

GEOFYZIKÁLNY VÝSKUM RIEČNYCH TERÁS NA LOKALITE DOMAŠÍN

Vojtech Gajdoš¹, Kamil Rozimant¹

Geophysical research of the river terraces in the locality Domašín

At locality Domašín in Malá Fatra Mts. was realized long-term geological exploration and geophysical prospecting in years 1990-2008. Given area was used for river terraces survey in Váh river meander. Geophysical survey was performed with several geoelectric resistance methods on 1100 m long profile with SW - NE direction. Resistivity profiling (OP), vertical electric sounding (VES), very long frequency method (VDV) and electrical resistivity tomography (ERT) were utilized.

The results of particular methods are complementing each-other and confirming that using of more methods enables to obtain reasonable detailed information about constitution of river terraces quaternary sediments as well as bedrock. From the listed example of the geophysical surveys information benefit follows inter alia finding, that for more detailed analysis of neotectonic activity processes and by evolution of river terraces in various rock environments is useful to utilize complementary knowledge from related disciplines.

Abstrakt

Na lokalite Domašín v Malej Fatre sa v rokoch 1990-2008 s prestávkami realizoval geologický prieskum a geofyzikálne merania. Jedná sa o oblasť vhodnú na prieskum riečnych terás v meandri rieky Váh. Geofyzikálny prieskum bol realizovaný viacerými geoelektrickými odporovými metódami na profile JZ - SV smeru a dlhom necelých 1100 m. Použité boli: odporové profilovanie (OP), vertikálne elektrické sondovanie (VES), metóda veľmi dlhých vĺn (VDV) a metóda elektrickej odporovej tomografie (ERT).

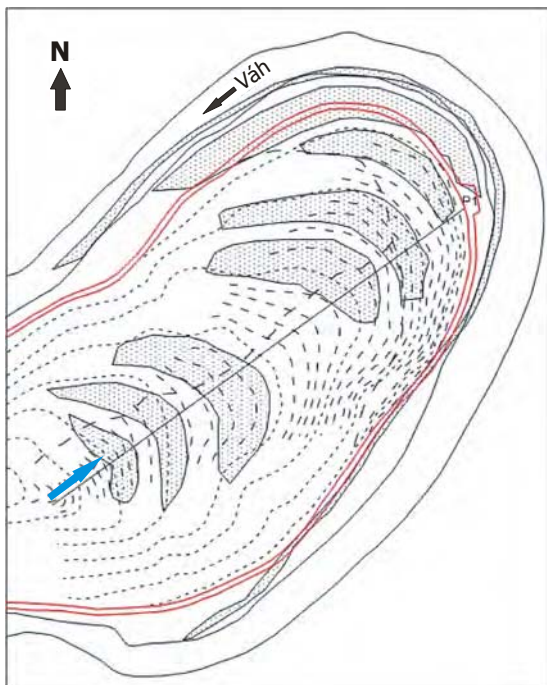
Výsledky jednotlivých metód sa navzájom vhodne dopĺňajú a potvrdzujú, že kombinácia viacerých metód umožňuje získať pomerne podrobné informácie na popísanie stavby kvartérnych sedimentov riečnych terás, ako aj podložia. Z uvedeného príkladu informačného prínosu z aplikácie geofyzikálneho merania vyplýva okrem iného poznatok, že pre hlbšie popísanie procesov prebiehajúcich pri neotektonických aktivitách a pri vývoji riečnych terás v rôznych horninových podmienkach je užitočné použiť vzájomne sa dopĺňajúci sa poznatkový materiál z viacerých príbuzných vedných odborov.

Kľúčové slová

riečne terasy, geoelektrické metódy, metóda elektrickej odporovej tomografie (ERT)

1. Úvod

Výsledky geofyzikálneho merania môžu poskytnúť nové pohľady na štruktúru a zloženie horninového prostredia, ktoré sú aplikovaním iných metód poznávania iba ťažko dostupné. Jednou z takýchto geologických, ale aj geomorfologických tém sú riečne terasy, ktoré vznikajú ako prejav riečnej erózie.



Obr. 2: Situácia prezentovaného meracieho profilu na lokalite Domašín s vyznačením polohy terás a smeru orientácie grafov a rezov



Obr. 1: Domašínsky meander (foto P. Plesník, pohľad od severu)

Medzi lokality, vhodné na výskum riečnych terás patria úseky rieky Váh v Liptove a vo Veľkej a Malej Fatre, kde rieka prekonáva pohoria v úzkej tiesňave (Polák, M., Haško, J., 1979, www.poznajachran.sk). V rámci výukových terénnych kurzov boli opakovane realizované geoelektrické merania na svahu domašínskeho meandra v Malej Fatre. Výsledky týchto meraní po doplnení poskytli zaujímavý informačný materiál vhodný na podrobnejšie hodnotenie procesov tvorby riečnych terás ako aj pre posúdenie výpovednej hodnoty získaných geofyzikálnych údajov.

Predložený príspevok sa zameriava na prezentovanie geofyzikálneho obrazu skúmaného horninového prostredia. Geologické otázky Domašínskeho meandra sú diskutované v súbežnej práci Ondrášik Gajdoš, 2010.

2. Metodika terénnych prác

Pri terénnych prácach na lokalite Domašín boli realizované nasledovné geoelektrické odporové metódy: odporové profilovanie (OP), vertikálne odporové sondovanie (VES), metóda veľmi dlhých vln (VDV) a metóda elektrickej odporovej tomografie (ERT).

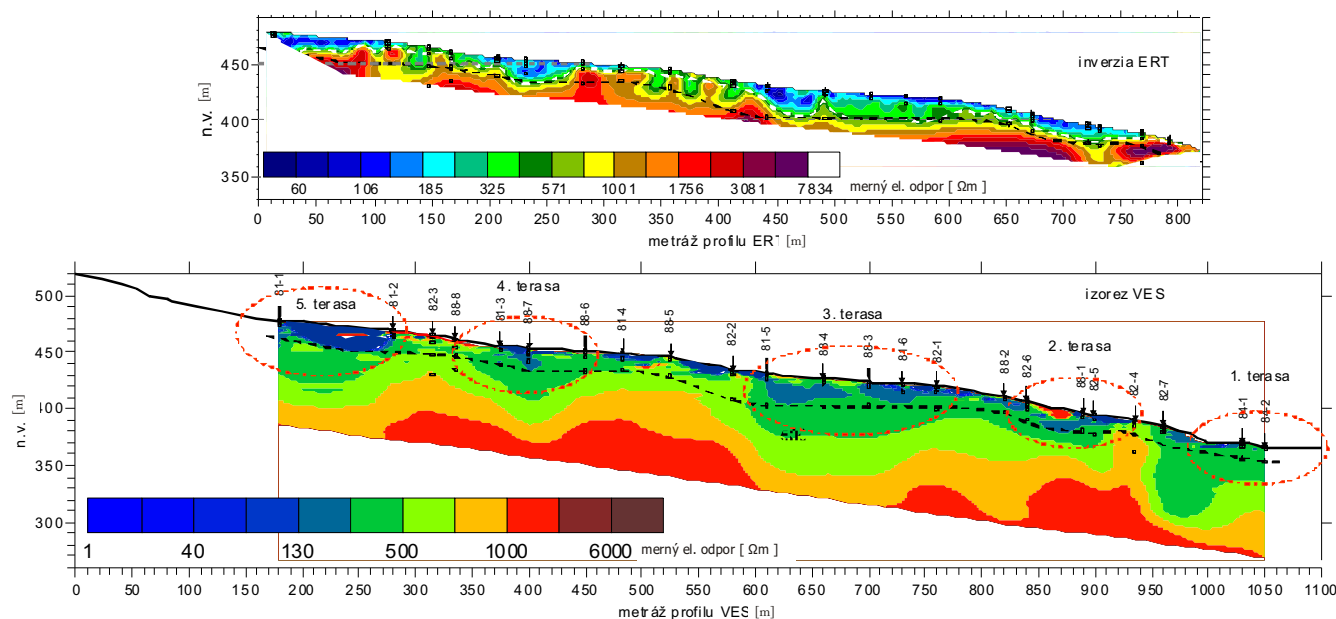
Pri meraniach metódou OP bolo použité usporiadanie symetrického OP (SOP) s rozstupom (A9M2N9B) a dipólového OP (DOP) s rozstupom (A2B2M2N). Krok obidvoch meraní bol 10 m. Merania VES boli robené s maximálnym rozťahnutím elektródového systému AB = 200 m, čo v niektorých prípadoch umožňovalo dosiahnuť hĺbkový dosah interpretácie až do cca 70 m. Vo viacerých sezónach bola zmeraná časť sond, takže postupne sa ich sieť zahusťovala. Meranie metódou VDV bolo robené s krokom 20 m a zmerané boli všetky štyri

parametre (Re , Im , ρ^{VDV} a $\Delta\phi$) pre stanicu NAA (Cutler, USA, 17,8 kHz), ktorá má optimálny azimut vzhľadom na očakávanú orientáciu tektonických a morfológických štruktúr. Meranie metódou ERT bolo robené s krokom 5 m a presúvaním aktívnych elektród až do dĺžky 235 m, čo umožnilo dosiahnuť hĺbkový dosah interpretácie cca 35 m.

Všetky merania boli robené na profile P1 z JZ na SV (Obr. 2), ktorý prechádzal súbežne s osou meandra takým spôsobom, aby minimálne kolidoval s prípadnou hospodárskou činnosťou v lese a lúkach.

3. Výsledky geofyzikálnych meraní

Základnú predstavu o štruktúre horninového prostredia na meranom profile, o prítomnosti, polohe, počte terás, o charaktere a hrúbke ich sedimentov ako aj o stave a tektonických pomeroch v ich podloží, môžeme získať analýzou informácií z vertikálnych rezov, získaných spracovaním dát z meraní metódami VES a ERT (obr. 3).



Obr. 3: Vertikálne rezy zostavené z výsledkov merania na profile metódami ERT a VES

hrubozrnná zložka. To znamená, že rýchlosť toku bola v JZ časti terasy menšia a mohli sa tu usadzovať jemnozrnnejšie častice unášané tokom. Z pomedzi jednotlivých terás sa svojim charakterom mierne odlišuje tretia terasa, ktorá sa podľa rezu VES delí na dve časti. Pri podrobnejšom pohľade na reze ERT sa tento predpoklad potvrdzuje a vidíme, že sedimentačný bazén v JZ časti terasy je hlbší a obsahuje jemnozrnnejší materiál. Tento bazén je oddelený od ostatnej časti terasy bariérou vystupujúcou z podložia (metráž 490) a v SV časti terasy

Z vizuálnej analýzy oboch rezov (obr. 3) vyplýva, že horninové prostredie je rozčlenené na niekoľko stupňov, ktoré postupne, smerom na SV klesajú. V hornej časti rezov sa výrazne vyčleňujú úseky s horninovým materiálom vykazujúcim nízke hodnoty merného elektrického odporu (zhruba do 150 Ωm). Tieto oblasti môžeme považovať za fluviálny materiál terás a na priložených rezoch ich môžeme identifikovať päť (na hornom reze zostavenom z výsledkov merania ERT bolo možné začiatok meracieho profilu umiestniť až za asfaltovú cestu, takže prvá terasa pri súčasnom toku Váhu sa na reze nemohla prejaviť). Geometria terás v rezoch má podobu, v ktorej pri JZ okraji je hrúbka sedimentu najväčšia a smerom k SV postupne vyklíňuje. Materiál sedimentu je v JZ časti jemnozrnnejší a smerom k SV pribúda

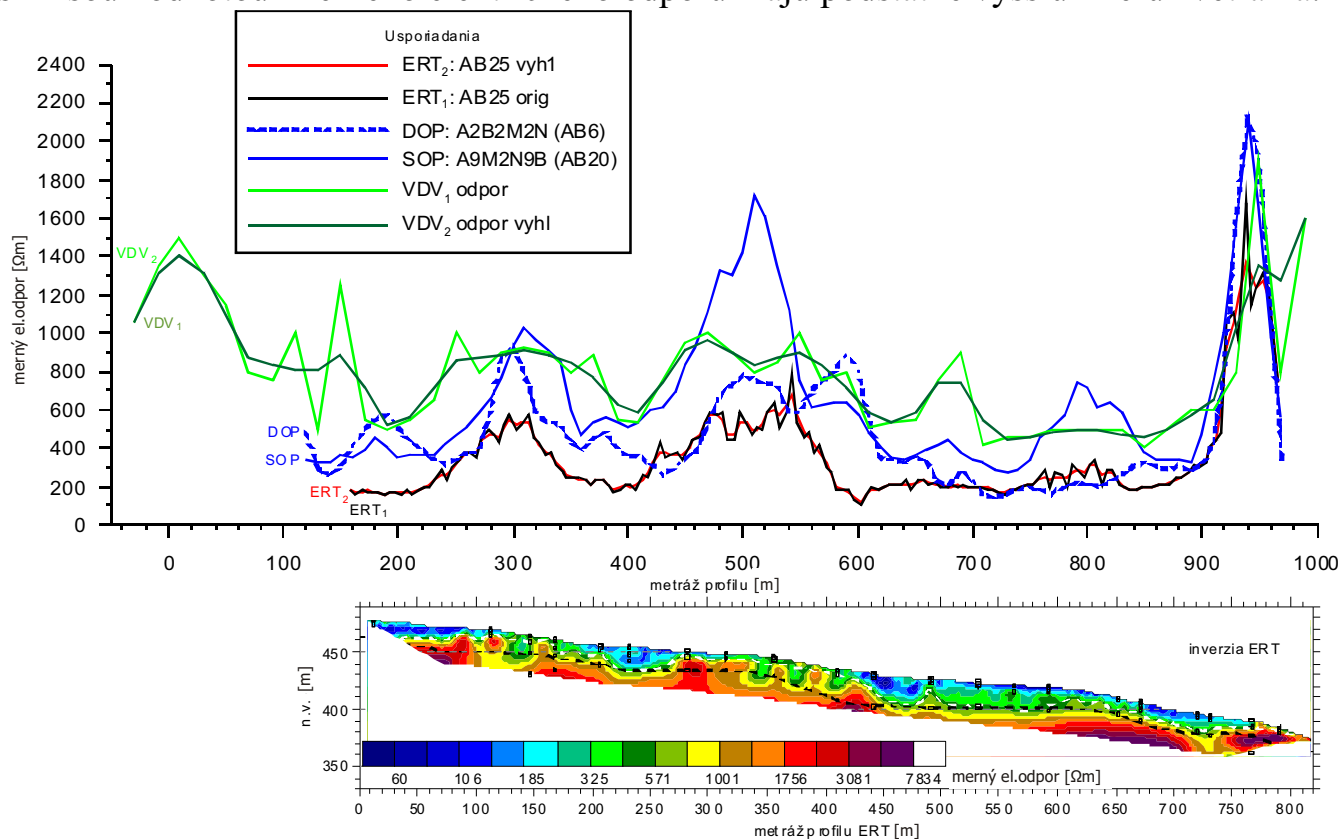
je jemnozrnnejší sediment iba tenkej vrstve pri povrchu v oblasti metráže 550 až 600 m profilu ERT. Je zrejmé, že tok Váhu sa v tomto období presúval rýchlejšie, takže jemnozrnnejší sediment tu (okrem uvedeného úseku) nevznikol.

Zaujímavá je tiež štruktúra svahov medzi terasami. Z rezu ERT vyplýva, že tieto svahy nie sú súvislé, ale že sú rozdelené na množstvo relatívne plytkých telies (okolo 15 m), striedavo vykazujúcich vyššie a nižšie hodnoty elektrického odporu. Predpokladáme, že to súvisí s porušenosťou skalného masívu. Telesá s nižšou hodnotou merného elektrického odporu majú podstatne vyššiu mieru zvetrania.

. Telesá na svahoch sa striedajú pomerne pravidelne a zaujímavé je, že v mieste terás je táto pravidelnosť porušená a súbor terasových sedimentov je zhruba dvojnásobne dlhý. Celý obraz rezu ERT vzdialene pripomína obraz ľadovcového splazu s trhlinami na svahu. Avšak predstavu o pomalom (krípovom) zosúvaní zvetralinovej zóny považujeme za súčasného stavu poznania za málo pravdepodobnú.

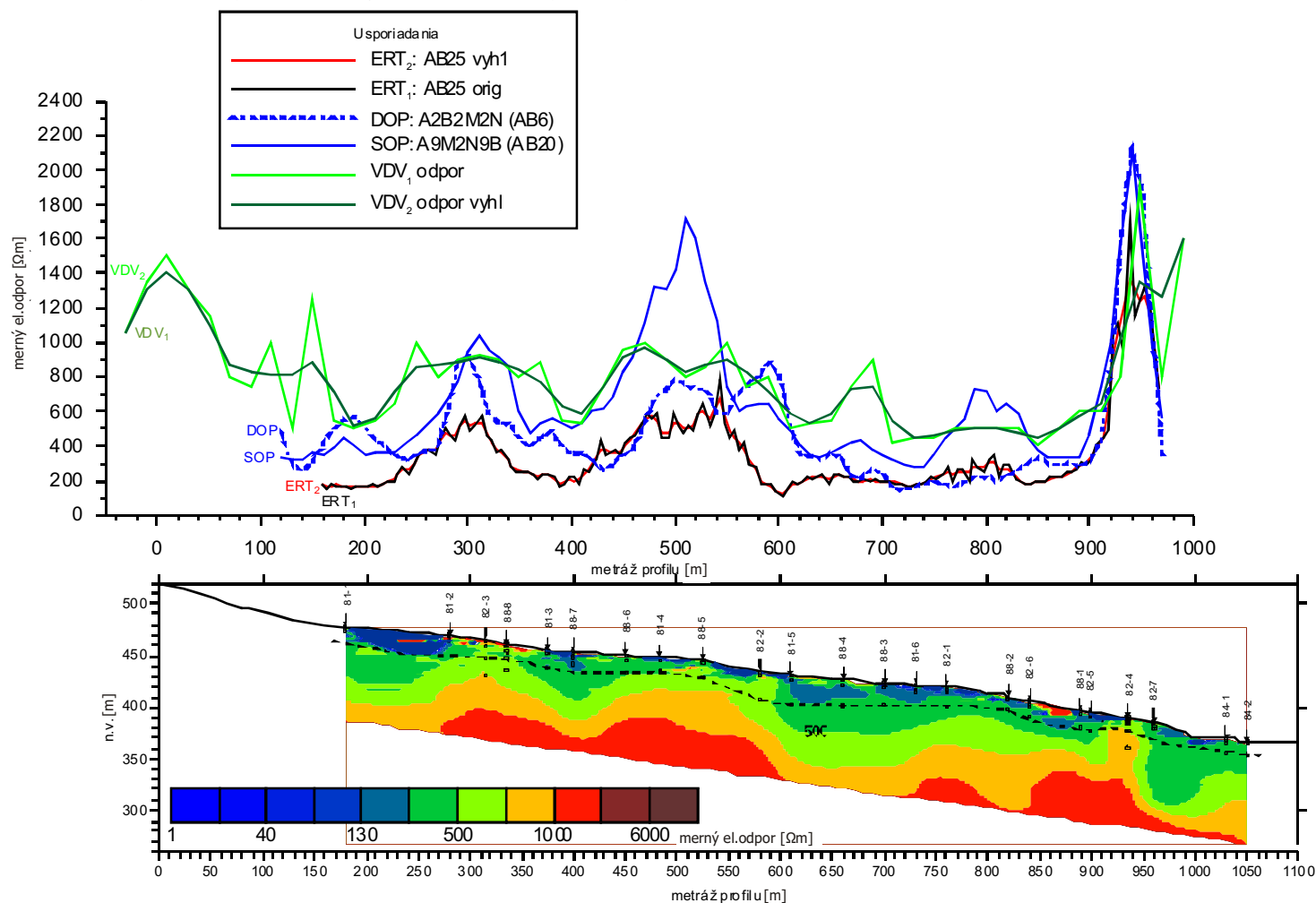
Rez zostavený z výsledkov merania metódou VES má väčší hĺbkový dosah (zostavený bol z nameraných hodnôt elektrického odporu pre hĺbky AB/4) a je z metodických dôvodov redší. Informuje o situácii v hlbšej časti pod meraným profilom. Z vizuálneho posúdenia rezu vyplýva, že rozčlenenie horninového prostredia na telesá pokračuje aj do väčšej hĺbky pričom pórovitosť skalného masívu sa z hĺbkou (v rámci použitého hĺbkového dosahu) zväčšuje. Dôležitým faktom, ktorý z rezu VES vyplýva je skutočnosť, že hlboká štruktúra skalného masívu sa v hrubej

miere zachováva až k povrchu. Toto dobre dokumentuje porovnanie výsledkov odporového profilovania a vertikálnych rezov na obr. 4 a 5. V grafoch oboch obrázkov sú prezentované výsledky profilových meraní všetkých použitých metód (SOP, DOP, VDV a ERT (z týchto meraní bol vybraný graf pre rozstup s AB = 25 m, porovnateľný s klasickým odporovým meraním). Z dôvodu značne členitého priebehu výsledkov meraní metódami VDV a ERT je v grafoch zobrazený aj ich vyhladený ekvivalent (klzávy vážený priemer typu $B_{vyh} = (A + 2B + C)/4$). Z vizuálneho porovnania grafov a rezov vyplýva vysoká miera zhody všetkých grafov a reliéfu podložia – tam kde skalné podložie stúpa k povrchu prejavuje sa to na zvýšení hodnoty merného elektrického odporu v grafe a naopak. Pritom zvlášť zaujímavé je zachovanie

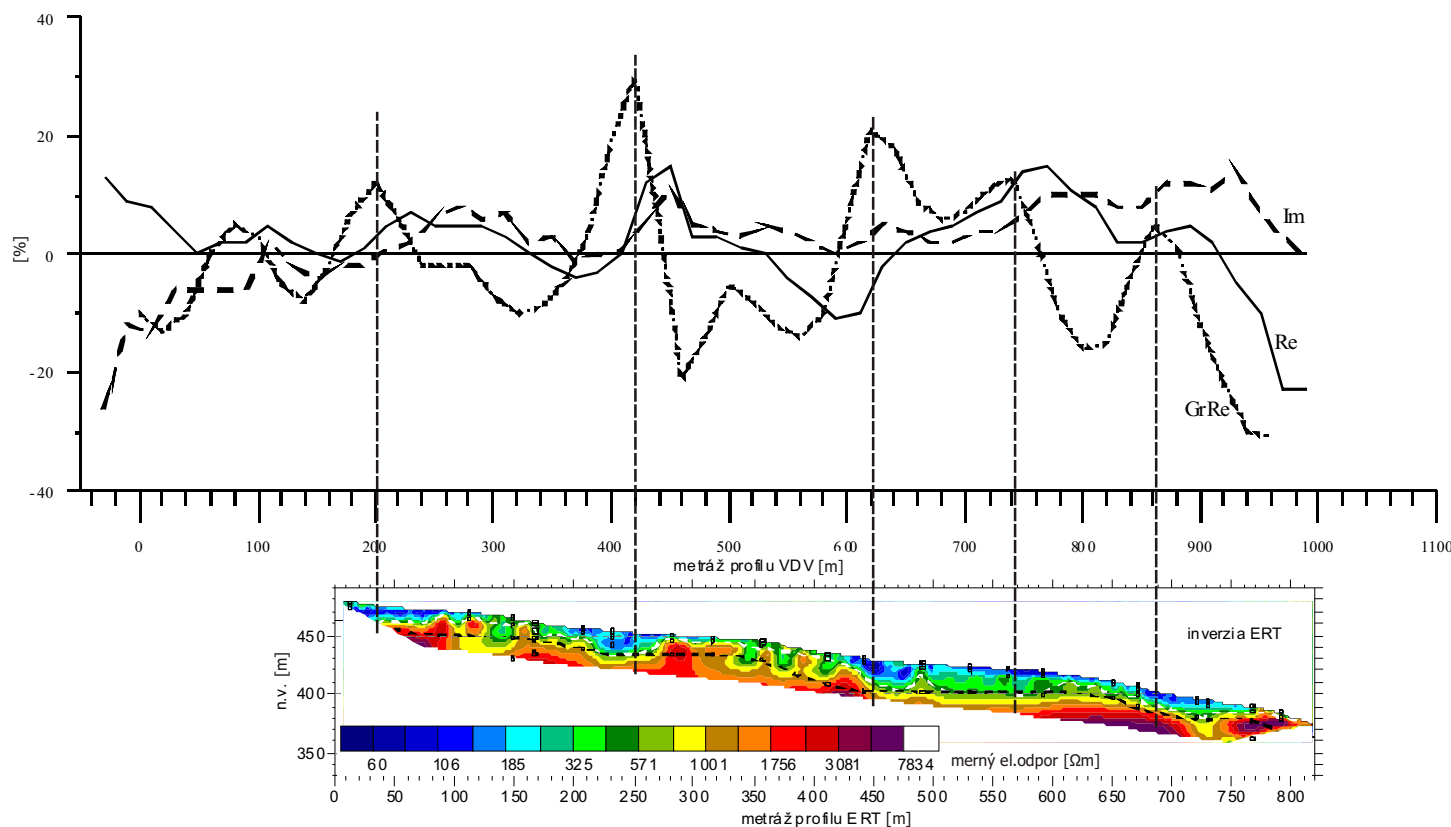


Obr. 4: Porovnanie výsledkov odporového profilovania s rezom zostaveným z výsledkov merania metódou ERT

tejto závislosti aj pre najmenší použitý rozstup (DOP s A2B2M2N, t.j. hĺbkový dosah cca 1,5 m). Štruktúra a materiálové zloženie horninového prostredia sa tu teda v hrubých rysoch od podlažia k povrchu zachováva a prítomnosť terasových sedimentov tento obraz podlažia zásadne nemení. Lokálne záporné korelácie (nesúhlasný priebeh kriviek) (maximum na jednom grafe a minimum na druhom) sú spôsobené rozličným hĺbkovým dosahom a rozličným pomerom rozmerov geologického telesa a veľkosti príslušného elektródového usporiadania. Objektívitu profilových grafov dobre dokumentuje výrazné zvýšenie hodnoty merného elektrického odporu na konci profilu (okolo 940 m), kde sa izolovaný skalný blok prejavil vo všetkých výsledkoch meraní.



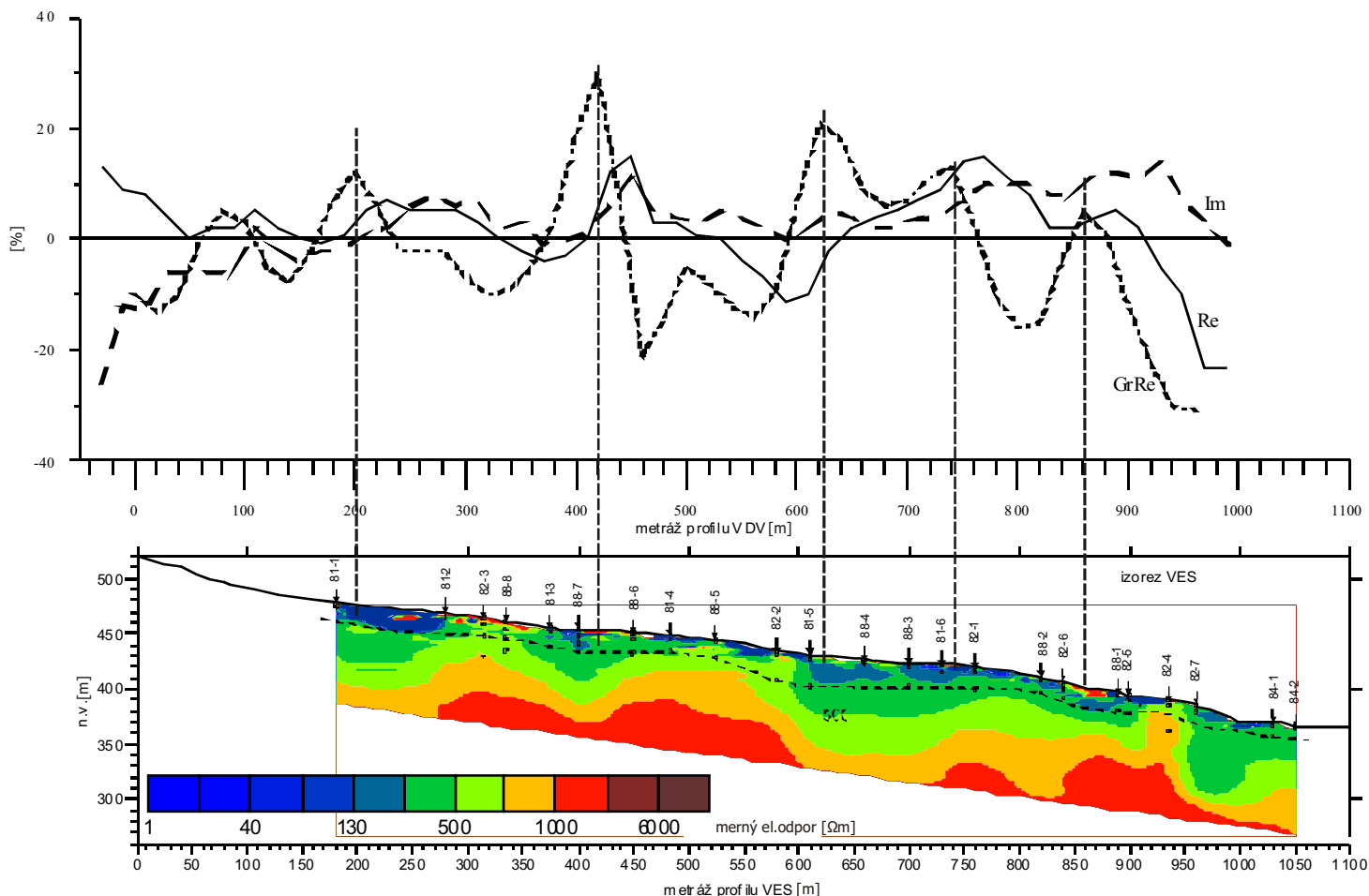
Obr. 5: Porovnanie výsledkov odporového profilovania s rezom zostaveným z merania metódou VES



Obr. 6: Porovnanie výsledkov merania metódou VDV s rezom zostaveným z výsledkov merania metódou ERT

Oproti ostatným použitým metódam kvalitatívne inú informáciu prináša meranie magnetickej zložky EM poľa v metóde VDV. Zmeny v priebehu magnetickej zložky pozdĺž profilu (jej sklon (Re) a polarizácia (Im)) odrážajú prítomnosť geologických vodičov v ktorých vzniká indukované EM pole vyvolané zdrojovým EM poľom komunikačných vysieláčov. Gradient Re zložky lokalizuje polohu týchto geologických vodičov.

Na obr.6 je uvedené porovnanie výsledkov merania magnetickej zložky EM poľa s rezom zostaveným z výsledkov merania metódou ERT. Zvýraznené sú polohy geologických vodičov, ako ich lokalizuje gradient Re zložky. Všetky indície zhodne korelujú s polohou terás na meranom profile. Podobne pri porovnaní polohy gradientu Re zložky s rezom zostaveným z výsledkov merania metódou VES (obr. 7) vidíme, že lokalizovaná poloha geologických vodičov sa zhoduje s polohami vodivých „koreňov“ v skalnom podloží, čo je možné interpretovať ako lokalizáciu tektonických porúch vyššieho rádu, ktoré podmieňujú vznik rozčlenenie horninového masívu na telesá a vývoj lokalizovaných riečnych terás.



Obr. 7: Porovnanie výsledkov merania metódou VDV s rezom zostaveným z výsledkov merania metódou VES

4. Záver

Výsledky geofyzikálneho merania na lokalite Domašín ukazujú, že kombinácia viacerých metód umožňuje získať pomerne podrobné informácie na popísanie štruktúry a zloženia ako kvartérnych sedimentov riečnych terás, tak ich skalného masívu v podloží. Jednotlivé terasy sú dobre identifikovateľné, je možné sledovať vývoj sedimentov terás a sledovať tiež pretváranie svahov terás. Ukázalo sa tiež, že vývoj na terase č.3 nebol jednoduchý, ale má dve fázy (staršiu a mladšiu). Jednou z príčin vzniku terás je aj rozčlenenie podložia tektonickými líniami, avšak relatívny vertikálny pohyb častí masívu je selektívny. Z uvedeného príkladu informačného prínosu z aplikácie geofyzikálneho merania vyplýva okrem iného poznatok, že pre hlbšie popísanie procesov prebiehajúcich pri neotektonických aktivitách

a pri vývoji riečnych terás v rôznych horninových podmienkach je užitočné použiť vzájomne sa dopĺňajúce poznatky z viacerých príbuzných vedných odborov.

Príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia grantového projektu APVV-0158-06.

Literatúra

POLÁK, M., HAŠKO, J.: *Vysvetlivky ku geologickej mape Kysuckých vrchov a Krivánskej Malej Fatry*, Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 1979, 145 s
ONDRÁŠIK, R., GAJDOŠ, V.: Riečne terasy Váhu. *Geografický časopis*, SAV, Bratislava, 2010 (v tlači)

<http://www.poznajachran.sk/index.html>

¹ *Authors:*

Doc. RNDr. Vojtech Gajdoš, CSc - Katedra aplikovanej a environmentálnej geofyziky PriF UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, tel. 421 02 602 96 363,
gajdos@fns.uniba.sk

RNDr. Kamil Rozimant, PhD - Katedra aplikovanej a environmentálnej geofyziky PriF UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, tel. 421 02 602 96 364,
rozimant@fns.uniba.sk