




ľuč

C.3

VYPRACOVAL: Ing. SPIŠÁK, Mgr. STERCZ <i>ľuč</i>		HL. INŽ. PROJEKTU: Ing. M. SVETLÁNSKY <i>ľuč</i>	ZHOTOVITEL:	
TECH. KONTROLA: Ing. POLAŠČINOVÁ <i>ľuč</i>		ZOD. PROJEKTANT: Ing. SPIŠÁK <i>ľuč</i>	 TERRA-GEO, s.r.o. BORODÁČOVA 44 040 17, KOŠICE	
OBJEDNÁVATEL: NÁRODNÁ DIAĽNIČNÁ SPOLOČNOSŤ a.s., Mlynske Nivy 45, 821 09 Bratislava				
KRAJ: TRENČIANSKY		OKRES: PÚCHOV		
STAVBA: RÝCHLOSTNA CESTA R6 ŠTÁTNA HRANICA SR/ČR - PÚCHOV			ČÍSLO ZÁKAZKY: AP-2014/143/01	
ČASŤ STAVBY: INŽINIERSKOGEOLOGICKÝ PRIESKUM PRE ŠTÚDIU REALIZOVATEĽNOSTI			STUPEŇ: ŠR	
			DÁTUM: 11/2015	
			FORMÁT: A4	
PRÍLOHA: VYHODNOTENIE GEOFYZIKÁLNYCH MERANÍ			MIERKA: -	
			ČÍSLO PRÍLOHY: 8	SÚPRAVA:



KORAL, s.r.o., Sládkovičova 5, 052 01 Spišská Nová Ves

Registr. spoločnosti: Obchodný register Okresného súdu Košice I, oddiel: Sro, v.č. 8973/V;

IČO: 36169641, DIČ: 2020032674, IČO DPH: SK2020032674

tel.: +421-(0)-53 4411834, e-mail: info@koral.sk, www.koral.sk

Rýchlostná cesta R6 štátna hranica
SR/ČR – Púchov, štúdiá realizovateľnosti
Geofyzikálne merania



II. 2015

OBSAH

1. Vymedzenie úlohy a všeobecné údaje o sledovanom území.....	1
1.1 Stručná geologická a geomorfologická charakteristika.....	2
2. Metodika merania a postup prác.....	2
3. Výsledky geofyzikálnych meraní.....	4
4. Záver.....	9

ZOZNAM GRAFICKÝCH PRÍLOH

1. Číslo prílohy: **1** **Prehľadná situácia územia** (Mierka 1:50000)
2. Číslo prílohy: **2.1** **Situácia realizovaných geofyzikálnych profilov GPF-1 – GPF8** (Mierka 1:10000)
3. Číslo prílohy: **2.2** **Situácia realizovaných geofyzikálnych profilov GPF-9 – GPF-12** (Mierka 1:10000)
4. Číslo prílohy: **3.1** **Izoohmický model GPF-11, GPF-12** (Mierka 1:2000)
5. Číslo prílohy: **3.2** **Izoohmický model GPF-10, GPF-9** (Mierka 1:2000)
6. Číslo prílohy: **3.3** **Izoohmický model GPF-8** (Mierka 1:2000)
7. Číslo prílohy: **3.4** **Izoohmický model GPF-6** (Mierka 1:2000)
8. Číslo prílohy: **3.5** **Izoohmický model GPF-4, GPF-5** (Mierka 1:2000)
9. Číslo prílohy: **3.6** **Izoohmický model GPF-3, GPF-7** (Mierka 1:2000)
10. Číslo prílohy: **3.7** **Izoohmický model GPF-1, GPF-2** (Mierka 1:2000)

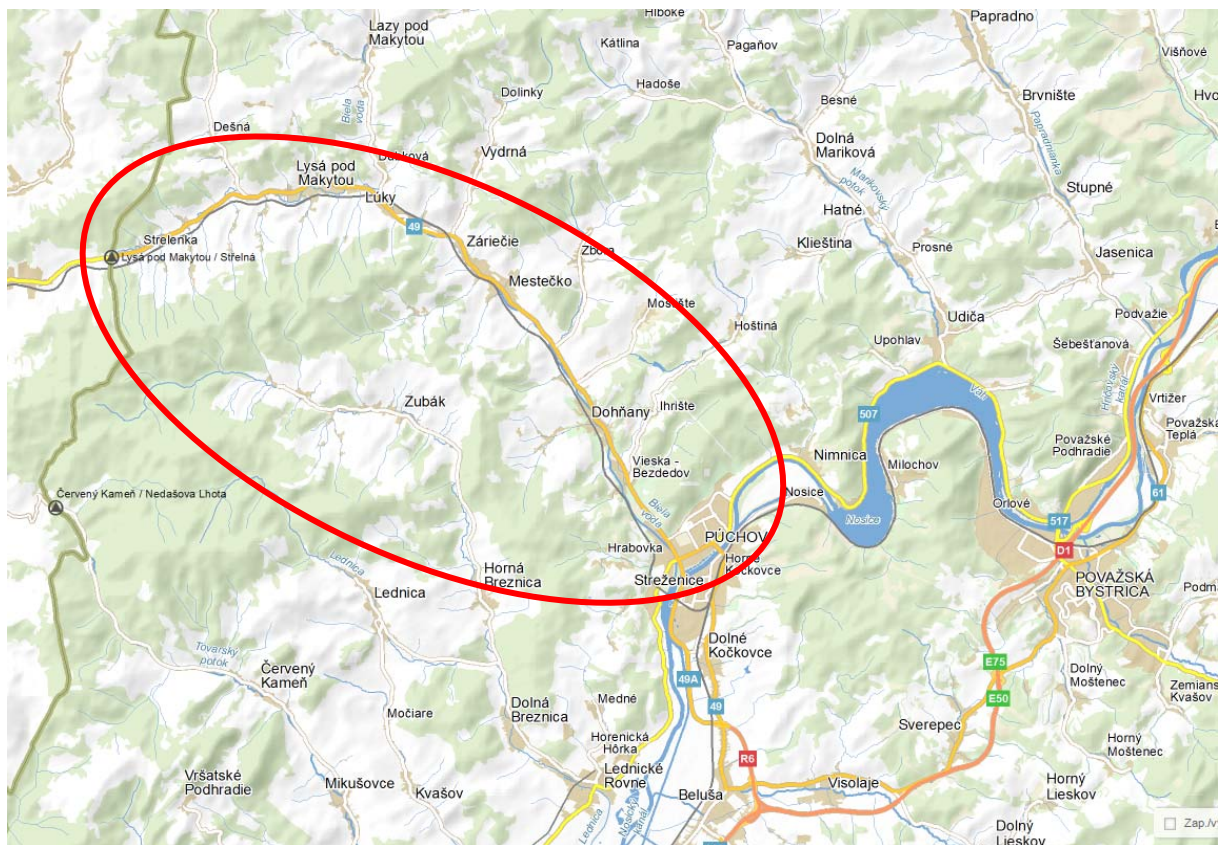
1. Vymedzenie úlohy a všeobecné údaje o prieskumnom území

Úlohou geofyzikálnych prác bolo v záujmovom území určenom objednávateľom zmapovať odporové vlastnosti hornín a na ich základe pomôcť v geologickej interpretácii horninových celkov. Práce boli vykonané na základe obj. 52/2014 spoločnosti TERRA-GEO, s.r.o., Košice, zo dňa 16.12.2014.

Objednávateľ poskytol všetky potrebné mapové podklady. Pred vstupom na pracovisko boli pracovníci spoločnosti KORAL s.r.o. oboznámení o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a bezpečnosti prevádzky pri banskej činnosti a činnosti vykonávanej bankským spôsobom v zmysle platných vyhlášok Slovenského bankského úradu.

Na riešenie úlohy bola aplikovaná metóda odporovej tomografie. Meranie sa realizovalo na 12 profiloch, ktorých situácia bola konzultovaná s objednávateľom.

Záujmové územie sa nachádza na severozápade Slovenska a tiahne sa v dĺžke ca. 70 km severozápadným smerom od mesta Púchov až k hraničnom prechodu SR/ČR, Lysá pod Makytou. Geofyzikálne práce boli vykonávané v bezprostrednej blízkosti dvoch variant, červenej a modrej, plánovanej trasy rýchlostnej cesty R6.



Obr. 1: Prehľadná mapa záujmového územia a širšieho okolia

1.1 Stručná geologická a geomorfologická charakteristika

Sledované územie je súčasťou Vonkajších Západných Karpát, do ktorých patrí aj flyšové pásmo, zastúpené vnútornou magurskou jednotkou. Flyšové pásmo tvorí mohutný akrečný klin s odhadovanou hrúbkou až 7 km s príkrovou stavbou, budovaný súvrstviami kriedy a hlavne paleogénu vo flyšovom vývoji.

V sledovanej oblasti sa nachádza aj úzka zóna Bradlového pásma. Bradlové pásmo pozostáva z komplikovaného systému najmä jurských a spodnokriedových, prevažne karbonátových šošoviek (bradiel), ktoré sú obklopené kriedovo-paleogénnymi slieňovcovými a flyšovými sedimentmi (tzv. bradlovým obalom).

Na geologickej stavbe daného úseku rýchlostnej cesty sa ale najväčšou mierou podieľajú kvartérne sedimenty rôznej genézy:

- fluviálne sedimenty,
- deluviálne sedimenty,
- proluviálne sedimenty.

Podľa geomorfologického členenia územia SR (Mazúr, Lukniš, 1980) je sledovaná oblasť situovaná v geomorfologickej oblasti Slovensko-moravské Karpaty. Úsek rýchlostnej cesty od Púchova po štátnu hranicu SR/ČR prechádza geomorfologickým celkom Javorníky a Biele Karpaty. Prevažná časť úseku rýchlostnej cesty je vedená v doline potoka Biela voda a na príľahlých svahoch kotlinovej pahorkatiny, budovaných flyšovými sedimentmi bradlového pásma a vonkajšieho flyšového pásma.

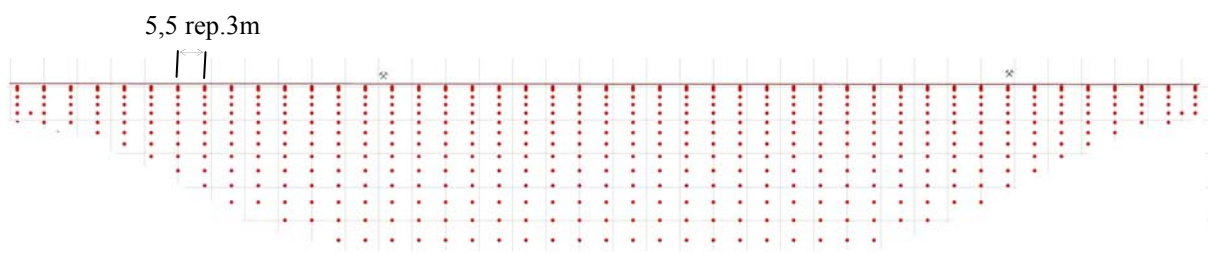
2. Metodika merania a postup prác

Úloha bola riešená metódou odporovej tomografie. *Metóda odporovej tomografie* je jednosmerná geoelektrická metóda pri ktorej je možné využitím mnohoelektrodového kábla v rámci jedného procesu premerať skúmaný profil vo viacerých vrstvách, podľa zadaného hĺbkového dosahu, so zvolenou hustotou kroku merania od 1 – 5,5 m. Hodnoty odporov hornín sú ovplyvnené množstvom prirodzených geologických a hydrogeologických faktorov: litologickou stavbou, štruktúrou a textúrou hornín, stupňom porušenia, porozitou, stupňom nasýtenia hornín vodou a mineralizáciou vody obsiahnutej v horninách. Na základe

odporových zmien sa vyčlenia jednotlivé geoelektrické vrstvy, ktoré charakterizujú jednotlivé horninové typy, ich úložné pomery, mocnosť, v prípade monopetrografických typov, ich stupeň porušenia.

Interpretácia nameraných hodnôt, pri ktorej sa vypočítava mocnosť a odpor jednotlivých geoelektrických vrstiev sa robí kombináciou programov IPI2Win (A. Bobachev, 2004) a RES2DINV (Geotomo Software, Malaysia). Merania boli realizované prístrojom ARES (Gf-Instruments Brno). Použitých bolo 12-24 elektródových sekcií, krok elektród 5,5m, chyba merania do 5%, metodika usporiadania elektród – *Wenner-Schlumberger*, maximálny hĺbkový dosah merania bol redukovaný na max. 35m.

Prvotná dokumentácia nameraných údajov je uložená v archíve spoločnosti KORAL, s.r.o.. Výsledky geofyzikálnych prác sú výhradným vlastníctvom objednávateľa a zhotoviteľ ich neposkytne žiadnej tretej osobe.



Obr. 2: Schéma hustoty informačných bodov pri meraní prístrojom ARES v modifikácii Wenner-Schlumberger



Obr. 3.: Merací prístroj Ares

Pre určenie presnej polohy profilu bolo použité GPS typu *TRIMBLE GeoXT 2005 series*, ktoré určuje polohu bodu s presnosťou do 2 m.

Samotné merania boli vykonané 20.I.-12.II. 2015 pracovníkmi firmy KORAL, s.r.o.

Jednotlivé profily boli navrhnuté a konzultované s objednávateľom. Celkovo nedošlo pri meraniach k výraznejším zmenám oproti plánovaným trasám jednotlivých profilov.

Súradnice jednotlivých meraných bodov X,Y, Z (balt. p.v.) sú v súradnicovom systéme S-JTSK zamerané s presnosťou do 2 m. Meranie bolo doplnené o geodeticky zamerané body. Uvedená presnosť je vzhľadom na veľkosť záujmového územia vyhovujúca.

3. Výsledky geofyzikálnych meraní

Z nameraných hodnôt zdanlivých špecifických odporov na vytýčených profiloch, boli zhotovené vertikálne geofyzikálne (izoohmické) rezy v mierke 1:2000. Súradnice profilov v súradnicovom systéme S-JTSK sa nachádzajú v súbore *situacia.dwg*, ktorý je súčasťou správy.

Na rezoch sú farebne odlišené interpretované odporové rozhrania, ktoré boli nápomocné pre geologickú interpretáciu jednotlivých inžiniersko-geologických profilov. Interpretácia geofyzikálnych profilov bola vypracovaná v spolupráci s firmou TERRA-GEO, s.r.o., Košice (objednávateľ). Celkovo sa nameraný odpor pohyboval v intervale do 150 ohmm. Iba na niektorých miestach sa nachádzajú odpory vyššie ako 200ohmm, veľmi výnimočne nad 500ohmm.

Pre namerané odporové rezy v sledovanej oblasti v zásade platí, že nízke odpory reprezentujú ílovité horniny, prevažne nasýtené vodou. So zvyšujúcim zdanlivým odporom je možné očakávať nárast pieskovcovej resp. pieskovo-štrkovej zložky. Zvýšenie môžu spôsobiť aj pripovrchové skalné sute, prípadne súdržnejšie karbonátové horniny (horninové masívy, šošovky).

Merané profily sú odporovo výrazne nehomogénne a poukazujú na veľmi zložitú geologicko-tektonickú stavbu jednotlivých vyčlenených jednotiek vnútrokarpatského paleogénu, bradlového pásma a pribradlového paleogénu a jednotiek flyšového pásma. V zostavených odporových profiloch sú dobre identifikovateľné násunové línie, zlomové línie a línie litologických hraníc, veľmi dobre je identifikovateľná pripovrchová zóna zvetrávania a rozvoľnenia so svahovými deformáciami typu blokových deformácií a zosuvov. V údolných

nivách, resp. na ich okraji sa dajú identifikovať štrkové akumulácie, resp. hrubé polohy súdržných zemín. Niektoré odporové anomálie v zostavených odporových rezoch poukazujú na zložitú dynamiku tektonického vývoja flyšových jednotiek a bradlového pásma, čo sa na mnohých miestach potvrdilo aj pri terénnom mapovaní, resp. boli potvrdené realizovanými prieskumnými vrtmi.

Profil GPF-1

- Geofyzikálny profil je vedený paralelne s navrhovaným modrým variantom rýchlostnej cesty v staničení km 3,000-4,025 a je vedený morfológicky členitým územím, kde priečne chrbty flyšovej vrchoviny sú diferencované niekoľkými eróznymi údoliami a dolinkami. Priebeh niekoľkých zón s výrazne nižšími odpormi (metráž 200-225, 400-425, 650-70), kopíruje priebeh morfológických dolín a úvalín a odráža prítomnosť porušených a rozvolnených zón tektonických línií znovu SSV-JJZ, resp. SZ-JV smeru. Výrazne nižšie odpory v metráži 800-1025 sú odrazom prítomnosti ílovcov, resp. ich prevaha nad pieskovecami, čo sa následne odráža aj na vývoji zosuvov na svahoch flyšovej vrchoviny. Izoohmický model pomerne jasne vymedzuje aj pripovrchovú zónu zvetrávania a rozvolnenia flyšových sekvencií.

Profil GPF-2

- Geofyzikálny profil je vedený paralelne s navrhovaným červeným variantom rýchlostnej cesty R6, so začiatkom zhruba v staničení km 5,000-5,950. Zo zostaveného izoohmického modelu je zrejmá výrazná nehomogenita hornín flyšového podložia, deliaca daný úsek zhruba na dve časti. Na úplnom začiatku modelu je zrejmá prítomnosť flyšových pieskovcov s vyššími odpormi v metráži 00-050. V metráži 050-375 je zrejmá prevaha hornín s nízkymi odpormi (pričleňujeme k flyšovým ílovcom a čiastočne k poruchovým zónom násunových línií), sporadicky s polohami vysokoodporových hornín flyšových pieskovcov. Odporové maximá jednoznačne zodpovedajú priebehu tektonických línií SSV-JJZ smeru, resp. SZ-JV smeru. Svahy dolín a úvalín sú porušené plytkými zosuvmi. Odporové minimá v pásme vysokoodporových hornín v metráži 375-625 priradujeme k pravdepodobným „tektonickým šupinám, resp. šošovkám“ flyšových ílovcov v komplexe lavicovitých a masívnych pieskovcov. Tektonicky porušené polohy ílovca s typickými tektonickými zrkadlami boli overené v celom profile vrtu JVP-27. Od metráže 624 po 950 je výrazná prevaha pieskovcov s vyššími odpormi, segmentované zónami porušených hornín na tektonických líniách SSV-JJZ smeru. Izoohmický model

pomerne jasne vymedzuje aj pripovrchovú zónu zvetrávania a rozvoľnenia flyšových sekvencií.

Profil GPF-3

- Geofyzikálny profil je vedený po spádnici svahu v telese aktívneho zosuvu prúdového tvaru. Podobne ako pri predchádzajúcich dvoch profiloch je zrejma odporová nehomogenita flyšových súvrství na rozhraní bystrickej a račianskej jednotky. V spodnej časti je prevaha hornín s vyšším odporom pieskovcových polôh zlínskeho (?) súvrstvia, vo vyššie položenej časti svahu je vidieť výraznejšie zastúpenie hornín s nízkym a stredným odporom. V podpovrchovej, zvetranej a rozvoľnenej časti je miestami zreteľný priebeh šmykovej plochy zosuvných zemín, zreteľný je priebeh šmykovej plochy v spodnej časti svahu, overený vrtom JVP-07.

Profil GPF-4

- Je vedený po spádnici svahu v miernej morfolologickej úvaline, v spodnej časti porušeného potenciálnym zosuvom prúdového tvaru. Z hľadiska geologickej stavby je územie budované prevažne pieskovcovým flyšom račianskej jednotky, s polohami flyšových ílovcov. Tektonicky sú flyšové polohy „vzdvihnuté“ so sklonom plôch vrstevnatosti k JZ 50° – 60° . Takto potvrdená geologická stavba sa v zostavenom modeli prejavuje náznakom sklonu polôh hornín s vysokým odporom (pieskovcové polohy) a polôh s nízkym odporom (ílovcové polohy), tektonicky prepracované ako výsledok násunovej tektoniky. Izolovaná poloha vysokoodporových hornín v pripovrchovej zóne v staničení 400-425 m poukazuje na prítomnosť štrkov riečnej terasy potoka Biela Voda, ktoré boli overené vrtom JVP-29 v intervale 2,5-11,3 m p.t.

Profil GPF-5

- Je vedený zhruba kolmo na profil E06 v spodnej časti svahu flyšovej vrchoviny. Zhruba v staničení 225-300 m prechádza transportačnou časťou vyššie uvedeného zosuvu. Výrazná odporová nehomogenita zostaveného modelu jednoznačne potvrdzuje zložitú geologickú stavbu územia a hlavne jeho tektonické porušenie. V zostavenom modeli je jednoznačne možné vyčleniť výrazné odporové minimá hlavne v staničení 250-300 m a 475-500 m, ktoré jednoznačne potvrdzujú priebeh tektonických línií – násunových zón so sklonom k JZ. Vykreslené vysokoodporové polohy poukazujú na prítomnosť polôh lavicovitých až masívnych pieskovcov zlínskeho súvrstvia. Poloha vysokoodporových hornín v staničení 425-475 m prináleží rezíduu terasových štrkov potoka Biela voda, ktoré boli overené vrtom JVP-30 v intervale 2,7-9,6 m p.t.

Profil GPF-6

- Je vedený po spádnicí svahu flyšovej vrchoviny naprieč telesom potenciálneho zosuvu a aktívneho zosuvu prúdového tvaru. Striedanie polôh vysokoodporových pieskovcov a nízkooodporových ílovcov dobre odrážajú geologickú stavbu bystrickej jednotky, kde vidíme výskyt hornín s vyšším odporom v spodnej a vrcholovej časti vrchoviny a v strednej časti je zrejma prevaha ílovcov nad pieskovcom. Práve polohy lavicovitých až masívnych pieskovcov v metráži 00-200 v teréne vytvárajú už vyššie spomenutý morfológický prah, kde vyššie položená časť má už miernejší priebeh a svahy sú porušené plytkými zosuvmi. Podobne ako pri predchádzajúcom profile je zrejmy morfológicky strmší reliéf vrcholovej časti s výrazne vyššími odpormi lavicovitých pieskovcov.

Profil GPF-7

- Geofyzikálny profil je vedený paralelne s navrhovaným modrým variantom rýchlostnej cesty v staničení km 8,200-9,200 a je vedený morfológicky členitým územím porušeným niekoľkými potenciálnymi a aktívnymi zosuvmi na okraji flyšovej vrchoviny a aluviálnej nivy potoka Biela voda. Zložitost' geologickej stavby daného úseku sa v plnej miere odráža aj na zostavenom izoohmickom modeli. V úseku metráže 100-325 je zrejmy priebeh pomerne hlboko založených šmykových plôch zosuvov (nízkooodporové rozhranie v smere profilu) s rozsutými a rozvoľnenými blokmi pieskovca v telese zosuvov (izolované telesá vysokoodporových hornín v pripovrchovej zóne). Priebeh nízkooodporovej zóny v metráži 225-250 v hlbšej časti masívu odráža priebeh tektonickej línie SV-JZ smeru. Výrazné odporové maximá v pripovrchovej zóne v metráži 350-650 poukazujú na prítomnosť štrkov dnovej výplne okraja aluviálnej nivy Bielej vody v podloží zosunutých zemín, ako to overili vrty JVP-08 a JVP-11. Prítomnosť hornín s nízkymi odpormi v metráži 650-800 odráža prevahu flyšových ílovcov nad pieskovcami okraja bystrickej jednotky a ich tektonické porušenie a rozvoľnenie.

Profil GPF-8

- Je vedený po spádnicí svahu flyšovej vrchoviny naprieč telesom potenciálneho zosuvu prúdového tvaru. Striedanie polôh vysokoodporových pieskovcov a nízkooodporových ílovcov dobre odrážajú geologickú stavbu bystrickej jednotky, kde už prevládajú polohy ílovca nad pieskovcov, resp. sú v rovnakom zastúpení. Zo zostaveného modelu je tiež zrejmy úklon flyšových súvrství „do svahu“, čo potvrdili aj povrchové merania. V metráži 0,0-250 je zrejme odporové rozhranie zosuvných delúvií a podložných ílovcov,

overené vrtmi JVM-09 a JVM-10. V metrácii 0,0-050 je potvrdená prítomnosť vysokoodporových štrkov dnovej výplne pod zeminami zosuvného delúvia. Priebeh vysokoodporových pieskovcov v metrácii 250-350 potvrdzuje morfológický terénny „prah“, ako to dokumentuje aj odkryv DB-37. Vyššie odpory hornín v metrácii 725-950 poukazujú na výskyt a prevahu pieskovca, čo sa odráža aj na morfológii svahu strmším reliéfom.

Profil GPF-9

- Je vedený po spádnici svahu potenciálneho zosuvu prúdového tvaru v úzkej morfológickej úvaline. Výrazná odporová nehomogenita zostaveného modelu znovu potvrdzuje veľmi zložitú geologickú stavbu bradlového pásma. Zonálne striedanie stredne a vysokoodporových charakteristík s polohami s nízkym odporom poukazujú na prítomnosť flyšových sekvencií flyšových pieskovcov a ílovcov bystrickej litofaciálnej „šupiny“, zaklinenej v karbonátových horninách bradlového pásma. Polohy s vyššími odpormi v pripovrchovej zóne svahovej deformácie – zosuvu, poukazujú na prítomnosť „rozsutených“ a „rozvoľnených“ blokov karbonátových hornín v zosuvnom delúviu. Poloha vysokoodporových hornín na začiatku modelu v staničení 0-50 m poukazuje na prítomnosť štrkov dnovej výplne potoka Biela voda, kde tieto boli overené pod zeminami zosuvného delúvia vrtom JVP-16 v intervale 11,0-15,4 m p.t.

Profil GPF-10

- Je vedený po spádnici svahu porušeného plošným, potenciálnym a aktívnym zosuvom. Z hľadiska geologickej stavby územia zostavený izoohmický model potvrdzuje prítomnosť „plastických“ členov bradlového pásma, vyjadrené prítomnosťou nízko odporových charakteristík v staničení 0-575 m svodnickeho súvrstvia (flyš s prevahou vápnitých ílovcov). Izolované polohy stredne odporových charakteristík v pripovrchovej zóne zosuvného svahu môžu odrážať prítomnosť „rozsutených“ a „rozvelečených“ karbonátových hornín svahovým pohybom. Horniny s vysokým odporom vo vrcholovej časti terénu jednoznačne signalizujú prítomnosť „bradiel“ a „šošoviek“ karbonátových hornín v plastickom obale bradlového pásma (kysucká sekvencia).

Profil GPF-11

- Je vedený po spádnici svahu porušeného – potenciálnym zosuvom prúdového tvaru. Zostavený izoohmický model poukazuje na zložitejšiu geologickú stavbu už bradlového pásma. V pripovrchovej vrstve je možné identifikovať polohy zemín s vyššími odpormi,

poukazuje na prítomnosť väčšieho podielu úlomkov zvetraného podložia v zosuvnom delúviu. Poloha poloskalných hornín s vysokým odporom v staničení 250-300 m môže signalizovať prítomnosť karbonátových „blokov“ alebo „šošoviek“ v plastickom obale svodnického súvrstvia.

Profil GPF-12

- Je vedený v trase cesty a prechádza vrcholovou časťou reliéfu vrchoviny až pahorkatiny. Zhruba v staničení 200-250 m prechádza telesom potenciálneho zosuvu prúdového tvaru. Zostavený izoohmický model znovu potvrdzuje zložitú a tektonicky prepracovanú geologickú pozíciu flyšových sekvencií s prevahou vápnitých ílovcov svodnického súvrstvia (prevažne nízkoodporové charakteristiky horninového prostredia v staničení 0-425 m, kde v staničení km 325-400 m predpokladáme priebeh tektonickej – násunovej línie. Pozícia hornín s vyšším odporom hlavne v staničení 425-575 poukazuje na prítomnosť „bradiel“ a „šošoviek“ karbonátových hornín (čorštýnska sekvencia) v plastických členoch obalových sekvecií. Distribúcia merných odporov v zostavenom modeli naznačuje subvertikálne uloženie hornín s úklonom k J až JV, čo zodpovedá kompresii priestoru v smere na S až SZ.

4. Záver

Metódou odporového profilovania boli zmapované odporové vlastnosti hornín na vybraných profiloch v blízkosti plánovanej trasy rýchlostnej cesty R6. Zostrojené geofyzikálne inverzné profily boli nápomocné pri inžiniersko-geologickom zhodnotení územia. Porovnanie geofyzikálnych a vrtných prác preukazalo opodstatnenosť odporového profilovania pri inžinierskogeologickom prieskume. Kombinácia geofyzikálnych meraní a technickým prác priniesla ucelenejší, priestorový obraz o geologickej situácii sledovaného územia.