

Budúcnosť geotechniky u nás a vo svete (očami mladej generácie)

**Ing. Viktor Tóth, Amberg Engineering Slovakia, s.r.o.
Somolického 1/B, 811 06, Bratislava, Slovenská republika**

1. ÚVOD

Geotechnika ako technická veda je plne etablovaná a masívne využívaná po celom svete. Avšak ako každá veda, musí aj táto napredovať, nesmie stagnovať a musí využívať nové technológie, aby držala trend rozvoja celého staviteľstva. Je samozrejme známe, že pokiaľ chceme držať krok s týmto trendom, musíme sa rozvíjať od začiatku a ťahať so sebou aj mladých kolegov.

Týmto trendom sa riadi aj Medzinárodná spoločnosť pre mechaniku zemín a geotechnické inžinierstvo (*International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering - ISSMGE*). Tak ako všetky vyspelé krajiny aj Slovenská republika má svoje zastúpenie v tejto organizácii spoločne s Českou republikou, a to v Česko-Slovenskej spoločnosti pre mechaniku zemín a geotechnické inžinierstvo (ČSSMZGI). ISSMGE sa snaží posledných 24 rokov o napredovanie mladých geotechnických inžinierov a umožňuje im zdieľať svoje poznatky a skúsenosti v rámci Európskej konferencie mladých geotechnikov (*European Young Geotechnical Engineers' Conference - EYGEC*).

Ako člen ČSSMZGI som sa zúčastnil posledných dvoch konferencií (v roku 2014 v Barcelone, v roku 2015 v Durhame). Rád by som Vás oboznámil so skúsenosťami, riešenými úlohami a výskumami mladých ľudí v Európe, napredovaní geotechniky v praxi a motivácií v ďalšom rozvoji geotechniky na Slovensku.

2. BUDÚCNOSŤ GEOTECHNIKY U NÁS A V EURÓPE

Budúcnosť geotechniky je v experimentálnych výskumoch. Tieto slová je počuť z každej strany už desiatky rokov. Avšak práve rozvoj staviteľstva a napĺňanie v minulosti nemožných cieľov posúva hranice experimentov do (z hľadiska minulosti) nereálnych sfér. Práve tento rozvoj nás všetkých núti sa zamýšľať nad elementárnymi posúdeniami vplyvov, ktoré sme dodnes nepovažovali za potrebné. Z toho pohľadu je budúcnosť geotechniky zameraná na hĺbkové skúmanie javov, ktoré sme dodnes považovali za buď samozrejmé alebo nepodstatné. Aby sme sa mohli pozrieť do budúcnosti, musíme si najprv uvedomiť minulosť a súčasnosť.

Taktiež rozvoj obnoviteľných zdrojov a vytváranie nových postupov pre potreby udržateľného rozvoja nútia nás, geotechnických inžinierov sa zaoberať novými stavebnými konštrukciami. Bolo by preto veľkým prínosom, ak by sa už na školách začali študenti aspoň oboznamovať s oblasťami, o ktorých sa dnes nazdávame, že patria do vzdialenej budúcnosti. Pokrok vo výskume, vývoji a technológii je tak hmatateľný, že vzdelávanie sa o nových metódach vŕtaných pilót, či nových spojoch geosyntetických materiálov veľakrát v praxi nestačí.

V ďalšom článku sa zameriavam aj na výskumné úlohy, experimentálne analýzy a nové návrhové postupy mladej generácie geotechnikov z Európy, z ktorých je zrejmé, že spojenie pôvodných geotechnických konštrukcií so zohľadnením nového technického rozvoja a myslenia dokáže v budúcnosti výrazne ovplyvniť charakter konštrukcie a jej reálne možnosti v praxi.

3. CHARAKTERISTIKA KONFERENCIÍ EYGEC

Európska konferencia mladých geotechnických inžinierov (EYGEC) je veľmi dobre zabezhnutou konferenciou, kde sa stretávajú „mladý Európsky geotechnici“ z rôznych oblastí stavebníctva. S nápadom na vznik konferencie prišiel profesor Atkinson z City Univerzity v Londýne v roku 1980.

Táto myšlienka sa ukázala ako dôležitá činnosť pre podporu novej generácie geotechniky, ktorej podpora je dôležitá pre napredovanie pri plnení cieľov a ideí Medzinárodnej spoločnosti pre mechaniku zemín a geotechnické inžinierstvo.

Konferencia sa koná taktiež z dôvodu zhromažďovania a výmeny prezentovaných nápadov a odborných prác. Konferencie sa každoročne zúčastňuje obmedzený počet delegátov vo veku do 36 rokov. Tí sú menovaní vlastnými regionálnymi spoločnosťami pre mechaniku zemín a geotechnické inžinierstvo (ide teda o členské organizácie ISSMGE). Takouto účasťou delegátov z rôznych krajín sa pravidelne zabezpečí dostatok príspevkov, ktoré zohľadňujú miestne podmienky konkrétnej spoločnosti a krajiny a taktiež aj rôznorodý pohľad na problematiku, vedu, výskum a aplikácie v praxi. Členské spoločnosti sa tiež líšia v nominačných kritériách svojich delegátov.

Za 25 ročníkov tejto konferencie sa delegáti mohli prezentovať vo viacerých európskych krajinách. Prvá konferencia sa organizovala v dánskej Kodani, neskôr sa konala napr. v Oxforde, Lisabone, Madride, Talline, Dubline, Záhrebe, Viedni, Rotterdame a ďalších európskych mestách. Za zmienku taktiež stojí konanie ôsmeho ročníku tejto konferencie v roku 1994 v Starej Lesnej alebo v roku 2010 v Brne.

4. EYGEC 2014 BARCELONA

V dňoch 2.-5.9.2014 sa na pôde Katalánskej technickej univerzity (Universitat Politècnica de Catalunya) konala 23. Európska konferencia mladých geotechnických inžinierov. Predsedom konferencie boli Marcos Arroyo a Antonio Gens. Konferencia bola organizovaná pod záštitou Španielskej spoločnosti pre mechaniku zemín a geotechnické inžinierstvo. Prednášky boli rozdelené do nasledovných 8 sekcií (W1 – W4 a T1 – T4):

- W1: Experimentálne štúdie a základné modely
- W2: Dynamické problémy
- W3: Zakladanie na pilótach
- W4: Geotechnické a environmentálne problémy
- T1: Geotechnika v morskej oblasti
- T2: Zlepšovanie zemín
- T3: Geotechnické riziká
- T4: Interakcia zemina – konštrukcia

Počas konferencie bolo prezentovaných 47 príspevkov celkovo od 91 autorov z 26 krajín Európy. Českú a Slovenskú spoločnosť pre mechaniku zemín a geotechnické inžinierstvo (ČSSMZGI) na tejto konferencii zastupoval príspevok od V. Tóth, J. Sňahničan a J. Adamec na tému: *Návrh horninových vystužených konštrukcií s tenkostennými lícovými panelmi pod železničnými traťami (The design of soil reinforced structures with thin concrete facing panels under railways)*. Príspevok pojednáva o spôsobe a možnostiach návrhu oporných múrov s tuhým lícovným opevnením, ktorým sa minimalizujú časové nároky na výstavbu a znižujú sa ekonomické a ekologické vplyvy stavby.

Medzi ďalšími zaujímavými príspevkami boli prezentované nasledovné práce, ktoré vystihujú najmodernejšie technológie a trendy vo výskume, návrhu a posudzovaní geotechnických konštrukcií. Názvy prác som z dôvodu zachovania a prehľadnosti ich pôvodného názvu ponechal uvedené v anglickom jazyku. Jedná sa napríklad o:

Numerical analysis for improved design of piled and other ground heat exchanger applications.

V práci sa Francesco Cecinato z Univerzity v Trento, Taliansko (University of Trento, Italy) zaoberá návrhom pilótových základov so zohľadnením využitia geotermálnej energie potrebnej na vykurovanie a ochladzovanie budov. Vo svojej práci sa zameriava na teplotné a mechanické účinky a funkcie inovatívnych energetických pilót. Na analyzovanie týchto účinkov využil 3D model a ako výpočtový model použil metódu konečných prvkov. Vytvoril vlastný užívateľský podprogram, pri ktorom reálne namodeloval prítomnosť výmenníkových rúr. Celú prácu neriešil len analyticky ale aj experimentálne na modeloch (použité Londýnskych ílov).

Heating and cooling an energy pile under working load in Valencia

Podobnou prácou zameranou na využívanie geotermálnej energie sa zaoberal kolektív autorov M. De. Groot, C. de. Santiago a P. Pardo de Santayana z Univerzity vo Valencii, Španielsko (Universitat Politècnica de Valencia, Spain). Počas svojho výskumu sa venovali reálnemu modelu v mierke 1:1, pričom sa zamerali na monitorovanie správania sa zaťaženej pilóty priamo v areály univerzity. Sústredili sa hlavne na zistenie deformácii a správania pilóty od mechanického a tepelného zaťaženia.

The effect of freeze-thaw action on the mechanical properties of the active Bahlui clay stabilized with lime and/or cement.

Počas svojho výskumu sa Anca Hotineanu z Technickej univerzity v Iași, Rumunsko (Technical University of Iași, Romania) zaoberala zmrazovacími a rozmrazovacími cyklami, ktoré pôsobia na stabilizované podkladové vrstvy vozoviek a ich vplyvu na minerálne zloženie a parametre horninových vrstiev.

Pressuremeter tests on a rock glacier in the Swiss Alps.

Zmena klimatických podmienok má významný vplyv na kryogénne regióny. Jedným z nich sú aj skalné ľadovce v údolí Turtmann (Švajčiarsko). Kolektív autorov T. Buchli a S.M. Springman z Geotechnického inštitútu v Zürichu, v spolupráci s R. Whittle z Cambridgského inštitútu sa od roku 2010 venovali dlhodobému skúmaniu týchto ľadovcov a ich dopadu na nebezpečenstvo pre obyvateľstvo, infraštruktúru a ďalšie aspekty. Vplyvom rozmrazovania týchto ľadovcov dochádza ku posunom skál v dĺžkach niekoľkých metrov za rok. Počas výskumu bolo inštalovaných 7 presiometrických sond. Pomocou nich boli skúmané zmeny pevnosti týchto hornín, dotváranie hornín a vznik porúch v rôznych radiálnych smeroch. Namerané deformácie môžu byť následne použité pre výpočet časových závislostí pre napr. Kelvin-Voigt alebo Maxwelllove modely, ktoré sa dajú implementovať do metódy konečných prvkov.

On the multi-directional loading of a monopile foundation: finite element modeling.

V tomto článku sa B. Sheil z Národnej Írskej Univerzity (College of Engineering and Informatics, National University of Ireland, Galway) zaoberal cyklickým vplyvom zvyšovania a znižovania napätia v tvrdých íloch. Pre posudzovanie tohto účinku a miery zhutňovania a deformácie tuhých ílov využíval modelový program Plaxis 3D Dynamics a experimentálne výskumy.

Feasibility of simulating pile set-up in centrifuge model tests.

D.A. de Lange zo spoločnosti Deltares, Holandsko sa vo svojej práci zameril na zistenie únosnosti základovej pôdy v okolí pilótových základov, ktoré sú zaťažené cyklickým vodorovným zaťažením. Počas výskumu bolo preukázané že jav zvyšovania únosnosti okolitej pôdy je pozorovateľný až do doby 1000 dní od realizácie pilót. Preto sa zameril na výskum, ako je možné tento jav uplatniť vo výpočtových postupoch.

Numerical and laboratory analysis of anchors embedded in sandy seabed.

Kotvením lanových a tuhých tyčových kotiev v pieskoch pomocou roznášacej kotevnej dosky sa zaoberal F. Cañizal z Univerzity v Cantabria, Španielsko (University of Cantabria, Santander, Spain).

Pre-design of gravity-based sub-structures for offshore wind turbines.

Návrhom zakladania veterných turbín, ich dynamických účinkov, zaťaženia a odozvy konštrukcií pomocou GBS metódy, keď FE metódy výpočtu nie sú použiteľné sa zaoberal D. Abadías z Medzinárodného centra pre numerické metódy v stavitelstve, Barcelona, Španielsko (International Center for Numerical Methods in Engineering, CIMNE, Barcelona, Spain)

Experimental and numerical approaches of the design of geosynthetic reinforcements overlying voids.

Kolektív autorov A. Huckert, P. Villard a L. Briançon z Francúzska (Egis Géotechnique, France) sa zamerali na problematiku návrhu geosyntetických konštrukcií so zohľadnením prepadu podložia. Nakoľko predmetné javy je ťažké modelovať numerickými metódami, zamerali sa na obrátený postup a vypracovali reálne experimentálne simulácie v praxi (model 1:1), ktoré následne previedli do numerických výpočtových modelov.

Three dimensional numerical modelling of tunnels with jet grouting canopy.

Článok od M. Ochmaňského zo Silesiánskej technologickej univerzity, Poľsko (The Silesian University of Technology, Poland) sa zaoberá 3D návrhom razených tunelov s plytkým nadložím v pieskoch za pomoci mikropilótových dáždnikov. Vo svojej práci sa venuje jednak časovému priebehu výstavby, ale aj vplyvu času na parametre navrhovaných konštrukcií, počas životnosti stavby.

Feasibility Study of Random Fibre Reinforced Railway Ballast.

Autori zo Stavebnej a environmentálnej fakulty Sauthamptonskej univerzity, Anglicko (Faculty of Engineering and the Environment, University of Southampton, United Kingdom) O. Ajayi, L. Le Pen, A. Zervos a W. Powrie sa zamerali na zvýšenie únosnosti podkladných vrstiev pre vysokorýchlostné železničné trate. Počas výskumu sa zamerali na testovanie a modelovanie štrkových podkladných vrstiev vystužených geosyntetickými vláknami, ktoré sú vo vrstve orientované náhodne (v miešacom centre).

Geo-Hazards and Urban Planning.

E. Bozo z Polis University, Albania sa zameriava na problematiku návrhu územného plánovania obytných a rekreačných zón vzhľadom na nebezpečenstvo zosuvov pôd. Predmetná práca je aplikovateľná vo veľkom množstve regiónov v Európe.

Rockfall experimental investigation in 3D space.

P. Asteriou z Národnej technickej univerzity v Aténach, Grécko (National Technical University of Athens, Greece) sa venoval vývoju softvéru pre analýzu dopadu padania skál v priestore 3D, nie 2D ako je tomu v obvyklých prípadoch.

South Toulon tube: numerical back-analysis on a monitoring zone.

Široký okruh autorov na čele s J. P. Janin zo spoločnosti Terrasol, Francúzsko v spolupráci s Univerzitou v Grenoble sa zamerali na numerickú analýzu tunelov razených metódou NRTM. Presnejšie sa venovali 3D spätnej analýze deformácií a napätí v primárnom ostení v čase, kedy betón tohto ostena ešte nie je zatvrdnutý.

Comparative numerical modelling of granular soil embankment stability using LEM, FEM, FEM-SPH and DEM approaches.

Autori A. L. Bugea a A. Priceputu zo Stavebnej technickej univerzity v Bukurešti, Rumunsko (Technical University of Civil Engineering Bucharest, Romania) sa venovali obmedzeniam určenia bezpečnostného faktora metód LEM, FEM, FEM-SPH a DEM v procese návrhu nesúdržných horninových násypov.

Shear band localization behind retaining walls.

Kolektív autorov z Bogazici University, Istanbul, Turecko sa venovali mikroskopickej analýze zemín v procese šmykových napätí, aby bolo možné presnejšie pre konkrétne zeminy určiť pravdepodobnosť vznik šmykových trhlín.

V ďalších prácach sa jednotliví delegáti venovali množstvu realizovaných stavieb, dielčích konštrukcií alebo experimentálnych štúdií s využitím novým technológií, ktoré po dostatočných skúsenostiach s nimi budú tvoriť významnú úlohu pri riešení problémov v budúcnosti. Jedná sa prevažne o špeciálnych zakladania na tekutých íloch, návrhové metódy na posudzovanie diskontinuit v skalných masívoch, testoch geosyntetických materiálov a podobne.

5. EYGEC 2015 DURHAM

V dňoch 10.-12.9.2015 sa na pôde Univerzity v Durhame (Durham University) konala 24. Európska konferencia mladých geotechnických inžinierov. Predsedom konferencie bol David Toll. Konferencia bola organizovaná pod záštitou Britskej geotechnickej asociácie (The British Geotechnical Association). Prednášky boli rozdelené do nasledovných 7 sekcií (Sekcia 1 - 7):

- Sekcia 1: Správanie hornín I
- Sekcia 2: Oporné steny
- Sekcia 3: Stabilita svahov
- Sekcia 4: Správanie hornín II
- Sekcia 5: Tunelovanie
- Sekcia 6: Zakladanie I
- Sekcia 7: Zakladanie II

Počas konferencie bolo prezentovaných 37 príspevkov celkovo od 66 autorov z 25 krajín Európy. Českú a Slovenskú spoločnosť pre mechaniku zemín a geotechnické inžinierstvo (ČSSMZGI) na tejto konferencii zastupoval príspevok od V. Tóth, J. Sňahničan a J. Adamec na tému: *Odstránenie havarijného stavu skalných stien a svahov v portálových oblastiach tunelov (Hazard mitigation of rock walls and slope at portals adjacent to tunnels)*. Príspevok pojednáva o pasívnych a aktívnych možnostiach odstraňovania rizík padania skál do portálových oblastí tunelov.

Medzi ďalšími zaujímavými príspevkami boli prezentované nasledovné práce (s názvami prác uvedenými v pôvodnom anglickom jazyku pre ich prehľadnosť), ktoré vystihujú najmodernejšie technológie a trendy vo výskume, návrhu a posudzovaní geotechnických konštrukcií:

Development of a Low Carbon Geopolymer for High Speed Rail.

Riešiteľ úlohy P. Sargent zo spoločnosti AECOM, UK sa zaoberal témou zlepšovania parametrov horninových konštrukcií pomocou polymérnych vlákien, ako alternatíva ku cementovým a vápenným stabilizáciám. Myšlienkou projektu je zníženie environmentálnych vplyvov stavebnej konštrukcie na životné prostredie a zníženie finančných nákladov konštrukcií. Konštrukcia bola testovaná pod vysokorychlostnými traťami a výsledky preukázali zníženie axiálnych posunov zŕn vo vnútri horninovej konštrukcie.

A fully-discrete approach to study the behavior of slope dry-stone retaining walls.

Kolektív autorov v zastúpení J. J. Oetomo z Laboratórií 3SR v Grenobli, Francúzsko (Laboratoire 3SR, Grenoble, France) sa zamerali na posúdení kamenných stien budovaných na sucho, ako výzva pre trvalo udržateľný rozvoj. Nakoľko sú tieto konštrukcie málo prebádané oproti železobetónovým oporným múrom, v praxi sa málo používajú a pri rekonštrukciách objektov sa od nich upúšťa. Výsledky projektu boli porovnávané z rozsiahleho 2D modelu v programe Plaxis a experimentálnych testoch v mierke 1:1.

Seismic response of slopes.

Stabilita zakladania v horských oblastiach je významným problémom, pokiaľ sa jedná o nebezpečenstvo zemetrasenia. Autor štúdie D. Taeseri z ETH, Zürich, Švajčiarsko sa zameriava na modelovanie tohto problému experimentálnou a numerickou metódou. Experimentálne boli testované vplyvy svahov na základy v centrifúge v zmenšenej mierke. Tieto výskumy sú v poslednej dobe veľmi aktuálne, vzhľadom na rozrastajúce sa osídlenie a rozširovanie infraštruktúry v seizmických aktívnych oblastiach so strmými svahmi.

Uncertainties in reference states in the determination and validation of soil parameters.

Riešiteľ E. Schwiteilo z Geotechnického inštitútu v Dresdene, Nemecko (Geotechnical Institute/TU Dresden, Dresden, Germany) sa venoval téme zjednotenia parametrov zemín a hornín. Zjednotené parametre sú vykonané formou kombinovaného zhodnotenia pevnosti šmyku a stlačiteľnosti, nakoľko len z jadrových vrstiev nie je možné určiť správne charakteristiky celého podlažia.

Comparison of block size distribution in rockfalls.

R. Ruiz, J. Corominas a O. Mavrouli z Katalánskej technickej univerzity, Barcelona, Španielsko (Dept. of Geotechnical Engineering and Geosciences / Technical University of Catalonia (UPC), Barcelona, Spain) sa vo svojej práci venovali padaniu skál. Ich výskum sa zameril na spôsoby a dopady skalných úlomkov, ktoré vzniknú pri páde jedného skalného bloku.

DEM modelling of the dynamic penetration process on Mars as a part of the NASA InSight Mission.

Kolektív autorov spolu s J. Pogabskim z Vesmírneho výskumného inštitútu v Grazi (Space Research Institute, Graz, Austria) a Inštitútu pre mechaniku zemín a zakladanie v Grazi, Rakúsko (Institute of Soil Mechanics and Foundation Engineering, Graz, Austria) sa zamerali na skúmanie planéty Mars. Spolupracovali na vývoji časti sondy, ktorá bude skúmať povrch Marsu do hĺbky 5 metrov a poskytne tak bližšie informácie pre potreby zistenia vývoja planéty a možnosti zakladania stavieb na nej.

Reliability analysis of tunnel convergence: Is it worth the effort?

Autori G. Faustino a J. Bilé Serra z Národného stavebného laboratória v Lisabone, Portugalsko (Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisbon, Portugal) sa zamerali na bezpečnosť pri ražbe tunelov. Pozornosť venovali zjednodušeným metódam výpočtov, ktorými sa zohľadňujú zložité javy pri razení tunelov, oneskorenie v osadení a zatuhnutí primárneho ostenia, nadmerné limity deformácie prostredia, ... Taktiež sa zamerali na použitie týchto postupov v metóde konečných prvkov v programe Plaxis.

Predictive tools for the ground deformation induced by EPB tunnelling: a comparative study.

M. Ochmański zo Siliziánskej technologickej univerzity v Gliwici, Poľsko (The Silesian University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of Geotechnics and Roads, Gliwice, Poland) sa zaoberal problematikou návrhu a posúdenia poklesových kotlín nad razenými tunelmi a ich vzťahom ku deformáciám ostenia tunelov pri ražbe. Vďaka dostupnosti údajov z ražby štítovaním v Bangkoku vypracoval analýzu týchto vplyvov a preukázal, že zanedbávanie tohto vplyvu má fatálne následky v praxi.

Tunnel face stability investigation by means of 3D numerical analysis and hand calculations.

Autori R. Lőrincz a D. Borbély z Budapeštianskej technologickej a ekonomickej univerzity, Maďarsko (Budapest University of Technology and Economics, Budapest, Hungary) sa venovali posúdeniu podzemných tunelových stavieb pri obci Bátaapáti, ktoré slúžia na uskladnenie rádioaktívneho odpadu s nízkou a strednou úrovňou radiácie.

Experimental testing and finite element modelling of hybrid foundation systems for offshore wind turbines.

Výskum G. Murphyho z Geotechnickej výskumnej skupiny, Univerzity v Dubline, Írsko (Geotechnical Research Group, University College Dublin, Dublin, Ireland) je zameraný na posúdenie „okrídlených“ pilót. K oceľovým pilótam boli privarené 4 krídla, ktoré majú za úlohu zabezpečiť zvýšenie stability osamelých pilót. Pilóty boli merané s rôznymi veľkosťami, tvarmi a usporiadaním krídel a výsledky boli aplikované do metódy konečných prvkov.

Skin friction of soil displacement threaded piles. What instrumented load test and what design norms say?

Autor Árpád Szerző zo spoločnosti SBR Soletanche Bachy Fundații Ltd, Bukurešť, Rumunsko sa venoval problematike sadania pilót a posúdeniu realizácie závitových vŕtaných pilót. Nakoľko v oblasti týchto pilót nie je k dispozícii veľa výsledkov poľných skúšok, jeho práca pojednáva o posúdení týchto pilót v Rumunsku. Výsledkom jeho práce je určenie presnejšieho odhadu správania týchto pilót v praxi, keď nie je možné vykonanie skúšobných testov tohto typu pilót.

Centrifuge modelling of the installation effects adjacent to an open-ended pile in a layered clay.

M. G. Ottolini z Heerema Marine Contractors SE, Leiden, Holandsko sa zameril na modelovanie a posúdenie plávajúcich pilót v rôznych geotechnických podmienkach. Zameril sa prevažne na posudzovanie deformácií pilót a zmenu pórových tlakov počas a po inštalácii pilót. Jeho výskum za pomoci centrifúgy preukázal, že účinky inštalácie pilót majú vplyv na vytváranie pretlaku pórov a zmenu hydraulického vodivosti v horninách, čo má za následok rozdielne pôsobenie pilót v praxi oproti uvažovanému výpočtu.

Fatigue life calculation of monopiles for offshore wind turbines using a kinematic hardening soil model.

Práca W.J.A.P Beuckelaersa u Univerzity v Oxforde, Anglicko (University of Oxford, Oxford, United Kingdom) sa zamerila na hodnotenie únavovej životnosti osamelých pilót aplikovaných v pieskoch, napríklad pri zakladaní veterných turbín. Jeho návrhová metóda tvorí vhodný nástroj pre posúdenie únavových cyklov týchto pilót.

Influence of Dynamic Load on the Ground Anchors Bearing Capacity.

Autori tejto štúdie I. Markov a A. Totsev z UACEG, Sofia, Bulharsko sa zamerali na posúdenie dynamických účinkov na ťahové a deformačné charakteristiky lanových kotiev. Ich úloha pojednáva o pôsobení dynamických účinkov (napríklad seizmicita) na redukovaní maximálnych ťahových síl, ktoré dokáže tieto kotvy prenášať. Ich výskum bol realizovaný experimentálne v zmenšenej mierke a výsledky boli následne extrapolované.

Topology optimization for the design of geotechnical structures.

Dokument od K. F. Seitzsa z Geotechnického inštitútu a stavebného manažmentu Technologickej univerzity v Hamburgu, Nemecko (Institute of Geotechnical Engineering and Construction Management of the Hamburg University of Technology, Hamburg, Germany) pojednáva o optimalizácii topológie pre 2D navrhovanie základných geotechnických konštrukcií (pilóty a oporné múry) pomocou metódy SIMP. Tá je použiteľná za účelom optimalizácie topologických štruktúr týkajúcich sa deformačného správania v medznom stave použiteľnosti analýzou metódy konečných prvkov. Jeho dokument pojednáva o súčasnom používaní optimalizácie topológie geotechnických konštrukcií.

Ostatné nemenované články boli z drvivej väčšiny zamerané na nové alternatívne ekologickejšie návrhy geotechnických konštrukcií. Je evidentné, že tento posun vpred sa prenáša na mladých geotechnikov už počas štúdia. Je preto možné očakávať, že za pár rokov dôjde ku výrazným zmenám zaužívaných konštrukčných prvkov, ktoré nie sú priaznivé ku životnému prostrediu.

6. GEOTECHNIKA NA SLOVENSKU

Tak ako v Európskych krajinách a vyspelých krajinách vo svete, aj na Slovensku môžeme byť spokojný s priebehom vzdelávania mladej generácie. Avšak každé zaváhanie a „zaspatie na vavrínoch“ má v dnešnej rýchlej dobe veľké negatívne dopady na budúcnosť. Je nutné poznamenať, že technologické vybavenie a ekonomické možnosti jednotlivých stavebných fakúlt nedosahujú úroveň vybavenia špičkových univerzít vo svete, avšak taktiež nie je nutné sa za nič hanbiť. Kvalitou mladých geotechnikov, ktorí vychádzajú zo škôl na Slovensku je možné sa pochváliť aj vo svete. Zo záverečných diplomových a dizertačných prác absolventov našich vysokých škôl je zrejmé, že priblíženie sa geotechniky k novým trendom a poznatkom je aktuálnou témou aj na Slovensku. Či sa už jedná o zakladanie stavieb, analýzy geotechnických konštrukcií alebo skúšanie nových materiálov.

7. GEOTECHNIKA VO SVETE

Tak ako v Európe, aj na ďalších kontinentoch, geotechnika zohráva významnú rolu v procese navrhovania a výstavby stavebných konštrukcií. Jej vplyv narastá, a menia sa aj oblasti jej

aplikácie. Či už sa zameriava viac na zosuvy pôd ako napríklad v Indii, či už na seizmicitu ako v Japonsku a USA alebo na zakladanie vysokých budov a podzemných stavieb vo všetkých veľkých metropolách najmä na africkom kontinente.

Pre prehľad uvádzam posledné zisťované údaje, ktorým sa venujú mladý geotechnici vo svojich reálnych prácach v USA :

- | | |
|--|------|
| - Riešenie geotechnických environmentálnych problémov | 24 % |
| - Sledovanie a hodnotenie parametrov zemín a hornín | 24 % |
| - Hĺbkové zakladanie, tunely, podzemné stavby | 19 % |
| - Návrh zlepšenia základových pláni a geosyntetika | 11 % |
| - Výpočtové modely a numerické metódy | 11 % |
| - Skúšky In-situ a sledovanie dynamických účinkov na horniny | 6 % |
| - Geotechnika v oblasti morí a vodohospodárskych stavieb | 5 % |

8. ZÁVER

Vyššie uvedené štúdie mladých geotechnikov ukazujú, že uplatnenie sa geotechniky bude v budúcnosti čím ďalej tým aktuálnejšie. Nové poznatky a nové technológie stále viac rozširujú túto oblasť stavebníctva. Nové trendy uplatňujú geotechniku aj v procese získavania geotermálnej energie a pri využívaní obnoviteľných zdrojov. Nové mikroskopické analýzy hornín preukazujú presnejšie dôsledky správania sa hornín. V rámci geotechnického inžinierstva sa čoraz viac zameriavame na zníženie negatívnych environmentálnych vplyvov na životné prostredie a taktiež sa rozširujú a vytvárajú nové moduly výpočtových programov o výsledky experimentálnych štúdií. Všetky tieto postupy nám dokážu presnejšie určiť aj časový vplyv horninového prostredia na stavebné konštrukcie počas realizácii stavieb a počas ich životnosti.

A na úplný záver to najdôležitejšie. V celom článku boli uvádzané práce mladých geotechnikov a ich význam pre budúcnosť v tejto oblasti stavebníctva. No nezabúdame a nikdy nesmieme zabudnúť na veľký prínos našich skúsenejších kolegov, ktorí sa podieľali na vzniku, začiatku a rozvoji tohto krásneho odvetvia stavebníctva v minulosti a súčasnosti. A za to Vám ďakujeme.



Obrázok 1 – EYGEC Barcelona 2014



Obrázok 2 – EYGEC Durham 2015