

Poznatky z hydrogeologického výskumu kvartérnych sedimentov Vysokých Tatier a ich predpolia

(4 obr. a 5 tab. v texte)

VLADIMÍR HANZEL*

Connaissances de la recherche hydrogéologique des sédiments quaternaires de la Haute Tatra et de son avant-pays

L'auteur présente quelques nouveaux résultats de la recherche hydrogéologique des sédiments quaternaires de la Haute Tatra et de son avant-pays. Il met en valeur le caractère hydrogéologique des sédiments glaciaux et glaciifluviaux dans lesquels quelques forages hydrogéologiques étaient exécutés. Il mentionne des données sommaires sur l'épaisseur des sédiments obtenues par la mesure géophysique.

Некоторые сведения по гидрогеологическому исследованию четвертичных осадков Высоких Татр и их предполья

В работе приводятся некоторые сведения, приобретенные гидрогеологическим исследованием осадков Высоких Татр и их предполья. Центр работы состоит в оценке гидрогеологического характера гляциальных и гляциофлювиальных осадков, в которых было пробурено несколько гидрогеологических скважин. Коротко приведены и сведения о мощностях этих осадков, приобретенные помощью обширного геофизического измерения.

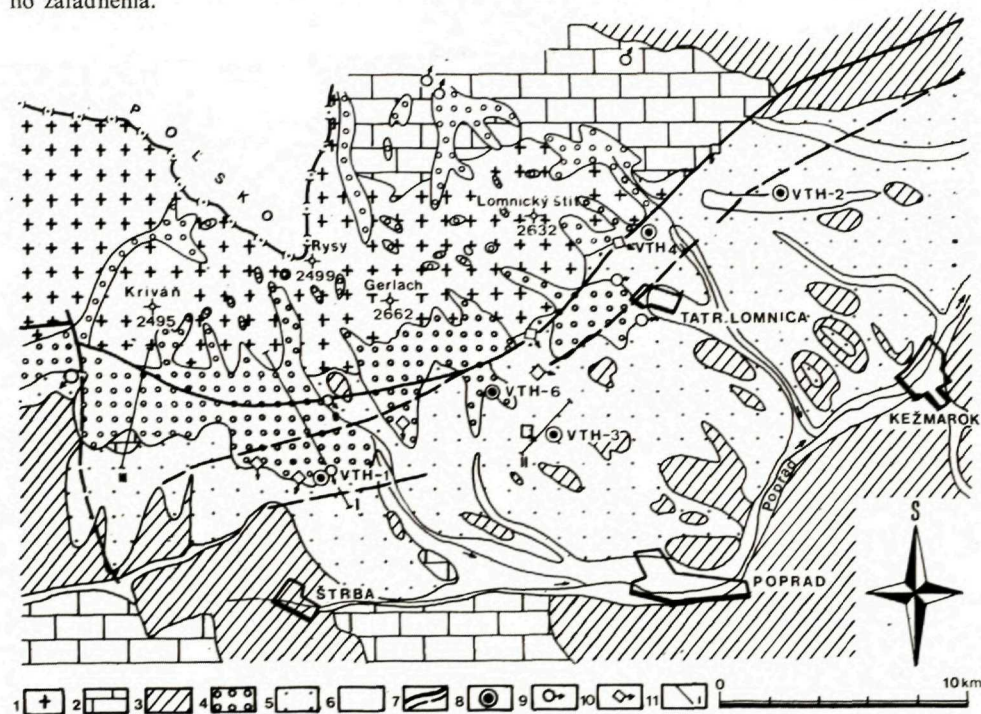
V ostatných rokoch sa dostávajú do pozornosti hydrogeológov aj Vysoké Tatry, a to najmä pre rozsiahle priestorové rozšírenie kvartérnych sedimentov a v súčasnosti aj pre citelný nedostatok vody na vodovodné zásobovanie.

Zaujímavé územie patrí trom orografickým celkom: Vysokým Tatrám, Liptovskej a Popradskej kotline. Orografickú hranicu Vysokých Tatier s ich predpolím, t. j. Liptovskou a Popradskou kotlinou, tvorí podľa M. LUKNÍŠA (1973) podtatranský zlom, ktorý bol aktívny aj v priebehu neogénu a kvartéru. Jadro masívu Vysokých Tatier tvorí kryštalinikum, ktoré je mohutnou postpaleogénou klenbou komplikovanej stavby. Zatiaľ čo granodiorit a kremenný diorit tvoria podstatnú časť kryštallického jadra, kryštallické bridlice sú zastúpené iba sporadicky (A. GOREK 1959). Zo severu je na kryštaliniku uložené mezozoikum (Belianske Tatry), ktoré má zložitú, prevažne príkrovovú stavbu (obr. 1). Z južnej strany vystupuje mezozoikum vo forme ostrovov z paleogénu pri tektonickom styku s kryštalinikom, a to v oblasti Troch studničiek, Hrubého grúňa a kóty Hrádok (obr. 3), pričom je všade obklopené kvartérnymi sedimentmi. Masív kryštalinika Vysokých Tatier sa na juhu styka prevažne bezprostredne s eocénnymi sedimentmi Liptovskej a Popradskej kotliny, od ktorých ho oddeľuje mohutný pozdĺžny podtatranský zlom (A. GOREK 1959). V podstatnej časti predpolia Vysokých Tatier zastupujú paleogén ílovec rytmičky sa striedajúce s pieskovecami (flyš)

* RNDr. Vladimír Hanzel, CSc., Geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 809 40 Bratislava.

a iba v blízkom okolí mezozoických ostrovov je bazálny paleogén. Paleogén vystupuje na povrch v úzkych pásoch na bokoch nehlbokých dolín, kde ich odkryli potoky po prerezaní kvartérnych štrkových pokrovov (obr. 1).

V pleistocéne boli Vysoké Tatry niekoľkokrát zaľadnené, čoho výsledkom je mocná kvartérna pokrývka najmä ich južného predpolia. M. LUKNIŠ (1968) odlišil najstaršie (mindelské), predposledné (risské) a posledné (würmské) zaľadnenie. Toky vytekajúce z ľadovcov vyplavili z morén množstvo kalu, piesku a štrku a uložili ho vo forme glaciofluviálnych kužeľov, v ktorých bolo odlišených päť glaciofluviálnych štrkových pokrovov. Potoky vyhlbili v holocéne svoje dolinové dna 2,0 až 7,0 m pod úroveň glaciofluviálnych štrkových akumulácií, ktoré sa pripínajú k morénom posledného zaľadnenia.



Obr. 1. Schematická geologická mapa Vysokých Tatier a ich predpolia. Zostavil: V. Hanzel 1974 (podľa geologických podkladov M. LUKNIŠA, I. VAŠKOVSKÉHO a geologickej mapy 1 : 200 000, list V. Tatry).

1 — kryštalinikum, 2 — mezozoikum, 3 — paleogén, 4—6 kvartér: 4 — glaciálne sedimenty, 5 — glaciofluviálne sedimenty, 6 — fluviálne sedimenty, 7 — zlomy, 8 — hydrogeologické vrty GÚDŠ, 9 — nezachytené pramene, 10 — zachytené pramene, 11 — profily geofyzikálnych meraní

Fig. 1. Schematic geological map of the High Tatras and their foreland. Compiled by V. Hanzel 1974 (according to geological bases of M. LUKNIŠ, I. VAŠKOVSKÝ and the geological map 1 : 200 000 map sheet High Tatras).

1 — Crystalline, 2 — Mesozoic, 3 — Paleogene, 4—6 Quaternary: 4 — glacial sediments, 5 — glaciofluvial sediments, 6 — fluvial sediments, 7 — faults, 8 — hydrogeological drillings of the Dionýz Štúr Institute of Geology, 9 — unintercepted springs, 10 — intercepted springs, 11 — profiles of geophysical measurements

Hydrogeologické pomery

Hydrogeologický charakter kvartérnych sedimentov v oblasti Tatier je ovplyvňovaný niekoľkými faktormi. Relatívne menej priepustné kryštalinikum svojimi svahmi priklonenými ku kvartérnym

sedimentom odvádza čiastočne po povrchu a čiastočne puklinovým systémom značné množstvo zrážkovej vody do glaciálnych, glaciofluvialných a sutinových sedimentov, čím zväčšuje ich infiltračné oblasti. Príkladom je Päť prameňov sz. od Smokovcov, kde voda vyvierá z pásma mylonitov a podrvených granodioritov na podtatranskom zlome do kvartérnych sedimentov na styku s nepriepustným flyšovým súvrstvom, ktoré tvorí podzemnej vode bariéru. Obdobný prípad je pramenište Tri studničky, ktoré v období sucha nemá pozorovateľný odtok vody, pretože podzemná voda prúdi cez kvartérne sedimenty do nižších polôh. Dalším dôležitým faktorom je, že karbonáty mezozoika či už Belianskych Tatier alebo v ostrovoch na južnom predpolí V. Tatier pôsobia buď ako drén kvartérnych sedimentov, alebo môžu naopak miestami dopĺňať vodou kvartérne sedimenty, a to v závislosti od ich priepustnosti a vzájomnej geologickej pozície. Veľmi dôležitým faktorom je morfológický charakter nepriepustného flyšového súvrstvia, ktoré tvorí prevažne podložie kvartérnej pokrývky. Ovplyvňuje jednak smer prúdenia podzemnej vody, ktoré je usmernené do kotliny v smere úklonu nepriepustného podložia, a jednak akumuláciu a výstup podzemnej vody na povrch. V neposlednom rade závisí hydrogeologický charakter kvartérnych sedimentov od stupňa zvetrenia horninového materiálu, ktorý sa zúčastňuje na ich skladbe a ktorého konečným produktom je piesčito-ílovitý materiál.

Glaciálne sedimenty

Podľa M. LUKNIŠA (1968) sa z najstaršieho (mindelského) zaľadnenia zachovali len denudované zvyšky morén v oblasti Hrebienka — Horného Smokovca a asi aj v starých akumuláciách v predpolí Mengusovskej, Važeckej a Kôprovej doliny. Materiál morén je silne zvetraný. Najrozsiahlejšie bolo predposledné (riscké) zaľadnenie, ktoré zanechalo množstvo morén a eratík pred Velickou, Mengusovskou, Mlynickou a Kôprovou dolinou. Morénové štrky a balvany sú pod vplyvom zvetrania slabo rozpadavé a podľahli silnej erózii a denudácii. Posledné zaľadnenie (würmské) zanechalo morény, ktoré sa odlišujú od starších morén čerstvosťou materiálu a foriém. Štrk a balvany v morénach sú celkom zdravé. Vypĺňajú dolinu potoka Biela voda, Skalnatého potoka nad Tatranskou Lomnicou, Studeného potoka, Velickú, Batizovskú, Mengusovskú, Mlynickú, Furkotskú, Važecú, Kôprovú a ďalšie doliny. Morény sa vyznačujú nevytriedenosťou materiálu. Najväčší podiel na skladbe morén má štrk s veľkosťou zŕn od 2,0 do 30,0 mm a slabo opracované balvany, pričom ich veľkosť s priemerom 1,0—2,0 m nie je zriedkavosťou. Najmä mladé morény (würmské) sú bohaté na balvany. Najtypickejšou vlastnosťou morénových akumulácií je vždy slabšie zastúpenie jemného piesku až prachu. Napríklad na hydrogeologickom vrte VTH-1 je obsah frakcie pod 0,1 mm, vo výplni medzi balvanmi 7,0—13,0 %. Najmohutnejšie sú morény pred Mlynickou dolinou (obr. 2), kde podľa geofyzikálnych meraní majú aj najväčšiu mocnosť, 300,0 až 350,0 m (J. MÁJOVSKÝ — V. HANZEL 1972). Veľkú zásluhu na mohutnosti morén má silné tektonické porušenie granodioritového masívu, ktorý je popretínaný pásmami mylonitov.

Štrkovito-balvanovitý materiál würmských a sčasti aj risckých morén je najpriepustnejším materiálom územia. Pramene vyvierajú v čelných častiach morén, a to alebo na styku s nepriepustným flyšovým podložíom alebo relatívne menej priepustnými glaciofluvialnými piesčito-hlinitými sedimentmi, napr. pramene pri Tatranskej Štrbe z čela mlynicko-mengusovského morénového komplexu, sz. a z. od Tatranskej Lomnice atď. Vznik prameňov podmieňujú aj morfológické podmienky, narezanie morény eróziou potoka a vplyv reliéfu nehlboko ležiaceho nepriepustného paleogénneho podložia, ktoré vytláča prúdiacu podzemnú vodu na povrch. Preto vznikajú rozsiahle plošné a líniové prameništia sz. od Tatranskej Štrby (pramene Pod Šulkovou), pri V. Hágoch, v údolí rieky Poprad jz. od V. Hágov, v Mengusovskej doline, v Tatranskej Polianke, v Studenom potoku, v Novom

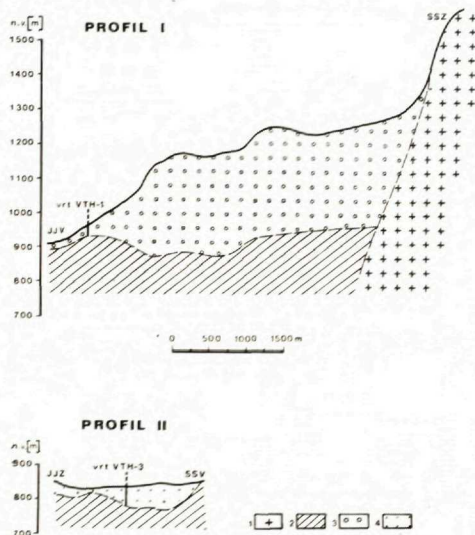
Tab. 1

Prameň	T. Štrba			Vyšné Hágy						Tatranská Lomnica						
	1	2	3	1	2	3	4	5	6	1	1	3	4	5	6	7
Q min. l/s	0,3	0,2	0,1	0,7	0	0	0	0	0	0	0	3,0	0,5	0,6	6,9	1,6
Q max.	6,8	3,7	7,5	15	15	15	15	15	15	4,8	2,4	12	1,5	3,0	14,3	2,1

Smokovci a i. (obr. 1). Pramene z glaciálnych sedimentov dosahujú najväčšiu výdatnosť (často i niekoľko desiatok l/s). Výdatnosť niektorých z nich, ktoré v rokoch 1968—1972 sústavne pozorovali VVAK v Poprade, uvádza tab. 1.

Hydrogeologický charakter glaciálnych sedimentov sa overil iba hydrogeologickým vrtom VTH-1, situovaným sv. od Tatranskej Štrby v čele mlynicko-mengusovského morénového komplexu. Do hĺbky 25,50 m je štrkovito-balvanitý materiál wümskej morény a do konečnej hĺbky vrtu 43,70 sú pieskovce a ílovce paleogénu (obr. 2). Základné hydrogeologické parametre získané z vrtu sú v tab. 2.

V súčasnosti ešte neukončený hydrogeologický vrt VTH-6 nad Tatranskou Poliankou prevŕtal do hĺbky 150,0 m štrkovito-balvanovitý materiál risskej morény a polygenetických sutí. Granodioritové balvany vo veľkosti 10,0—30,0 cm sú zvetrané a rozpadajú sa na ostrohrannú drvinu. V ich podloží sú silne porušené vápence mezozoika. Hladina vody vo vrte sa pohybuje v kvartérnych sedimentoch okolo 4,80 m a vo vápencoch 32,0—35,50 m pod terénom.

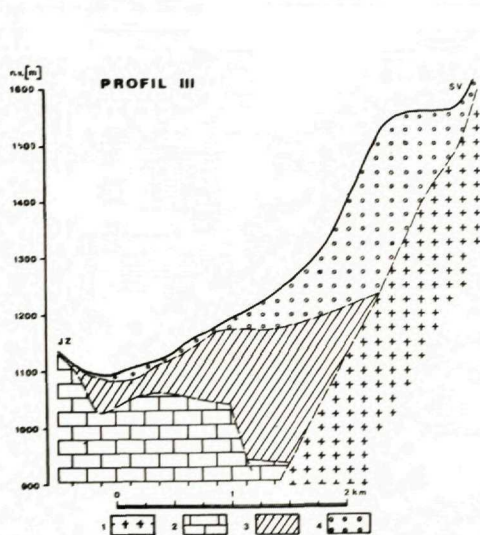


Obr. 2. Schematický geologický profil mlynicko-mengusovským morénovým komplexom (I) a profil depresiou JZ pod Smokovcami (II) vyplnenou glaciofluvialnými sedimentmi. (Zostavené na základe výsledkov vertikálneho elektrického sondovania podľa J. MÁJOVSKÉHO 1972).

1 — kryštalinikum, 2 — paleogén (pieskovce, bridlice), 3 — glaciálne sedimenty, 4 — glaciofluvialné sedimenty

Fig. 2. Schematic geological profile of the Mlynica-Mengusovský moraine complex (I) and profile through the depression SW below Smokovce (II) filled in with glaciofluvial sediments. (Compiled on the basis of results of vertical electric sounding, according to J. MÁJOVSKÝ 1972).

1 — Crystalline, 2 — Paleogene (sandstones, shales), 3 — glacial sediments, 4 — glaciofluvial sediments



Obr. 3. Schematický geologický profil mezozoickým ostrovom Hrádok a morénou Vážeckej doliny (zostavené podľa výsledkov geofyziky, J. MÁJOVSKÝ 1972).

1 — kryštalinikum, 2 — karbonáty mezozoika, 3 — pieskovce, ílovce (mezozoikum, paleogén), 4 — glaciálne sedimenty

Fig. 3. Schematic geological profile through the Mesozoic „island“ Hrádok and the moraine of the Vážecká dolina valley (compiled according to the results of geophysics, J. MÁJOVSKÝ 1972).

1 — Crystalline, 2 — Mesozoic carbonates, 3 — sandstones, claystones (Mesozoic, Paleogene?), 4 — glacial sediments

Glaciofluvialne a fluvialne sedimenty

Toky vytekajúce z ľadovcov vyplavili z morén množstvo jemnozrnnejšieho materiálu, ktorý je na rozdiel od morén už roztriedený podľa veľkosti zŕn. Väčšiu časť pahorkovitého povrchu Liptovskej a Popradskej kotliny pokrývajú glaciofluvialne štrkové pokrovy, ktoré zatlačili hlavné rieky k južnému a juhovýchodnému okraju kotliny (M. LUKNIŠ 1973). Tieto sedimenty sa granulometricky od morén veľmi odlišujú. Vo vrcholoch glaciofluvialnych kužeľov majú balvany a hrubý štrk vždy prevahu. Priestor medzi hrubým štrkom vyplňa hrubozrnny piesok. V prevažnej miere prevládajúci granodioritový materiál podľahol rozličnému stupňu zvetrania, a preto sú tu nezvetrané obliaky až po piesčité a ílovité vrstvy. Častejšie sú pokrovy, v ktorých je nerovnako zvetraný materiál vzájomne premiešaný, čo je spôsobené premiešaním staršieho a mladšieho štrku. Mocnosť glaciofluvialnych sedimentov sa zvyčajne pohybuje do 30,0 m. Počas kvartéru zasahovali do vývoja reliéfu Tatier význačné pohyby. Najmä staršie tektonické línie sú často aktívne aj v kvartérnych sedimentoch a zasahujú hlboko do Liptovskej a Popradskej kotliny (M. LUKNIŠ 1973). Tieto tektonické línie sú sprevádzané tektonickými depresiami. Značná hrúbka a neobvyčajná šírka riečného nánosu medzi hrastami Kolombiarka a Bôrika sv. od Štrby vyplnila asi 2,0 km širokú priekopovú prepadlinu, ktorá sa musela vyvíjať najneskôr v čase akumulácie. M. LUKNIŠ (1959) ju pokladá za staršiu, ako je predposledné zaľadnenie, teda za pochádzajúcu asi z interglaciálu medzi starším a mladším pleistocénom. Vznikla asi rozplavením staropleistocénnych i starších akumulácií. Podľa geofyzikálnych meraní sa mocnosť kvartéru v tejto prepadline pohybuje od 10,0 do 18,0 m. Obdobne jv. pod Tatranskou Poliankou sa geofyzicky i hydrogeologickým vrtom VTH-3 zistila depresia (obr. 2), v ktorej je mocnosť glaciofluvialnych sedimentov 50,0 až 80,0 m (J. MÁJOVSKÝ — V. HANZEL 1972).

Glaciofluvialne sedimenty majú menej priaznivé podmienky na infiltráciu zrážkovej vody. Ich priepustnosť je v dôsledku zvýšenej prítomnosti prachovito-ílovitej frakcie menšia, pretože sa často po veľmi krátkych vzdialenostiach mení štrkovito-piesčitý materiál na hlinitý. Koefficient filtrácie je pri nich zvyčajne rádovo 10^{-4} m/s a mení sa až na 10^{-5} m/s, a to v závislosti od podielu ílovito-prachovitej frakcie. Hydrogeologický vrt VTH-2 (Rakúsy) prevŕtal zahĺnené piesčito-štrkové sedimenty s mocnosťou 7,0 m a vrt VTH-4 (Tatranské Matliare) prevŕtal do hĺbky 18,0 m žulové balvany s veľkosťou do 30,0 cm s rôznorodným pieskom a do hĺbky 35,0 m boli zahĺnené kamenité sutiny s úlomkami granodioritov a pieskovcov paleogénu. Základné hydrogeologické parametre z týchto vrtov sú v tab. 2.

Tab. 2

Vrt, lokalita	VTH-1 Mengusovce	VTH-2 Rakúsy	VTH-3 D. Smokovec	VTH-4 T. Matliare
Druh sedimentov	glaciálne	glaciofluvialne		
Mocnosť zvodnelého horizontu (m)	25,5	7,0	46,0	35,0
Hladina vody (m p. t.)	16,3	1,9	2,0	3,4
Zníženie (m)	4,0	5,0	12,0	3,9
Čerpané množstvo (l/s)	12,0	0,4	12,5	1,3
Koefficient prietočnosti T (m ² /s)	$6,8 \cdot 10^{-4}$	—	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$7,65 \cdot 10^{-4}$
Polomer depresie R (m)	nad 600,0	—	34,0	—

Výpočet hodnôt T a R urobil I. Mucha 1973

Glaciofluviálne sedimenty sa najčastejšie odvodňujú na styku s nepriepustným flyšovým podložím alebo s ílovými polohami vnútri štrkových pokrovov, a to vo forme rozsiahlych plošných prameňov, pričom miestami tvoria rozsiahle mokrade a rašeliniská, napr. pri Gerlachove, Pod lesom (jz. pod Smokovcami), v Novej Polianke, pri Starej Lesnej. Najrozsiahlejšie mokrade sú jv. od Kežmarských Žlabov, v širšom okolí Gerlachova a jv. od Tatranskej Lomnice. Výdatnosť niektorých pozorovaných a dnes využívaných prameňov uvádza tab. 3 (podľa meraní VVAK v Poprade v rokoch 1968—1972).

Tab. 3

Pramene	D. Smokovec-Pod lesom			Gerlachov		Nový Smokovec
	1	2	3	1	2	
$Q_{\min}$ l/s	5,7	1,6	0,9	0,4	0,4	7,2
$Q_{\max}$ l/s	18,2	2,2	10,0	2,4	3,0	25,0

Značná časť glaciofluviálnych sedimentov pokrýva chrbty medzi údoliami potokov, ktoré svoje korytá zarezali hlboko až do nepriepustného paleogénneho podložja. Podzemná voda z nich je preto drénovaná v podstatnej miere systémom vodných tokov, a to vo forme rozsiahlych líniových prameništ, napr. v údolí Červeného potoka, Skalného potoka sv. od obce Mlynica, N. Slavkova, Starej Lesnej, s. od Mengusoviec, v údolí Rinčového potoka atď.

Väčšia akumulácia podzemnej vody v týchto sedimentoch môže byť len v miestach, v ktorých priepustné piesky a štrky vyplňajú rozličné depresie v podložnom paleogéne. Takáto depresia bola zistená j. od Smokovca, kde boli vrtom VTH-3 do hĺbky 21,0 m prevŕtané stredno- až hrubozrnné piesky s obliakmi od 10,0 do 35,0 cm a do hĺbky 46,0 m rôznorodný piesok. V ich podloží boli ílovce paleogénu (obr. 2). Hydrogeologické parametre vrtu sú v tab. 2.

Veľkú výdatnosť dosahujú aj pramene vyvierajúce z rozsiahlych kamenných morí a polygenetických sutinových akumulácií prikrývajúcich bezprostredné úpatie kryštallického jadra, z ktorého sú zásobované vodou, napr. pramene v údolí Rinčového potoka, pramenište Páň prameňov s. od Smokovca a pramenište Tri studničky. Ich výdatnosť je v tab. 4.

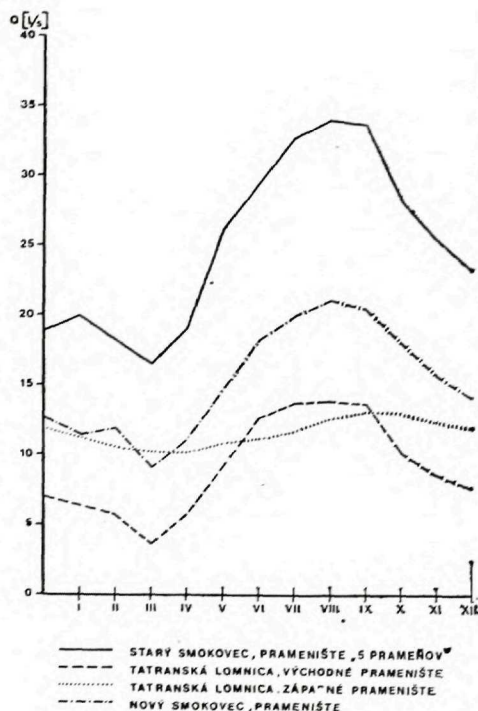
Tab. 4

Prameň	Páň prameňov — Smokovec					Tri studničky
	1	2	3	4	5	
$Q_{\min}$ l/s	1,2	3,3	2,3	1,9	4,1	0,0
$Q_{\max}$ l/s	4,8	11,6	6,1	8,7	17,3	331,6

Hydrogeologicky málo zdvžené sú holocénné fluviálne náplavy potokov, ako to potvrdzuje celý rad vrtov v údolnej nive Popradu od Svitu po Bušovce, kde je maximálna mocnosť náplavov 7,0 m. Výdatnosť jednotlivých vrtov sa pohybovala od 0,04 do 3,0 l/s a koeficient filtrácie od $9,78 \cdot 10^{-4}$ m/s do $6,74 \cdot 10^{-5}$ m/s (M. HALUŠKA 1968). Podobné pomery sú i v údolnej nive Velického potoka pri Poprade (J. FRANKOVIČ 1963).

Režim a chemizmus podzemnej vody

Podzemná voda glaciálnych a glaciofluviálnych sedimentov sa dopĺňa nielen infiltráciou atmosférických zrážok vo vlastnom horninovom prostredí, ale i drénovaním časti podzemnej vody zo susedných starších horninových celkov (kryštalínika a mezozoika). Ako dokumentujú výsledky hydro-metrických prác na povrchových tokoch, ďalšia časť podzemnej vody sa dopĺňa infiltráciou z povrchových tokov do kvartérnych sedimentov, najmä v ich hornej časti. Podobne odvodňovanie



nenastáva len vo forme prameňov, ale i drénovaním sedimentov potokmi, ktoré ich narezávajú, a to najmä v dolných a stredných častiach tokov. V rokoch 1969—1970 bola v pomerne suchom období zistená skrytá infiltrácia podzemnej vody do rieky Poprad, ktorá prerezáva mlynicko-mengusovský morénový komplex. V úseku dlhom asi 5,0 km prechádzalo asi 76,0 l/s vody, do Velického potoka v úseku dlhom približne 3,5 km okolo 185,0 l/s. Ďalšia infiltrácia bola zistená do potokov pod Tatranskými Matliarmi, do potokov v oblasti Starej Lesnej atď. Z hľadiska akumulácie podzemnej vody je nevýhodou pozdĺžne narezanie glaciálnych a glaciofluviálnych sedimentov potokmi s možnosťou drénovania na dlhom úseku.

Ako vyplýva z pozorovania prameňov, nevýhodou prameňov vyvierajúcich z kvartérnych sedimentov je ich veľká kolísavosť výdatnosti (tab. 1, 3, 4), pritom celý rad prameňov v období sucha

Obr. 4. Ročné kolísanie výdatnosti prameňov z kvartérnych sedimentov Vysokých Tatier
Fig. 4. Annual oscillation of yield of spring Quaternary sediments of the High Tatras

Tab. 5

Zdroj, lokalita	VTH-1 Mengu- šovce	Pra- meň V. Há- gy	Prameň T. Lomni- ca	VTH-2 Rakú- sy	VTH-3 Smokovec	VTH-4 T. Matli- are	5 pra- meňov Smokovec	Vrt v St. Les- nej
Hornina	glaciál. sedimenty			gaciofluviálne sedi- menty			sute	alúvium
Dátum odberu	28. 5. 1971	8. 9. 1969	24. 10. 1971	23. 2. 1972	11. 2. 1973	19. 1. 1973	21. 11. t 1973	4. 8. 1971
Teplota vody	7,5	5,2	5,2	7,9	7,0	4,5	4,1	5,0
pH	6,6	6,4	6,9	6,5	6,8	6,3	6,4	7,5
Mineralizáciang/l	92,0	48,0	74,0	282,3	63,3	38,4	61,7	950,0
Na ⁺ mg/l	3,7	2,4	4,0	9,4	4,0	1,8	2,0	22,6
K ⁺ mg/l	0,4	0,7	0,9	0,6	0,5	0,2	0,2	132,8
Mg ²⁺ mg/l	2,9	1,3	2,7	9,2	1,8 ²	0,6	1,2	28,7
Ca ²⁺ mg/l	10,8	6,0	9,6	33,4	5,0	5,0	11,0	93,7
Mn ²⁺ mg/l	ng.	neg.	neg.	2,9	st.	st.	st.	0
Fe ²⁺ mg/l	4,4	neg.	1,1	9,2	st.	0,1	0,1	0,1
Cl ⁻ mg/l	3,5	2,3	2,4	2,4	2,8	2,4	3,1	41,2
SO ₄ ²⁻ mg/l	5,3	9,4	13,6	11,1	7,4	4,9	5,9	106,9
HCO ₃ ⁻ mg/l	54,9	18,9	39,6	188,5	20,7	15,2	37,8	384,4
NO ₂ ⁻ mg/l	0,2	0,1	—	0	1,5	0	0,1	110,0

Analýzy urobil S. Gazda, K. Lopašovský

úplne vysychá. Pramene dosahujú minimum v zimných mesiacoch (január — marec), keď sa zrážky akumulujú vo forme snehovej pokrývky. V tomto období je i vodnosť povrchových tokov najnižšia a toky sa zásobujú výlučne podzemnou vodou. Podľa J. PACLA (1968) na toto obdobie pripadá mesačne 1,4—4 % z priemerného ročného prietoku. Maximum výdatnosti je v letných mesiacoch (jún — september), keď sa prejavuje infiltrácia z topiacej sa snehovej pokrývky (obr. 4), pričom vodnosť tokov je mesačne 12—23 % z priemerného ročného prietoku.

Chemizmus podzemnej vody kvartérnych sedimentov je zrejmy z tab. 5. Veľmi nízko mineralizovaná je podzemná voda glaciálnych sedimentov s celkovou mineralizáciou maximálne do 100 mg/l, a to najmä v dolných častiach dolín. V horných častiach dolín je mineralizácia iba do 50,0 až 60,0 mg/l. Pri glaciofluvialných sedimentoch sa vzhľadom na zmenené filtračné vlastnosti celková mineralizácia miestami zvyšuje na 200,0 aj 300,0 mg/l. Sú to kalcium-bikarbonátové vody a v malej miere sú zastúpené i vody zmiešaného typu. Veľmi často sú agresívne. Podstatne odlišný je chemizmus fluvialných sedimentov, hlavne rieky Poprad, pri ktorých sa celková mineralizácia pohybuje v širokom intervale, a to od 300,0 do 950,0 mg/l. Podrobne zhodnotiť chemizmus a kvalitu podzemnej vody bude možno až po ukončení hydrogeologického výskumu územia.

Doručené 18. 3. 1974

Odpovedal A. Porubský

LITERATÚRA

- FRANKOVIČ, J. 1963: Hydrogeologický prieskum náplavov rieky Poprad a Velického potoka pri Poprade. Manuskript — archív IGHP, Žilina, 30 s.
- GOREK, A. 1959: Prehľad geologických a petrografických pomerov kryštalinika V. Tatier. Geol. zborník, 10 (Bratislava), s. 13—88.
- HALUŠKA, M. 1968: Alúvium Popradu — hydrogeologický prieskum. Manuskript — Geofond, Bratislava, 80. s.
- HANZEL, V. 1970: Hydrogeologický výskum V. Tatier. [Ročná správa.] Manuscript — archív GÚDŠ, Bratislava, 25 s.
- HANZEL, V. 1973: High Tatras — hydrogeological Conditions of Glacial Sediments. Príloha sprievodcu X. kongresu KBGA. Bratislava, 7 p.
- LUKNIŠ, M. 1973: Reliéf Vysokých Tatier a ich predpolia. 1. vyd. Bratislava, Vyd. SAV, 375 s.
- MÁJOVSKÝ, J. 1972: Geofyzikálne merania v oblasti V. Tatier. Manuscript — archív GÚDŠ, Bratislava, 60 s.
- MÁJOVSKÝ, J. — HANZEL, V. 1972: Niektoré poznatky z geofyzikálneho štúdia V. Tatier pre potreby hydrogeologického výskumu. In: O využití geofyziky v inž. geológii a hydrogeológii. 2. díl. Brno, 311 s.
- PACL, J. 1968: Vodná bilancia územia Tatranského národného parku. Manuscript, 72 s.
- PORUBSKÝ, A. 1971: Vhodnosť riečnych nív Popradu, Torysy a Ondavy pre získanie vodných zdrojov. Geogr. čas., 23 (Bratislava), s. 58—70.

Some results of the hydrogeological investigations of Quaternary sediments in the Vysoké Tatry mountains and their foreland

VLADIMÍR HANZEL

Presented are data obtained from hydrogeological research of Quaternary sediments in Vysoké Tatry and their foreland, i. e. the Liptovská and the Popradská depressions.

The greatest attention was paid to the hydrogeological nature of glacial and glaciofluvial sediments. Four hydrogeological boreholes were made. The results are presented in Table 2. Geophysical measurements showed that the thickness of the gravel-bouldery material of Mindelian, Rissian and the latest Würm moraines was up to 300—350 m in the Mlynica—Mengusovce moraine complex (J. MÁJOVSKÝ — V. HANZEL 1972). Finegrained material outwashed from the moraines covers a large part of the foreland of the Vysoké Tatry as glaciofluvial gravel-sandy cones and terraces. Their thickness is about 30 m; in different depressions they, however, reach even 50—80 m in thickness (SW of Smokovec, borehole VTH-3, Fig. 2). The permeability of glacial and glaciofluvial sediments is controlled by the degree of weathering of granodiorite — the main component of the sediments. As regards accumulation of underground water, important is the role of depressions in the subjacent impermeable flysch beds, filled by Quaternary sediments. From the view of water economy, a great disadvantage of glacial and glaciofluvial sediments is the varied yield of springs issuing from the sediments, and the longitudinal cutting of the sediments by brooks with the capacity of drainage of longer segments.

Briefly discussed are also the relationships between the Quaternary and older rock complexes; regime and chemistry of underground waters (Tab. 5).