



Žilinská univerzita v Žiline
Stavebná fakulta

Študentská vedecká odborná činnosť
Akademický rok 2011-2012

**Prednosti technológie TDR pre monitorovanie svahových
deformácií na dopravných stavbách**

Meno a priezvisko študenta : **Bc. Ladislav Stolárik**

Ročník a študijný program : **Ing., 1. rok, cestné stavitel'stvo**

Vedúci práce : **doc. Ing. Marián Drusa, PhD.**

Katedra : **geotechniky**

Žilina : **26.04.2012**

Obsah

Obsah.....	2
Anotácia.....	3
1 Úvod	4
2 Geotechnický monitoring	4
3 Vznik a prvé využívanie TDR	5
3.1 Princíp metódy TDR	5
3.2 Výhody technológie TDR.....	8
3.2.1 Ekonomická výhodnosť.....	8
3.2.2 Diaľkový zber dát	8
3.2.3 Kombinované merania na obvode inklinometrickej výpažnice	9
3.2.4 Možnosť inštalácie v neprístupnom teréne penetračným sondovaním ...	9
3.2.5 Časová náročnosť.....	9
3.2.6 Bezpečnosť zberu dát.....	10
3.2.7 Spracovanie dát.....	10
4 Monitoring svahových deformácií v obci Chrenovec – Brusno	10
4.1 Geologická stavba zosuvného územia a blízkeho okolia.....	10
4.2 Vrt J-1.....	11
4.3 Vrt J-2.....	12
4.4 Penetračná sonda Ps-1	12
4.5 Hydrogeologické pomery	13
5 Záver	13
6 Použitá literatúra:	14

Anotácia

Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta

Katedra geotechniky

Študentská vedecká odborná činnosť – názov: Prednosti technológie TDR pre
monitorovanie svahových
deformácií na dopravných
stavbách

Titul (y) Meno Priezvisko autora: Bc. Ladislav Stolárik

Akademický rok: 2011/2012

Počet strán: 17

Počet obrázkov: 9

Počet tabuliek: 0

Počet grafov: 4

Počet príloh: 4

Použitá literatúra: 6

Anotácia v slovenskom jazyku:

Cieľom práce je poukázať na technológiu TDR (Time Domain Reflectometry) a jej prednosti v praxi, pri monitorovaní podpovrchových svahových deformácií. Sú v nej spomenuté základné princípy merania a príslušenstvo potrebné na jeho vykonanie. Výsledkom meraní sú odrazové krivky, ktoré navzájom porovnávame a na základe ktorých dokážeme presne a rýchlo určiť šmykovú zónu s rýchlosťou svahovej deformácie. Technológiou TDR dokážeme okrem merania podpovrchových deformácií merať aj hladinu a pórový tlak podzemnej vody. V práci sme sa zaoberali lokalitou Chrenovec-Brusno, kde sú umiestnené tri monitorovacie vrty a v rámci vedeckej činnosti sme na tomto území vykonali merania, ktorých výsledky sú prezentované v dokumente.

Anotácia v anglickom jazyku:

The work is to present the technology of TDR (Time Domain Reflectometry) and its advantages in practice, the monitoring of subsurface slope deformations. They mentioned it in the basic principles of measurement and equipment necessary for its implementation. Measurement results are reflection curves to compare with each other and to the following those can accurately and quickly determine the shear zone at the slope deformation. TDR technology can measure subsurface deformations in addition to measuring the level of pore pressure and ground water. In this work we deal with Chrenovec-Brusno location, where are the three monitoring wells and the scientific activities in this area, we made measurements; the results are presented in this student work.

1 Úvod

Svahové pohyby patria popri zemetraseniach a povodniach k najobávanejším geodynamickým (prírodným) javom, ktoré negatívne ovplyvňujú vývoj ľudskej spoločnosti a často priamo ohrozujú životné prostredie človeka, jeho majetok a v extrémnych prípadoch aj život.

Skúsenosti zo zahraničia, ale aj domácej praxe poukazujú na to, že stabilizácia vzniknutých alebo aktivovaných svahových pohybov, ako je odstránenie ich dôsledkov, je technicky i ekonomicky podstatnejšie náročnejšia, než prevencia, vychádzajúca z poznania vývoja stabilného stavu svahov a zo znalosti príčin jeho zmien. Získavanie takýchto informácií možno zabezpečiť monitorovaním rôznych prejavov svahových pohybov alebo stavu týchto činiteľov, ktoré stabilný stav svahov najviac ovplyvňuje. Po viacerých skúsenostiach preukazujúcich význam a dôležitosť monitorovania stabilného stavu svahov prevláda v súčasnosti snaha vybudovať monitorovaciu sieť, ako súčasť každej väčšej stavby, ktorej výstavba i prevádzka môže byť ohrozená svahovými pohybmi. [5]

2 Geotechnický monitoring

Geotechnický monitoring je súhrn činností zameraných na zisťovanie stavu spolupôsobenia stavebnej konštrukcie s horninovým (okolitým) prostredím a sledovanie vývoja tohto stavu v čase a priestore.

Metódy geotechnického monitorovania svahov zosuvov členíme na:

a) Meranie posunov

Metóda je založená na meraní posunov bodov monitorovacej siete v určitých časových intervaloch. Na meranie posunov bodov sa používa viacero metód, najpoužívanejšie z nich sú *terestické geodetické metódy*. Technológie meraní sú napríklad *LiDAR (Light Detection And Ranging)*, *SAR (Synthetic Aparatur Radar)* a iné.

b) Meranie deformácií

Metóda je podobná ako meranie posunov, ale rozdiel je v meraní deformácií v podpovrchových polohách zosuvných plôch. Na meranie deformácií sa používa *metóda presnej inklinometrie* a z modernejších metód sú to technológie *Trivic* alebo *metóda časovej reflektometrie (Time Domain Reflectometry – TDR)*.

c) Meranie napätostného stavu

Podstata metódy je založená na meraní zmeny napätostného stavu prostredia pred vlastným zosuvným pohybom. Používané metódy sú merania *povrchových reziduálnych napätí*, alebo metóda merania *poľa pulzných elektromagnetických emisií*, ktorá umožňuje identifikovať miesta koncentrácie napätí v rôznych hĺbkach meraného vrstu.

d) Meranie zmien zosuvných faktorov

V rámci merania zmien faktorov zosuvov sústreďujeme pozornosť na režimové pozorovanie zmien úrovne hladiny podzemnej vody v pozorovacích objektoch a zmien výdatnosti odvodňovacích zariadení. Merania *pórových tlakov, vodné hodnoty snehovej pokrývky, pôdna vlhkosť* a mnohé iné. [3]

3 Vznik a prvé využívanie TDR

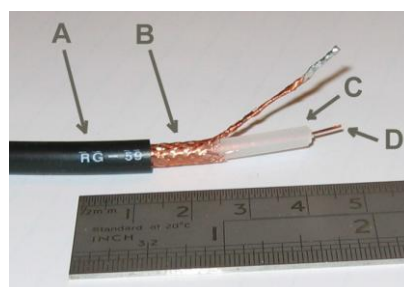
Prvé využitie technológie časovej reflektometrie (*Time Domain Reflectometry - TDR*) bolo uskutočnené v 50-tych rokoch minulého storočia. Pôvodne bola vyvinutá táto metóda pre potreby telekomunikačného a energetického priemyslu, na lokalizáciu miest porušenia telekomunikačných káblov a potrubí. Na konci 70-tych a počas 80-tych rokov Americký banský úrad (U.S. Bureau of Mines) používal technológiu TDR na lokalizáciu a monitorovanie výskytu poruchových trhlin v stropoch banských štôlní.

Začiatkom 90-tych rokov Kalifornský úrad dopravy (Caltrans) vykonal rozsiahly výskum na aplikáciu TDR metódy pri monitorovaní zosuvov pôdy. Výsledky výskumu a úsilie Amerického banského úradu (U.S. Bureau of Mines) viedlo k enormnému záujmu geotechnickej a geologickej komunity využívať technológiu TDR pre svahový monitoring. [6]

V súčasnosti pomocou TDR technológie monitorujeme zosuvné svahy, na ktorých dokážeme lokalizovať šmykovú plochu, ich hĺbku a rýchlosť deformačných pohybov. Ďalej dokážeme lokalizovať hĺbku a zmeny hladín podzemnej vody v priebehu času. Technológia časovej reflektometrie dopĺňa alebo úplne nahrádza inklinometrické a piesometrické merania svahových deformácií.

3.1 Princíp metódy TDR

Generátor elektromagnetického signálu vysiela napäťové impulzy (100-300 impulzov za sekundu) do káblu, ktorý je zainjektovaný vo vrte. Na tento účel je vhodný koaxiálny kábel s metalickým alebo plastovým povrchom. Koaxiálny kábel je elektrický kábel zložený z vodiča obaleného izolačnou vrstvou, ďalšou kovovou tieniacou vrstvou a celkovou izoláciou. Schéma koaxiálneho káblu je znázornená na Obr. 1



- A - Plášť
- B - Vodivé opletenie
- C - Dielektrikum
- D - Vnútorňý vodič

Obr. 1 Schéma koaxiálneho kábla

Vyslaný napäťový impulz, ktorý prechádza vodičom indukuje magnetické pole, ktoré je charakterizované induktanciou L . Množstvo preneseného náboja vodičom je závislé na rezistancii R , ktorá určuje stratu energie. Rozdiel napätia medzi vonkajším a vnútorným vodičom je určený kapacitou vodiča C .

Dôležitým káblovým parametrom je charakteristická impedancia Z_o , ktorá je definovaná ako funkcia káblovej indukčnosti L a kapacity C (1).

$$Z_o = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (1)$$

Nepoškodený kábel má približne konštantnú impedanciu po celej dĺžke. Ak impulz narazí na zlom alebo deformáciu v kábli, je odrazený. Má to za následok zmena impedancie Z_t v danom mieste. Čas, za ktorý sa vyslaný impulz vráti, pri známej rýchlosti šírenia elektromagnetickej energie v kábli, presne lokalizuje miesto poškodenia. Pomerná veľkosť a rýchlosť posunu v čase a mieste lokalizuje zónu deformácie, ktorá môže byť presne a ihneď určená. Odrazený elektrický signál vo vzdialenosti x pozdĺž kábla je analyzovaný v danom časovom okamihu s príslušnými okrajovými podmienkami a je definovaný vzťahom (2).

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x \partial t} = (L \cdot C) \frac{\partial^2}{\partial t^2} \quad (2)$$

Zmena a pokles napätia V je zapríčinený tokom elektrického prúdu, ktorý prechádza daným úsekom so zmenenými káblovými parametrami induktancie ($L\Delta x$), prírastkovej rezistancie ($R\Delta x$), vodivosti ($G\Delta x$) a kapacity ($C\Delta x$). Spojením týchto parametrov vznikne vzťah (3).

$$\frac{\partial^2 I}{\partial x} - (Ls + R)(Cs + G)I = 0 \quad (3)$$

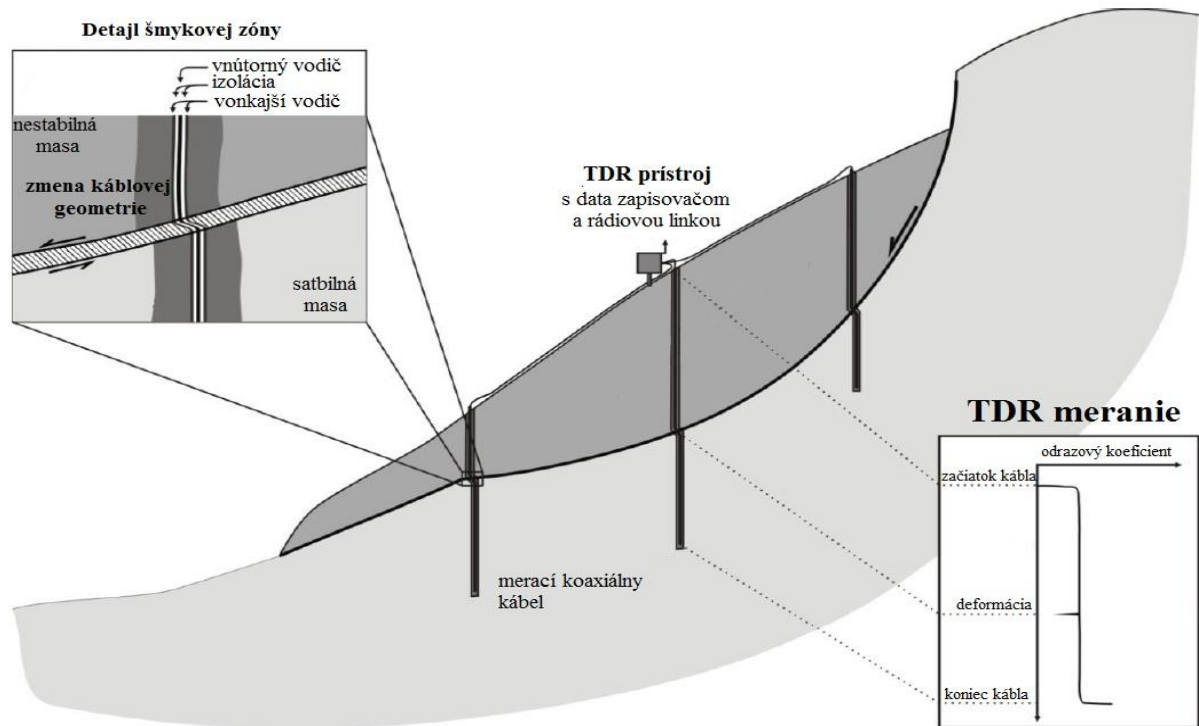
Koeficient odrazu ρ_r je definovaný ako pomer medzi odrazeným impulzom V_r a vyslaným impulzom V_i (4). Pomocou káblového detektora signálu môžeme graficky analyzovať koeficienty odrazu a zmena odrazového koeficientu sa prejaví v grafe ako tzv. skok.

$$\rho_r = \frac{V_r}{V_i} \quad (4)$$

Dôležitým káblovým parametrom na určenie vzdialenosti miesta odrazu resp. miesta porušenia je rýchlosť šírenia elektromagnetického signálu v kábli daného vzťahom (5).

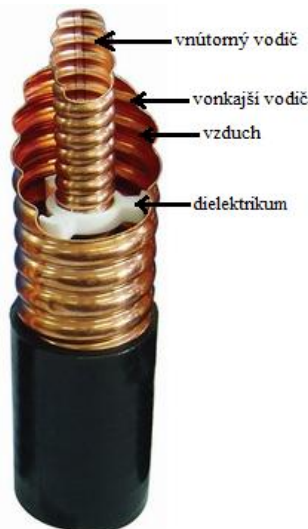
$$v_p = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (5)$$

Veľkosť, závažnosť a typ porušenia môžeme určiť na základe odrazového koeficientu ρ_r . Obvykle môžu nastať dva extrémne prípady. Prvý, $\rho_r = -1$, nastane vtedy, keď sa vonkajší a vnútorný vodič koaxiálneho kábla dotýkajú (šmykové namáhanie) a druhý, $\rho_r = +1$, nastane vtedy, keď je kábel pretrhnutý alebo ukončený.



Obr. 2 Ilustrácia technológie TDR pri meraní podpovrchových deformácií.

Okrem svahových deformácií môžeme pomocou technológie TDR merať aj hladinu podzemnej vody, za použitia špeciálneho koaxiálneho kábla pozostávajúceho z dvoch medených vodičov, navzájom oddelených vzduchom a dielektrikom (Obr.3). Meranie hladiny podzemnej vody je na princípe piezometra. Pokiaľ sa voda pohybuje hore alebo dole v koaxiálnom kábli, spôsobuje zmenu permitivity medzi dvoma vodičmi. Vyslaním elektromagnetického impulzu po kábli dokážeme určiť miesto medzi vzdušným a vodným prostredím a presne lokalizovať hladinu podzemnej vody a pórový tlak. [1, 2]



Obr. 3 Schéma koaxiálneho kábla určeného na meranie hladiny podzemnej vody.

3.2 Výhody technológie TDR

V geotechnike má monitoring pomocou technológie TDR mnohé výhody, medzi základné patria jednoduchosť, ekonomická výhodnosť, vhodnosť pre diaľkový zber dát.

3.2.1 Ekonomická výhodnosť

V porovnaní s klasickou inklinometriou, je hlavná výhoda spočívajúca v cene materiálu kábla oproti špeciálnej inklinometrickej rúre z materiálu HDPE. Cena koaxiálneho kábla sa pohybuje okolo 30-50 eurocentov za meter a cena inklinometrickej výpažnice 10 – 15 Eur za meter. Cena elektronického vybavenia je pri jednej aj druhej metóde monitoringu porovnateľná, pohybuje sa okolo 7 000 Eur. Avšak s TDR aparátúrou tu nie je riziko straty alebo zničenia mechanického inklinometru zapríčineného ohnutím alebo poškodením pri manipulácii vo vrte.

3.2.2 Diaľkový zber dát

Pri meraní na diaľku používame dátové zapisovače, ktoré hodnoty odčítavajú v reálnom čase (Obr. 4). V ťažko prístupnom teréne sa používajú zariadenia bez potreby navštevovania meracieho miesta a namerané hodnoty bezdrôtovo vysielajú do centrálného zberača dát. Napájanie sústavy je možné zo solárnych panelov.



Obr. 4 Automatický zber údajov

3.2.3 Kombinované merania na obode inklinometrickej výpažnice

Koaxiálny kábel je možné pripojiť na vonkajšiu stranu inklinometrického obalu. Pri veľkej miere deformácie inklinometra, keď sa už stáva nepoužiteľným, môže ešte TDR monitorovací kábel poskytovať relevantné informácie.



Obr. 5 Upevnenie koaxiálneho káblu s inklinometrickým obalom

3.2.4 Možnosť inštalácie v neprístupnom teréne penetračným sondovaním

V oblastiach strmých svahov, neprístupných miest v okolí stavieb, v hustých lesných porastoch a pod., je možnosť inštalovania TDR inklinometrov a piezometrov pomocou statickej alebo dynamickej penetrácie.

3.2.5 Časová náročnosť

Meranie môže byť vykonávané v ľubovoľných časových intervaloch, podľa potreby monitoringu. Čas jedného merania trvá cca 5 min bez ohľadu na to do akej hĺbky chceme merať, pričom meranie inklinometrom trvá na jednom mieste približne 30 min a tento čas sa mení v závislosti od hĺbky merania. Viacnásobným prepojením jednotlivých káblov môžeme dosiahnuť centrálné stanovisko, z ktorého môžeme monitorovať viacej sond naraz. S úsporou času je spojená aj úspora ľudí potrebných na meranie.

3.2.6 Bezpečnosť zberu dát

Zber dát s TDR-kom môže byť vykonávaný z bezpečnej lokality, ba dokonca aj z pohodlia kancelárie. Nie je potrebné vyslať človeka na miesto, kde prebieha monitoring a lokalita je v kritickej fáze pred zosuvom.

3.2.7 Spracovanie dát

V mnohých nestabilných svahových situáciách sa kladú otázky, na ktoré je potrebné rýchlo odpovedať: Je tam pohyb? Kde je pohyb? Aký rýchly je pohyb?. TDR poskytuje rýchlu odpoveď na tieto otázky. Z odrazovej krivky vieme rýchlo určiť miesto a veľkosť deformácie. [6]

4 Monitoring svahových deformácií v obci Chrenovec – Brusno

4.1 Geologická stavba zosuvného územia a blízkeho okolia

Obec Chrenovec-Brusno sa nachádza na Slovensku v okrese Prievidza. Na geologickej stavbe územia sa podieľajú paleogénne horniny, konkrétne hutianskeho a zubereckého súvrstvia. Ide o ílovce, premenlivo vápenité, ojedinele sa v nich vyskytujú tenké lavičky pieskovcov alebo drobnozrnných brekcií. Smerom do nadložia, súvrstvie nadobúda charakter typického flyšu, pričom sa pravidelne striedajú pieskovce a ílovce.

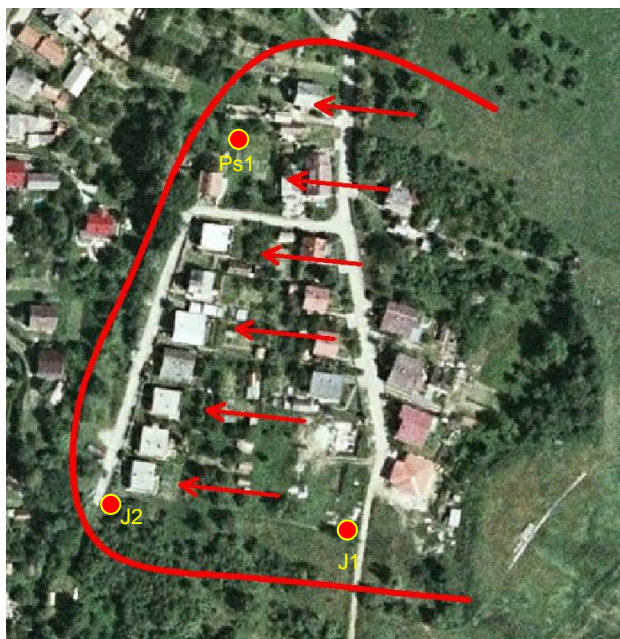
Najvyššia časť paleogénneho súvrstvia je budovaná rozhraním paleogénu a neogénu, konkrétne pieskovcami bielopotockého typu. Ide o vrstvy, ktoré zakončujú paleogénny sedimentačný cyklus a sú uložené na hutianskom a zubereckom flyši.

Kvartér je reprezentovaný zvetralinami paleogénneho podkladu, konkrétne kyprými ílmi premenlivej konzistencie a sutinami, ktoré tvoria úlomky pieskovcov a ílovcov.

Grafický geologický profil je znázornený v Prílohe 1.

Na území bol geologický profil overený dvoma jadrovými vrtmi (vrt J1, vrt J2) a jedným penetračným sondovaním (Ps-1). Tieto určili reprezentantom kvartéru eluviálno-deluviálne zeminy do hĺbky 1,0-1,3 m. Pod touto vrstvou sa vyskytujú íly, ktoré sú stredne až vysoko plastické, miestami piesčité, šmuhovité, niekedy so znakmi vrstevnatosti. Konzistencia ílov sa mení od pevnej až po mäkkú, podľa vplyvu vody. Hrúbka tejto vrstvy je pomerne značná, okolo 6,60 m.

Pod touto relatívne kyprou zónou bolo zistené pevné až tvrdé, modrosivé ílovcové podložie. Overené bolo do hĺbky 8,00 m resp. 10,00 m. Z penetračnej sondy vyplýva, že do tejto hĺbky sú ílovce rovnírodé, s rovnakými vlastnosťami.



Obr. 6 Smer svahového pohybu a situácia monitorovacích vrtov

4.2 Vrt J-1

Vrt s monitorovacím príslušenstvom je umiestnený v hornej časti svahu, tesne pod najväčšou zaregistrovanou hranou zosuvu s hĺbkou 10,00 m. Následne bola do vrtu osadená rúra priemeru 50 mm, na ktorej bol uchytený koaxiálny kábel a slúžila pre fixáciu kábla počas inštalácie do vrtu a tuhnutia zálievky po celej výške s ilocementu. Vyústenie kábla je osadené v obetónovanej chráničke s uzamykateľným poklopom, v ktorej je 1,9 m kábla nad terénom.



Obr. 7 Inštalácia koaxiálneho kábla do vrtu J1

4.3 Vrt J-2

Vrt s monitorovacím príslušenstvom je umiestnený tesne nad terasovým stupňom potoka a je hlboký 8,0 m. V tomto prípade bola použitá odlišná metóda inštalácie, pričom do vrtu bol spustený koaxiálny kábel so závažím na konci dĺžky 9,04 m. Vrt bol utesnený zálievkou po celej výške, vo vrchnej časti zabetónovaný. Chránička s krytom bola 0,50 m nad terénom.



Obr. 8 Aparatúra, ktorou sa vykonávajú merania

4.4 Penetračná sonda Ps-1

Sonda bola osadená v záhrade rodinného domu č. 505. Celková dĺžka dynamickej penetračnej sondy bola 10 m. Do sondy bol osadený kábel celkovej dĺžky 11,03 m s presahom 1,56 m nad terénom do cháničky, prečnievajúcej na teréne 0,48 m. Sonda bola po celej dĺžke utesnená cemento-bentonitovou zálievkou. Na múroch rodinného domu pri ktorom je monitorovací vrt umiestnený sa prejavili svahové deformácie popraskaním muriva Obr. 9.



Obr. 9 Porušenie obvodového muriva rodinného domu

4.5 Hydrogeologické pomery

Podzemná voda sa vyskytuje v rôznych hĺbkach v závislosti od geologickej stavby a preto netvorí súvislú hladinu. Pri narazení má silne napätostný charakter, čo dokladujú aj výsledky z jadrových vrtov, kde môžeme porovnať rozdiel hladiny narazenej a ustálenej hladiny podzemnej vody. [4]

5 Záver

Poškodenie a deformáciu dopravných a pozemných stavieb v oblastiach, kde je potenciálne riziko svahových deformácií, sme schopný včas predvídať a následne realizovať opatrenia, zmiernujúce negatívne dôsledky zosuvnej činnosti. Na tento účel sme si vybrali monitorovaciu technológiu TDR, ktorá je novou v Európe a nie je často využívaná v praxi, ale jej výsledky potvrdzujú efektívnosť jej aplikovania. Prínosom tejto technológie časovej reflektometrie je v jej nižšej cene a menších prevádzkových nákladoch, v jednoduchosti merania, úspore času pri meraní a vhodnosti pre diaľkový zber údajov.

V prezentovanej zosuvnej lokalite obce Chrenovec - Brusno boli umiestnené dve monitorovacie TDR sondy do jadrových vrtov a 1 sonda bola zhotovená v menej prístupnom teréne dynamickou penetračnou súpravou. Na základe vykonaných meraní nebola zachytená aktívna činnosť od doby inštalácie sond, aj preto, že sondy boli realizované až po prvých príznakoch zosuvnej činnosti, prejavujúcej sa popraskaním obvodových stien rodinných domov a zátrhmi terénu. Inštalovaný monitoring by bolo vhodné do budúcnosti napojiť na automatizovaný zber dát, s cieľom vykonávať merania pri krízových meteorologických podmienkach (intenzívne daždivé obdobia, topenie snehu a pod.). Po odstránení počiatočných problémov v meracích sondách bol zozbieraný aktuálny stav. Všetky sondy sú plne funkčné pre monitorovanie oblasti a prípadné nové podpovrchové deformácie bude veľmi jednoduché lokalizovať.

6 Použitá literatúra:

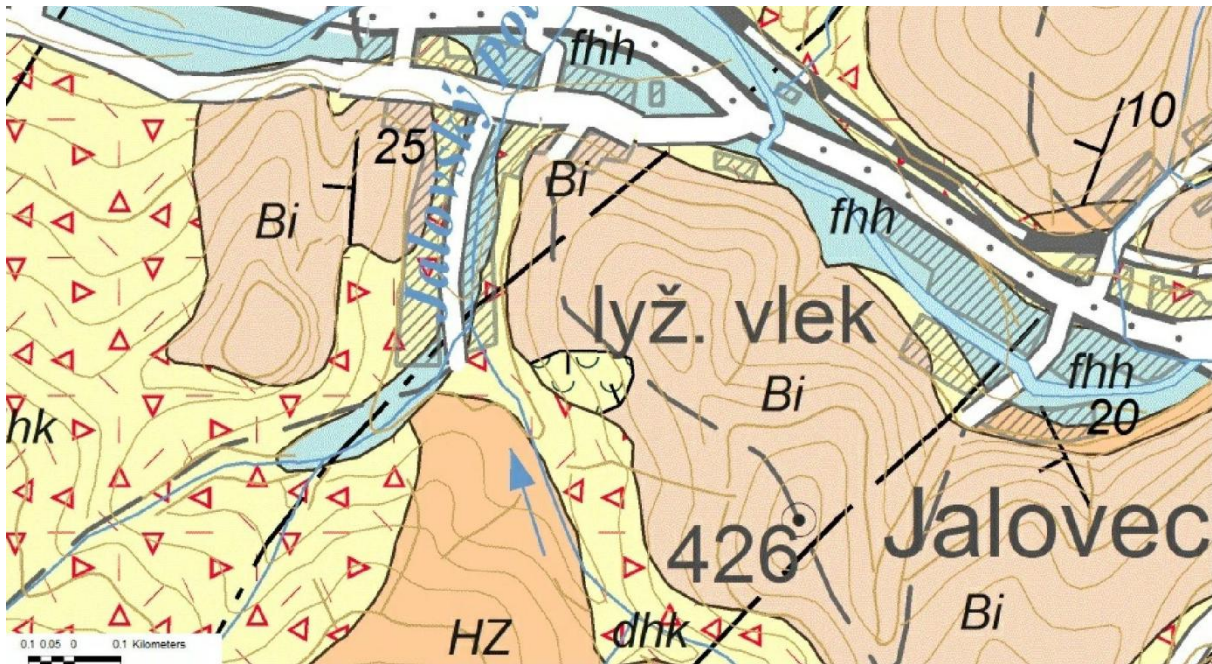
- [1] Drusa M., Masarovičová S., Chebeň V.: Experience with implementation of TDR technology for slope deformation monitoring, XX Russian Polish Slovak seminar Theoretical Foundation of Civil Engineering 05 September – 10 September 2011, Warsaw and Wroclaw, Poland
- [2] DRUSA, M., CHEBEŇ, V. Geotechnical Monitoring of Road Embankment In Landslide Area by Time Domain Reflectometry Technology, In Proceedings of 11th INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC GEO-CONFERENCE & EXPO, SGEM 2011, Albena 20-25, June 2011, ISSN 1314-2704
- [3] Klukanová, A.: Hodnotenie monitorovania zosuvov a iných svahových deformácií za rok 2009 a za obdobie 2002 až 2009
- [4] Rybáriková R.: Závěrečná správa geologickej úlohy Chrenovec - Brusno, IG prieskum + monitoring.
- [5] Wagner, P., Ondrejka, P., Iglárová Ľ: Aktuálne trendy v monitorovaní svahových pohybov
- [6] William F. Kane,: Monitoring slope movement with Time Domain Reflectometry

Zoznam príloh:

- Príloha 1 - Geologická stavba územia v okolí obce Chrenovec-Brusno
- Príloha 2 – Schéma geologického prostredia Chrenovec-Brusno z výsledkov jadrových vrtov J1 a J2
- Príloha 3 – Príklad úvodného merania TDR aparátúrou v sonde J-1
- Príloha 4 – Priemerné odrazové krivky meraní v TDR sondách


Príloha 1

Geologická stavba územia v okolí obce Chrenovec-Brusno



KVARTÉR


Holocén v celku

 fluviálne sedimenty: litofaciálne nečlenené nívne hliny, alebo piesčité až štrkové hliny dolinných nív horských potokov

Pleistocén/holocén

 deluviálne sedimenty: prevažne hlinito-kamenité (podradne piesčito-kamenité) svahoviny a sutiny.


 deluviálne sedimenty v celku: litofaciálne nerozlíšené svahoviny a sutiny

 Zosuvy

PALEOGÉN

Podtatranská skupina





Bielopotocká skupina

 stredno a hrubozrnné pieskovce v absolútnej prevahe nad ílovcami: oligocén – starší miocén (eger)

Hutiansko-zuberecké súvrstvie

 Hutiansko-zuberecké súvrstvie nečlenené: eocén – oligocén

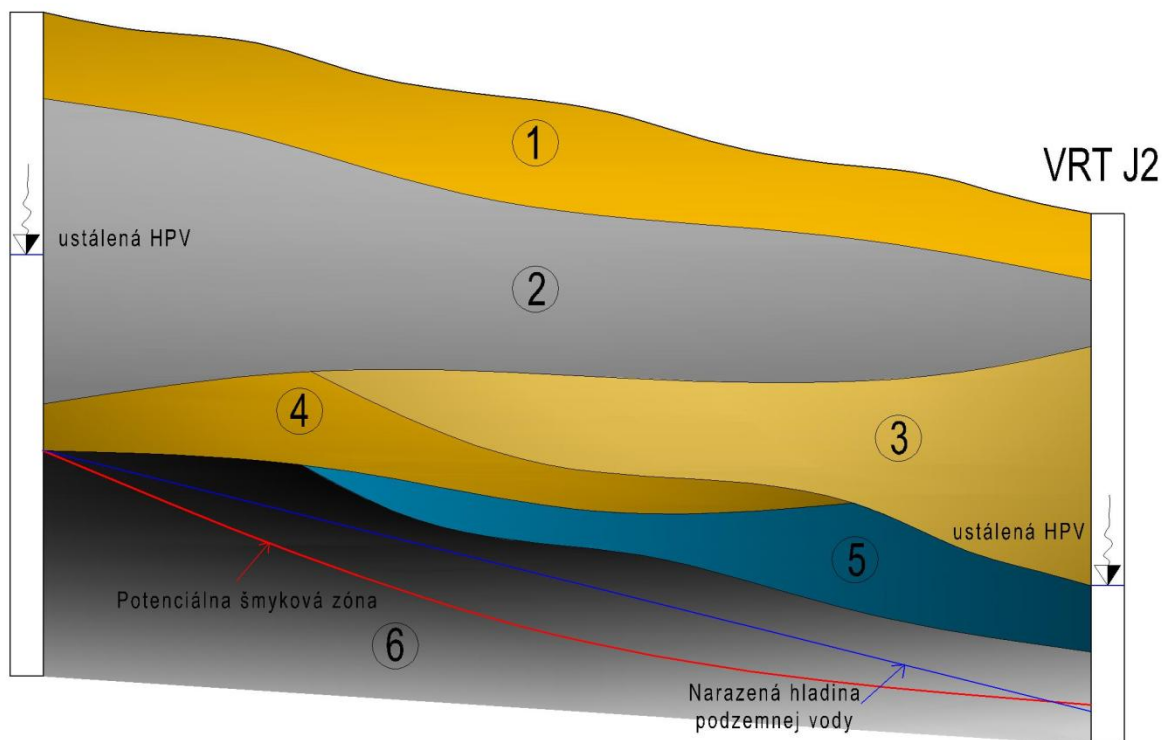
VŠEOBECNÉ VYSVETLIVKY

-  Geologické hranice zistené
-  Predpokladané zlomy
-  Zakryté zlomy
-  Odlučná hrana zosuvu

Príloha 2

Schéma geologického prostredia Chrenovec-Brusno z výsledkov jadrových vrtov J1 a J2

VRT J1



Legenda:

- 1 – návažky (premiešaný íl so stavebným odpadom),
- 2 – vysoko plastický íl tuhý, hnedý so sivými šmuhami,
- 3 – vysoko plastický íl piesčitý, pevný, mäkkej konzistencie,
- 4 – rozrušené ílovce na vysoko plastický íl pevný až tvrdý, šedý s tvrdými plochými úlomkami dĺžky 3 - 10 cm, znaky vrstevnatosti,
- 5 – íl stredne plastický, tuhý až pevný, svetlohnedý

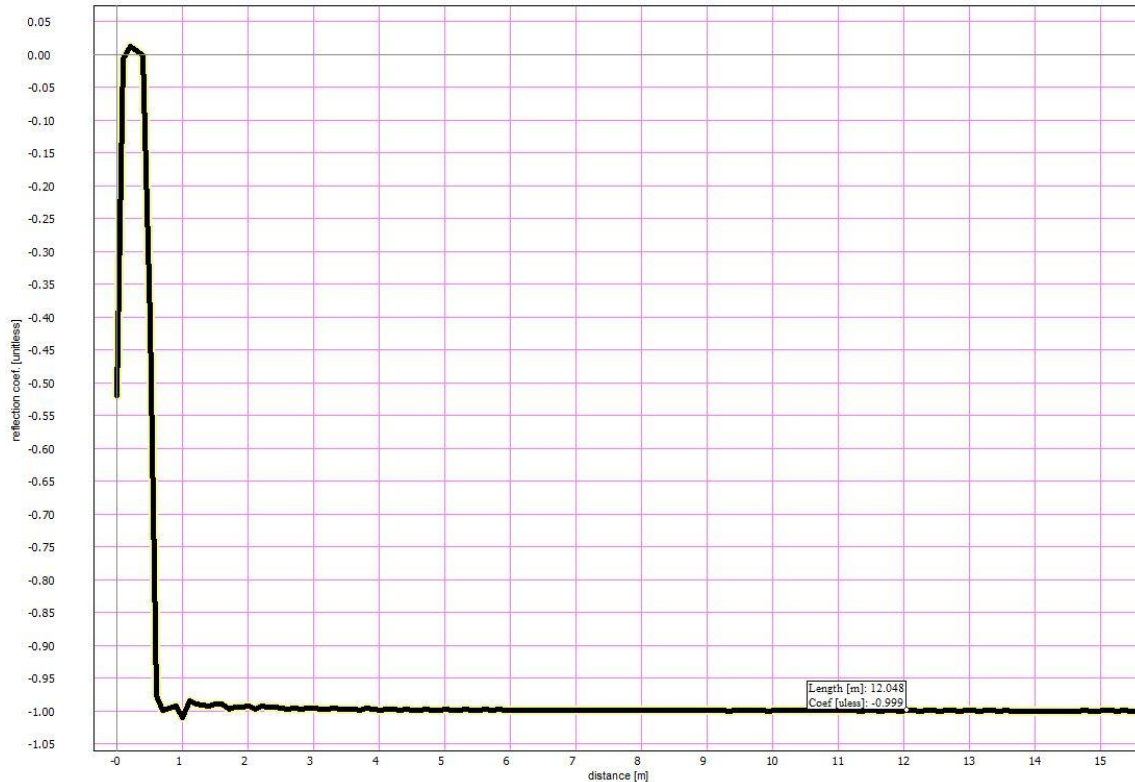
Hladina podzemnej vody vo vrte J1 bola narazená v hĺbke 6,30 m a po ustálení vystúpila na úroveň 3,60 m a vo vrte J2 bola narazená v hĺbke 7,50 m a po ustálení vystúpila na úroveň 5,60 m.

Z výsledkov jadrových vrtov ale aj z hodnotenia penetračnej skúšky je predpoklad, že v hĺbke 6,60 – 7,40 m, na rozhraní kvartéru a relatívne zdravého paleogénneho podkladu je potenciálna šmyková plocha. Potvrďuje to aj narazená hladina podzemnej vody a mäkká konzistencia zemín tesne nad uvedenými hladinami.

Príloha 3

Príklad úvodného merania TDR aparátúrou v sonde J-1

Vrt J1



Iniciačné meranie vo vrte J1 bolo vykonané 7.12.2010. Deformácie odrazovej krivky v jej počiatku bola spôsobená pravdepodobne zlou inštaláciou spojky, ktorá sa pripieňuje na generátor elektrického signálu. Pri druhom meraní bola spojka vymenená.

Príloha 4

