

## STATICKE ZATAZOVACIE SKUSKY

Pre posúdenie únosnosti predpokladanej zemnej pláne električkovej trate, ako aj podložia násypových telies cestných križovatiek, boli na úlohe „Nosný systém MHD, prevádzkový úsek Janíkov dvor – Šafárikovo námestie v Bratislave, 2. časť Bosákova ulica – Janíkov dvor, podrobný inžinierskogeologický prieskum“ realizované na 37 skúšobných miestach súčasne tak dynamické ako aj statické zaťažovacie skúšky. Zatiaľ čo 37 ks dynamických zaťažovacích skúšok zabezpečili pracovníci Výskumného a vývojového ústavu železníc – Žilina, 37 ks statických zaťažovacích skúšok vykonali pracovníci CAD-ECO a.s. Bratislava – Ing. J. Bohyník, Ing. M. Sinak, M. Šimek a Mgr. M. Borovský.

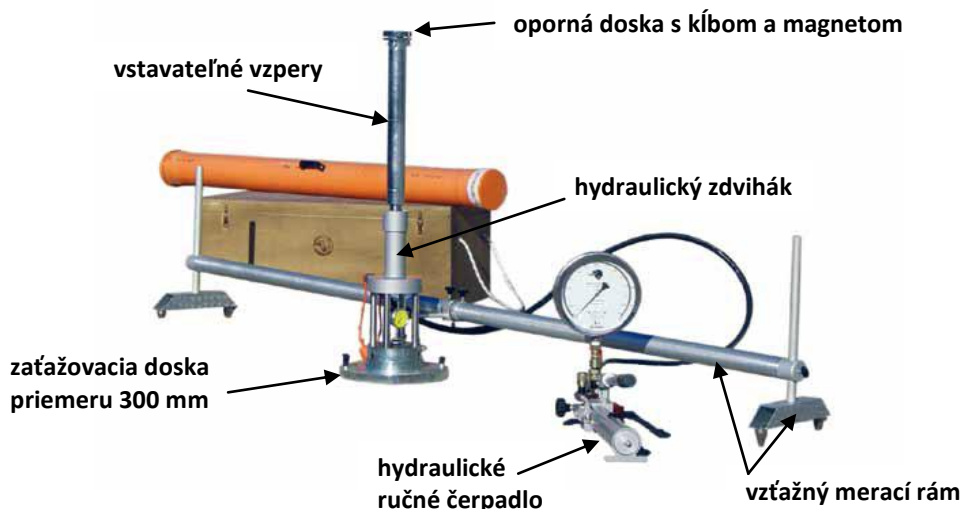
Všetky statické zaťažovacie skúšky boli realizované v dňoch 20. – 24. 9. 2010 v kopaných šachticiach hĺbky 0,40 m za pomoci plne naloženého nákladného automobilu a skúšobného zariadenia od talianskej firmy Tecnotest (plate load tester TB 637).

Uvedená realizácia súboru zaťažovacích skúšok (statických a dynamických) v približne rovnakých podmienkach nám poskytla možnosť získania zaujímavých korelačných vzťahov, ktoré bližšie opisujeme pri vyhodnotení dynamických zaťažovacích skúšok.

### STATICKÁ ZATAZOVACIA SKUSKA - vseobecne

Spočíva vo vyvodzovaní požadovaného merného tlaku na tuhú zaťažovaciu dosku kruhového prierezu priemeru 300 mm pomocou hydraulického zdviháka za účelom zistenia únosnosti konštrukčných vrstiev a podložia násypových telies dopravných stavieb, skládok odpadu, vodohospodárskych, priemyselných a iných stavieb, resp. zeminy podložia v prirodzenom uložení.

#### Lahká statická zaťažovacia zostava



Na úlohe „Nosný systém MHD, prevádzkový úsek Janíkov dvor – Šafárikovo námestie v Bratislave, 2. časť Bosákova ulica – Janíkov dvor,“ sme v plnom rozsahu dodržali zásady a technologický postup prípravy a realizácie statických zaťažovacích skúšok s uplatnením zaťažovacej dosky priemeru 300 mm, digitálnych indikátorov s rozsahom 50 mm s presnosťou 0,01 mm a vhodného vzťažného meracieho rámu od talianskej firmy Tecnotest.

Skúšobné miesto na uvedenej úlohe predstavovala tak zemina v prirodzenom uložení, ako aj upravená – pravdepodobne redeponovaná a rekultivovaná vrstva zeminy vo forme navážky, kde ojedinelé bol výskyt stavebného odpadu (zvyšky tehly, betónu, železa a pod.).

### Montáž skúšobného zariadenia

Povrch testovanej vrstvy jemnozrnných, piesčitých a štrkovitých zemín bol nenarušený a rovný, pričom prípadné nerovnosti sme vyrovnali suchým rovnozrnným kremičitým pieskom.

Už v štádiu prípravy skúšobného miesta sme mali snahu eliminovať vplyv výraznejšej heterogenity – nevhodných navážok a sústredili sme sa na miesta redeponovanej zeminy bez väčšieho obsahu stavebného odpadu. Striktne sme dodržiavali podmienku inštalácie zaťažovacej dosky, ktorá spĺňala kritériá dostatočnej tuhosti (v zmysle STN 73 6190) vo vodorovnej polohe. Montáž skúšobného zariadenia po osadení zaťažovacej dosky pokračovala kompletizáciou jednotlivých prvkov zaťažovacej zostavy (vstavateľné vzpery, hydraulický zdvihák a oporná doska s kĺbom a magnetom). Príprava zaťažovacej skúšky bola ukončená po osadení vzťažného meracieho rámu, ktorého rozopretie a stabilizáciu zabezpečovali vysúvateľné hrotové podpery.

Na meracom ráme sme namontovali kĺbový držiak s mechanickým snímačom deformácií (digitálne indikátory) s rozsahom 50,00 mm a presnosťou 0,01 mm. Meranie zatlačania dosky sme vykonali ako jednobodové. Ukončením montáže skúšobného zariadenia – jeho rozopretím o rám naloženého nákladného vozidla sme splnili aj podmienku minimálnej vzdialenosti podpery protizávaže od okraja dosky.

### Realizácia zaťažovacej skúšky

Pred začatím zaťažovacej skúšky, keď došlo k rozopretiu skúšobného zariadenia – zaťažovacej zostavy o rám nákladného vozidla s protizávažou pomocou minimálneho aktivačného tlaku – 0,01 MPa vyvođeného hydraulickým čerpadlom na dobu 30 sekúnd, sme dosku úplne odľahčili. Následne sme mechanický snímač deformácií vyregulovali do nulovej polohy a začali s vyvodzovaním zaťaženia v 2 zaťažovacích a v 2 odľahčovacích cykloch. Uplatňovali sa pritom 4 zaťažovacie stupne a 4 odľahčovacie stupne s maximálnym kontaktným napätím 0,20 MPa. Vzrast zaťaženia z jedného stupňa na druhý bol pozvoľný a na každom stupni sa musel udržiavať bez kolísania až do ustálenia deformácie, čo predstavovalo, že v priebehu 5 minút bola zmena  $\leq 0,05$  mm. Zatiaľ čo v prvom zaťažovacom cykle dochádzalo k dotlačaniu jednotlivých prvkov zaťažovacej zostavy vrátane dosadenia zaťažovacej dosky na kontakte so skúšaným horninovým prostredím, **druhý zaťažovací cyklus**, ktorý nasledoval ihneď po doznení odľahčenia, už poskytol reálny obraz o pretvárných charakteristikách skúšanej zeminy (fluviálne náplavy), resp. navážky po rekultivácii záujmového územia.

### Vyhodnotenie zaťažovacej skúšky

Pri vyhodnotení modulu pretvorenia  $E_{def}$  sme vychádzali zo základnej rovnice:

$$E_{def} = \frac{\pi}{2}(1 - \nu^2) \cdot r \cdot \frac{\Delta p}{\Delta y}$$

kde:

- $\nu$  - Poissonovo číslo (upresňuje sa podľa výsledkov granulometrickej analýzy zeminy, resp. sypaniny, odobratej zo skúšobného miesta v zmysle STN 73 1001);
- $\Delta p$  - zmena kontaktného napätia z 0,1 na 0,2 MPa pri druhej zaťažovacej vetve;
- $r$  - polomer zaťažovacej dosky v m;
- $\Delta y$  - zmena zatlačenia zaťažovacej dosky v m, pri zmene napätia  $\Delta p$ .

Nasledovná tabuľka 1 poskytuje sumárny prehľad o realizovaných statických zaťažovacích skúškach.

Prehľad realizovaných statických zaťažovacích skúšok

Tabuľka 1

Označ. miesta	Zatriedenie zeminy STN 73 1001 (vizuálne)	Poissonovo číslo	Modul $E_{def}$ (MPa)	Dátum realizácie	Hĺbka (m)	Poznámka/objekt
ZS-1	F2/CG	0,35	18,06	20.9.2010	0,4	
ZS-2	G5/GC	0,30	142,94	20.9.2010	0,4	Navážka
ZS-3	G1/GW	0,20	105,21	20.9.2010	0,5	
ZS-4	F4/CS	0,35	37,94	20.9.2010	0,4	
ZS-5	F4/CS	0,35	23,90	20.9.2010	0,4	
ZS-6	S3/S-F	0,30	20,92	21.9.2010	0,4	
ZS-7	G3/G-F	0,25	81,81	21.9.2010	0,4	
ZS-8	G4/GM	0,30	57,95	21.9.2010	0,4	
ZS-9	F2/CG	0,35	32,06	21.9.2010	0,4	
ZS-10	F2/CG	0,35	35,65	21.9.2010	0,4	
ZS-11	F4/CS	0,35	7,38	21.9.2010	0,4	Redeponovaný materiál
ZS-12	G2/GP	0,20	80,78	21.9.2010	0,4	
ZS-13	F6/CI	0,40	31,67	22.9.2010	0,4	
ZS-14	F4/CS	0,35	29,96	21.9.2010	0,4	
ZS-15	G4/GM	0,30	49,29	22.9.2010	0,4	Redeponovaný materiál
ZS-16	G3/G-F	0,25	98,17	22.9.2010	0,4	
ZS-17	F1/MG	0,35	41,35	22.9.2010	0,4	
ZS-18	F4/CS	0,35	51,69	22.9.2010	0,4	
ZS-19	G5/GC	0,30	64,97	22.9.2010	0,4	
ZS-20	S5/SC	0,35	78,02	22.9.2010	0,4	
ZS-21	G4/GM	0,30	112,85	22.9.2010	0,4	
ZS-22	G4/GM	0,30	64,00	23.9.2010	0,4	
ZS-23	F8/CH	0,42	12,17	22.9.2010	0,4	
ZS-24	G5/GC	0,30	49,29	23.9.2010	0,4	
ZS-25	F4/CS	0,35	48,08	22.9.2010	0,4	Redeponovaný materiál
ZS-26	F2/CG	0,35	57,43	23.9.2010	0,4	
ZS-27	F1/MG	0,35	37,25	23.9.2010	0,4	
ZS-28	G5/GC	0,30	64,00	23.9.2010	0,4	
ZS-29	F1/MG	0,35	20,27	23.9.2010	0,4	
ZS-30	F1/MG	0,35	29,33	23.9.2010	0,4	
ZS-31	G5/GC	0,30	55,69	23.9.2010	0,4	
ZS-32	G3/G-F	0,25	90,16	23.9.2010	0,4	
ZS-33	G5/GC	0,30	97,46	24.9.2010	0,4	
ZS-34	S2/SP	0,28	27,14	24.9.2010	0,4	
ZS-35	F2/CG	0,35	29,75	24.9.2010	0,4	
ZS-36	G4/GM	0,30	64,97	24.9.2010	0,4	
ZS-37	F7/MH	0,40	10,42	24.9.2010	0,4	Redeponovaný materiál

Zatriedenie testovaných zemín v zmysle STN 73 1001 sme vykonali na základe odobratých vzoriek z podložia zaťažovacej skúšky.

Záznamy o priebehu jednotlivých statických zaťažovacích skúšok s ich pracovným diagramom sú uvedené v prílohe č. 1-37.

Celkovo možno hodnotiť výsledky statických zaťažovacích skúšok nasledovne:

- preukázali modul pretvorenia  $E_{\text{def}}$  v prevažnej väčšine skúšobných miest v reálnych hodnotách a v zhode s výsledkami granulometrickej analýzy a zatriedenia v zmysle STN 73 1001;
- ojedinelý výskyt anomálnych hodnôt  $E_{\text{def}}$  bol spôsobený výraznou heterogenitou lokálnych navážok obsahujúcich rôznorodý stavebný odpad (úlomky tehál, betónu a železa) pod zaťažovacou doskou;
- určitý nesúlad zistených deformačných parametrov so zatriedením v zmysle STN 73 1001 bol v nepatrnom rozsahu odrazom menej charakteristických odobratých vzoriek.

Návrh zlepšenia základových pomerov pláne električkovej trate a podložia plánovaných násypov mimoúrovňových cestných križovatiek si vyžiada selektívny prístup k úprave základovej škáry. Za účelom eliminácie nerovnomerného sadania pri výskyte štrko-piesčitého materiálu bude postačujúce len dôsledné prehutnenie. Pri výskyte súdržných – menej únosných zemín bude potrebné vykonať v základovej škáre úpravu (napr. stabilizáciou) alebo výmenu za materiál štrkopiesčitý s prehutnením, resp. s aplikáciou geodosky, geomreže a pod..

V Žiline 29. 10. 2010

Ing. Július Bohyník, v.r.