi od tempa depozycji czy intensywności erozji wezbraniowej powodującej uruchamianie wcześniej zdeponowanego ładunku. Analiza morfodynamiki obszaru równiny zalewowej poza identyfikacją cech teksturalnych osadów wezbraniowych (struktury sedimentacyjne, następstwo litofacji) opiera się na precyzyjnym rozpoznaniu rzeźby jej powierzchni. Rozwój techniki skaningu laserowego i upowszechnienie precyzyjnego, numerycznego obrazu powierzchni Ziemi otworzyły nowe możliwości w analizie morfodynamiki dolin rzecznych.

W referacie przedstawione zostaną wyniki badań, które prowadzone były w dolinie Wisły środkowej na odcinku od Sulejowa (km 310 biegu) do okolic Solca nad Wisłą (km 330). Podstawą badań terenowych, mających na celu identyfikację zróżnicowania profilu litologicznego osadów wezbraniowych i ich opróbowanie, była analiza NMT. Model został pozyskany z zasobów Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w postaci rastrowej o rozdzielczości około 10 m. Posłużył on jako materiał wyjściowy do wygenerowania profili w zadanych miejscach oraz opracowania sieci rzecznej o określonej gęstości. Strukturę rzek przekształcono do formatu wektorowego, co pozwoliło na przygotowanie mapy spływu wód będącej pochodną spadków uzyskanych z numerycznego modelu terenu.

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski; ewa.falkowska@uw.edu.pl

²Katedra Geoinżynierii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

³Katedra Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa, Wydział Leśny Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wykorzystanie badań batymetrycznych w analizie morfodynamiki stref korytowych rzek na Niżu Polskim

Tomasz Falkowski¹ Piotr Ostrowski¹

Jednym z zadań dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich stref korytowych współczesnych dolin rzecznych jest identyfikacja charakterystyki morfodynamicznej poszczególnych odcinków koryta. Na obszarze Niżu Polskiego dynamika procesów erozji i depozycji rzecznej, która warunkuje rozwiązania konstrukcyjne obiektów regulacyjnych czy ochrony przeciwpowodziowej, wynikać może z budowy geologicznej odcinków dolin. Powszechnym zjawiskiem jest tu występowanie w podłożu aluwiów kulminacji zbudowanych z gruntów odpornych na rozmywanie. Formy takie odłaniane są w dnie koryta w czasie przepływu wielkich wód, a ich morfologia oddziałuje wówczas na koncentrację nurtu rzeki. Wpływ ukształtowania podłoża aluwiów na układ głównego nurtu zaznacza się także w czasie stanów niższych.

W referacie przedstawione zostaną wyniki badań batymetrycznych wybranych odcinków koryta Wisły środkowej i dolnego Bugu. Badania przeprowadzono przy pomocy echosondy zintegrowanej z odbiornikiem GNSS. Pomiary batymetryczne dna koryta zostały wykonane dla tych samych odcinków przy różnych stanach wody. Wynikiem prowadzonych prac były serie map batymetrycznych i hipsometrycznych dokumentujące zmiany jego morfologii. Analizę i wizualizację zebranych danych geoprzestrzennych przeprowadzono w środowisku GIS.

Na odcinkach, gdzie w trakcie wcześniej prowadzonych badań stwierdzono występowanie kulminacji podłoża współczesnych aluwiów, zaobserwowano tendencje do koncentrowania się głównego nurtu zawsze w tych samych strefach. Zjawisko to stanowi zagrożenie dla trwałości budowli regulacyjnych i obiektów infrastruktury przeciwpowodziowej.

¹Katedra Geoinżynierii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; tomasz.falkowski@sggw.pl, piotr.ostrowski@sggw.pl

Rozpoznanie i analiza zmienności morfologicznej wybrzeża w rejonie Zatoki Usteckiej

Jerzy Frydel ¹ Maria Przyłucka ¹ Lesław Mil ¹

Zaprezentowane badania przedstawiają wstępne wyniki porównania możliwości wykorzystania dwóch niezależnych technik teledetekcyjnych dla potrzeb precyzyjnego rozpoznania aktualnej zmienności morfologicznej lądowej części strefy brzegowej. Pomiary prowadzone były z uwzględnieniem budowy geologicznej strefy krawędziowej wysoczyzny, przejawiającej się powstawaniem ruchów masowych, a tym samym intensyfikacji tempa erozji.

Badaniami objęto blisko dwukilometrowy odcinek brzegu i nadbrzeża, pomiędzy 228-230 kilometrażem strefy brzegowej, położony w rejonie Zatoki Usteckiej (Rudowski i Wróblewski 2012) na terenie Wybrzeża Słowińskiego, w obrębie pobrzeża Koszalińskiego.

Pomiary wykorzystują pasywną i aktywną metodę obrazowania, tj. fotogrametrię bliskiego zasięgu (FBZ) oraz naziemny skaning laserowy (TLS). Georeferencję pozyskanych danych prowadzono *in situ* z zastosowaniem nawigacji satelitarnej techniką precyzyjnych pomiarów GPS RTK. Wymienione metody również w Polsce znajdują zastosowanie w badaniu deformacji powierzchni terenu, w celu rozpoznania geodynamiki wybrzeża (Kramarska i in. 2011), oraz osuwisk (Perski i in. 2013).

Bazą odniesienia dla pozyskanych danych morfometrycznych są dane TLS będące wynikiem pomiarów prowadzonych w latach 2010-2012 przez PIG-PIB. Podstawę opracowania stanowią pomiary 3D na zdjęciach niemetrycznych i chmurach punktów o precyzyjnie zdefiniowanych współrzędnych (x, y, z), reprezentujących odwzorowywaną powierzchnię terenu. Chmury punktów, zarejestrowane w układzie współrzędnych PL-2000, są podstawą konstrukcji numerycznych modeli terenu (NMT) o strukturze trójkątnej.

Porównanie NMT z kolejnych serii pomiarowych umożliwiło określenie wielkości kubatur materiału budującego brzeg i nadbrzeże, który uległ erozji. Wielkość erozji oraz tempo cofania korony i podstawy klifu analizowano w odniesieniu do budowy geologicznej klifu. Całość badanego odcinka brzegu przypada na klif aktywny charakteryzujący się występowaniem osuwisk, warunkowanych występowaniem osadów drobno dyspersyjnych – m.in. iłów i mułków (Zachowicz i Dobracki 2003), oraz zsuwów i osypisk.

LITERATURA:

Kramarska R., Frydel J., Jegliński W. 2011. Zastosowanie metody naziemnego skaningu laserowego do oceny geodynamiki wybrzeża na przykładzie klifu Jastrzębiej Góry. Biuletyn PIG 446: 101 – 108.

Perski Z., Wojciechowski T., Wójcik A., Nescieruk P. 2013. Techniki naziemne, lotnicze i satelitarne w rozpoznawaniu osuwisk.

Geoinżynieria: drogi, mosty, tunele. Wydawnictwo INŻYNIERIA Spółka z o.o. , Tom 4, 30-35.

¹Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy; jerzy.frydel@pgi.gov.pl

Rudowski S., Wróblewski R. 2012. Potrzeba wzbogacenia toponomastyki brzegu i dna na przykładzie Zatoki Usteckiej, (w:) W. Florek (red.) Geologia i geomorfologia Pobrzeża i południowego Bałtyku, Słupsk, 9, s. 57-59.

Zachowicz J., Dobracki R. 2012. Geologiczne warunki ochrony i kształtowania południowego brzegu Bałtyku oraz obszarów ujściowych Odry i Wisły. Etap III. Mapa geodynamiczna polskiej strefy brzegowej Bałtyku w skali 1:10 000 wraz z objaśnieniami, arkusz: Ustka (25). Centr. Arch. Geol. PIG – PIB OGM.

Stateczność skarpy i zagrożenie osuwiskowe w świetle kompleksowych badań geologicznych

**Ireneusz Gawriuczenkow¹ Łukasz D. Kaczmarek¹ Kamil Kiełbasiński¹
Sebastian Kowalczyk¹ Radosław Mieszkowski¹ Emilia Wójcik¹**

W referacie przedstawiono metodologię oceny stateczności skarpy zlokalizowanej w południowej Polsce na obszarze o skomplikowanej budowie geologicznej. Dotychczas uzyskanie wiarygodnej analizy warunków stateczności stanowiło wyzwanie dla budownictwa. Omawiany problem badawczy wciąż jest aktualny z powodu rozwoju aglomeracji oraz budowy ciągów komunikacyjnych szczególnie na terenach o budowie geologicznej predysponującej do powstawania osuwisk.

Pierwszym krokiem w określeniu zagrożenia osuwiskowego była analiza morfologii badanego obszaru z wykorzystaniem numerycznego modelu rzeźby terenu. Na tej podstawie wyznaczono strefę zasięgu osuwiska i lokalizację linii przekroju geologiczno-inżynierskiego. Następny etap polegał na wykonaniu prospekcji metodą tomografii elektrooporowej wzdłuż linii wyznaczonego przekroju. Skomplikowana budowa geologiczna wykluczała zastosowanie badań *in situ* (np. sondowań CPT) i wymagała rozbudowanych badań laboratoryjnych. W celu określenia poszczególnych parametrów na potrzeby numerycznego modelowania zachowania się skarpy wykonano badania laboratoryjne, w skład których weszły m.in. analizy gęstości gruntu, rozkładu wielkości cząstek i ziaren, badania pęcznienia, badania składu mineralnego, jak również badania wytrzymałościowe: w aparacie skrzynkowym, aparacie *ring-shear*, badania jednoosiowego oraz trójosiowego ściskania. Ostatnim, piątym etapem badań, było przeprowadzenie symulacji numerycznych w oparciu o wcześniej zdefiniowany przekrój oraz przeprowadzone badania. Współczynnik stateczności określono wykorzystując metodę elementów skończonych. W celu zwiększenia wiarygodności oceny stateczności w modelu numerycznym określono reżim pola naprężeń, a następnie określonym strefom przypisano parametry otrzymane techniką badawczą pozwalającą na jego odtworzenie w warunkach laboratoryjnych. Wynik analizy wskazuje na potrzebę ciągłego monitoringu zmian geodynamicznych, tj. powierzchniowych oraz wgłębnych przemieszczeń gruntu.

Dzięki zaprezentowanym komplementarnym technikom badawczym uzyskano dokładną i rzetelną ocenę stateczności analizowanej skarpy, a przedstawiana wieloetapowa procedura analizy uwarunkowań stateczności zespołu osuwiskowego umożliwia uwzględnienie różnych cech i mechanizmów destabilizujących stan równowagi. Pozwala to na prognozowanie kierunków zagospodarowania przestrzennego.

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski; lukasz.kaczmarek@uw.edu.pl

Aspekty prawidłowego doboru parametrów badania i weryfikacji wyników oznaczeń dla wybranych metod określania modułu sztywności gruntów

Tomasz Godlewski ¹ Tomasz Szczepański ²

Obecnie podstawowe metody do wyznaczania rozkładu sztywności gruntu to grupa metod wykorzystujących sejsmikę, rozumianych jako bazujących na pomiarach prędkości fal sprężystych wygenerowanych w podłożu gruntowym. Wykonane dotychczas własne prace badawcze wykazują dobre skorelowanie wyników uzyskiwanych z różnych metod (badania polowe i laboratoryjne). Zdobyte doświadczenia, związane między innymi z analizą czynników wpływających na uzyskiwane wyniki pomiarów, dały autorom dobrą podstawę do szerokiego zastosowania opisanych i testowanych metod w praktyce. Artykuł stanowi kontynuację badań mających na celu coraz wiarygodniejsze wykorzystywanie opisanych metod do oceny sztywności geomateriałów.

W badaniach laboratoryjnych do oznaczeń modułu sztywności obecnie stosuje się powszechnie metodę BET (badanie w komorze „trójosiowej” z wykorzystaniem czujników tzw. *bender element's*). Metodyka tych pomiarów wciąż nie doczekała się standaryzacji, natomiast dzięki upowszechnianiu się aparatury badawczej jest coraz więcej doświadczeń pokazujących ścieżki rozwoju urządzeń i sposoby interpretacji wyników. W artykule przedstawione zostały kolejne wnioski, co do prawidłowego doboru parametrów badania, poparte wynikami badań testowych. Poruszone zostały aspekty związane z doбором częstotliwości użytych w badaniu fal w zależności od wielkości próbki i prędkości fali, czy też wyboru metody interpretacji spośród ogólnie wykorzystywanych również z zastosowaniem narzędzi automatyzujących ten proces.

¹Zakład Geotechniki i Fundamentowania, Instytut Techniki Budowlanej; t.godlewski@itb.pl

²Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski; Tomasz.Szczepanski@uw.edu.pl

Zastosowanie oznaczeń wielkości cząstek metodą dyfrakcji laserowej do oceny zróżnicowania litologicznego iłów neogeńskich z Bydgoszczy

Aleksandra Gorączko¹ Szymon Topoliński¹

Pomiar wielkości cząstek za pomocą dyfrakcji laserowej (LDM) jest coraz powszechniej wykorzystywany do oznaczania składu granulometrycznego gruntów. Dostępne na rynku analizatory laserowe posiadają szereg zalet praktycznych, tj. szeroki zakres badanych frakcji, wbudowaną funkcję ultradźwiękowego dyspergowania, krótki czas analiz, a uzyskane tą metodą oznaczenia charakteryzują się wysoką powtarzalnością. Istotny problem stanowi natomiast brak standaryzowanych procedur badawczych, tym bardziej że – jak wykazują doświadczenia – metodyka badań wielkości cząstek za pomocą LDM powinna być dostosowana do rodzaju badanych gruntów.

W przypadku oznaczeń w zakresie frakcji najdrobniejszych, o znacznej zawartości minerałów ilastych, zasadnicze problemy wynikają z silnej anizotropii kształtu cząstek. Powoduje to, że średnica optyczna cząstek mierzona przez laser jest znacznie większa, niż zastępcza średnica wyznaczana jak dla cząstek kulistych przyjmowana przy oznaczeniach metodami hydrometrycznymi.

Przedmiotem artykułu jest ocena możliwości wykorzystania LDM do identyfikacji i analizy zróżnicowania utworów ilastych o wspólnej genezie. W pracy zawarto wyniki oznaczeń wielkości cząstek iłów neogeńskich z Bydgoszczy. Są to utwory cechujące się znaczną zmiennością litologiczną, zwłaszcza w zakresie udziału frakcji ilastej, której zawartość determinuje między innymi stopień ich ekspansywności.

Pozytywnie zweryfikowano zastosowanie metody dyfrakcji laserowej do analiz zróżnicowania litologicznego badanych utworów. Stwierdzono natomiast istotne różnice w oznaczeniach udziału frakcji ilastych w porównaniu z wynikami uzyskanymi metodą areometryczną i zaproponowano formułę transformującą wyniki obu oznaczeń.

¹Zakład Geotechniki, Wydział Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy; aleksandra.goraczko@utp.edu.pl

Time-domain Induced Polarization as a tool for monitoring contaminants

Jaroslav Jirku¹ Tomas Belov¹ Jaroslav Barta¹

Investigation of contaminants appearance in geological environment is usually carried out only by “indirect” surveying, i.e. for instance localizing of preferential contaminants pathways, typically in form of tectonic lines, which one can map out via classic DC methods such as resistivity profiling or ERT. Direct indication of, for example oil products connected to the pore space, can be viable by investigating electrochemical properties of these products for instance. In particular, we can measure weak natural induced polarization (IP) potentials caused by interaction between a contaminant and mineral grains. We can carry out IP measurements either in frequency or time-domain. In time-domain a time-decay of voltage between two potential electrodes is being measured right after switching-off the current pulse. Then we measure so-called apparent chargeability, which can be expressed for instance in mV/V or in %. Time-dependent decay is measured in time windows of varying length (typically microseconds to first seconds).

Ivachnová case study

Ivachnová site lies eastern from the Žilina city in mid-Slovakia. The site was affected by old environmental burden after the Red army. Originally the garages were at the area of interest and therefore this area is strongly contaminated by, among others, oil products relicts. Geologically, the site is composed of quaternary sediments and backfill, bedrock is in the form of flysch. Several IP anomalies in range of 2-6 % were discovered (*Fig. 1*). Results of the IP together with ERT survey were crucial for placing the remediation wells. In this case, original data (not inverted) are displayed – depth of points was approximated by 1/5 of current electrodes spacing.

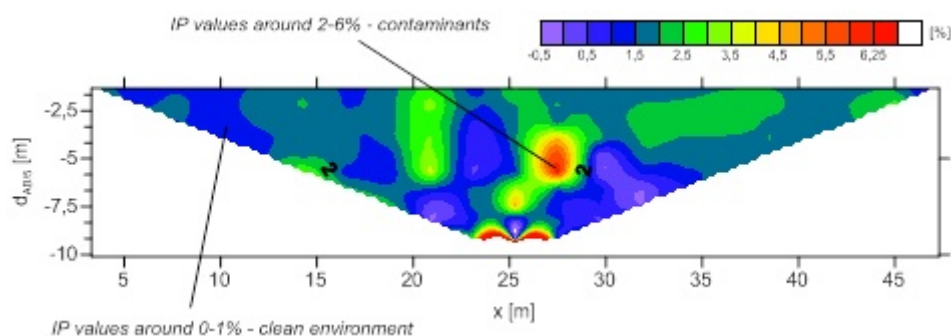


Fig. 1. Apparent (original data) chargeability at the Ivachnová site

¹G IMPULS Praha spol. s r.o.; jirku@gimpuls.cz

Time-lapse monitoring of joint systems behavior via ERT

Jaroslav Jirku¹ Jan Vilhelm² Jaroslav Barta¹

Within the purview of our research we use electrical resistivity tomography (ERT) for long-term, non-invasive monitoring of processes occurring in granite massif, in close vicinity of an underground excavation. Understanding of these processes can be used for deep geological repositories of nuclear waste. In this case, apparent resistivity is a main parameter for describing processes in the massif. For calibration of our *in situ* data we also carried out original laboratory tests on the granite (partly disrupted) and tonalite (high-quality) samples. According to relations between samples water saturation, their disruption and apparent resistivity, we compare lab results with field data and try to nail down origins of in-situ anomalies.

Within the scope of our research we were continuously (November 2014-December 2015) monitoring crystalline (granite) rock mass behavior, by means of repeated (part of data with frequency of 1 measurement per 6 hours, part with 1 measurement per day) apparent resistivities measurements via ERT technology. Most of observed changes had a character of gradually increasing values from November to March/April, followed by gradual decrease until the end of presented data set. Magnitude of values was generally around 1000 Ωm for the shallowest zones and was being muted with depth down to first hundreds of Ωm . An example of measured values development for one year is displayed on *Fig. 1*. There is approximately 2-months break in data due to reparation of the instrument at the manufacturer.

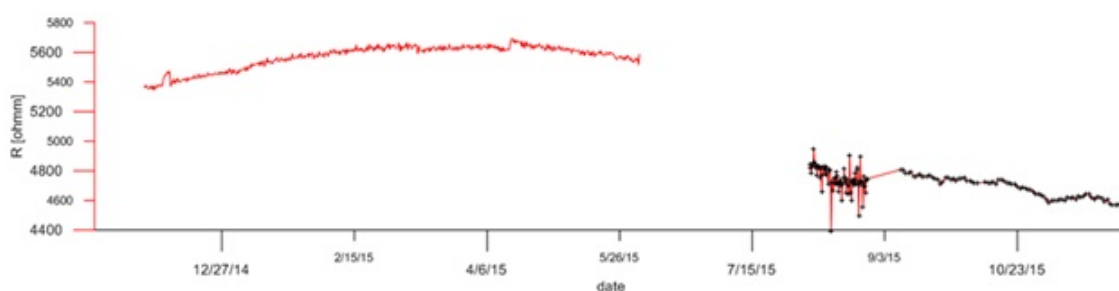


Fig. 1. Apparent resistivities measured at point X6.5, Y1, red dataset 4 measurements day, black dataset 1 measurement per day. Measured between 11/2014-12/2015

¹G IMPULS Praha spol. s r.o.; jirku@gimpuls.cz

²Faculty of Science in Prague

Zastosowanie tomografii elektrooporowej oraz pomiarów tachimetrycznych w analizie wpływu budowy II linii metra na Skarpę Warszawską

Łukasz D. Kaczmarek ¹ Radosław Mieszkowski ¹ Marek Woźniak ² Tomasz Dybciak ²

Poster przedstawia analizę wpływu budowy II linii metra na Skarpę Warszawską z wykorzystaniem tomografii elektrooporowej (ERT) oraz pomiarów tachimetrycznych.

Budowany tunel metra przecina prostopadle Skarpę Warszawską w obszarze przy ul. Dynasy 6 (dzielnica Powiśle). To kluczowa inwestycja dla dynamicznie rozwijającej się aglomeracji Warszawy. Metro jest pierwszym tego typu rozwiązaniem komunikacyjnym w Polsce oraz obiektem, za którym tęsknią inne miasta, ponieważ skutecznie rozwiązuje problemy komunikacyjne.

Tomografia elektrooporowa została wykorzystana do rozpoznania warunków gruntowo-wodnych oraz dla sprawdzenia obecności potencjalnej powierzchni/strefy poślizgu osuwiska. Następnym etapem badań były pomiary tachimetryczne, które zostały dowiązane do wyników archiwalnych obejmujących pomiar pierwotny (przed rozpoczęciem inwestycji). Obserwacje te były prowadzone z różną częstotliwością uzależnioną od postępu prac realizacyjnych. Celem prowadzonych obserwacji była weryfikacja aktywności poziomych i pionowych przemieszczeń.

Prospekcja geofizyczna w przekroju prostopadłym i równoległym do tunelu metra wskazuje na brak obecności powierzchni/strefy poślizgu. Na obrazie opornościowym, oprócz budowy geologicznej, rozpoznano tunel metra składający się z dwóch części. Na podstawie pomiarów tachimetrycznych określono skumulowane pionowe przemieszczenia kontrolowanych punktów położonych na skłonie skarpy. Przemieszczenia te nie przekraczają 25 mm, podczas gdy w poziomie maksymalną wartością jest 16 mm. Obecnie, podczas pomiarów tachimetrycznych, nie zaobserwowano postępujących przemieszczeń. Na podstawie wykonanych obserwacji geodezyjnych określono również kąt nachylenia skarpy (36°) w obszarze przejścia II linii metra. Kąt ten w analizowanym obszarze jest najważniejszym czynnikiem wpływającym na stateczność skarpy.

Podsumowując, wpływ budowy tunelu metra na Skarpę Warszawską jest mały i nie powoduje zagrożenia osuwiskowego. Ocena wpływu budowy metra pokazuje dużą przydatność komplementarnych metod badawczych, które pozwalają na wiarygodną i rzetelną analizę procesu inwestycyjnego w złożonych warunkach zurbanizowanych.

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski, Warszawa; lukasz.kaczmarek@uw.edu.pl

²Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska

Numeryczna analiza wpływu budowy metra na środowisko zurbanizowane – przykład z Doliny Wisły w Warszawie

Łukasz D. Kaczmarek¹ Paweł Popielski²

Budowa tunelu metra w środowisku zurbanizowanym jest złożonym procesem inwestycyjnym, który ma wpływ na istniejącą zabudowę oraz kierunek zagospodarowania przestrzennego. Referat przedstawia analizę wpływu budowy II linii metra na obszar przylegający do Skarpy Warszawskiej. Dla rozwiązania określonego w temacie zadania wykorzystano metodę elementów skończonych (MES).

Pierwszym etapem symulacji numerycznych przemieszczeń gruntu było odtworzenie stanu początkowego, a następnie aktywacja południowej części II linii metra złożonej z dwóch tuneli. W kolejnym etapie aktywowano północną część metra. Następnie obliczono pole naprężeń w podłożu budowlanym oraz skumulowane osiadania w strefie oddziaływania tunelu metra. W celu weryfikacji poprawności modelu numerycznego otrzymane wyniki porównano z wynikami geodezyjnego monitoringu.

Dzięki przeprowadzonym obliczeniom określono pionowe przemieszczenia budynku, którego fundamenty znajdują się 4,80 m nad tunelem metra. Przemieszczenia te są równe 8 mm w miejscu referencyjnego punktu nr 1. Taka wielkość osiadań nie wpływa na stateczność budynku ani na skarpe znajdującą się w pobliżu. Niemniej jednak może nastąpić obniżenie funkcjonalności budynku z powodu powstania spękań oraz szczelin. Należy również zwrócić uwagę na obliczony metodą redukcji parametrów wytrzymałościowych współczynnik stateczności ($SF = 1,1$). Wynik ten świadczy o zagrożeniu procesami geodynamicznymi (tzn. powierzchniowymi ruchami masowymi) i potrzebie prowadzenia stałego monitoringu. Przeprowadzone badania dowodzą skuteczności zastosowania MES w analizie wpływu budowy tunelu metra oraz prognozowaniu jego konsekwencji na środowisko zurbanizowane.

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski; lukasz.kaczmarek@uw.edu.pl

²Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Warszawska

Zapis typu ruchu osuwiska w rzeźbie terenu i jego obraz na wysokorozdzielczych numerycznych modelach terenu (NMT) na przykładzie wybranych osuwisk ze wschodniej części Beskidu Niskiego (Karpaty zewnętrzne, Polska)

Jarosław Kaczorowski ¹

Karpaty zewnętrzne są obszarem Polski, gdzie osuwiska występują najliczniej i stanowią największe zagrożenie. Z tego powodu istnieje duża potrzeba jak najdokładniejszego ich rozpoznania, określenia granic oraz budowy wewnętrznej. W klasycznej kartografii osuwiska rozpoznawane są na podstawie charakterystycznych elementów rzeźby terenu, tj. skarpa główna oraz skarpy boczne, czoło, skarpy wtórne, progi akumulacyjne, zagłębienia czy szczeliny. Do niedawna do ich wyznaczania wykorzystywano głównie analizę rysunku poziomicowego na mapach topograficznych, analizę zdjęć lotniczych oraz badania terenowe. Obecnie powszechne stało się wykorzystanie do tego celu danych pochodzących z lotniczego skaningu laserowego (ALS) (m.in. McKean i Roering 2004, Ardizzone i in. 2007, Borkowski i in. 2011, Wojciechowski i in. 2012, Migoń i in. 2014, Kamiński i Nitychoruk 2015). Dane te pozwalają między innymi na uzyskanie numerycznego modelu terenu (NMT) przedstawiającego powierzchnię terenu (bez pokrycia). Model charakteryzuje się dużą rozdzielczością, która sięga kilkunastu punktów (o znanych parametrach XYZ) na m^2 – dla terenu Karpat zwykle są to 4 punkty/ m^2 . Model ten z dużą dokładnością odzwierciedla rzeźbę terenu i jest doskonałym materiałem pozwalającym na szczegółowe rozpoznanie granic oraz elementów rzeźby wewnętrznej osuwisk. Na podstawie charakterystycznych zespołów form rzeźby osuwiskowej możliwe jest rozpoznanie sposobu przemieszczenia koluwiów w dół stoku.

Do analizy badanego obszaru wykorzystano numeryczne dane wysokościowe pochodzące z lotniczego skaningu laserowego (ALS) w postaci numerycznego modelu terenu (NMT), które zostały przedstawione w strukturze GRID (siatki prostokątów) o pixelu 1x1 m. W celu jak najlepszego zobrazowania rzeźby związanej z osuwiskami NMT został przedstawiony w postaci mapy nachyleń oraz mapy hipsometrycznej. Wykorzystano również wizualizację 2,5D (pseudo-3D) i profile morfologiczne wykonane na podstawie NMT.

We wschodniej części Beskidu Niskiego dominują cztery typy osuwisk: zsuw rotacyjny, zsuw translacyjny, spływ oraz osuwiska typu złożonego. Każdy z tych typów charakteryzuje się odmiennymi zespołami elementów rzeźby terenu, które są doskonale widoczne na wysokorozdzielczych NMT. Informacja o zasięgu osuwiska oraz typie ruchu koluwiów może zostać wykorzystana przy modelowaniu dalszego rozwoju osuwiska, planowaniu monitoringu oraz pracach prowadzących do oceny możliwości stabilizacji stoku obejmującego obszar objęty procesem osuwania.

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski; j.kaczorowski@student.uw.edu.pl

LITERATURA:

- Ardizzone F., Cardinali M., Galli M., Guzzetti F., Reichenbach P.** 2007. Identification and mapping of recent rainfall-induced landslides using elevation data collected by airborne LiDAR. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 7: 637–650.
- Borkowski A., Perski Z., Wojciechowski T., Jóźków G., Wójcik A.** 2011. Landslides mapping in Roznow lake vicinity, Poland using airborne laser scanning data. *Acta Geodyn. Geomater.*, 8, 3(163): 325–333.
- Kamiński M., Nitychoruk J.** 2015. Cyfrowa analiza fotogrametryczna tempa i charakteru ruchów masowych skarpy rzecznej doliny Bugu w rejonie Drohiczyzna (południowe Podlasie). *Prz. Geol.*, 63 (12/2): 1461-1471.
- Mckean, J., Roering, J.** 2004. Objective landslide detection and surface morphology mapping using high-resolution airborne laser altimetry. *Geomorphology*. 57: 331–351.
- Migoń P., Jancewicz K., Kasprzak M.** 2014. Zasięg obszarów objętych osuwiskami w Górach Kamiennych (Sudety Środkowe) – porównanie map geologicznych i cyfrowego modelu wysokości z danych LiDAR. *Prz. Geol.*, 62 (9): 463-471.
- Wojciechowski T., Borkowski A., Perski Z., Wójcik A.** 2012. Dane lotniczego skaningu laserowego w badaniu osuwisk – przykład osuwiska w Zbyszczach (Karpaty zewnętrzne). *Prz. Geol.*, 60, 2: 95–102.

Zastosowanie wysokościowych cyfrowych danych fotogrametrycznych i metod geostatystycznych w szacowaniu podatności osuwiskowej zboczy – przykład z Pogórza Dynowskiego

Mirosław Kamiński¹

Obszar Pogórza Dynowskiego należy do Karpat fliszowych, gdzie ruchy masowe, a w szczególności osuwiska, są formami morfologicznymi występującymi dosyć powszechnie. Wpływają one na ewolucję i modelowanie stoków, zarówno w długich (tysiące lat), jak i w krótszych (do kilku lat) okresach czasu. Na terenie Pogórza Dynowskiego istnieje ogromna liczba średnich i małych osuwisk, które w ostatnich latach przyniosły ogromne straty ekonomiczne i społeczne, a których w znacznym stopniu można byłoby uniknąć lub zredukować ich wpływ, dysponując wiedzą o potencjalnych zagrożeniach, jakie powodują. Dlatego skutki ruchów osuwiskowych powinny stanowić istotną przesłankę przy planowaniu i realizacji różnych form działalności człowieka, w tym lokalizacji zabudowy i obiektów infrastruktury oraz form użytkowania terenu.

Celem badań było przetestowanie przydatności cyfrowych modeli terenu oraz metod geostatystycznych do szacowania podatności osuwiskowej wybranego obszaru z Pogórza Dynowskiego. Do badań użyto danych wysokościowych pochodzących z lotniczego skaningu laserowego (ALS – *Airborne Laser Scanning*) oraz cyfrowego opracowywania stereopar zdjęć lotniczych. Do modelowania geostatystycznego podatności użyto sześciu czynników biernych: litologii podłoża fliszowego, przebiegu linii tektonicznych, nachylenia, ekspozycji oraz wysokości terenu, a także odległości od linii potoków. Do obliczeń geostatystycznych wykorzystano dwie metody: metodę indeksową oraz metodę *Weights of Evidence* (Van Westen i in. 2003, Armas 2011). W efekcie wygenerowano cztery modele podatności osuwiskowej. Przedstawiały one przestrzenne zróżnicowanie podatności osuwiskowej, którą oszacowano w skali trójstopniowej, jako obszary bardzo, średnio i słabo podatne.

LITERATURA:

- Armas I.** 2011. Weights of Evidence method for landslide susceptibility mapping. Prahova Subcarpathians, Romania. Nat. hazard 6:31–38.
- Van Westen C. J., Rengers N., Soeters R.** 2003. Use of geomorphological information in indirect landslide susceptibility assessment. Natural Hazards, 30: 399-419.

¹Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy; mirosław.kaminski@pgi.gov.pl

Monitorowanie dynamiki narastania osiadań podpór estakady posadowionych na palach

Mirosław M. Kania ¹

Dolina rzeczna została w plejstocenie wyerodowana w glinach czwartorzędowych i mocno wcięta w warstwę plioceńskich iłów serii poznańskiej, a następnie wypełniona piaszczystymi osadami akumulacji wodnolodowcowej w partiach dennych oraz w holocenie – nieskonsolidowanymi osadami zastoiskowymi (grunty pylaste, iły warwowe), o stopniu plastyczności osiągającym nawet $I_L=0,7$. Ponadto lokalnie, w warstwach o miąższości przekraczającej 10 m, w podłożu występują grunty organiczne (torfy, namuły, gytie). Współcześnie dnem doliny płynie niewielki ciek o nazwie Bogdanka.

Grunty wypełniające dolinę tworzą wyjątkowo niejednorodny układ o znacznej zmienności przestrzennej nie tylko między poszczególnymi podporami estakady, ale również w obrębie pojedynczych podpór. Poszczególne podpory estakady są posadowione w różny sposób w zależności od stopnia skomplikowania warunków geotechnicznych w rejonie danej podpory: od posadowienia bezpośredniego, poprzez posadowienie pośrednie na palach prefabrykowanych, do głębokiego fundamentowania na palach wielkośrednicowych. Wykonane w latach 1980-1981 pale o średnicy 1,5 m, mają długość do 20 m. Obiekt został objęty wieloletnim programem monitoringu przemieszczeń 14 podpór wykonanych w najtrudniejszych warunkach geotechnicznych.

W referacie przedstawiono wyniki pomiarów geodezyjnych przemieszczeń podpór, prowadzonych metodą precyzyjnej niwelacji geometrycznej, w oparciu o założoną sieć reperów stanowiących układ odniesienia. Poddano dyskusji czynniki, które mogły wpływać na proces długotrwałych osiadań podpór i na zróżnicowanie ich wielkości oraz obserwowane tempo przyrostów przemieszczeń.

¹Zakład Geotechniki i Geologii Inżynierskiej, Instytut Inżynierii Lądowej, Politechnika Poznańska; mieczyslaw.kania@put.poznan.pl

Znaczenie dokładności rozpoznania geologiczno-inżynierskiego na terenach zaburzonych glaciektonicznie

Mirosław M. Kania ¹

W zachodniej i centralnej Polsce w podłożu gruntowym często występują zaburzenia glaciektoniczne przejawiające się sfałdowaniem pierwotnej powierzchni osadów neogenu. Szczególnie intensywnie ślady takich procesów widoczne są na obszarze Ziemi Lubuskiej. W wielu miejscach strop warstwy plioceńskich iłów serii poznańskiej jest tam pochylony pod kątem przekraczającym 40°, a nawet 70°. Na tak pochylonym stropie warstwy iłów spoczywają osady czwartorzędowe w postaci gruntów gliniastych lub gruntów niespoistych.

Jedną z konsekwencji takiego układu warstw gruntów jest zróżnicowanie warunków infiltracji wód roztopowych i opadowych w podłożu, co skutkuje możliwością powstawania w strefie kontaktowej poszczególnych warstw dodatkowych, cienkich przewarstwień gruntów o gorszych charakterystykach wytrzymałościowych. Budowa podłoża gruntowego sprzyja więc powstawaniu uprzywilejowanych powierzchni poślizgu i rozwoju procesów osuwiskowych w formie osuwisk konsekwentnych (zsuwów strukturalnych).

W przypadkach budowy obiektów liniowych na terenach z tego typu zróżnicowaniem litologicznym podłoża istotnym problemem jest poprawne rozpoznanie jego budowy. W referacie, na przykładzie głębokich wykopów liniowych na terenie mezoregionu o nazwie Wał Zielonogórski, pokazano jak stopniowe dodawanie kolejnych punktów badań (wierceń i sondowań) wpływa na dokładność identyfikacji ukształtowania fałdów iłów oraz rodzajów innych gruntów i ich parametrów. Pokazano również jak obserwacja szaty roślinnej terenu (fitoindykacja) może wskazać miejsca wymagające dokładniejszego zbadania. Poddano także dyskusji problem rozpoznania obecności warstw osłabień strukturalnych.

Szerzej omówiono możliwości ocen fitoindykacyjnych terenu przy wstępnym rozpoznaniu zróżnicowania warunków gruntowo-wodnych podłoża oraz planowania badań geologiczno-inżynierskich dla potrzeb budownictwa drogowego.

¹Zakład Geotechniki i Geologii Inżynierskiej, Instytut Inżynierii Lądowej, Politechnika Poznańska; mieczyslaw.kania@put.poznan.pl

Analiza przypowierzchniowych profili sejsmoakustycznych w świetle badań genezy jeziora Drawsko

Dawid Kiełbasa ¹

Prace badawcze zostały wykonane na Pojezierzu Drawskim, w centralnej i południowej części jeziora Drawsko. Teren badań cechuje się zróżnicowaną morfologią charakterystyczną dla rzeźby młodoglacjalnej – był on objęty najmłodszym zlodowaceniem w fazie pomorskiej. Dodatkowo na obszarze badań widać wpływ niezwykle urozmaiconej powierzchni podczwartorzędowej. Istotnym czynnikiem, który wpłynął na wybór tej lokalizacji do przeprowadzenia analizy był złożony układ dwóch systemów rynien glacialnych, na założeniu których powstała misa jeziorna.

Badania geofizyczne przeprowadzone zostały za pomocą echosond LOWRANCE LMS-350 oraz LMS-527, a także profilomierza hydroakustycznego (*subbottom profiler*) ORTECH 3010 firmy SEABED. Wszystkie wyniki analizowano na urządzeniu CODA DA50 GeoSurvey. Podczas prac geofizycznych wykorzystany został sprzęt badawczy należący do Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk i użyczony do badań przez dr. Jerzego Giżejewskiego.

Przeanalizowano około czterdzieści profili sejsmoakustycznych, zarówno tych wykonanych podczas prac terenowych, jak i archiwalnych. Na podstawie przeprowadzonych badań wyodrębniono szereg jednostek sejsmoakustycznych, które ukazują kilka etapów wypełniania się misy jeziornej. Dzięki wynikom prac geofizycznych uzyskano dokładną morfologię oraz budowę misy jeziornej. Analiza badań pomogła w określeniu wzajemnych zależności między systemami rynien, ich genezą oraz określeniem ich wieku względnego.

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski; dawidkielbasa@student.uw.edu.pl

Zastosowanie metody georadarowej do rekonstrukcji przebiegu deformacji nawierzchni drogowej wywołanych kompaktą nienośnych gruntów podłoża

Michał Klukowski ¹

Zastosowanie metody georadarowej (GPR) pozwala na całościowy opis interakcji pomiędzy ośrodkiem gruntowym a konstrukcją drogi i leżącymi w jej ciągu obiektami inżynierskimi. Modelowym przykładem wykorzystania technik GPR w diagnostyce nawierzchni są kompleksowe badania osiadań nawierzchni prawobrzeżnego dojazdu do mostu na Wiśle w Kwidzynie.

Przy użyciu anteny o częstotliwości 2 GHz wykonano, na objętych osiadaniem odcinkach, dwa profile pomiarowe (po jednym na każdą jezdnię) obejmujące pełen pakiet warstw bitumicznych i podbudowę z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie. Wyznaczone w ten sposób grubości poszczególnych warstw bitumicznych (ścieralna, wiążąca i podbudowa z betonu asfaltowego; błąd pomiaru ± 1 mm dla 28 cm pakietu warstw) oraz podbudowy zasadniczej wzrastały bezpośrednio pod obserwowanymi na powierzchni nieckami osiadań. Wzrost grubości wszystkich, spośród ujętych badaniami, warstw wskazuje, że osiadania zachodziły nieprzerwanie w trakcie prac budowlanych osiągając maksimum na etapie układania podbudowy zasadniczej, zaś różnice pomiędzy zakładaną niweletą a rzeczywistym poziomem drogi były na bieżąco, po wykonaniu każdej z warstw, uzupełniane. Na odcinkach o anomalnej grubości konstrukcji nawierzchni wykonano, przy zastosowaniu anteny o częstotliwości 200 MHz, trzy profile (w osiach jezdni i drogi) obejmujące nasyp drogowy oraz grunty rodzime (okno czasowe 100 ns). Na uzyskanych w ten sposób profilach, bezpośrednio pod nieckami osiadań nawierzchni, zaznaczyły się w obrębie gruntów rodzimych rynnowate struktury sąsiadujące z obiektami mostowymi. Obserwowane wykształcenie i lokalizacja powyższych struktur poniżej zwierciadła wód gruntowych sugeruje, że reprezentują one kopalne, wypełnione nienośnymi gruntami odcinki dolin istniejącej sieci rzecznej.

W oparciu o pomiary GPR wyznaczono związek budowy podłoża gruntowego oraz przebiegu i formy deformacji pozwalający na łączenie uszkodzeń nawierzchni z obecnością względnie niewielkich wystąpień gruntów nienośnych.

¹Wydział Technologii-Laboratorium Drogowe, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad Oddział w Olsztynie; mklukowski@gddkia.gov.pl

Wpływ ciśnienia 50 MPa na zmianę powierzchni właściwej iłu

Ewa Koszela-Marek ¹

Przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych wpływu ciśnienia o wartości 50 MPa na powierzchnię właściwą iłu. Badania te stanowią jeden z etapów programu badawczego, który dotyczy rozpoznania wpływu wysokich ciśnień (od 50 MPa do 400 MPa) na właściwości fizyczne i chemiczne gruntów drobnoziarnistych.

Do badań wytypowano próbki neogeńskiego iłu z Krańska (SW Polska), który jest gruntem poliminerelnym zawierającym głównie kaolinit, a także smektyt i illit. Wypreparowane z tego gruntu zawiesiny wodne poddawane były ciśnieniu 50 MPa. Badania przeprowadzono w oryginalnym, wysokociśnieniowym stanowisku badawczym, specjalnie dostosowanym do założonego celu. Powierzchnię właściwą oznaczono metodą sorpcji błękitu metylenowego. Porównano powierzchnię właściwą iłu nie ściskanego w komorze wysokociśnieniowej z wynikami otrzymanymi dla poddanego wysokiemu ciśnieniu. Stwierdzono, że powierzchnia właściwa iłu, na który działało ciśnienie 50 MPa uległa wyraźnemu powiększeniu i wzrosła o ponad 30 %. Uznano, że jest to skutek zmian budowy strukturalnej cząstek ilastych.

¹Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska; ewa.koszela-marek@pwr.edu.pl

Zastosowanie metody obrazowania elektrooporowego w ocenie złożonych warunków geologiczno-inżynierskich na trasach projektowanych dróg ekspresowych – przykłady z okolic Warszawy

Sebastian Kowalczyk ¹

Tworzenie modelu podłoża gruntowego w oparciu o badania geologiczno-inżynierskie zintegrowane z badaniami geofizycznymi jest zalecane przez wielu badaczy (np. Dahlin i in. 1994, Kowalczyk i Mieszkowski 2011, Maślakowski i in. 2014, Kowalczyk i in. 2014 a). Wykorzystanie technik geofizycznych pozwala, w oparciu o kontrast właściwości fizycznych, uzupełnić oraz uszczegółowić informację o podłożu między wierceniami. W badaniach podłoża dróg i autostrad jedną z najchętniej stosowanych metod geofizycznych jest metoda obrazowania elektrooporowego (ERI) nazywana również metodą tomografii elektrooporowej (ERT). Metoda ERI jest najdokładniejszą z metod elektrooporowych umożliwiającą szczegółowe, quasi-ciągłe odwzorowanie rozkładu oporności elektrycznej ośrodka. Oporność elektryczna jest parametrem dobrze odzwierciedlającym zróżnicowanie ośrodka geologicznego pod względem litologicznym, a dowiązana do danych z wierceń pozwala na zweryfikowanie przyjętego modelu geologiczno-inżynierskiego między otworami wiertniczymi. Prawdopodobieństwo zgodności modelu z rzeczywistymi warunkami jest zależne od złożoności warunków gruntowych oraz od zakresu zaprojektowanych badań.

W niniejszej pracy przedstawiono rezultaty pomiarów oporności elektrycznej wykonane na kilku obszarach w okolicy Warszawy, gdzie projektowane były drogi ekspresowe. Prezentowane przykłady odtwarzają spąg gruntów antropogenicznych zalegających w wyrobiskach poeksploatacyjnych (Kowalczyk i in. 2014 a) i spąg gruntów organicznych. Dokładne rozpoznanie zasięgu przestrzennego i głębokości zalegania tych gruntów ma kluczowe znaczenie dla projektowania przedmiotowych tras pod względem ekonomicznym, bezpieczeństwa wykonania oraz późniejszego funkcjonowania. W pracy zilustrowano także rejon skarpy warszawskiej, charakteryzującej się złożoną budową geologiczną, na trasie projektowanej Południowej Obwodnicy Warszawy. W niewielkiej odległości od projektowanej trasy pomiary elektrooporowe były wykorzystywane przy określaniu stateczności skarpy warszawskiej (Kowalczyk i in. 2014 b).

Prezentowane pomiary zostały wykonane przed wejściem w życie Zarządzenia nr 58 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z 23 listopada 2015 r. Zarządzenie to wskazuje, iż niezależnie od skomplikowania warunków gruntowych, dla dróg dwujezdniowych należy wykonać badania metodą tomografii elektrooporowej w osi projektowanej drogi (dla obydwu jezdni) oraz co najmniej 3 otwory wiertnicze w przekroju poprzecznym (oś, prawa i lewa krawędź drogi) w rozstawie wzdłuż osi drogi nie mniejszym niż co 50 m. Ponadto w każdym przekroju poprzecznym należy wykonać co najmniej jedno sondowanie parametryzujące właściwości fizyczno-mechaniczne gruntów i skał w podłożu. Takie podejście daje zdecydowanie lepsze, niż dotychczas, rozpoznanie podłoża budowlanego, a jego zasadność potwierdzają prezentowane w niniejszej pracy wyniki.

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski; s.kowalczyk@uw.edu.pl

LITERATURA:

Dahlin T., Johansson S., Landin O. 1994. Resistivity Surveying for Planning of Infrastructure. Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems 1994: 509-528. DOI: 10.4133/1.2922084.

Kowalczyk S., Mieszkowski R. 2011. Determination of a bottom layer of organic soil using geophysical methods at two test sites on the Polish Lowland (in Polish with English summary). Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego 446: 191-198.

Kowalczyk S., Cabalski K., Radzikowski M. 2014. Zastosowanie metod geofizycznych w ocenie przekształceń antropogenicznych podłoża obiektów liniowych na przykładzie odcinka trasy S8 w markach koło Warszawy. Materiały konferencyjne5. Ogólnopolskie Sympozjum Współczesne problemy geologii inżynierskiej w Polsce 15-17.10.2014 Lublin: 72.

Kowalczyk S., Mieszkowski R., Pacanowski G. 2014. Ocena stateczności wybranych fragmentów skarpy warszawskiej w świetle badań geofizycznych metodą tomografii elektrooporowej (ERT). Przegląd Geologiczny, 62, 10/2: 634-640.

Maślakowski M., Kowalczyk S., Mieszkowski R., Józefiak K. 2014. Using Electrical Resistivity Tomography (ERT) as a tool in geotechnical investigation of the substrate of a highway. Studia Quaternaria 31 (2), 83-89. DOI: 10.2478/squa-2014-0008.

Zarządzenie nr 58 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z 23 listopada 2015 r. <http://www.gddkia.gov.pl/pl/2663/Rok-2015>

Wpływ metodyki oznaczania zawartości substancji organicznej na otrzymywane wyniki

Katarzyna Ładkiewicz¹ Małgorzata Wszędyrówny-Nast¹ Krystyna Jaśkiewicz¹

Przy rozwiązywaniu zadań projektowych oszacowanie zawartości substancji organicznej ma istotne znaczenie dla zapewnienia bezpiecznego budownictwa, z uwagi na specyficzne właściwości gruntów organicznych. Grunty te charakteryzują się niską wytrzymałością oraz dużą ścisłością. Pod wpływem obciążenia odkształcają się, a ponieważ proces ten jest długotrwały stwarza wiele problemów geotechnicznych. Z punktu widzenia oceny parametrów geotechnicznych (klasyfikacje, interpretacje) bardzo ważne jest poprawne oznaczenie zawartości substancji organicznej.

Zawartość substancji organicznej w gruntach najczęściej oznacza się metodą bezpośrednią przy pomocy strat masy przy prażeniu. Czynnikiem decydującym o częstym wyborze tej metody jest jej prostota i nieskomplikowana aparatura, w związku z powyższym dużo rzadziej stosowane są metody pośrednie – objętościowe. Jedną z takich metod jest powszechnie znana metodyka opisana przez Tiurina. Dokładność wyników uzyskanych za jej pomocą zależy głównie od staranności przeprowadzenia oznaczenia.

Przegląd literatury pokazuje, że obie metodyki mają swoje ograniczenia, ściśle związane ze składem mineralnym i chemicznym gruntu. W przypadku zastosowania niewłaściwej metody istnieje ryzyko błędnego oszacowania zawartości substancji organicznej. Obarczenie błędem wynikającym ze stosowania głównie metody strat masy przy prażeniu rodzi konieczność przeliczania wyników na wartości uzyskiwane innymi metodami.

Artykuł zawiera wyniki badań własnych, które pozwoliły na określenie, w jakim stopniu zmiana metody wpływa na uzyskiwane wartości substancji organicznej. Stwierdzono, że pomimo różnic metodologicznych, istnieje silna korelacja pomiędzy wynikami uzyskanymi metodą Tiurina i metodą strat masy podczas prażenia. Przeanalizowano również wpływ temperatury prażenia na uzyskiwane wyniki podając w każdym przypadku ich zależność funkcyjną z zastosowaną metodą pośrednią.

¹Instytut Techniki Budowlanej, Zakład Geotechniki i Fundamentowania, Warszawa; k.ladkiewicz@itb.pl

Ocena cech litogenetycznych piaskowców fliszowych na podstawie badań ultradźwiękowych

Dominik Łukasiak¹ Agnieszka Kłopotowska¹

Rozpoznanie cech strukturalno-teksturalnych materiału skalnego jest niezbędne do prawidłowej oceny anizotropii skał. Istotny wpływ na zmienność kierunkową właściwości fizyko-mechanicznych ma także lokalny reżim tektoniczny, który w zależności od rozkładu, rodzaju i wielkości naprężeń wywołuje jawne spękania ciosowe lub ukryte osłabienia budowy wewnętrznej materiału skalnego. Anizotropia właściwości fizyko-mechanicznych skał jest zatem wynikiem wielu złożonych i nakładających się procesów sedymentacyjnych, diagenetycznych oraz tektonicznych.

Zmienność kierunkowa właściwości fizyko-mechanicznych jest charakterystyczna dla skał fliszowych. Jednak w zależności od typu litologicznego, anizotropia tych skał może być efektem procesów sedymentacyjnych lub tektonicznych. Brak jest natomiast jednoznacznego wskazania, który z wymienionych procesów w większym stopniu wpływa na przestrzenną zmienność właściwości skał fliszowych. Poznanie przyczyn, charakteru i orientacji anizotropii oraz wynikających z tego implikacji, np. w jakich kierunkach będą ujawniały się nowe spękania w wyniku ciągłego odprężania się masywu skalnego, pozwala m.in. uniknąć błędów inżynierskich podczas realizacji wszelkich projektów geologiczno-inżynierskich podejmowanych w spękanym masywie skalnym.

W celu określenia cech litogenetycznych odpowiedzialnych za anizotropię piaskowców fliszowych zastosowano nieniszczące badania ultradźwiękowe. Materiał badawczy stanowiły piaskowce godulskie oraz piaskowce zakopiańskie. Skały te charakteryzują się znaczną anizotropią właściwości geomechanicznych. W wyniku przeprowadzonych badań ultradźwiękowych wyznaczono charakterystyczne kierunki propagacji fali podłużnej, które następnie skorelowano z obrazem mikroskopowym płytek cienkich oraz orientacją jawnych spękań ciosowych obserwowanych w terenie. Z przeprowadzonej analizy wynika, że rejestrowane zmiany propagacji fal ultradźwiękowych wskazują uprzywilejowane kierunki wynikające zarówno z ułożenia ziaren mineralnych, jak i z przestrzennej orientacji mikrospękań. Ma to związek z kierunkiem prądów zawiesinowych w basenie sedymentacyjnym oraz ze zmiennym polem naprężeń podczas kształtowania się Karpat.

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski; dominik.lukasiak@uw.edu.pl

Określanie parametrów geotechnicznych dla tuneli budowanych z wykorzystaniem zawieszinowych tarcz TBM

Krzysztof Michalczuk¹ Mirosław Lipiński¹ Małgorzata Wdowska¹

Głównym kryterium determinującym wybór technologii tunelowania z wykorzystaniem tarcz TBM (*Tunnel Boring Machine*) są warunki geologiczne i hydrogeologiczne w obszarze planowanej inwestycji. Grunty nieskaliste możemy podzielić na dwie kategorie: spoiste (wg EC7 plastyczne) i niespoiste. Określenie parametrów geotechnicznych istotnych przy tunelowaniu wymaga indywidualnego podejścia. Jednym z podstawowych kryteriów określenia parametrów gruntu jest właściwy dobór metody ich wyznaczania. W przypadku prowadzenia robót tunelowych z wykorzystaniem tarcz zawieszinowych TBM i wykonywaniu obliczeń związanych ze stabilizacją czoła odwiertu, istotna wydaje się analiza parametrów geotechnicznych w warunkach bez odpływu. W artykule przeanalizowano między innymi przykłady posługiwania się normą PN-81-B-03020, a w szczególności zamieszczonymi w niej nomogramami przy wyznaczaniu parametrów geotechnicznych. Przedstawiono również zasady schematyzacji warstw geotechnicznych w grupy o zbliżonych parametrach wytrzymałościowych. Prawidłowa schematyzacja ma znaczenie, ponieważ profile geologiczno-inżynierskie zawierające zbyt wiele wydzielonych warstw geotechnicznych o podobnych własnościach są materiałem utrudniającym lub uniemożliwiającym wykonanie obliczeń i analiz MES.

¹Katedra Geoinżynierii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; krzysztof_michalczuk@sggw.pl

Monitoring osuwisk w ramach Systemu Osłony Przeciwośuwiskowej

Piotr Nescieruk¹ Tomasz Wojciechowski¹ Zbigniew Perski¹

W ramach drugiego etapu projektu SOPO (System Osłony przeciw Osuwiskowej) 61 osuwisk zostało objętych monitoringiem instrumentalnym. Stworzony system obejmuje trzy rodzaje monitoringu: powierzchniowy (pomiar GPS i skaning laserowy), hydrogeologiczny i opadowy (piezometry, deszczomierze) oraz wgłębny (inklinometry). Ponieważ pomiary w większości przypadków należy traktować jako quasi-ciągłe, dlatego wartości ich wyników posiadają cechy interwałowe.

Dotychczasowa analiza zebranych danych pokazuje, że korelacja i regresja cech jest indywidualna dla każdego osuwiska, przy czym największą rolę odgrywa tu budowa geologiczna. Dynamika zmian poziomu zwierciadła wody określona została jako czas reakcji na impuls opadowy. Czas ten jest silnie uzależniony od budowy geologicznej. Spotykamy osuwiska, dla których pojedynczy impuls opadowy rzędu 12 mm/h powoduje podnoszenie zwierciadła wody o 1 m w czasie 48-58 h. Są też osuwiska, gdzie opady znacznie wpływają na wody podziemne już po 6 h.

Monitoring powierzchniowy oparty na pomiarach geodezyjnych, sprawdza się w dłuższym okresie obserwacji. Zaletą tego typu pomiarów jest szybkie określenie stanu aktywności osuwiska. Nową jakość w monitoringu wniosło wykorzystanie naziemnych skanerów laserowych, które rejestrują dynamikę na całych powierzchniach mierzonych obszarów. W przypadku pomiarów inklinometrycznych określone są przemieszczenia z dokładnością milimetrową, na każdej z aktywnych stref poślizgu osuwiska. Pozyskiwany zbiór informacji wgłębnych jest niezastąpiony w modelowaniu ruchu masowego.

W licznych przypadkach stwierdzono dużą aktywność osuwisk w okresie katastrofalnych opadów w 2010 r. Po okresie tym notowano systematyczny spadek aktywności do tego stopnia, że w roku 2011 nie notowano już ruchu. Inną grupę stanowią osuwiska, których aktywność stwierdzana jest w sposób ciągły. Tu przyrosty przemieszczeń notowane są zarówno na powierzchni terenu, jak i na każdej powierzchni poślizgu. W wielu przypadkach przemieszczenia są na tyle duże, że dochodziło do ścięcia kolumn inklinometrycznych.

¹Państwowy Instytut Geologiczny- Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki; piotr.nescieruk@pgi.gov.pl

Zastosowanie wysokorozdzielczych wielospektralnych zdjęć satelitarnych (VHR) do identyfikacji wybranych form rzeźby równi zalewowej

Piotr Ostrowski¹ Tomasz Falkowski¹

Podstawowym celem badań geologiczno-inżynierskich prowadzonych dla potrzeb budownictwa wodnego czy zagospodarowania dolin rzecznych jest identyfikacja tendencji rozwojowych współczesnych procesów fluwialnych, szczególnie w warunkach zjawisk ekstremalnych. W określaniu morfogenezy powierzchni równi zalewowej, poza sedimentologicznymi badaniami zmian warunków depozycji, istotne znaczenie ma także analiza rzeźby tej powierzchni. W identyfikacji bardzo złożonej rzeźby współczesnych równin aluwialnych od wielu lat wykorzystuje się metody teledetekcyjne, głównie analizę zdjęć lotniczych.

W referacie przedstawione zostaną przykłady zastosowania wysokorozdzielczych (*Very High Resolution*), wielospektralnych zdjęć satelitarnych do identyfikacji wybranych form rzeźby równi zalewowej w dolinie Wisły Środkowej oraz dolinie Bugu w strefie jego podlaskiego przełomu. Materiałami źródłowymi dla prowadzonych prac były ortofotomapy wykonane na podstawie zdjęć satelitarnych VHR z satelity IKONOS 2. Oddzielnie analizowano zobrazowania w dwóch kompozycjach barwnych – barwach naturalnych (RGB) i z wykorzystaniem bliskiej podczerwieni (NRG). Charakterystyczne dla wybranego fragmentu równi zalewowej formy erozyjne i akumulacyjne analizowano pod kątem cech obrazu satelitarnego (struktury i tekstury) oraz dokonano ich pomiarów morfometrycznych. Wyniki prac teledetekcyjnych zostały zweryfikowane podczas badań terenowych.

Przeprowadzone prace pozwoliły na ocenę przydatności wielospektralnych zdjęć satelitarnych VHR do identyfikacji form rzeźby równi zalewowej oraz ich porównanie z tradycyjnymi materiałami kartograficznymi i teledetekcyjnymi.

¹Katedra Geoinżynierii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; piotr_ostrowski@sggw.pl

Rozdzielczość, skala i wielkość plików NMT – próba kompromisu

Wojciech Ozimkowski¹

W ostatnich latach numeryczne modele terenu (NMT) stały się podstawowym źródłem informacji o rzeźbie terenu. Ich precyzja (rozdzielczość) wzrosła ogromnie, zwłaszcza po wprowadzeniu laserowego skaningu lotniczego. Jednak ze wzrostem rozdzielczości rośnie wykładniczo wielkość plików opisujących taką samą powierzchnię terenu, co powoduje znaczne wydłużenie czasu pracy komputera, kłopotliwe zwłaszcza przy opracowaniach regionalnych wymagających jednoczesnego oglądania dużego obszaru. Tymczasem zalety wysokorozdzielczych NMT dają się w pełni wykorzystać jedynie przy opracowaniach wielkoskalowych. Przy opracowaniach regionalnych (małoskalowych) – gdy oglądany na monitorze obszar często obejmuje setki kilometrów – obraz rzeźby terenu z NMT o wysokiej rozdzielczości nie różni się w sposób istotny od obrazów z modeli o dużo mniejszej rozdzielczości, jest za to opisywany przez wielokrotnie większe pliki.

Przeprowadzono porównanie czytelności 3 różnych NMT z obszaru Karpat: NMT ISOK ASCII GRID o oczku siatki 1 m oraz 2 modeli SRTM: 1 i 3 o rozdzielczości odpowiednio 1" i 3" szerokości/długości geograficznej, czyli około 30 x 20 m i 90 x 60 m. Ogromna przewaga dokładności NMT ISOK, widoczna jeszcze przy skali 1:50 000, jest już trudna do dostrzeżenia przy 1:200 000, a w skali 1:1 000 000 wszystkie 3 obrazy są praktycznie identyczne, choć bardzo różnią się wielkością plików – plik opisujący obszar 1° x 1° szerokości/długości geograficznej dla SRTM-3 ma niecałe 3 MB, dla SRTM-1 od 13 do 26 MB, a dla NMT ISOK ASCII GRID około 65 GB.

Duża część informacji zawartej na wysokorozdzielczych NMT w opracowaniach regionalnych staje się zbędnym „szumem informacyjnym” powiększającym jedynie wielkość plików (np. bruzdy na polach, wykroty w lasach). Na szczęście szum ten jest skutecznie filtrowany przez natywną rozdzielczość monitora, rzadko przekraczającą 1440 x 900 pikseli (WXGA+). Aby zmniejszyć zbędną już wielkość plików można zwiększać wielkość komórek (*grid cells*), lecz uzyskany efekt nie odbiega w sposób istotny jakością od klasycznego – i już gotowego – SRTM. Na 1° x 1° szerokości/długości geograficznej w SRTM-1 przypada 1201, a w SRTM-3 3601 wierszy/kolumn, a więc teoretycznie przy obszarach obejmujących więcej niż nieco ponad 1° dla SRTM-3 i ponad 0,5° dla SRTM-1 można stosować te modele bez obaw – lepszej rozdzielczości na klasycznym monitorze i tak nie uzyskamy, bez względu na wyjściową rozdzielczość wykorzystanego NMT, za to radykalnie przyspieszymy wykonywane operacje polegające głównie na wielokrotnie powtarzanych parametrów iluminacji i przewyższenia analizowanego modelu.

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski; wojciech.ozimkowski@uw.edu.pl

Obrazowanie metodami geofizycznymi budowy geologicznej strefy brzegowej wyspy Wolin

Grzegorz Pacanowski ¹

W referacie zaprezentowana zostanie problematyka złożonych warunków wodonośnych w strefie brzegowej wyspy Wolin, które można obrazować za pomocą metod geoelektrycznych. Wody podziemne warstw wodonośnych strefy brzegowej znajdują się w stałym kontakcie z zasolonymi wodami morskimi. Fakt ten stanowi groźbę degradacji wód podziemnych i decyduje o specyfice ich ochrony.

Wyspa Wolin otoczona jest od północy wodami Bałtyku (Zatoka Pomorska), od południa wodami Zalewu Szczecińskiego, od wschodu rzeką Dziwną, a od zachodu cieśniną Świny. Każda z wód otaczających wyspę będzie charakteryzować się inną mineralizacją. Ma to związek głównie z podwyższoną mineralizacją chlorkową na tym obszarze.

Dla celów hydrogeologicznych najczęściej stosowaną metodą geofizyczną jest metoda elektrooporowa, a najczęściej stosowanym w Polsce wariantem tej metody – pionowe sondowania elektrooporowe. Niniejszy referat pokazuje wyniki, jakie otrzymano z najnowszej metody z rodziny metod geoelektrycznych – tomografii elektrooporowej (ERT).

W utworach czwartorzędowych, w obszarach, gdzie wody podziemne wykazują niską mineralizację, oporności elektryczne utworów przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych zdecydowanie się różnią, w związku z tym klasyfikacja hydrogeologiczna danych elektrooporowych nie stanowi problemu.

W obszarze prowadzonych badań sytuacja jest zupełnie inna i dużo bardziej skomplikowana, ze względu na silną mineralizację wodą słoną utworów przepuszczalnych. Co więcej, pośrednio mineralizacja ma również wpływa na oporności utworów słabo przepuszczalnych. W warunkach naturalnych morze stanowi podstawową bazę drenażu wszystkich systemów krążenia wód podziemnych wybrzeża. W zależności od warunków hydrogeologicznych drenaż ten odbywa się wzdłuż linii brzegowej lub też pod dnem morza. Podobnie przebiega także strefa kontaktu wód podziemnych z zasolonymi wodami morskimi.

Badania, jakie wykonano wzdłuż wybrzeża na wyspie Wolin, miały na celu zobrazowanie takiej sytuacji. Spodziewano się, iż uda się zobrazować strefy, gdzie słodka woda wpływa do morza. Dodatkowo założono, iż badania te pokażą strefy ingresji wód w głąb lądu. Pomiary takie dają też możliwość monitoringu w/w stref i obrazowania w czasie zmian, jakie mogą zachodzić w przepływie wód słodkich i słonych. Zadanie to wydaje się o tyle zasadne, iż wody podziemne strefy brzegowej morza i ich zagrożenia wymagają odpowiednich obserwacji i badań. Jak dotąd zakres prac hydrogeologicznych był niewystarczający i w wielu przypadkach uniemożliwiał ocenę zasięgu zasolenia warstwy wodonośnej i tempa jego rozprzestrzenienia. Nie prowadzono także badań

¹Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa; grzegorz.pacanowski@pgi.gov.pl

dających odpowiedź, gdzie znajdują się miejsca drenażu wód słodkich do morza. Badania geofizyczne wnoszą wiele informacji dla samej specyfiki hydrogeologicznej wybrzeża.

Wykorzystanie sejsmiki inżynierskiej w budownictwie

Grzegorz Pacanowski¹ Marek Barański¹

W referacie zaprezentowana zostanie problematyka oceny parametrów sprężystych podłoża projektowanej budowli za pomocą sejsmicznych prześwieceń międzyotworowych oraz badań laboratoryjnych w aparacie trójosiowego ściskania metodą *bender element test*.

Badania geofizyczne to jedno z narzędzi, które stosuje się do uszczegółowienia rozpoznania geologicznego. Zwykle stosuje się je jako metodę uzupełniającą tradycyjne, punktowe badania geologiczno-inżynierskie. Niewątpliwie jedną z zalet badań geofizycznych jest możliwość przestrzennego rozpoznania ośrodka.

Ze względu na uzbrojenie terenu (centrum miasta) i konstrukcję otworów wiertniczych jedyną metodą geofizyczną, możliwą do wykorzystania w tych warunkach, była metoda sejsmicznych prześwieceń międzyotworowych (badania te musiały być wykonywane w godzinach nocnych, ze względu na mniejszy ruch uliczny). Metoda sejsmiczna jest również jedyną metodą geofizyczną umożliwiającą określenie parametrów mechanicznych ośrodka. Przeświecenia wykonano między wszystkimi parami bezpośrednio sąsiadujących z sobą otworów wiertniczych.

Podstawą fizyczną wykorzystania pomiarów sejsmicznych do rozpoznania budowy geologicznej i oceny właściwości geotechnicznych ośrodka fizycznego jest, wynikająca z teorii sprężystości, zależność prędkości fal sejsmicznych rozchodzących się w tym ośrodku od jego parametrów fizycznych i mechanicznych związanych litologią i historią geologiczną. W rezultacie badań określono rozkłady prędkości fal sejsmicznych podłużnych (V_p) na powierzchniach pomiarowych wyznaczonych przez pary otworów. Dodatkowo na podstawie badań wyznaczono rozkład prędkości fali poprzecznej (V_s), moduł sprężystości podłużnej określony dynamicznie (E_d) oraz moduł sprężystości poprzecznej określony dynamicznie (G_d).

Wartości modułów sprężystych porównano z odpowiednimi modułami wyznaczonymi w laboratorium na próbkach metodą *bender element test*.

¹Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa; grzegorz.pacanowski@pgi.gov.pl

Analiza możliwości zastosowania metody tomografii elektrooporowej (ERT) do rozpoznania miąższości pokrywy laterytowej

Grzegorz Pacanowski¹ Paweł Czarniak¹ Arkadiusz Piechota² Radosław Mieszkowski³

Tomografia elektrooporowa (ERT – Electrical Resistivity Tomography) jest obecnie jedną z najszybciej rozwijających się metod płytkich badań geofizycznych. Metoda ta jest szeroko wykorzystywana do rozpoznania i uszczegóławiania budowy geologicznej.

Tomografia elektrooporowa stosowana jest w wielu zagadnieniach związanych z geologią inżynierską czy hydrogeologią, przejawia także duży potencjał w rozpoznaniu złożowym. Główną zaletą metody jest jej nieinwazyjność, szybkość wykonania badań oraz możliwość rozpoznania w ciągłym profilu 2D. Ma to duże znaczenie we wszelkiego rodzaju pracach poszukiwawczych, w początkowej fazie dokumentowania, gdyż ich wyniki pozwalają zaplanować wiercenia, a także określić wstępny rozmiar złoża, ewentualny nadkład oraz jego przybliżoną miąższość.

Prezentowane badania geofizyczne zrealizowano w 2012 r. w Indonezji na wyspie Seram (prowincja Maluku). Obszar prac, na którym prowadzono badania, to 2 bloki o nazwach Kobar i Gunung Tinggi o powierzchni 13,5 km². Prace wykonywane były w trudnych tropikalnych warunkach klimatycznych (wysoka wilgotność i temperatura) oraz ciężkich warunkach morfologicznych (znaczne deniwelacje terenu oraz bujna roślinność równikowa). Celem badań było wstępne określenie występowania i miąższości pokrywy laterytowej i saprolitowej zasobnej w nikiel.

Prezentacja obrazuje możliwość prowadzenia poszukiwań złożowych za pomocą metod geoelektrycznych w trudno dostępnych rejonach świata, gdzie w krótkim czasie można przetransportować sprzęt, ludzi i wykonać takie rozpoznanie. Ponadto pozwala zapoznać się z lokalnymi problemami pomiarowymi i metodycznymi, z jakimi zmierzają się potencjalni wykonawcy badań geoelektrycznych.

W opisywanym projekcie łącznie wykonano 40 km profili elektrooporowych przy zastosowaniu 2 i 5 m odstępów między elektrodami. Ciągi profili zaplanowane były równomiernie w granicach koncesji, co pozwoliło na wiarygodne rozpoznanie pokrywy na całym perspektywnym obszarze. W tym celu do tyczenia wykorzystywano geodezyjne systemy satelitarne do precyzyjnego pozycjonowania.

Na podstawie wyników pomiarów elektrooporowych wyróżniono cztery podstawowe typy ośrodka skalnego, różniące się wartościami oporności oraz położeniem względem powierzchni terenu. Zastosowanie badań geofizycznych dało możliwość rozpoznania położenia i miąższości pokrywy laterytowej oraz saprolitowej, co w dalszym etapie rozpoznania miało posłużyć do zaprojektowania otworów i pobrania próbek na zawartość niklu.

¹Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa; grzegorz.pacanowski@pgi.gov.pl

²Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych Sp. z o.o.

³Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski

Rola obrazowania elektrooporowego w uszczegółowieniu skomplikowanej budowy geologicznej na przykładzie wzgórza Morasko w Poznaniu

Grzegorz Pacanowski ¹ Marta Sokołowska ¹ Radosław Mieszkowski ²

W artykule zaprezentowano jedną z możliwości kompleksowej oceny podłoża w warunkach skomplikowanej budowy geologicznej z zastosowaniem tradycyjnych wierceń i sondowań – w charakterze badań podstawowych – oraz badań geofizycznych, jako badań uzupełniających na każdym etapie prac. Obszar badawczy stanowiło Wzgórze Morasko w Poznaniu, zlokalizowane w ciągu moren czołowych zbudowanych ze zróżnicowanych litologicznie osadów lodowcowych, w podłożu których znajduje się silnie zdeformowany glacitektonicznie strop iłów plioceńskich. Celem wykonanych badań było rozpoznanie warunków geologiczno-inżynierskich zbrocza na potrzeby oceny stateczności. Mając na uwadze fakt, iż w ocenie stateczności zbroczy położenie granicy osadów czwartorzędowych i neogeńskich, z punktu widzenia lokalizacji ewentualnej powierzchni poślizgu, jest kluczowe, istotne było jak najdokładniejsze określenie stropu iłów plioceńskich. Określenie morfologii powierzchni stropowej iłów byłoby trudne, a nawet niemożliwe do ustalenia, przy zastosowaniu wyłącznie tradycyjnych wierceń o charakterze punktowym, ponieważ głębokość występowania stropu iłów w analizowanym przypadku była bardzo zmienna nawet na niewielkich odległościach. Z tego powodu zaproponowano następującą ścieżkę badawczą:

- wykonanie badań geofizycznych metodą tomografii elektrooporowej (ERT) w fazie projektu badań geologicznych w celu wstępnego, ogólnego rozpoznania budowy geologicznej i skorelowanie ich z dostępnymi badaniami archiwalnymi,
- wykonanie otworów wiertniczych w miejscach, w których stwierdzono anomalne rozkłady mierzonych parametrów fizycznych podłoża w celu skorelowania ich z badaniami geofizycznymi oraz w celu pobrania próbek gruntów do badań laboratoryjnych,
- wykonanie sondowań statycznych CPTU do oceny parametrów fizyczno-mechanicznych ośrodka gruntowego,
- wykonanie reinterpretacji badań geofizycznych w dowiązaniu do wykonanych otworów badawczych i sondowań,
- wykonanie dodatkowych badań geoelektrycznych w celu uszczegółowienia budowy geologicznej w miejscach wytypowanych na podstawie wstępnego modelu geologicznego.

Uzyskany z połączenia metody geofizycznej z tradycyjnymi metodami punktowymi (wierceniami i sondowaniami) model geologiczny pozwolił na opracowanie poprawnego modelu obliczeniowego wykorzystanego do analizy stateczności wzgórza.

¹Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa; grzegorz.pacanowski@pgi.gov.pl

²Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski

Satelitarna interferometria radarowa w badaniach dynamiki deformacji powierzchni terenu w Polsce

Zbigniew Perski¹ Tomasz Wojciechowski¹ Piotr Nescieruk¹

Satelitarna interferometria radarowa jest obecnie wykorzystywana przez Państwową Służbę Geologiczną (PSG) na obszarach objętych deformacjami powierzchni terenu związanymi z podziemnym szczelinowaniem hydraulicznym formacji skalnych zawierających gaz łupkowy, na obszarach ulegających deformacjom terenu w rejonach występowania wysadów solnych i podziemnej eksploatacji węgla kamiennego oraz do badań nad aktywnością osuwisk w Karpatach. Analizom poddawane są zarówno archiwalne dane radarowe z satelitów ERS-1/2, Envisat i ALOS, jak i dane pozyskiwane w czasie realizacji projektów z satelitów TerraSar-X, Radarsat-2 i Sentinel-1.

Dane radarowe przetwarzane są różnymi technikami. Tradycyjne podejście InSAR oparte jest na wykorzystaniu interferogramów, czyli rastrowych zbiorów obrazujących różnice fazy sygnału pomiędzy dwoma rejestracjami SAR. Metoda ta ma duże ograniczenia związane z m.in. dekorelacją czasową i występowaniem artefaktów atmosferycznych. Dużo skuteczniejszą techniką jest interferometria rozpraszaczy stabilnych (PSI – *Persistent Scatterers Interferometry*), która co prawda umożliwia pomiar tylko obiektów o silnym rozpraszaniu wstecznym, ale dokładność detekcji deformacji dochodzi do 1 mm/rok. Możliwy jest kontrolowany pomiar obiektu o znanych parametrach.

W ramach badań PSG zaprojektowano i zainstalowano na obszarach badawczych kilkadziesiąt tzw. reflektorów radarowych z oprzyrządowaniem do kontrolnych pomiarów naziemnych. Obecnie trwa rejestracja danych radarowych. Jeden z poligonów badawczych zlokalizowany jest w woj. warmińsko-mazurskim i stał się obszarem walidacyjnym dla satelity Sentinel-1 w ramach projektu InSARap Europejskiej Agencji Kosmicznej.

Oprócz pomiarów deformacji terenu, w zakresie zadań PSG, rozwijana jest metodyka interferometrii radarowej. W ramach realizowanych projektów tworzone jest obecnie specjalistyczne oprogramowanie umożliwiające przetwarzanie danych radarowych różnymi technikami. Oprogramowanie ma umożliwiać również analizę sygnałów odbitych od reflektorów radarowych.

¹Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki; zbigniew.perski@pgi.gov.pl

Wpływ cech strukturalnych ośrodków skalnych na prędkość propagacji fali podłużnej

Łukasz Pieczara ¹

Celem przeprowadzonych badań było scharakteryzowanie i zanalizowanie wpływu cech strukturalnych ośrodków skalnych na prędkość propagacji fali ultradźwiękowej podłużnej. Zaprezentowany cel badawczy został zrealizowany poprzez wybór wzorcowego (zróżnicowanego pod względem genezy oraz litologii) materiału skalnego i właściwy dobór metodyki badawczej. Badania wpływu cech strukturalnych ośrodków skalnych na prędkość propagacji fali podłużnej przeprowadzono na przestrzennie zorientowanych próbkach piaskowca szydłowieckiego, piaskowca krośnieńskiego, wapienia pińczowskiego, wapienia bolechowickiego oraz granitu strzegomskiego.

Zaproponowany, autorski harmonogram badań składał się z dwóch zasadniczych etapów: **badania identyfikacyjne**, które obejmowały analizę makroskopową i mikroskopową pozyskanych monolitów ze szczególnym uwzględnieniem charakterystycznych cechy strukturalno-teksturalnych (występowanie laminacji, uwarstwień, lokalnych defektów strukturalnych oraz kierunkowość ułożenia osi ziaren mineralnych) oraz **badania ultradźwiękowe** (wyznaczenie prędkości propagacji fali ultradźwiękowej podłużnej).

Rezultaty przeprowadzonych badań potwierdziły istnienie anizotropii V_p w większości analizowanego materiału skalnego. Na podstawie otrzymanych wyników można zauważyć, że istnieje bezpośrednia zależność prędkości propagacji fali podłużnej od widocznej makroskopowo i mikroskopowo litologii, struktury oraz tekstury. Stosowanie badań ultradźwiękowych musi być poprzedzone dobrym rozpoznaniem cech geologicznych skały, gdyż wymaga dobrania parametrów badania odpowiednich do jej właściwości oraz do rozmiarów próbki. Bez tych informacji interpretacja badań może być obarczona błędami ze względu na utajone defekty występujące w szkielecie skalnym, zbyt duże pory wywołujące tłumienie fali lub zbyt mały rozmiar próbki niedostosowany do prędkości propagacji w danym ośrodku. Ważne jest, aby badania ultradźwiękowe wykonywane były na zorientowanych próbkach skalnych. Pomiar prędkości fali powinien być prowadzony w określonych warunkach, w kilku kierunkach względem przyjętej głównej osi pomiarowej. Pozwala to, na etapie analizy otrzymanych wyników, na ustalenie wskaźnika anizotropii akustycznej oraz na wskazywanie stanu osłabienia i wzmocnienia ośrodka w danym kierunku badawczym.

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski; lukasz.pieczara@student.uw.edu.pl

Trójwymiarowa analiza numeryczna budowy stacji metra A14

Paweł Popielski ¹ Adam Kasprzak ¹ Błażej Smoliński ¹

Przedstawiono kompleksową analizę numeryczną wykonania stacji metra A14 Świętokrzyska I linii metra w Warszawie. Zaprezentowano wykonanie trójwymiarowego modelu numerycznego stacji i jej elementów oraz kalibrację modelu, omówienie wyników dla różnych wariantów obliczeń oraz wpływ doboru modelu obliczeniowego podłoża gruntowego (*Drucker-Prager*, *Hardening soil*) na uzyskane wartości. Do analizy wykorzystano program do obliczeń numerycznych Z-Soil 14.12.

¹Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska Politechnika Warszawska;
pawel.popielski@is.pw.edu.pl

Weryfikacja budowy geologicznej i parametrów materiałowych na podstawie pomiarów wykonanych w trakcie realizacji stacji A14 I linii metra w Warszawie

Paweł Popielski¹ Adam Kasprzak¹ Błażej Smoliński¹

W referacie przedstawiona została kompleksowa analiza przemieszczeń kotwionych ścian szczelinowych na przykładzie obudowy wykopu pod stację A14 Świętokrzyska I linii metra w Warszawie. Zaprezentowano wygenerowany na podstawie zgromadzonych danych oraz dokumentacji technicznej trójwymiarowy model numeryczny obiektu wykonany w pakiecie obliczeniowym ZSoil v.16.10 (Z_SOIL PC 2016 v.16.00; Zace Services; Lausanne 2016). W pracy przedstawiono kolejność prac budowlanych łącznie z etapowym kotwieniem ścian szczelinowych stanowiących obudowę wykopu oraz wykonaniem żelbetowej konstrukcji stacji metra Świętokrzyska. Do generacji układu warstw gruntowych wykorzystano aktualne (z 2015 r.) rozpoznanie gruntów podłoża na potrzeby projektu wieżowca częściowo posadowionego na korpusie stacji metra.

Na podstawie przeprowadzonych analiz omówiono charakter przemieszczeń w poszczególnych fazach głębienia wykopu, przy uwzględnieniu występowania skomplikowanych warunków wodno-gruntowych. Obliczone wartości przemieszczeń (pionowych i poziomych) porównano z pomierzonymi w trakcie budowy stacji. Przeprowadzono analizę wstecz i wyznaczono wyprowadzone parametry geotechniczne zapewniające zgodność przemieszczeń pomierzonych w trakcie realizacji obiektu oraz obliczonych z wykorzystaniem modelu 3D.

¹Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska Politechnika Warszawska;
pawel.popielski@is.pw.edu.pl

Przestrzenne modelowanie geostatystyczne zmienności parametrów wytrzymałościowych gruntów organicznych

Simon Rabarijoely ¹

Niniejszy artykuł porusza problem doboru parametrów geotechnicznych w projektowaniu inżynierskim. Przedstawione zostały metody statystyczne mające na celu oszacowanie parametru charakterystycznego. Przegląd stanu wiedzy zawiera opis parametrów geotechnicznych wykorzystanych do analizy statystycznej. Dodatkowo przedstawione zostały badania polowe (CPT i DMT) wykonane na zaporze czołowej w Nieliszu wraz z interpretacją uzyskanych wyników oraz zależnościami empirycznymi służącymi do określenia wartości analizowanych parametrów. Artykuł kończy się doбором parametrów z wykorzystaniem metody statystycznej klasycznej oraz metody geostatystycznej krigingu zwyczajnego.

¹Katedra Geoinżynierii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; simon_rabarijoely@sggw.pl

Skomplikowane warunki geologiczno-inżynierskie w dolinach rzecznych na przykładzie tarasu zalewowego Warty okolic Uniejowa

Grzegorz Roman¹ Małgorzata Roman² Michał G. Roman³

Dna dolin rzecznych wyróżniają się dużą zmiennością litologiczną osadów oraz znacznymi wahaniami stanów wód powierzchniowych i gruntowych. Z tego powodu, w Rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Wodnej z dnia 27 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz.U. nr 81, poz. 463), obszary dolin i delt rzecznych uznane są za rejony skomplikowanych warunków gruntowych. Zatem całość istniejącej i projektowanej zabudowy w tych obszarach należy do trzeciej kategorii geotechnicznej obiektów budowlanych, bez względu na ich wielkość i głębokość posadowienia. Analizy wyników badań geotechnicznych prowadzonych w obrębie częściowo zagospodarowanego międzywala rzeki Warty oraz poza wałem przeciwpowodziowym, w rejonie nienaruszonym działalnością człowieka, całkowicie potwierdzają słuszność istniejących uregulowań prawnych.

W oparciu o wyniki wierceń, sondowań dynamicznych i badań laboratoryjnych dla PFU rozbudowy kompleksu termalno-basenowego w Uniejowie oraz dla projektów mostków i pomostu widokowego na pobliskim starorzeczu Warty, wydzielono w podłożu kilkanaście warstw geotechnicznych gruntów rodzimych i dwa typy gruntów nasypowych. Do głębokości 6-10 m rozpoznano osady różnowiekowe: neogeńskie, młodoplejstocieńskie i holocieńskie, w tym współczesne nasypy. Te zróżnicowane, nie tylko wiekowo, ale także litologicznie i genetycznie, osady mineralne i organiczne, charakteryzują się diametralnie odmiennymi parametrami wytrzymałościowymi. Na złożone warunki gruntowe w dolinie Warty nakładają się, jak w przypadku większości dolin rzecznych, bardzo zmienne oraz okresowo szczególnie niekorzystne warunki hydrologiczne i hydrogeologiczne. Duże zmiany stanów wód powierzchniowych, w tym wystąpienia powodziowe rzeki, wpływają nie tylko na znaczne wahania zwierciadła pierwszej warstwy wodonośnej, ale również powodują istotne zmiany wilgotności gruntów spoistych w strefie przypowierzchniowej podłoża. Podczas wysokich stanów wód powierzchniowych następuje piętrzenie wód gruntowych w dolinie rzecznej, włącznie z podtapianiem lub zalewaniem części jej dna, bez względu na obszar międzywala czy zawala. Zjawiska te wystąpiły ostatnio podczas powodzi stulecia w 1997 r., a następnie w roku 2010. W czasie wystąpień pozakorytowych rzeki, w obszarze międzywala, następuje wzmożona erozja denna i boczna, często w osiach starszych, zasypanych koryt rzecznych.

¹Geotechnika-Łódź Grzegorz Roman; roman@geotechnika-lodz.pl

²Instytut Nauk o Ziemi, Wydział Nauk Geograficznych, Uniwersytet Łódzki

³Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

Zastosowanie metod bezinwazyjnych w geologicznych badaniach dna morskiego

Stanisław Rudowski¹ Benedykt Hac¹ Radosław Wróblewski² Katarzyna Wnuk¹

Podstawę badań dna morskiego stanowią obecnie metody bezinwazyjne umożliwiające dokładne rozpoznanie jego morfologii, charakteru powierzchni oraz budowy. Z rejestracji echosondą wielowiązkową uzyskujemy cyfrowy obraz powierzchni dna z dokładnością do 20 cm. Zdjęcie sonarem bocznym daje ogólne rozpoznanie osadów powierzchniowych. Profilowanie sejsmiczne wysokiej częstotliwości i/lub sejsmoakustyczne dostarcza informacji o strukturze dna z rozdzielczością nawet do 10 cm. Geologiczne interpretacje geofizycznych rejestracji wspierane są i korygowane danymi uzyskanymi z analizy czerpakowych i rdzeniowych prób osadów oraz obrazami dna morskiego z rejestracji systemem telewizji podwodnej. Specjalistyczne prądomierze, wystawiane na dnie nawet na kilka miesięcy, mogą w sposób ciągły rejestrować zmiany charakteru przepływu mas wody od dna do powierzchni morza.

Dokładną, lepszą niż 0,5 m, lokalizację pomiarów zapewnia odpowiedni system nawigacyjny sprzężony z systemem DGPS. Omawiane metody wykorzystywane są do różnego rodzaju badań poznawczych i użytkowych, pionierskich i monitoringowych, prowadzonych na dnie wszelkich zbiorników wodnych – mórz, jezior i rzek. Przedstawiono przykłady wyników pomiarów uzyskanych w pracach Zakładu Oceanografii Operacyjnej Instytutu Morskiego w Gdańsku prowadzonych w rejonie południowego Bałtyku, w Zalewie Puckim, w jeziorach naturalnych i zaporowych oraz w rzekach: Wiśła i Ren.

¹Instytut Morski w Gdańsku; starud@im.gda.pl

²Katedra Geomorfologii i Geologii Czwartorzędu, Uniwersytet Gdański

Zmienność pojemności wymiany kationowej (CEC) torfów w profilach pionowych wybranych torfowisk niskich wschodniej i centralnej Polski w aspekcie roli torfowisk jako naturalnych barier geologicznych

Paweł Rydelek¹ Anna Bąkowska¹ Piotr Zawrzykraj¹

W pracy przedstawiono analizę zmienności wartości pojemności wymiany kationowej (CEC) torfów w profilach pionowych wybranych torfowisk wschodniej Polski, w aspekcie ich roli jako naturalnych barier geologicznych. Zmienność wartości CEC porównano ze zróżnicowaniem popielności (A_c), odczynu (pH) oraz zawartości CaCO_3 . Do badań wytypowano 8 torfowisk położonych w obrębie: Równiny Warszawskiej (2 obiekty), Wysoczyzny Siedleckiej (2 obiekty), Wysoczyzny Lubartowskiej (2 obiekty), Płaskowyżu Nałęczowskiego (1 obiekt), i 1 torfowisko zlokalizowane w Obniżeniu Dorohuckim. Wytypowane torfowiska reprezentują typ niski o podobnym składzie botanicznym budujących je osadów, ale różnią się zarówno zajmowaną powierzchnią i miąższością oraz stopniem odwodnienia.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono występowanie charakterystycznych prawidłowości w zmienności CEC w obrębie badanych torfowisk oraz wyróżniono strefy o podobnych właściwościach fizykochemicznych.

W obrębie torfowisk częściowo odwodnionych (z występującą w stropie warstwą murszu) z występującymi torfami bezwęglanowymi, w profilach pionowych, zaznaczają się wyraźnie 3 strefy różniące się zarówno popielnością torfów, jak również pojemnością wymiany kationowej.

Odmienny rozkład parametrów fizykochemicznych stwierdzono w profilach pionowych torfowisk węglanowych. Torfy występujące w obrębie tych torfowisk wykazały obok najwyższego pH zdecydowanie najwyższe wartości pojemności wymiany kationowej. W profilach pionowych również zaznacza się strefowość, jednak nie zaobserwowano występowania podobnych prawidłowości jak w przypadku torfowisk bezwęglanowych.

Określenie pionowej zmienności CEC i pozostałych parametrów fizykochemicznych w obrębie poszczególnych torfowisk umożliwiło wskazanie stref o potencjalnie najkorzystniejszych warunkach izolacyjnych.

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski; pawel.rydelek@uw.edu.pl

Badanie współczynnika filtracji iłów beidellitowych w aparacie prototypowym przy stałym spadku hydraulicznym

Eugeniusz Sawicki ¹

W artykule przedstawiono budowę aparatu, skonstruowanego w Katedrze Geotechniki Hydrotechniki Budownictwa Podziemnego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej, przeznaczonego do badania przepuszczalności gruntów słabo przepuszczalnych. Aparat ten charakteryzuje się prostą budową. Wykonany został, w przeważającej części, ze stali nierdzewnej. Co istotne, ze względu na możliwy rodzaj badań, koszty jego wytworzenia oraz eksploatacji są stosunkowo niewielkie. Został on pomyślany jako pewnego rodzaju alternatywa dla bardziej skomplikowanych i drogich urządzeń takich, jak np. aparaty trójosiowego ściskania i ich modyfikacje, przeznaczone specjalnie do badania wodoprzepuszczalności gruntów spoistych.

Z założenia skonstruowany aparat może służyć do badania przepuszczalności przesłon z gruntów mineralnych, w sytuacji gdy cieczą filtrującą jest nie tylko woda lecz np. odcieki ze składowiska odpadów czy woda zanieczyszczona związkami chemicznymi po procesach przemysłowych. Badane mogą być również różnego rodzaju osady o konsystencji pasty.

Aparat umożliwia prowadzenie badań ze stałym i zmiennym spadkiem hydraulicznym przy różnych gradientach ciśnienia i zmiennym kierunku filtracji (pionowym, poziomym, "z góry na dół" i w kierunku przeciwnym).

Do chwili obecnej działanie aparatu zostało przetestowane w badaniu wodoprzepuszczalności próbek iłów beidellitowych pochodzących z Rowu Kleszczowa. Są to osady z okresu neogenu serii poznańskiej o charakterystycznej szarozielonej barwie. Celem lepszej identyfikacji tego gruntu oznaczono jego podstawowe parametry fizyczne i skład granulometryczny. Otrzymane w badaniu wartości współczynnika filtracji iłu bardzo dobrze wpisują się w wyniki dostępne w literaturze.

Rezultaty przeprowadzonych badań wskazują, że testowany aparat umożliwia wiarygodne wyznaczenie współczynnika filtracji gruntów słabo przepuszczalnych. Zachęcają one do weryfikacji możliwości i ograniczeń tego urządzenia w badaniach przepuszczalności osadów i gruntów z wykorzystaniem cieczy o różnych właściwościach fizykochemicznych.

¹Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska; eugeniusz.sawicki@pwr.edu.pl

Geodezyjny monitoring (TLS) stalowej estakady transportowej zlokalizowanej na terenie czynnej eksploatacji górniczej

Arkadiusz Skoczylas¹ Justyna Kamoda¹ Janina Zaczek-Peplińska¹

Podziemna eksploatacja górnicza powoduje na ogół nierównomierne, pionowe i poziome przemieszczenia przypowierzchniowej warstwy górotworu. W przypadku obiektów budowlanych posadowionych na tej warstwie dochodzi do deformacji podłoża obiektu, a w rezultacie do dodatkowych obciążeń i odkształceń budowli. Wyznaczanie zmian geometrii powierzchniowych obiektów budowlanych będących w zasięgu podziemnej eksploatacji górniczej jest ważnym zagadnieniem z zakresu ochrony terenów górniczych. Badania przemieszczeń i deformacji obiektów inżynierskich prowadzone metodami klasycznymi mają charakter punktowy i nie dają pełnego obrazu zjawiska będącego przedmiotem obserwacji.

W niniejszej pracy zaprezentowano możliwości zastosowania technologii naziemnego skaningu laserowego pozwalającej na pełną dokumentację przestrzenną obiektu poddanego wpływom czynnej eksploatacji górniczej. Obserwacje stumetrowego odcinka stalowej estakady transportowej zlokalizowanej na terenie kopalni węgla kamiennego Lubelski Węgiel „BOGDANKA” SA wykonano skanerem Z+F Imager 5010C w odstępie 3,5 miesiąca. Na podstawie porównania globalnych chmur punktów z dwóch okresów oraz wygenerowanych przekrojów wyznaczono zmiany geometrii konstrukcji. Było to możliwe dzięki transformacji danych do wspólnego układu współrzędnych geodezyjnych. Wyniki analiz wykazały przemieszczenia estakady w kierunku eksploatowanej ściany węgla przy jednoczesnym wystąpieniu deformacji obiektu. Otrzymane rezultaty wskazują na możliwość zastosowania naziemnego skaningu laserowego do badania następstw oddziaływania podziemnej eksploatacji górniczej na powierzchniowe obiekty inżynierskie.

¹Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska; jzaczek@gik.pw.edu.pl

Wpływ naturalnej struktury lessu na charakterystykę wytrzymałości na ścinanie

Joanna Stróżyk¹

W pracy przedstawiono wyniki badań wytrzymałości na ścinanie gruntów pylastych – lessów – przeprowadzone w aparacie trójosiowego ściskania oraz w aparacie bezpośredniego ścinania. Próby do badań pobrano ze skarp lessowych w okolicach Wrocławia. Prezentowane w pracy grunty, określa się niekiedy mianem utworów lessopodobnych, mimo że makroskopowo wykazują one cechy typowego lessu. Wynika to z nieco mniejszych wartości porowatości utworów lessopodobnych oraz wartości współczynników zapadowości CP niż w przypadku typowych lessów.

Badania prowadzono w na próbach gruntu o naturalnej strukturze oraz porównawczo na próbach o strukturze sztucznej uzyskiwanej w laboratorium. Przeprowadzone badania wytrzymałości pozwoliły wyznaczyć charakterystyki napreżeniowo-odkształceniowe oraz wyprowadzić wartości parametrów wytrzymałości: kąta tarcia wewnętrznego ϕ oraz spójności c dla gruntów o naturalnej strukturze w stanie nienasyconym ($S_r < 1$) oraz nasyconym ($S_r = 1$), jak i gruntów o strukturze sztucznie uzyskiwanej w laboratorium w różnych stanach zagęszczenia i nasycenia porów wodą.

Badania wykazały, że grunty o naturalnej strukturze charakteryzowały się znacznie większą wytrzymałością na ścinanie, niż grunty o strukturze sztucznej uzyskiwanej w laboratorium. Różnice wytrzymałości stawały się jednak mniej widoczne przy dużych obciążeniach pionowych, po przekroczeniu wartości naprężenia uplastyczniającego σ'_p , oraz po osiadaniu zapadowym.

Stwierdzono że badane lessy wykazują cechy gruntu quasi-prekonsolidowanego, który zachowuje się jak grunt prekonsolidowany jeżeli pracuje przy obciążeniach poniżej naprężenia uplastyczniającego σ'_p , właściwość ta nie jest wynikiem przeciążenia gruntu w historii geologicznej (konsolidacji), lecz innych procesów geologicznych, które doprowadziły do wzmocnienia jego naturalnej struktury.

¹Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska; joanna.strozyk@pwr.edu.pl

Wykorzystanie metody spektralnej do oceny mikrotekstury powierzchni ziaren gruntów

Maria J. Sulewska¹ Sylwia Szerakowska¹ Edward S. Oczeretko² Jerzy Trzeciński³
Barbara Woronko³

Mikrotekstura powierzchni ziaren gruntowych określa złożoność powierzchni ziaren i odnosi się do takich nierówności jak: rysy, zagłębienia oraz wybrzuszenia powierzchni. Parametr ten często był określany jako oddzielna cecha ziaren gruntowych poprzez określenie powierzchni jako: szorstka, gładka, prążkowana, porysowana. Z powodu swojego skomplikowanego charakteru parametr ten cieszy się najmniejszym zainteresowaniem badaczy. Jedną z przydatnych metod ilościowego opisu mikrotekstury powierzchni ziaren może stać się analiza fraktalna.

Wymiar fraktalny umożliwia ocenę stopnia złożoności kształtu przez obserwację prędkości wzrostu badanego parametru, co pozwala na uzyskanie informacji o tym, w jaki sposób dany obiekt wypełnia swoją przestrzeń. Wymiar fraktalny D charakteryzuje złożoność obiektów – im wyższa jest wartość wymiaru fraktalnego D , tym bardziej skomplikowany jest kształt analizowanego obiektu.

Istnieje wiele metod określania wymiaru fraktalnego, np.: metoda pudełkowa, samopodobieństwo, metoda cyrklowa. Wyniki uzyskane różnymi metodami mogą znacząco od siebie odbiegać, pomimo że wszystkie metody są ze sobą w pewien sposób powiązane.

W niniejszej pracy w celu opisu mikrotekstury powierzchni ziaren gruntowych dokonuje się określenia wymiaru fraktalnego, wykorzystując metodę spektralną opartą na dyskretniej transformacji Fouriera DFT (*Discrete Fourier Transform*).

Do analizy wykorzystano zdjęcia ziaren wykonanych w elektronowym mikroskopie skaningowym. Ziarna gruntowe pochodziły z różnych środowisk sedymentacyjnych: środowiska plażowego, eolicznego, wietrzeniowego. Badano także ziarna złamane. Uzyskano interesujące wyniki, które wskazują na możliwość zastosowania analizy fraktalnej do ilościowej oceny mikrotekstury ziaren gruntowych.

¹Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka; m.sulewska@pb.edu.pl

²Wydział Mechaniczny, Politechnika Białostocka

³Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski

Badanie mikrotekstury powierzchni ziaren gruntów metodą profilową

Sylwia Szerakowska¹ Małgorzata Poniatowska² Maria J. Sulewska¹

Do podstawowych parametrów, które wpływają na zachowanie gruntu, należy zaliczyć skład granulometryczny, mineralny oraz kształt ziaren. Kształt ziaren ma wpływ na wiele właściwości ośrodka gruntowego, w tym na jego zagęszczalność. Zagadnienie charakterystyki kształtu ziaren gruntowych jest bardzo złożone. Kształt oraz parametry służące do jego opisu do tej pory nie zostały jednoznacznie zdefiniowane i znormalizowane.

Na kształt ziarna gruntowego składają się trzy parametry: kulistość, kanciastość i mikrotekstura powierzchni. Spośród wcześniej wymienionych to mikrotekstura powierzchni jest najbardziej skomplikowanym parametrem kształtu. Podejście do zagadnienia mikrotekstury ziaren gruntów jest bardzo uproszczone i często sprowadza się do słownego określenia wykorzystującego nazewnictwo typu: powierzchnia szorstka, chropowata, gładka. Mikrotekstura powierzchni jest złożonym zagadnieniem i stanowi bardzo skomplikowany parametr, na który składa się zbiór nierówności powstających w wyniku różnorodnych procesów obrabiania powierzchni mających bardzo szeroki zakres wysokości i różnorodne ułożenie. Do tej pory nie została opracowana powszechnie przyjęta metoda określania tego parametru w sposób ilościowy.

Jednymi z metod służących do oceny nierówności powierzchni wykorzystywanych powszechnie w mechanice, zwłaszcza w budowie maszyn, są metody profilowe. Oceniają one nierówności na podstawie profilu lub sekwencji obrazów. Najbardziej rozpowszechnionymi przyrządami do pomiarów nierówności struktury geometrycznej powierzchni są obecnie profilometry stykowe. Ich miejsce w dziedzinie mechaniki oraz praktyce przemysłowej jest silnie ugruntowane wieloletnimi doświadczeniami i różnorodnymi aplikacjami. Urządzenia profilowe są również obecne w większości laboratoriów związanych z mechaniką.

Podstawowym celem publikacji jest zaprezentowanie wyników uzyskanych podczas badań ziaren gruntów w urządzeniu profilowym stykowym oraz sprawdzenie jego przydatności w ocenie parametru mikrotekstury powierzchni ziaren.

¹Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka; sylwiaszerakowska@gmail.com

²Wydział Mechaniczny, Politechnika Białostocka

Ocena struktury gruntu warstwowego – iłu warwowego

Matylda Tankiewicz¹

W artykule przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych struktury gruntu warstwowego. W pracy skoncentrowano się na ile warwowym – gruncie zbudowanym z dwóch naprzemiennie ułożonych warstw o różnym składzie ziarnowym i parametrach mechanicznych. Efektem takiej budowy jest silna anizotropia ośrodka, ponadto – ze względu na zmienne warunki w trakcie procesu formowania – ił warwowy wykazuje pewne nieregularności w składzie i budowie warw. Wobec powyższego problematycznym jest określenie wytrzymałości i identyfikacja modelu matematycznego dla takiego ośrodka. Celem pracy jest analiza i opis budowy iłu warwowego w celu lepszego zrozumienia zachowania się tego materiału.

Grunt do badań pochodził z terenów w okolicy Bełchatowa. Analizowany materiał składa się z ilasto-pylastych warstw o miąższości do 5 mm oraz bardzo cienkich warstw pylasto-piaszczystych. Badania laboratoryjne obejmowały analizę granulometryczną gruntu oraz identyfikację struktury: powierzchniową, z wykorzystaniem elektronowego mikroskopu skaningowego (SEM), oraz przestrzenną, z wykorzystaniem nowoczesnej techniki obrazowania, tj. mikrotomografii komputerowej (μ CT). W pierwszej kolejności wykonano badanie składu ziarnowego dla iłu warwowego jako całości oraz dla obu warw osobno, następnie przeprowadzono identyfikację struktury z wykorzystaniem mikroskopu SEM. W celu określenia miąższości i układu warstw badaniu poddano powierzchnie prostopadłe do warstwowania. W efekcie otrzymano zdjęcia warw ciemnej i jasnej w różnych powiększeniach, obrazy przedstawiające układ warstwowania oraz szczegóły kontaktu warstw. Ostatnim krokiem było badanie w mikrotomografii. Wynikiem takiego testu jest seria obrazów radiograficznych oraz zrekonstruowany model 3D skanowanego obiektu, co pozwoliło na przestrzenną identyfikację warstwowania. Dodatkowo przeprowadzono analizę absorpcji promieniowania przez badany materiał. Wszystkie zaprezentowane w artykule wyniki badań wskazują na dużą złożoność budowy iłu warwowego.

¹Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska; matylda.tankiewicz@pwr.edu.pl

Żłób lodowcowy doliny Miętusiej w Tatrach Zachodnich w świetle badań geofizycznych metodą tomografii elektrooporowej

Anna Tołoczko-Pasek¹ Radosław Mieszkowski¹

Badania geofizyczne w polskich Tatrach prowadzone są od lat 70-tych XX w. Ich podstawowym celem jest rozwiązanie problemu miąższości osadów czwartorzędowych oraz morfologii dna dolin (Kotarba i in. 1977, Marchewka i in. 1978, Baumgart-Kotarba i in. 1996, Kotarba 2000, Baumgart-Kotarba i in. 2003).

Dolina Miętusia znajduje się po polskiej stronie Tatr Zachodnich. Od wschodu graniczy z doliną Małej Łąki, natomiast od zachodu z doliną Kościeliską, z którą łączy się na wysokości 950 m n.p.m. Najwyższymi kulminacjami doliny są: Krzesanica (2122 m n.p.m.) i Ciemniak (2096 m n.p.m.). Dolina zbudowana jest głównie z dolomitów, wapieni, iłów i margli triasu, jury i kredy, jedynie w północnej części doliny znajdują się osady paleogenu (Sokołowski i in. 1958).

W badaniach elektrooporowych wykonanych na potrzeby niniejszej pracy wykorzystano czterokanałową aparaturę Terrameter LS produkcji szwedzkiej firmy ABEM (ABEM, 2013). Badania wykonano pod koniec czerwca 2015 r. Pomiary prowadzono układem typu gradient wzdłuż czterech profili o łącznej długości 620 m.

Poster prezentuje wstępne wyniki badań geoelektrycznych. Stwierdzono, iż miąższość osadów czwartorzędowych nie przekracza 20 m. Na podstawie badań geomorfologicznych oraz geoelektrycznych można wydzielić następujące typy osadów: osady o drobniejszej frakcji związane ze środowiskiem wodnym (oporność do około 290 Ωm), osady o grubszej frakcji, związane z osadami morenowymi lub fluwiogłacjalnymi (oporność do około 650 Ωm), osady o przeważającej grubszej frakcji będące koluwiami (oporność do 700 Ωm). Starsze podłoże skalne charakteryzuje się zmiennymi opornościami zależnymi od litologii: np. oporność formacji ilastych wynosi kilkadziesiąt Ωm , natomiast piaskowców, dolomitów bądź wapieni – powyżej 500 Ωm .

LITERATURA:

ABEM 2013. Instruction Manual.

Baumgart-Kotarba M., Dec J., Kotarba A., Ślusarczyk R. 1996. Cechy geomorfologiczne i sedimentologiczne misy jeziornej Morskiego Oka i górnej części doliny Rybiego Potoku w świetle badań geofizycznych. Dokumentacja Geograficzna, 4: 9-31.

Baumgart-Kotarba M., Kotarba A., Dec J., Ślusarczyk R. 2003. Geomorfologiczne poznanie Tatr w świetle badań geofizycznych. Prz. Geogr., 75 4: 509-524.

Kotarba A 2000. Osady czwartorzędowe doliny Białej Wody w Tatrach Wysokich w świetle interpretacji geofizycznych. W: Dorobek i pozycja polskiej geomorfologii u progu XXI wieku. V Zjazd Geomorfologów Polskich, 11-14 września 200, Toruń: 61-63.

Kotarba A., Smolak W., Sroka J. 1977. Some remarks on the modeling of glacial valley-floore in the polish Tatra Mts. in the light of geophysical measures. Stud. Geomorph. Carpatho-Balca., 11: 67-68.

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski; atoloczko@student.uw.edu.pl

Marchewka A., Smolak W., Wspaniały J. 1978. Wybrane zagadnienia geomorfologii wlnych dolin tatrzańskich w świetle badań geofizycznych, *Geologia*, 4, 2: 19-28.

Sokołowski St., Guzik K., Michalik A. Mapa geologiczna Tatr Polskich w skali 1:10 000, arkusze: Czerwone Wierchy (1958), Hruby Regiel (1958), Kominy Tylkowe (1959).

Wykorzystanie monitoringu inklinometrycznego i pomiarów naprężeń w betonie przy użyciu czujników tensometrycznych w projektowaniu obudów głębokich wykopów

Urszula Tomczak¹ Anna Lejzerowicz¹

W związku z rozwojem infrastruktury miejskiej i koniecznością zapewnienia odpowiedniej ilości miejsc parkingowych nowe budynki projektowane są z coraz większą ilością poziomów garaży podziemnych. Ze względu na lokalizację tego typu obiektów w ścisłej zabudowie miast lub w bliskim sąsiedztwie istniejących budynków, często zabytkowych, wrażliwych na osiadanie, najważniejszym zagadnieniem jest taki dobór obudowy głębokiego wykopu i sposobu zabezpieczenia jego stateczności, aby zminimalizować wpływ realizowanej inwestycji na otoczenie.

Istotnym zadaniem w czasie wykonywania prac na budowie jest kontrola spełnienia założonych wymogów projektowych, w tym wypadku przemieszczeń ścian obudowy. Tradycyjnie stosowany monitoring geodezyjny jest najbardziej popularnym sposobem określenia ruchów reperów pomiarowych. W wielu przypadkach jest to jednak metoda niewystarczająca ze względu na duży błąd pomiaru, zastraszanie punktów w czasie wznoszenia budowli czy brak możliwości pomiaru zerowego na głębokości przed rozpoczęciem prac budowlanych. Zastosowanie inklinometrów zarówno manualnych, jak i automatycznych eliminuje te wady pozwalając na pomiar z dużo większą dokładnością, na całej wysokości ściany, z koniecznością pozostawienia dostępu jedynie do górnej krawędzi rury (dotyczy inklinometrów manualnych). Kontrola przemieszczeń, oprócz bieżącego nadzoru nad sposobem pracy ściany i możliwością działań zaradczych w przypadku wartości alarmowych, pozwala także na wykonanie analiz wstecznych i zastosowanie skorygowanych parametrów geotechnicznych oraz modeli obliczeniowych dla kolejnych zadań. Dodatkową pomocą mogą służyć wyniki pomiarów tensometrycznych z czujników zainstalowanych zarówno w ścianach szczelinowych, jak i na rozporach stalowych zabezpieczających stateczność ścian. Znajomość wartości naprężeń występujących w betonie może pozwolić na zmniejszenie klasy betonu użytego do konstrukcji, a także zmianę ilości zastosowanego zbrojenia.

W artykule zostaną przedstawione metody pomiarów inklinometrycznych manualnych i automatycznych oraz pomiary naprężeń w betonie przy użyciu czujników tensometrycznych. Na przykładach zostaną omówione wyniki pomiarów, ich korelacja z wynikami projektowymi oraz analiza wsteczna parametrów geotechnicznych.

¹Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska; u.tomczak@il.pw.edu.pl

Wyznaczenie zasięgu północno-wschodniej odnogi kopalnej doliny kozłowskiej w oparciu o dane geoelektryczne

Sylwia Topolewska¹ Marcin Stępień¹ Sebastian Kowalczyk¹

Metody geoelektryczne, opierające się na fizycznej właściwości podłoża, jaką jest oporność elektryczna, z powodzeniem mogą być wykorzystywane do rozpoznawania przebiegu struktur kopalnych (Black i in. 1962, Smith 1974, Ahmad i Schmitt 2005, Topolewska 2015). W niniejszej pracy podjęto próbę określenia przebiegu kopalnej doliny kozłowskiej w oparciu o własne badania metodą tomografii elektrooporowej – ERT oraz dostępne badania archiwalne, na podstawie których opracowano m.in. Mapę hydrogeologiczną Polski arkusz Żyrardów (Felter i Nowicki 1998 a, b), gdzie kopalna dolina kozłowska została wydzielona jako osobna jednostka hydrogeologiczna.

Jak pokazują wyniki analizy, wyznaczony na podstawie przebiegu powierzchni stropowej, zasięg struktury znacznie różni się od tego, który został zaproponowany na arkuszu MhP. Co więcej, różnicę w przebiegu struktury widać już na etapie opracowywania badań archiwalnych, na których również miał się opierać arkusz MhP. Z uwagi na brak danych w południowo-zachodniej części omawianego fragmentu kopalnej doliny kozłowskiej, granicę poprowadzono bazując jedynie na dostępnych profilach sondowań geoelektrycznych (Czerwińska 1988, Topolewska 2015). Aby potwierdzić przebieg tej granicy, wykonano pomiary oporności elektrycznej ośrodka wzdłuż 3 profili za pomocą tomografii elektrooporowej. Wyniki pomiarów i wnioski przedstawiono w niniejszym opracowaniu. Autorzy pragną zwrócić szczególną uwagę na potrzebę wykorzystywania metody tomografii elektrooporowej w kartowaniu oraz badaniach struktur kopalnych, które mogą być podziemnymi zbiornikami wody. W rezultacie badań ERT otrzymujemy quasi-ciągły obraz oporności elektrycznej ośrodka geologicznego. Dzięki kontrastowi właściwości elektrycznych osadów możliwe jest odtworzenie powierzchni spągowych i stropowych struktur kopalnych wykształconych w obrębie utworów glacialnych.

LITERATURA:

- Ahmad J., Schmitt D.R.** 2005. Seismic and resistivity imaging for Quaternary channels, Rainbow Lake Northwest Alberta, Canada. CSEG RECORDER 30(07): 40-43.
- Black R.A., Frischknecht F.C., Hazlewood R.M, Jackson W.H.** 1962. Geophysical methods of exploring for buried channels in the Monument Valley area, Arizona and Utah. Bulletin 1083: 161-288.
- Czerwińska I.** 1988. Dokumentacja badań geoelektrycznych, temat: Ujęcie wody – Żyrardów.
- Felter A., Nowicki Z.** 1998 a. Objasnienia do Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Żyrardów (557).
- Felter A., Nowicki Z.** 1998 b. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz Żyrardów (557).
- Smith E. M.** 1974. Exploration for a Buried Valley by Resistivity and Thermal Probe Surveys. Ground Water 12 (2): 78-83.
- Topolewska S.** 2015. Hydrogeological mapping of northeastern arm of kozłowska buried valley by means of cves and ves. Master thesis. Faculty of Geology, University of Warsaw.

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski; stopolewska@gmail.com

Potencjalne możliwości konstrukcyjne starożytnego budownictwa obronnego i mieszkalnego w świetle parametrów wytrzymałościowych cegieł mułowych ze stanowiska archeologicznego Tell el-Retaba, Egipt

**Jerzy Trzcinski¹ Małgorzata Zaremba¹ Tomasz Szczepański¹ Sławomir Rzepka²
Witold Bogusz³ Tomasz Godlewski³**

Tell el-Retaba jest stanowiskiem archeologicznym w północno-wschodnim Egipcie położonym 35 km na zachód od Ismailii, pośrodku płytkiej doliny zwanej Wadi Tumilat ciągnącej się od Deltę Nilu do Jezior Gorzkich, przez które przebiega współczesny Kanał Sueski. W starożytności wzdłuż tej doliny przebiegał jeden ze szlaków łączących Egipt z Syro-Palestyną. W czasach Nowego Państwa (16-11 w. p.n.e.) był on silnie ufortyfikowany. W Drugim Okresie Przejściowym na terenie tym pojawili się pierwsi osadnicy – Hyksosi z Syro-Palestyny. Wraz z początkiem Nowego Państwa w opisywanym miejscu powstała osada egipska. Dopiero w 13 w. p.n.e., za panowania Ramzesa II, na miejscu pierwszej osady powstała twierdza otoczona „Murem 1”. Za rządów Ramzesa III w pierwszej połowie 12 w. p.n.e. wzniesiono nową, większą twierdzę otoczoną znacznie potężniejszym „Murem 2”, z równie potężną bramą obronną typu migdol. Po południowej stronie twierdzy wybudowano dodatkowo „Mur 3”.

Obok kamienia, głównym materiałem budowlanym w starożytnym Egipcie były cegły mułowe suszone na słońcu. Cegły te wykorzystywano powszechnie do budowy murów, bram czy domów mieszkalnych. Na stanowisku Tell el-Retaba znajdują się pozostałości budownictwa obronnego twierdzy („Mur 1”, „Mur 2” i „Mur 3” oraz brama wjazdowa typu (migdol) i mieszkalnego (domy oraz budynki znajdujące się wewnątrz twierdzy).

Przeprowadzono badania wybranych właściwości litologicznych, fizycznych i mechanicznych cegieł ze stanowiska Tell el-Retaba. Oznaczono parametry, m.in. skład granulometryczny, gęstość właściwa i objętościowa, porowatość, wskaźnik porowatości, rozmakanie oraz wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie, cegieł z budowli obronnych i mieszkalnych, które wykazują duże zróżnicowanie. Obserwuje się istotne zależności funkcyjne pomiędzy poszczególnymi parametrami z podziałem na budowle obronne i obiekty mieszkalne. Analiza otrzymanych wyników badań pozwoliła na wstępną rekonstrukcję technologii produkcji cegieł oraz wpływu na ich jakość. Na podstawie otrzymanych wyników przeprowadzono weryfikację danych archeologicznych w porównaniu z potencjalnymi możliwościami konstrukcyjnymi wynikającymi z otrzymanych parametrów materiałowych cegieł. W tym celu przeprowadzono symulacje przestrzenne (3D) z wykorzystaniem metody elementów skończonych.

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski; jerzy.trzcinski@uw.edu.pl

²Wydział Archeologii, Uniwersytet Warszawski

³Zakład Geotechniki i Fundamentowania, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa

Modelowanie numerycznego modelu pokrycia terenu na podstawie zdjęć niemetrycznych z bezzałogowych systemów latających

Jarosław Wajs ¹

W ostatnich latach bezzałogowe samoloty latające stały się popularną technologią przydatną do budowy numerycznego modelu pokrycia terenu (NMPT) na podstawie zobrażeń kamerą niemetryczną. Numeryczny model terenu stanowi jednocześnie istotny moduł w inwentaryzacji i monitorowaniu obiektów inżynierskich. Dodatkowo gwałtowny rozwój *Computer Vision* i algorytmów *matchingu* umożliwił wykorzystanie obrazów cyfrowych z kamer niemetrycznych do pomiarów geodezyjnych.

W pracy przedstawiono badania dotyczące możliwości przetwarzania oraz funkcjonalności technologii w opracowywaniu danych pochodzących z bezzałogowych systemów latających. Przedstawiony system UAS poddany został studium wykonalności i adaptacji technik UAV do numerycznego modelowania powierzchni. Pierwsze badania testowe przeprowadzono na danych pokrywających rejon kopalni odkrywkowej PGE GiEK KWB Bełchatów. Głównym aspektem badań był *big data* problem oraz redukcja danych wynikowych. Praca wykonana została na Platformie Obsługi Nauki PLATON, Politechnika Wrocławska, Wrocławskie Centrum Sieciowo-Superkomputerowe.

¹Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Politechnika Wrocławska; jaroslaw.wajs@pwr.edu.pl

Wpływ uwarunkowań geośrodowiskowych i antropogenicznych na obecność historycznych zanieczyszczeń w podłożu klasztoru ss. Bernardynek w Krakowie

Marta Wardas-Lasoń ¹

Podłoże w rejonie Klasztoru ss. Bernardynek w Krakowie analizowano w oparciu o 7 małosrednicowych (7 mm), mechanicznych, profilowanych otworów wiertniczych (do głębokości maksymalnie 11 m), w celu określenia stratygrafii i struktury gruntów. Wyznaczono na ich podstawie układ nawarstwień i występowanie obiektów, takich jak pozostałości murów oraz obecność średniowiecznej fosy. Określono, czy uwarunkowania geośrodowiskowe (pierwotna morfologia terenu wyznaczona na podstawie położenia calca) sprzyjają kumulacji zanieczyszczeń. Za najistotniejsze ich źródło uznano funkcjonowanie Wielkiej Wagi na Rynku.

Dla zweryfikowania powyższej tezy określono wskaźniki jakości osadów wodnych (pH, Eh, PEW, LOI) z dna nawierconej historycznej fosy. Podobne badania przeprowadzono do poziomu calca (gruntu rodzimego) dla gruntów podłoża klasztoru, celem określenia antropogenicznych czynników i uwarunkowań obecności zanieczyszczeń. Z tego względu w różnych litologicznie warstwach określono zawartość głównie metali ciężkich. Ocenę stanu zanieczyszczenia wykonano w oparciu o analizy porównawcze jakości gruntów i osadów dennych, a także odnosząc je do obecnie obowiązujących standardów środowiskowych.

¹Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków; wardas.marta@gmail.com

Wykorzystanie elementów piezoelektrycznych w badaniach sztywności gruntu

Marcin Witowski¹ Tomasz Godlewski¹

Współczesne potrzeby określania współpracy konstrukcji z podłożem gruntowym wymagają podania odpowiednio dobranych do danego zagadnienia parametrów współpracy wymaganych w danej metodzie obliczeniowej. W tym kontekście niezbędnym staje się modelowanie zachowania się ośrodka gruntowego w złożonych warunkach naprężeń, co wymaga między innymi wyznaczenia pełnej charakterystyki sztywności gruntu. Coraz powszechniej w laboratoriach geotechnicznych wykorzystywane w tym celu są piezoelektryczne elementy typu *bender* (element „zginający”), umożliwiające wyznaczenie początkowego modułu ścinania G_0 . Drugim typem elementów, które nie są jeszcze powszechnie stosowane są elementy piezoelektryczne typu *extender* - element „rozciągający”. Wysyłane i odbierane przez oba typy przetworników fale ścinające S i kompresyjne P, pozwalają na wyznaczenie współczynnika Poissona oraz określenie początkowego modułu odkształcenia E_0 badanego gruntu.

Artykuł opisuje wykonaną przez autorów modyfikację standardowej komory trójosiowej umożliwiającą przeprowadzenie pomiarów przejścia fali S i P przy wykorzystaniu tylko jednej pary przetworników piezoelektrycznych. Podano również wyniki oznaczeń testowych dla różnych typów gruntów.

¹Zakład Geotechniki i Fundamentowania, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa; m.witowski@itb.pl

Powtarzalny lotniczy skaningu laserowego rejonu Gródka nad Dunajcem w określaniu podatności i ryzyka osuwiskowego

Tomasz Wojciechowski¹ Antoni Wójcik¹ Zbigniew Perski¹

W oparciu o dane z lotniczego skaningu laserowego, wykonanego w kwietniu i lipcu 2010 r. oraz listopadzie 2011 i maju 2013 r., obliczono model różnicowy przedstawiający skalę katastrofy osuwiskowej z wiosny 2010 r. w rejonie Gródka n/Dunajcem. Otrzymany model w sposób ilościowy i jakościowy wykazał, że spośród 219, rozpoznanych na badanym obszarze, osuwisk, uaktywniło się 119. Spowodowały one obniżenie terenu w strefach oderwania obejmujące łącznie 631 449 m³ przy wzroście objętości jeziorów osuwiskowych o 642 788 m³.

Lokalizacja osuwisk uzależniona jest od wzajemnej relacji czynników biernych (geologia, morfometria, hydrografia, pokrycie terenu itp.), które warunkują stateczność stoków. Przy badaniu uwarunkowań geośrodowiskowych rejonu Gródka n/Dunajcem uwzględniono tylko miejsca objęte strefami oderwania obliczone w modelu różnicowym LIDAR. Miejsca te bezdyskusyjnie określają warunki powstawania osuwiska, czego nie można powiedzieć o terenach, na które nasunięte zostały koluwia. Przy użyciu metody statystycznej WoE (*Weights of Evidence*) obliczono podatność osuwiskową obszaru badań. Wyniki wskazują, że 43% badanego terenu znajduje się w strefie o dużej podatności na osuwanie. Największy wpływ na powstawanie osuwisk na badanym obszarze ma występowanie warstw hieroglifowych i krośnieńskich oraz łupków przy spadkach przekraczających 18°. Duże znaczenie ma także złożona tektonika obszaru.

Ryzyko osuwiskowe określające ewentualną wielkość strat w wyniku uaktywnienia osuwiska obliczono na bazie mapy podatności osuwiskowej oraz zabudowy stanowiącej składową bazy danych BDOT (Baza Danych Obiektów Topograficznych). Wyniki wykazały, że w obrębie badanego obszaru zagrożonych jest 1242 obiektów, co stanowi około 51% wszystkich budynków. Mapa ryzyka osuwiskowego została obliczona w przestrzennym podziale na działki własnościowe, dzięki czemu może być wykorzystana m.in. do określania ryzyka przyszłych inwestycji budowlanych.

¹Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki;
tomasz.wojciechowski@pgi.gov.pl

Zróźnicowanie parametrów geotechnicznych gruntów spoistych południowo-zachodniej Polski

Ewa Wojnicka-Janowska ¹

Podstawą w projektowaniu konstrukcji inżynierskiej lub jej elementów jest znajomość podłoża gruntowego, w szczególności jego parametrów geotechnicznych.

Przedstawione opracowanie ma charakter analizy zmienności regionalnej parametrów geotechnicznych gruntów ilastych Polski południowo-zachodniej, które pod względem stratygraficznym zaliczane są do utworów trzeciorzędowych.

W publikacji wykorzystano badania własne uzupełnione o archiwalne badania próbek gruntów ilastych pochodzących z Legnicy, Głogowa oraz Bogatyni.

Wyniki badań opracowano statystycznie oraz przedstawiono zarówno w formie tabelarycznej, jak i graficznej.

¹Instytut Budownictwa, Uniwersytet Zielonogórski; e.wojnicka@ib.uz.zgora.pl

Parametr chropowatości jako element oceny stanu powierzchni na podstawie TLS

Janina Zaczek-Peplińska¹ Maria Kowalska¹

Chropowatość jest to cecha powierzchni definiowana jako zbiór drobnych nierówności, które nie wynikają z kształtu powierzchni, a ich wielkość zależy od rodzaju materiału i przeprowadzonej obróbki. Najczęściej wykorzystywanymi parametrami chropowatości są: R_a – średnia wartość odległości punktów profilu zaobserwowanego od linii średniej na długości odcinka elementarnego oraz R_z – różnica pomiędzy średnią arytmetyczną wysokością pięciu najwyższych wzniesień i średnią arytmetyczną pięciu najniższych wgłębień względem linii średniej na długości odcinka pomiarowego.

W praktyce najczęściej parametry chropowatości są określane dla powierzchni elementów, których odpowiednie wykonanie lub obróbka, np. szlifowanie, odlewanie czy polerowanie, ma zapewnić oczekiwaną chropowatość powierzchni. Do pomiaru tych parametrów dla zrealizowanych elementów wykorzystuje się profilometrię.

Autorki prezentują odmienne podejście do wyznaczania i wykorzystania omawianych parametrów. W pracy tej parametry chropowatości wyznaczone są na podstawie chmury punktów z naziemnego skaningu laserowego reprezentującej powierzchnię chropowatej próbki betonowej, a nie pomiaru odcinka elementarnego.

Autorki proponują wykorzystanie, w ten sposób wyznaczonych, parametrów chropowatości powierzchni jako danych uzupełniających w ocenie stanu (stopnia erozji) powierzchni konstrukcji inżynierskich zrealizowanych z betonu.

¹Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska; jzaczek@gik.pw.edu.pl

Analiza odkształcalności iłów warwowych z okolic Łowa na podstawie wybranych badań polowych

Piotr Zawrzykraj¹

Niniejsza publikacja prezentuje wyniki badań iłów zastoiskowych z rejonu Łowa powstałych w czasie zlodowacenia Wisły. W miejscowości Piskorzec k/Łowa zlokalizowano poligon badawczy, gdzie wykonano testy presjometryczne, dylatometryczne oraz sondowania statyczne. W tym rejonie osady zastoiskowe występują niemal od powierzchni terenu osiągając miąższość około 11 m. Jest to także najdalej, spośród przedstawianych w literaturze, na zachód wysunięty poligon badawczy obejmujący łąki „zastoiska warszawskiego”.

Badania oraz ich analiza pokazały zróżnicowanie odkształcalności wynikające z procedury badawczej w powiązaniu ze strukturą iłów warwowych. Badania presjometryczne, mimo iż są najbardziej czasochłonne i wymagające, pozwalają na pełniejszą, aniżeli w przypadku innych przeprowadzonych badań, charakterystykę odkształcalności iłów warwowych. Cały zbadany profil iłów wydaje się być dość jednorodny pod względem cech mechanicznych, mimo to niektóre fragmenty profilu wyraźnie odbiegają od wartości uśrednionych. Wskazuje to na zróżnicowane tempo zmian postsedymencyjnych w poszczególnych fragmentach profilu badawczego. Otrzymane dane są zgodne z typowymi wartościami charakterystycznymi dla iłów zastoiskowych powstałych w Kotlinie Warszawskiej, w czasie ostatniego zlodowacenia. Przedstawione cechy geologiczno-inżynierskie iłów zastoiskowych z okolic Łowa nie były dotychczas przedmiotem badań, nie były publikowane i są prezentowane po raz pierwszy.

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski; piotr.zawrzykraj@uw.edu.pl

Sondowanie RCPTU jako narzędzie do oceny zawartości frakcji iłowej na przykładzie poligonu (stanowiska) Plecewice k/Sochaczewa

Piotr Zawrzykraj¹

Artykuł prezentuje wyniki badań oporności elektrycznej przeprowadzonych za pomocą sondowania RCPTU na poligonie badawczym w miejscowości Plecewice k/Sochaczewa. Wyniki badań polowych zostały zestawione z rezultatami bezpośrednich badań laboratoryjnych, gdzie ustalono zawartość frakcji iłowej w profilu geologicznym poprzez analizę areometryczną. Między pomierzonym oporem właściwym iłów zastoiskowych a zawartością frakcji iłowej uzyskano zależność o wysokim współczynniku korelacji. Wykorzystanie sondy RCPTU pozwala szybko, a jednocześnie z dużą rozdzielczością i dokładnością oceniać zawartość frakcji iłowej w iłach warwowych ostatniego zlodowacenia.

¹Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski; piotr.zawrzykraj@uw.edu.pl