

RIEČNE TERASY VÁHU V MEANDRI DOMAŠÍN V STREČNIANSKEJ ÚŽINE

Rudolf Ondrášik*, Vojtech Gajdoš**

* Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta, Katedra inžinierskej geológie, Mlynská dolina,
842 15 Bratislava, ondrasik@fns.uniba.sk

** Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta, Katedra aplikovanej a environmentálnej geofyziky,
Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, gajdos@fns.uniba.sk

The River Váh terraces in the Domašín meander (the Strečno Gorge).

The meander of Domašín represents a noticeable landmark of the River Váh valley in the Strečno Gorge through, the Malá Fatra Mountains. A string of remnants of river terraces indicates that the meander was created by the Pleistocene river erosion in a granitic rock mass. Remnants of river terraces were indicated on the basis of geomorphology, fluvial deposits, and geophysical survey. Geophysics also determined the depth of the substratum surface and a thickness of alluvial deposits. The stratigraphic position of 11 Pleistocene river terraces was classified on the basis of their relative elevation.

Key words: Malá Fatra Mts., Strečno Gorge, River Váh terraces, terrace relics, Domašín meander, fluvial deposits

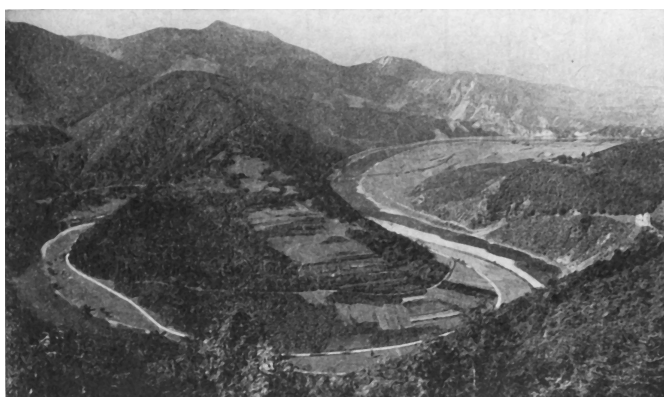
ÚVOD

Domašínsky meander v Strečnianskej úžine vytvára výrazný morfológický prvok riečneho reliéfu (obr. 1) v 1 000 m hlboko zarezanom antecedentnom úseku údolia Váhu, spájajúcom Liptovskú a Žilinskú kotlinu a oddelujúcim Kriváňsku a Lúčanskú časť Malej Fatry. Meander Domašína, ktorý patrí k najvýznamnejším príkladom zaklesnutých meandrov v Karpatoch, bol vyhlásený za chránenú prírodnú pamiatku uznesením rady ONV Žilina č 91/1978 so 4. stupňom ochrany. Geologická stavba meandra je však v geologických mapách rozporne interpretovaná. Zatiaľ čo jedny uvádzajú podložie tvorené iba granitoidmi, v iných je znázornený výskyt spodnotriasových kremencov. Keďže spomínané spodnotriasové kremence priamo na povrch nevystupujú, predpokladáme, že ide o nesprávnou interpretáciu okruhliakov kremencov v kvartérnych riečnych terasách, čo nás podnietilo k podrobnejšiemu štúdiu zvyškov riečnych terás na svahu Domašína. Predmetné územie sme podrobne zmapovali s použitím geofyzikálnych odporových metód. Brali sme do úvahy aj posunutie spodnej hranice kvartéru na 2,58 milióna rokov (Gibbard et al. 2009).

Mierne uklonený povrch terás bol v minulosti značne ovplyvnený ľudskou činnosťou, najmä poľnohospodárskou, ako to dokumentuje aj fotografia z prvej polovice 20. storočia (obr. 2). Na fotografii je vidieť aj starú cestu cez meander, ktorá sa vyhýbala zaplavovanému územiu pri Váhu. Zostali po nej miestami až 2 m hlboké zárezy. V druhej polovici 20. storočia došlo k revitalizácii lesa a pasienkov na povrchu meandra, ako je to vidieť na fotografii z konca 20. storočia (obr. 3).



Obr. 1. Pohľad na Domašínsky meander Váhu v Strečnianskej úžine z juhovýchodu (foto R. Ondrášik)



Obr. 2. Domašínsky meander Váhu v Strečnianskej úžine, pohľad zo severu (foto Krákora in Vitásek 1958)



Obr. 3. Pohľad na Domašínsky meander koncom 20. storočia od Starého Hradu (foto Plesník)

HISTÓRIA VÝSKUMU PLEISTOCÉNNYCH TERÁS VÁHU NA DOMAŠÍNE

Strečnanskej úžine, ako uvádza Mazúr (1963), venoval pozornosť z hľadiska genézy vo svojich prácach celý rad bádateľov (Sawitzky, Machattschek a Danzer, Hromádka, Vitásek a napokon aj Lukniš). Avšak až spomínaný autor sa ako prvý venoval samostatnému štúdiu riečnych terás na severných svahoch Domašina, a to vo svojej monografii o Žilinskej kotline a prilahlých pohoriach (Mazúr 1963). Pozornosť zamerlal najmä na výskyt kvartérnych fluviálnych sedimentov v rôznych výškových úrovniach, ktoré identifikoval ako zvyšky 5 pleistocénnych terasových stupňov Váhu a holocénnej poriečnej nivy. Pri hodnotení ich výškovej úrovne bral do úvahy aj polohu príslušných terasových stupňov Žilinskej kotliny, pričom nie je jasné, či zohľadnil podložie terás alebo ich povrch (tab. 1).

Tab. 1. Riečne terasy v Žilinskej kotline v doline Váhu a jeho pobočiek Rajčianky a Varínky podľa Mazúra (1963)

Skupina terás	Terasový stupeň	Relatívna výška	Supeň
vysoké terasy	1. vysoká terasa	130 m	donau
	2. vysoká terasa	95 m	günz
	3. vysoká terasa	70 – 75 m	mindel
stredné terasy	1. stredná terasa	24 – 30 m	riss 1 (st)
	2. stredná terasa	10 – 12 m	riss 2 (ml)
nízka terasa		7 – 9 m	würm
poriečne nivy	vyšší nivný stupeň	3 – 6 m	holocén
	nivný stupeň	0 m	holocén

Mazúr upozornil tiež na vzťah medzi výškovou úrovňou terás a stupňom zvetrania materiálu okruhliakov. Podobne hodnotil riečne terasy Váhu na svahu Domašina aj Kalaš (1965). Kvartérne zarezanie Váhu podľa Mazúra a Kalaša dosahuje 130 m. Obaja autori pravdepodobne brali do úvahy iba terasy so zachovanými zvyškami riečnych sedimentov a dĺžku kvartéru 1,8 až 2 milióny rokov.

Predkvartérne podložie Malej Fatry podrobne študovali Ivanov a Kamenický (1957). V oblasti Domašina uviedli granitoidy. Ich podklady boli prevzaté aj do prehľadnej geologickej mapy list Žilina (Maheľ 1964). Na druhej strane Haško a Polák (1978) znázorňujú na vnútornom meandri Domašina spodnotriasové kremence, pravdepodobne na základe okruhliakov kremencov v zvyškoch riečnych terás, ktoré interpretovali ako doklad existencie spodnotriasových kremencov v predkvartérnom podloží. Tento názor bez komentára prevzali aj Rakús a Hók (2003).

ZVÝŠKY RIEČNYCH TERÁS NA DOMAŠÍNE

Mierne severné svahy Domašina sú zakryté súvislou pokrývkou kvartérnych sedimentov. V riečnej výplni údolného dna sú popri frakcii 5-10 cm výrazne zastúpené aj slabo opracované balvany veľkosti 20-80 cm, pochádzajúce z blízkeho okolia. Na vnútornej (nánosovej) strane meandrov sa vyskytujú aj

niekoľko metrov hrubé polohy piesku. Súvislá poloha piesku je na pravej strane Váhu južne od Domašína oproti ústiu železničného tunela. Piesčité materiály boli zistené aj v drobných zvyškoch terás na východnom svahu údolia Váhu medzi vyústením doliny Hoskora a Starým hradom. Vo vyšších častiach severného svahu Domašína sa nachádzajú dobre opracované okruhliaky aj z materiálu leukokrátnych granitov, rúl, kremeňa a kremenca, svedčiace o ich fluviálnom pôvode.

Filová (1982) analýzami vzoriek z plytkých kopaných sond (do hĺbky 1 m) preukázala zvyšujúci sa stupeň zvetrania okruhliakov granodioritu a rúl s rastúcou výškovou úrovňou, teda aj so vzrastajúcim vekom riečnych terás. V alúviu, ako aj mladších würmských terasách boli okruhliaky granodioritu a ruly nezvetrané, v šachtici S1 (mindel mladší) navetrané. Okruhliaky z dvojsľudnej a biotitickej variety granodioritu boli v šachtici S2 (mindel starší) zvetrané a veľká časť z nich bola rozpadnutá na menšie úlomky. V šachtici S3 (günz mladší) boli okruhliaky úplne zvetrané a z veľkej časti rozpadnuté na drvinu. V šachticiach S4 a S5 (günz starší a donau) zostali zachované iba okruhliaky z kyslých variet granitov a rúl, ako aj kremeňa a kremenca. Zároveň so stupňom zvetrania sa zvýšila aj zahľadenosť sedimentov riečnych terás. Z najvyšších dvoch terás (9, 10) sa zachovali iba malé erózne zvyšky ich podložia.

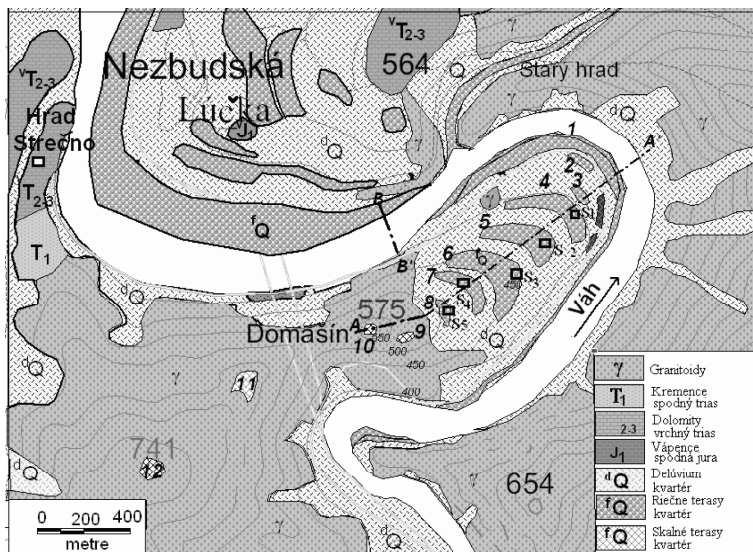
Rozmer okruhliakov sa od najnižších terás znižuje smerom k najvyšším terasám. V holocénnych náplavoch Váhu sa nachádzajú aj veľké, slabo opracované balvany granodioritu s priemerom až do 80 cm. Prevládajúci rozmer okruhliakov v zachovaných zvyškoch vyššie položených terás je 5-10 cm. Analýza ťažkých minerálov a ich stupeň korózie nepreukázali závislosť na veku terás. Percentuálny podiel ílovej frakcie v hlinitej zložke je veľmi nízky (od 0 do 2-4 %), čo nasvedčuje, že veľká časť koloidných produktov zvetrania bola vyplavená alebo sa nahromadila na báze terasových sedimentov a v puklinách podložných granitoidov. V rámci ílovej frakcie boli metódou DTA a RTG identifikované hydrosľuda, kremeň, chlorit a živce s vysokým obsahom Fe (Turan a Šamajová cit. in Filová 1982).

STAV RIEČNYCH TERÁS PODĽA VÝSLEDKOV GEOFYZIKÁLNEHO PRIESKUMU

Na overenie štruktúry kvartérnych pokryvných útvarov a ich podložia na severnom svahu Domašína pozdĺž línie A – A' (na obr. 4 a 5) boli vykonané aj geofyzikálne merania (metóda vertikálneho elektrického sondovania – VES a metóda elektrickej rezistívnej tomografie – ERT). Výsledky oboch metód vo forme vertikálnych rezov (obr. 6) ukazujú, že horninové prostredie v okolí profilu je horizontálne aj vertikálne diferencované a je možné vyčleniť v ňom niekoľko stupňov, ktoré ako v kvartérnych útvaroch, tak aj v ich podloží reprezentujú tektonicky podmienený vývoj terás.

Kombináciou výsledkov metódy ERT (ktoré podrobnejšie popisujú situáciu do hĺbky cca 35 m) a VES (ktoré v redšej sieti ukazujú situáciu do hĺbky cca 55 m a na základe kvantitatívnej interpretácie nameraných údajov aj priebeh rozhrania kvartér – podložie) je možné posúdiť štruktúru vyšetrovaného

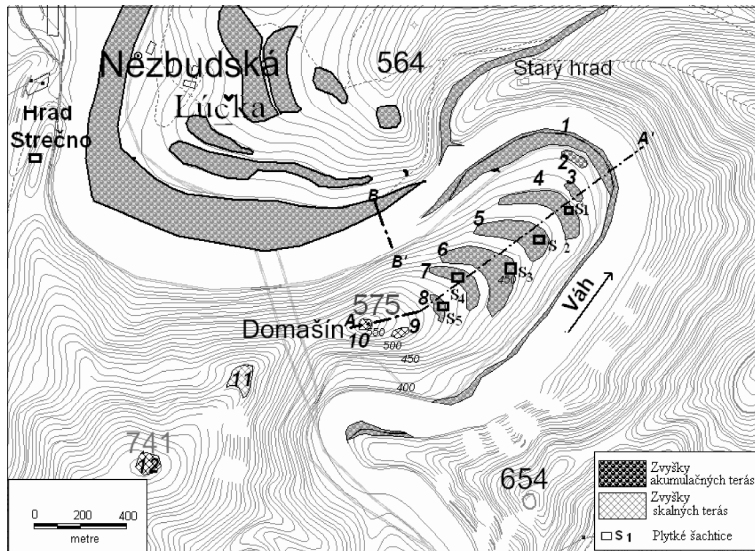
horninového prostredia. Hornú časť prostredia je možné podrobne posúdiť z rezu ERT a dolnú časť so skalným podložím vrátane tektonických porúch z rezu VES. Z oboch rezov je zrejmé, že v obraze rezistivity sa na geofyzikou zmeranej časti profilu A – A' vyčleňuje päť terasových stupňov. Jednotlivé terasy sú charakterizované hrubšou vrstvou riečnych sedimentov a produktov zvetrávania (do 20 m) charakterizovaných nízkymi hodnotami elektrickej rezistivity (do 150 ohm.m). Ich hrúbka je väčšia v JZ časti sedimentárneho bazéna a menšia v jeho SV časti. To znamená, že v JZ časti riečného koryta bol riečny prúd pomalší ako v jeho SV časti, podobne ako v oblúku súčasného toku Váhu. Zvlášť je potrebné spomenúť tretiu terasu, ktorá je pravdepodobne v dôsledku nestability podložia, alebo rozdielných klimatických udalostí rozdelená na dve časti: kratšiu JZ s prevažne jemnozrnnou výplňou a širšiu SV, ktorá má pestrejší vývoj s častejším výskytom hrubozrnejšej sedimentárnej zložky. Svahy medzi terasami vykazujú výrazné vertikálne a horizontálne členenie, čo naznačuje zložitejší tektonický a zvetrávací vývoj na rozhraní terás. Dĺžka svahov medzi prvou a druhou terasou, ako aj druhou a treťou terasou je kratšia, naopak medzi treťou a štvrtou terasou, ako aj štvrtou a piatou terasou je dlhšia. Štruktúra svahov je v tejto južnej skupine zložitejšia a vyznačuje sa častým striedaním kompaktnějších a zvetranejších úsekov. Na starších úsekoch svahov sú tieto zvetralinové „jamy“ výraznejšie vyvinuté ako na mladších svahoch.



Obr. 4. Geologická mapa okolia Domašína so znázornením riečnych terás

Z izoohmického rezu zostaveného z meraní VES (v dolnom reze na obr. 6) je dobre čitateľný obraz podložia kvartéru, ktorý výraznejšie poukazuje na tektonické línie, podmieňujúce vznik jednotlivých terás. V reze môžeme pozorovať horninové prostredie rozčlenené do viacerých blokov, postupne

poklesávajúcich k SV, čo naznačuje na extenznú mobilitu sústavy. Zaujímavý je charakter intenzity zvetrávacích procesov, ktorý je selektívny v závislosti na miere tektonického porušenia skalného masívu a je aj rozdielny na jednotlivých homogénnych blokoch.



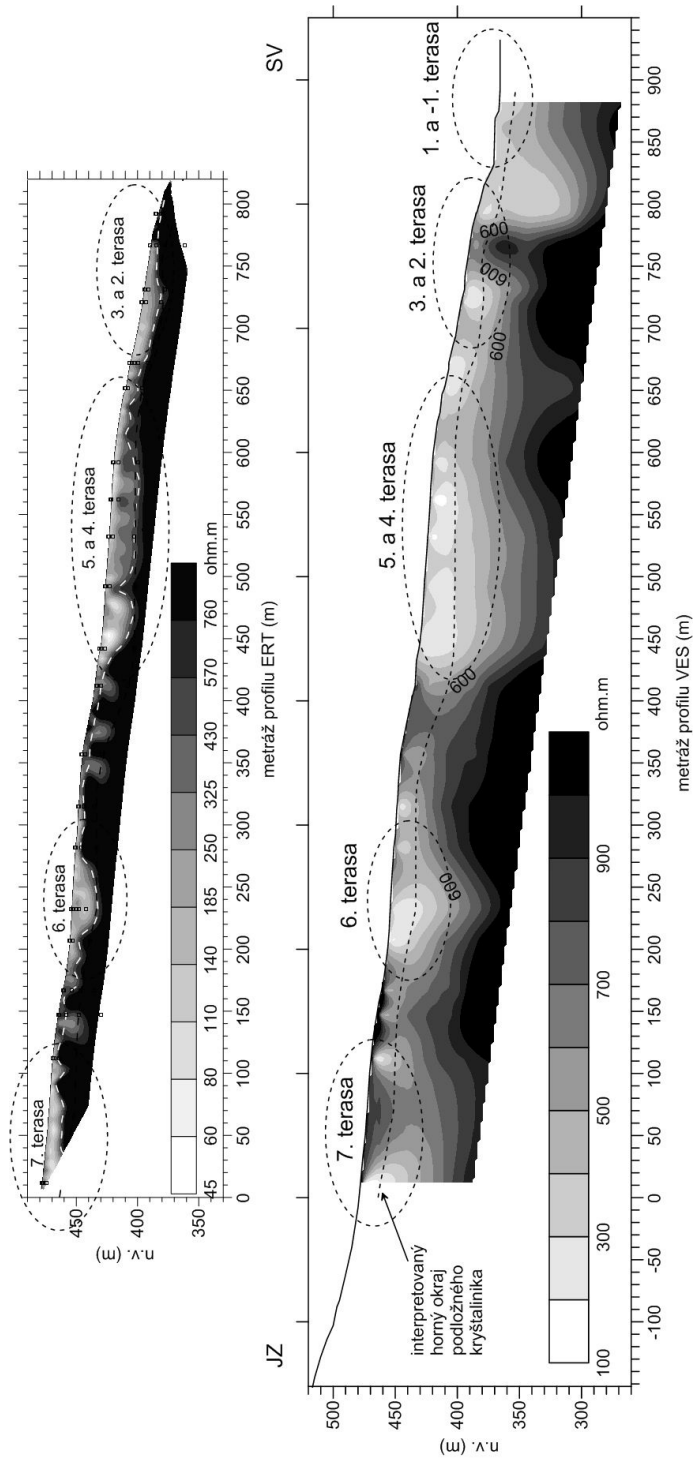
Obr. 5. Situácia terás Váhu a profilov v topografickej mape

Z uvedených rezov je tiež možné usudzovať, že v podloží riečnych terás je v zvetranej a hlbšie v nezvetranej forme prítomné kryštalinikum. Vzhľadom na nízku úroveň rezistivity v horných častiach rezov, kontinuálne prechádzajúcu s hĺbkou do vyšších hodnôt, prípadnú prítomnosť triasových sedimentov, ktorých rezistivita by tu bola zhruba o rád voči kryštaliniku vyššia, na meranom profile nepredpokladáme.

POZÍCIA RIEČNYCH TERÁS

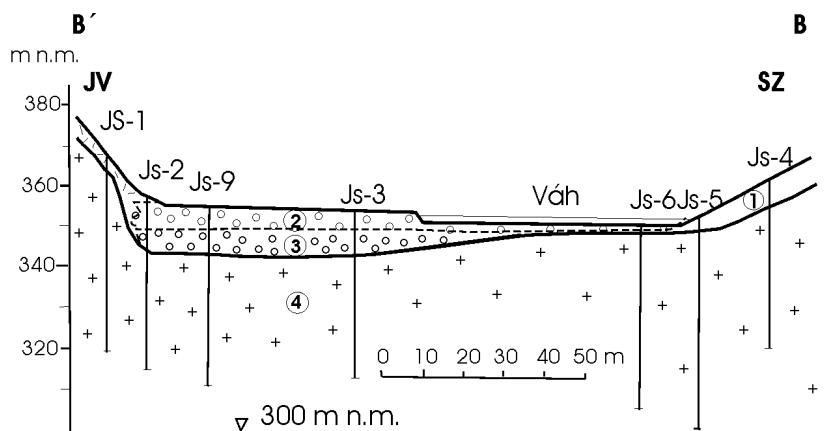
Rozsah zvyškov riečnych terás Váhu na severných svahoch Domašína je znázornený na obr. 4 a 5. Predpokladáme, že najmladšie riečne sedimenty dnovej akumulácie, dosahujúce hrúbku 10 až 12 m patria v spodnej časti k najmladšiemu pleistocénu (vrchný wurm) a iba vrchná časť je holocénneho veku (obr. 7).

Stratigrafické zaradenie terás bolo vykonané na základe ich relatívnej výškovej úrovne (tab. 2 a obr. 8). Približný vek bol stanovený podľa synoptickej tabuľky Halouzku (1983) s prihliadnutím na korelačnú schému Vaškovského a Ložeka (1973). Na rozdiel od Mazúra (1963) a Kalaša (1965) za kvartérne považujeme aj zvyšky skalných terás bez zachovania riečnych sedimentov (poradové čísla 9, 10, 11, a 12). Zosúladenie pozície terás s výsledkami geofyzikálneho profilovania je ilustrované na obr. 8. Zo vzťahu medzi relatívnou výškou terás a ich vekom (obr. 9) vyplýva, že celková hĺbka kvartérneho zarezania Váhu dosahuje až takmer 300 m.



Obr. 6. Vertikálne rezistivné rezy na meranom profile získané metódami ERT

(Horný rez – zostavený z nameraných dát metódou inverzie) a VES (dolný rez – zostavený z nameraných dát formou izoohmického rezu).
Posun farebných škál je spôsobený metodickou odlišnosťou oboch metódach.

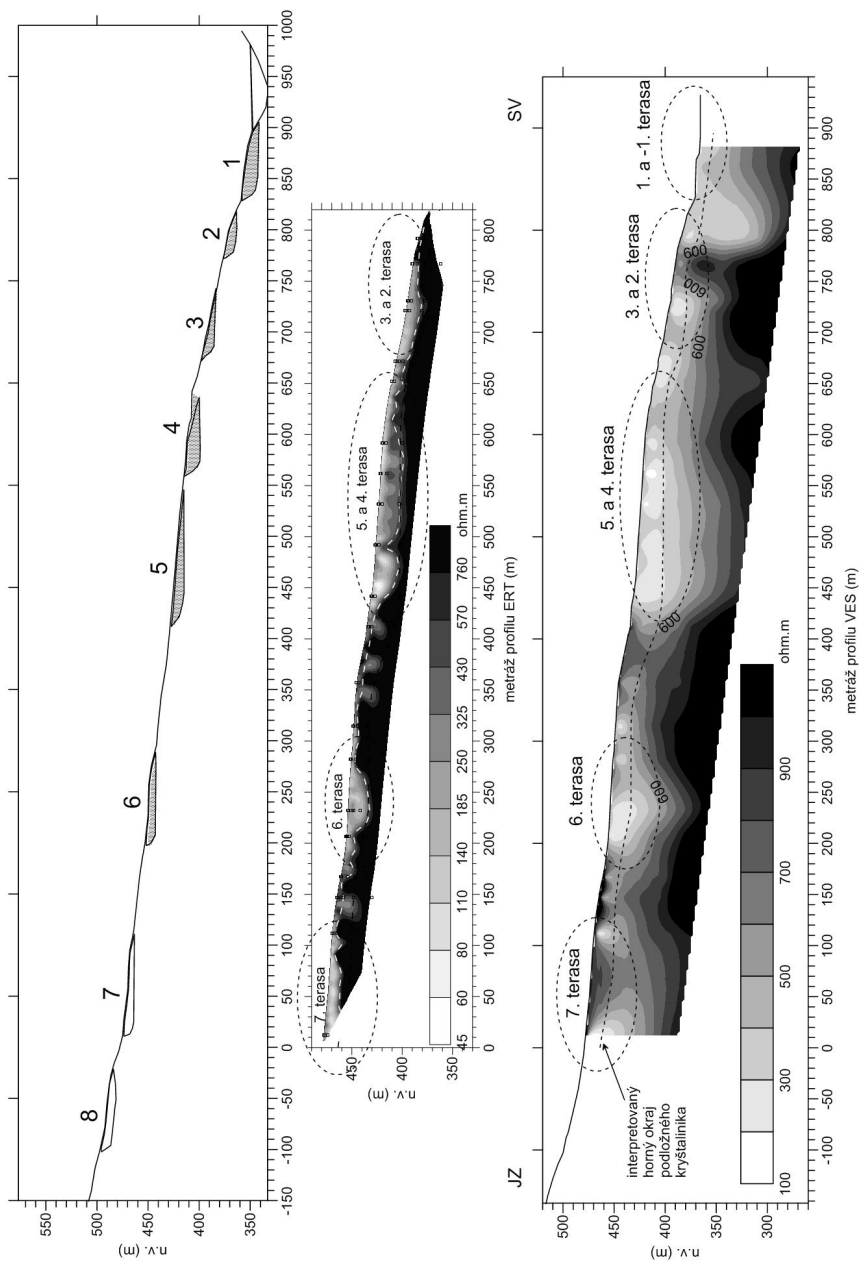


Obr. 7. Profil údolí Váhu B' – B v uvažovanom priehradnom profile powyše železničného mosta

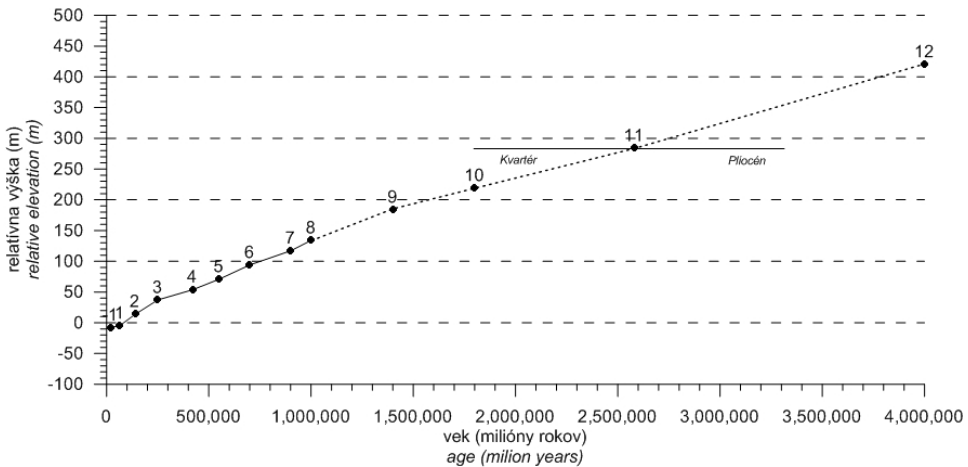
1 – svahové sedimenty, 2 – riečne štrky (holocén), 3 – riečne štrky (würm mladší),
4 – granodiorit, JS-1 až JS 9 prieskumné vrtý (podľa Ondrášik et al. 1990)

Tab. 2. Morfometrické údaje o úrovni báz terás na severných svahoch Domašina a ich chronostratigrafické zaradenie

Báza číslo	Nadmorská výška (m)	Približný vek	Relatívna výška (m)	Stratigrafické zaradenie
12	741	4 000 000	420	pliocén
11	630	2 600 000	284	vrchný pliocén
10	575	1 800 000	219	biber starší
9	530	1 400 000	184	biber mladší
8	480	1 000 000	134	donau
7	463	900 000	117	günz starší
6	440	700 000	94	günz mladší
5	417	550 000	71	mindel starší
4	400	420 000	54	mindel mladší
3	383	250 000	37	riss starší
2	360	140 000	14	riss mladší
-	346		0	údolné dno
1	341	65 000	-5	würm starší
-1	338	20 000	-8	würm mladší



Obr. 8. Korelácia pozície terás s výsledkami geofyzikálneho merania



Obr. 9. Vzťah medzi vekom a výškou terás; čiarkovane je označená extrapolácia na celú dĺžku kvartéru, indikovaného zvyškami skalných terás

ZÁVER

Terénnym výskumom, analýzou okruhliakov a geofyzikálnym meraním sa jednoznačne potvrdili predpoklady o zvyškoch riečnych terás na svahoch Domašina v Strečnianskej úžine. Na základe ich výškovej úrovne i stupňa zvetrania granodioritových okruhliakov bol vykonaný pokus o ich chronostratigrafické zaradenie. V najvyššie položených úrovniach najstarších terás sa zachovali okruhliaky z kyslých variet granitu, ako aj z kremeňa a kremenca. Na základe morfológie zvyškov terás nad úrovňou údolného dna a korelácie s predpokladaným chronostratigrafickým zaradením bez stratigrafických dôkazov predpokladáme, že kvartérne zarezanie Váhu v skúmanom úseku dosahuje oproti predchádzajúcim predpokladom vyššie hodnoty pohybujúce sa takmer do 300 m.

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

LITERATÚRA

- FILOVÁ, J. (1982). *Určovanie stupňa zvetrania granitoidov*. Diplomová práca, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Bratislava.
- GIBBARD, P. L., HEAD, M. J., WALKER, M. J. C. and the SUKOMISSION ON QUATERNARY STRATIGRAPHY (2009). Formal ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch with a base 2,58 Ma. *Journal of the Quaternary Science*, 25, 96-102.
- HALOUZKA, R. (1983). Synoptická tabuľka kvartéru. In Andrusov, D., Samuel, O., eds. *Stratigrafický slovník Západných Karpát I*. Bratislava (GÚDŠ), p. 436.
- HAŠKO, J., POLÁK, M. (1978). Geologická mapa Kysuckých vrchov a Krivánskej Malej Fatry. *Geologické práce*, 45, 187-212.
- IVANOV, M., KAMENICKÝ, L. (1957). Poznámky ku geológii a petrografii kryštalinika Malej Fatry. *Geologické práce*, 45, 187-212.

- KALAŠ, L. (1965). Geomorfologický vývoj a kvartér strečnianskeho prelomu. In Gašparík, J., ed. *Sjazdový sprievodca, XVI. SJAZD čs. spoločnosti pre mineralógiu a geológiu. Žilina, 24. – 26.8.1965. Žilina (IGHP)*, pp. 40-48.
- MAHEL, M. (1964). *Geologická mapa ČSSR 1:200 000, list Žilina*. Praha (USG).
- MAZÚR, E. (1963). Žilinská kotlina a príľahlé pohoria. Bratislava (SAV).
- RAKÚS, M., HOK, J. (2003). Geologická stavba antiklinály Kozla. *Mineralia Slovaca*, 35, 75-88.
- ONDRAŠÍK, R., MATEJČEK, A., TRABALÍKOVÁ, T. (1990). Engineering geological evaluation of the Lúčanská Malá Fatra Nts. crystalline rock heterogeneity. *Acta Geologica et Geographica Universitatis Comenianae: Geologica*, 45, 237-246.
- VAŠKOVSKÝ, I., LOŽEK, V. (1973). Korelačná schéma kvartéru na území Slovenska (tabuľka v prílohe). In Vaškovec, I., ed. *Kvartér Slovenska*. Bratislava (GÚDŠ).
- VITÁSEK, F. (1958). *Fysický zeměpis, II*. Praha (ČSAV).

Rudolf Ondrášik, Vojtech Gajdoš

THE RIVER VÁH TERRACES IN THE DOMAŠÍN MEANDER, THE STREČNO GORGE

The river Váh cuts a deep (about 1km) narrow trough through the Malá Fatra Mts. and divides it into two parts – the Krivánska and Lúčanská Fatra Mts. The meander of Domašín represents a distinctive landmark in the gorge (Fig. 1). A set of river terrace relics indicates a Quaternary fluvial evolution of the Domašín.

Agricultural activities occurred on the mild slope of the Domašín up to the mid-20th century (Fig. 2). Revitalization of forest slopes followed in the second half of the 20th century (Fig. 3).

Fluvial deposits consist of coarse gravel and boulders of granite and metamorphic rocks, partly of quartzite and sandstone. The rock material of lower terraces is rather recent, the terraces in higher positions are partly or completely weathered. Only quartzite and acidic granite resisted. Some geologists considered them fragments of bedrock and interpreted them as Triassic quartzite layers. Mazúr (1963) confirmed the existence of fluvial terrace relics in the meander of Domašín (Tab. 1) and noticed the dependence of the weathering degree on the age of fluvial deposits.

Analysis of heavy minerals and their corrosion did not indicate any correlation with the age of fluvial deposits.

Geophysical measurements (electric resistivity tomography (ERT) and vertical electric sounding (VES)) show the detailed structure of the Quaternary sediments (Fig. 6). In addition, results of the VES measurement allowed identification of the depth and nature of crystalline bedrock and its zones in relation to the weathering process and tectonic fracturing. Fluvial sediments and weathered bedrock underlying terraces are up to 20m thick.

Figs. 4 and 5 show the position of surviving fragments of the river terraces. The Holocene deposits overly the youngest Pleistocene fluvial terrace (Fig. 7). The altitude of terraces and the chronostratigraphy deduced their altitude using the correlation scheme of Halouzka (1983) are summarized in Tab. 2. Terraces 9, 10, 11, and 12 are represented only by the remnants of rock-cut terraces without fluvial deposits. Fig. 8 represents the coincidence of the position of remnants and the geophysical data. Fig 9 points to the existence of correlation between the altitude of terraces and the chronological and age assignments. The depth of the Quaternary River Váh trough cut through the Malá Fatra Mts. at the Strečno Gorge is supposed to be up to 300 m.

