

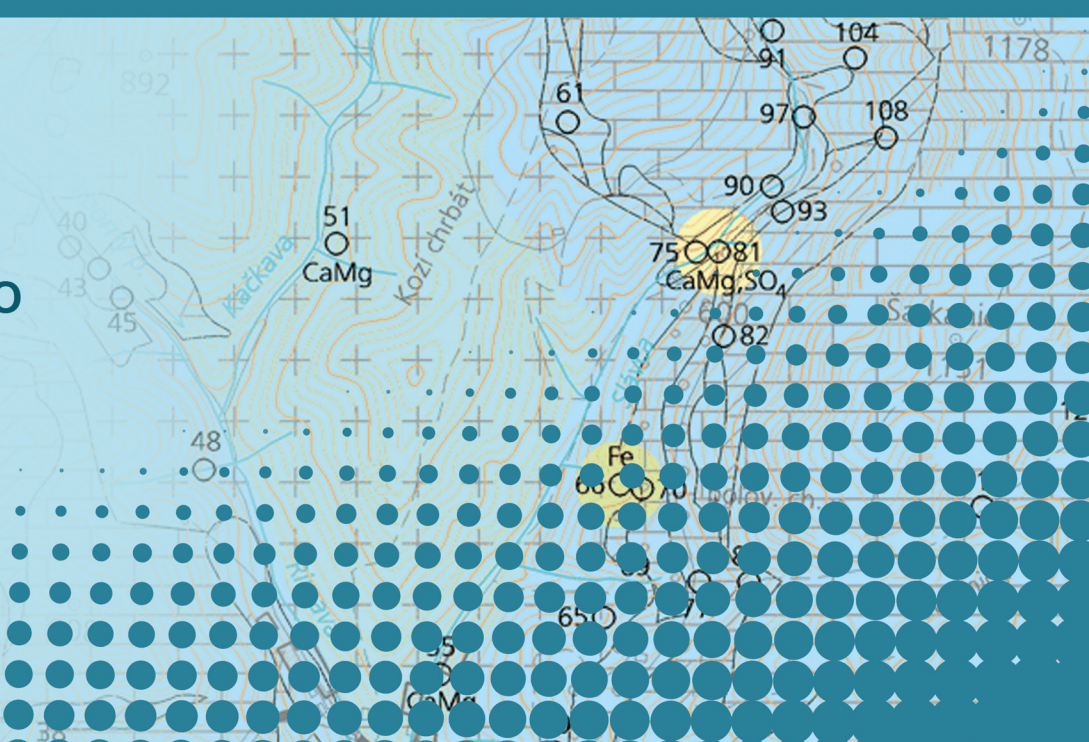
VYSVETLIVKY

k základnej hydrogeologickej
a hydrogeochemickej mape

MURÁNSKEJ PLANINY

v mierke 1 : 50 000

Jaromír ŠVASTA
Igor SLANINKA
Peter MALÍK
Silvia VOJTKOVÁ
Rastislav VOJTKO



VYSVETLIVKY

K ZÁKLADNEJ
HYDROGEOLOGICKEJ
A HYDROGEOCHEMICKEJ MAPE
MURÁNSKEJ PLANINY

1 : 50 000

Recenzenti:

prof. RNDr. Zlatica Ženišová, PhD.

RNDr. Ivan Šalaga

Predseda vydavateľskej rady:

Ing. Branislav Žec, CSc.

Vedecký redaktor:

RNDr. Juraj Maglay, PhD.

Členovia redakčnej rady:

RNDr. Klement Fordinál, PhD., RNDr. Lubomír Hraško, PhD., RNDr. Martin Kováčik, CSc., RNDr. Dušan Kúšik, RNDr. Pavel Liščák, CSc., RNDr. Peter Malík, CSc., Mgr. Daniel Marcin, PhD., RNDr. Alexander Nagy, CSc., Ing. Zoltán Németh, PhD., RNDr. František Teták, PhD., doc. RNDr. Stanislav Rapant, DrSc.

JAROMÍR ŠVASTA, IGOR SLANINKA, PETER MALÍK, SILVIA VOJTKOVÁ,
RASTISLAV VOJTKO

VYSVETLIVKY

K ZÁKLADNEJ HYDROGEOLOGICKEJ
A HYDROGEOCHEMICKEJ MAPE

MURÁNSKEJ PLANINY

1 : 50 000

© ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA BRATISLAVA 2016

ISBN 978-80-8174-011-4

OBSAH

ABSTRAKT	7
1. ÚVOD	9
2. PRÍRODNÉ POMERY	12
2.1. Geomorfologické pomery, charakter krajiny a vegetácie v území	12
2.2. Klimatické pomery územia	14
2.3. Hydrologické pomery	17
2.4. Geologické pomery	17
2.4.1. Súčasný stav geologickej preskúmanosti územia	17
2.4.2. Geologický vývoj a charakteristika litostratigrafických jednotiek	22
2.4.3. Geologicko-tektonická stavba územia	30
2.5. Činnosť človeka, významne ovplyvňujúca hydrogeologické a hydrogeochemické pomery územia	31
3. HYDROGEOLOGICKÁ A HYDROGEOCHEMICKÁ PRESKÚMANOSŤ ÚZEMIA	35
3.1. Súčasný stav hydrogeologickej preskúmanosti územia	35
3.2. Súčasný stav hydrogeochemickej preskúmanosti územia	37
3.3. Hranice hydrogeologických rajónov a útvarov podzemnej vody v území	37
4. POUŽITÉ ÚDAJE A METODIKA ICH SPRACOVANIA	39
4.1. Charakteristika dokumentačného materiálu použitého na zostavenie hydrogeologickej mapy	39
4.2. Spôsob spracovania hydrogeologických údajov	40
4.3. Charakteristika reprodukovateľnosti použitého hydrogeochemického dokumentačného materiálu	42
4.4. Spôsob spracovania hydrogeochemických údajov	43
4.4.1. Vyjadrenie kvalitatívnych vlastností podzemnej vody	44
4.4.2. Vyjadrenie geochemických charakteristík podzemnej vody	44
4.4.3. Vyjadrenie vodohospodárskych kritérií	44
4.4.4. Grafický výstup a počítačové spracovanie	45
5. HYDROGEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMIA	46
5.1. Hydrogeologická charakteristika hornín (vrátane charakteristiky rozdelenia hydraulických parametrov hornín)	46
5.1.1. Hydrogeologický komplex kvartéru	48
5.1.2. Hydrogeologický komplex terciérnych sedimentov	49
5.1.3. Hydrogeologický komplex terciérnych neovulkanitov	50
5.1.4. Hydrogeologický komplex pestrého sedimentárneho mezozoika	50
5.1.5. Hydrogeologický komplex triasových karbonátov mezozoika	50
5.1.6. Hydrogeologický komplex kryštalinika a mladšieho paleozoika	51
5.2. Obeh a režim podzemnej vody	53
5.2.1. Všeobecná charakteristika obehu a režimu podzemnej vody Muránskej planiny	53
5.2.2. Charakteristika obehu a režimu podzemnej vody jednotlivých hydrogeologických štruktúr triasových karbonátov	59
5.2.3. Charakteristika obehu a režimu podzemnej vody jednotlivých významných prameňov	88

6.	HYDROGEOCHEMICKÉ POMERY	96
6.1.	Charakteristika procesov tvorby chemického zloženia podzemnej vody regiónu	96
6.1.1.	Primárne (prírodné) faktory	96
6.1.2.	Sekundárne (antropogénne) faktory	97
6.2.	Charakteristika a klasifikácia chemického zloženia podzemnej vody	99
6.2.1.	Petrogénna podzemná voda	100
6.3.	Charakteristika kvalitatívnych vlastností podzemnej vody	112
7.	ÚDAJE O MNOŽSTVE A ODBEROCH PODZEMNEJ VODY	114
8.	BANSKÁ VODA	123
9.	MINERÁLNA A GEOTERMÁLNA VODA	124
10.	ZÁVER	125
11.	LITERATÚRA	127
12.	SUMMARY	133
	NA ZÁVER O PRILOŽENOM CD/DVD K PUBLIKOVANÝM VYSVETLIVKÁM	135

POĎAKOVANIE

Prezentované výsledky uvedené v tejto monografii mohli byť publikované vďaka projektu *Výskum dopadu klimatickej zmeny na dostupné množstvá podzemných vôd v SR a vytvorenie expertného GIS* s ITMS kódom projektu 26220220002, ktorý v rokoch 2009 až 2012 riešil Štátny geologický ústav Dionýza Štúra (ŠGÚDŠ) na základe podpory Agentúry Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR pre štrukturálne fondy EÚ (ASFEU). Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku. Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ.

ABSTRAKT

Základná hydrogeologická a hydrogeochemická mapa Muránskej planiny v mierke 1 : 50 000 zahŕňa územie s výskytom mezozoických hornín všetkých tektonických jednotiek Muránskej planiny spolu s ich sedimentárnym podložím. Vymedzená oblasť zahŕňa vlastnú Muránsku planinu, Tisovský kras a kučalašskú trosku na severozápade.

Základný dokumentačný materiál na zostavenie hydrogeologickej mapy pochádza z podrobného hydrogeologického mapovania v mierke 1 : 10 000, ktoré sa vykonávalo vždy počas sklonku leta a začiatku jesene v rokoch 1998, 1999 a 2002. Mapovanie spočívalo vo vyhľadávaní a dokumentovaní všetkých výverov podzemnej vody (prameňov) s výdatnosťou väčšou ako $0,05 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. V rámci terénnych prác bolo zdokumentovaných celkovo 671 prameňov. Pri každom z týchto prameňov sa zaznamenávala nadmorská výška výveru, dátum dokumentovania zdroja, teplota vyvierajúcej vody, jej merná elektrická vodivosť, výdatnosť výveru, teplota vzduchu, horninové prostredie obehu vyvierajúcej podzemnej vody, typ prameňa, lokalita a prípadné ďalšie pozorovania. Výdatnosť sa merala pomocou zachytávacej rúry, stopiek a odmernej nádoby. V ojedinelých prípadoch veľmi výdatných prameňov sa výdatnosť prameňa stanovila meraním prietoku.

Počas nesystematických pozorovaní v rámci hydrogeologického mapovania sa zistila sumárna výdatnosť všetkých prameňov $2\,117,9 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Sumárna výdatnosť všetkých významných prameňov (s výdatnosťou vyššou ako $3,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) bola vyčíslená na $1\,886,2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, čo je viac ako 86 % celkovej sumárnej výdatnosti prameňov. Dôležitým výsledkom mapovania je zdokumentovanie významných (väčších ako $3,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) a doteraz nezachytených zdrojov podzemnej vody so sumárnou výdatnosťou $1\,050,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

Ďalším zdrojom údajov boli staršie hydrogeologické technické práce, uložené v archíve Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra (geofonde), ako aj údaje z 28 prameňov, režimovo pozorovaných SHMÚ. Údaje o výdatnosti prameňov boli doplnené údajmi StVS Banská Bystrica o vodárensky využívaných prameňoch. Údaje o prietoku na povrchových tokoch pochádzajú zo 7 vodomerných staníc SHMÚ.

V oblasti Muránskej planiny a Tisovského krasu sa vo viacerých prípadoch hydrogeologické štruktúry budované karbonatickými horninami stredného a vrchného triasu odvodňujú priamo do povrchových tokov, takže prirodzené výstupy podzemnej vody nie sú v teréne pozorovateľné voľným okom. Vo vytypovaných oblastiach pretínania vápencov a dolomitov povrchovými tokmi Rimava, Furmanec, Hrdzavý potok, Lehotský potok a Dudlavka sa preto realizovali termometrické a rezistivimetrické merania s krokom 1 a 2 m a s meraniami na oboch brehoch. Pomocou nich boli lokalizované miesta významných skrytých prestupov podzemnej vody do povrchových tokov. Najvýznamnejšie z nich boli overené meraním prietoku. Zisťovali sa aj hodnoty okamžitého odtoku z vybraných častí hodnoteného územia ako pomocný údaj na hodnotenie hydraulických vlastností hydrogeologických celkov.

Hydrogeologická mapa študovaného územia v mierke 1 : 50 000 je zostavená podľa metodiky zostavovania hydrogeologických máp tejto mierky (Malík et al., 2003). Ide o plošné zobrazenie prvého zvodneného kolektora pri povrchu a jeho kvantitatívnych charakteristík, prípadne o zobrazenie zvodnených kolektorov uložených hlbšie pod povrchom. Vybrané základné charakteristiky zvodneného horninového prostredia sú zobrazené takto:

- priemerná prietochnosť zvodneného kolektora farbou plochy;
- litologické zloženie kolektora druhom a smerom šrafy na ploche; vodorovnou šrafou sú znázornené sedimentárne horniny uložené vodorovne a subhorizontálne;
- litostratigrafické zaradenie kolektorov indexom na ploche;
- líniovými a bodovými značkami sú vyznačené dôležité hydrogeologické objekty a javy.

Základným kritériom určenia priemernej prietochnosti zvodneného horninového prostredia a jej variability boli výsledky spracovania archívnych údajov, hydrodynamické skúšky na vrtoch zo skúmaného územia a výsledky spracovania údajov o výdatnosti výverov (získané vykonaným terénnym hydrogeologickým mapovaním a prevzatými výsledkami dlhodobých meraní). Vzhľadom na to, že v celom skúmanom území bolo realizovaných len 22 hydrogeologických vrto, z ktorých len 19 malo vykonanú hydraulickú

skúšku, hydraulické vlastnosti väčšiny hydrogeologických celkov boli charakterizované podľa merného odtoku podzemnej vody.

Na základe geologickej stavby boli v skúmanom území vymedzené nasledujúce hydrogeologické komplexy, ktoré sa líšia hydrofyzikálnymi vlastnosťami hornín, charakterom obehu a režimu a fyzikálno-chemickými vlastnosťami podzemnej vody:

- hydrogeologický komplex kryštalinika a mladšieho paleozoika,
- hydrogeologický komplex pestrého sedimentárneho mezozoika,
- hydrogeologický komplex triasových karbonátov mezozoika,
- hydrogeologický komplex terciérnych neovulkanitov,
- hydrogeologický komplex terciérnych sedimentov,
- hydrogeologický komplex kvartéru.

Charakter obehu podzemnej vody v heterogénnom geologickom prostredí sa odzrkadľuje v tvare výtokových čiar prameňov odvodňujúcich konkrétnu oblasť.

Na základe analýzy výtokových čiar 24 dlhodobopozorovaných prameňov odvodňujúcich Muránsku planinu bol identifikovaný charakter prúdenia v masíve, a to najmä z pohľadu veľkosti a vzájomnej hydraulickej prepojenosti puklín a krasových kanálov. Pomocou koeficientov charakterizujúcich výtokové režimy bola vyhodnotená zraniteľnosť (citlivosť) podzemnej vody vo vzťahu k znečisteniu, ktorá je integrujúcim ukazovateľom, odrážajúcim všetky čiastkové režimy prúdenia v prostredí.

S cieľom zostaviť hydrogeochemickú mapu Muránskej planiny a Tisovského krasu sa odobralo v rokoch 2002 – 2004 spolu 473 vzoriek podzemnej vody. Okrem toho sa na zostavenie hydrogeochemickej mapy použili výsledky vzorkovania vykonaného v rámci zostavovania *Geochemického atlasu Slovenskej republiky*, časti *Podzemné vody*.

Z genetického hľadiska boli na celom hodnotenom území identifikované nasledujúce typy podzemnej vody:

- karbonátogénna: viaže sa najmä na prostredie karbonátov mezozoika stredného a vrchného triasu a spodnej jury;
- karbonátogénno-sulfátogénna: vzniká miešaním karbonátogénnej a sulfátogénnej vody, resp. prestupom (obehom) podzemnej vody z karbonátových vrstiev do sadrovcovonosných vrstiev (prípadne opačne);
- sulfátogénna: je prevažne spätá so spodnotriasovými sadrovcovonosnými vrstvami verfěnu;
- karbonátogénno-silikátogénna: podzemná voda prestupujúca z prostredia kryštalinika (granitov, granitoidov, prípadne muránskych ortorúl) do karbonátových komplexov Muránskej planiny, prípadne miešanie vôd (silikátogénnej a karbonátogénnej) vplyvom rôznorodej zberovej oblasti prameňa;
- silikátogénna: vyskytuje sa v okolí vápencových súvrství Muránskej planiny a viaže sa na kryštalinikum.

V skúmanom území je vo všeobecnosti kvalita podzemnej vody na veľmi dobrej úrovni. V užšom vymedzení územia (len územie Muránskej planiny) je voda takmer bez výnimky najvyššej kvality. Sporadické zhoršenie kvality vody v niektorých vzorkovaných objektoch býva zapríčinené nízkym obsahom vápnika a horčíka, prípadne naopak, vysokým obsahom síranov, hliníka, dusitanov, resp. celkových rozpustených látok. V archívnych analýzach sa často uvádzajú zhoršené kvalitatívne vlastnosti krasových prameňov v oblasti mikrobiálneho oživenia.

1. ÚVOD

Zostavenie vysvetliviek k základnej hydrogeologickej a hydrogeochemickej mape Muránskej planiny v mierke 1 : 50 000 bolo výsledkom riešenia čiastkovej úlohy č. 06 *Hydrogeologická mapa Muránskej planiny v mierke 1 : 50 000*, ktorá je súčasťou riešenia geologickej úlohy *Základné hydrogeologické mapy vybraných regiónov Slovenska*, evidovanej pod číslom 12 02 9/200. Cieľom celej geologickej úlohy bolo vypracovanie, prijatie a publikovanie *Smerníc pre zostavovanie hydrogeologických a hydrogeochemických máp v mierke 1 : 50 000* Ministerstvom životného prostredia Slovenskej republiky, zostavenie série základných hydrogeologických a hydrogeochemických máp v mierke 1 : 50 000 Slovenskej republiky, zostavenie a vydanie chýbajúcich textových vysvetliviek k 5 jestvujúcim hydrogeologickým mapám v mierke 1 : 200 000 a spracovanie syntézy hydrogeologických poznatkov o podzemnej vode Slovenska na úrovni mierky 1 : 500 000. Geologická úloha vedy a výskumu *Základné hydrogeologické mapy vybraných regiónov Slovenska* bola zaradená do zoznamu rozvojových programov vedy a techniky na základe návrhu Ministerstva životného prostredia SR. Pri tvorbe úlohy sa zohľadnili *Zásady štátnej vednej a technickej politiky*, schválené uznesením vlády SR č. 727 zo dňa 25. augusta 1999. Úlohu vybrala expertná komisia na posúdenie Rade vlády SR pre vedu a techniku a po jej posúdení vláda Slovenskej republiky schválila finančné zabezpečenie riešenia. Projekt geologickej úlohy vedy a výskumu *Základné hydrogeologické mapy vybraných regiónov Slovenska* bol vypracovaný v súlade s podmienkami uvedenými vo výzve na rokovacie konanie bez zverejnenia 1055/2002-7.2 zo dňa 5. 4. 2002 v zmysle zákona NR SR č. 263/1999 Z. z. o verejnom obstarávaní, zákona NR SR č. 313/1999 Z. z. o geologických prácach a o štátnej geologickej správe (geologický zákon) a vyhlášky MŽP SR č. 141/2000 Z. z., ktorou sa vykonáva geologický zákon. Obstarávateľom geologických prác je Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky (MŽP SR). Vykonávateľom je Štátny geologický ústav Dionýza Štúra (ŠGÚDŠ) na základe výsledku verejného obstarávania (rokovacieho konania bez zverejnenia), ktoré sa konalo 16. apríla 2002 v budove Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky (MŽP SR), Nám. Ľudovíta Štúra 1, v Bratislave. Zmluva o poskytovaní účelových prostriedkov štátneho rozpočtu na riešenie projektu geologickej úlohy vedy a výskumu č. 96/2002/7.2 (MŽP SR), resp. 02/200 (ŠGÚDŠ) bola uzavretá medzi MŽP SR a ŠGÚDŠ dňa 9. 7. 2002 na základe schvaľovacieho protokolu geologického projektu výskumu a vývoja sekcie geológie a prírodných zdrojov MŽP SR zo dňa 8. 7. 2002.

Metodický postup zostavovania hydrogeologických a hydrogeochemických máp v mierke 1 : 50 000 9 regiónov SR v rámci geologickej úlohy s celkovým termínom dokončenia v novembri 2006 je založený na novovypracovaných *Smerniciach zostavovania hydrogeologických a hydrogeochemických máp v mierke 1 : 50 000*. Vypracovanie návrhu smerníc v rámci čiastkovej úlohy 01 sa preto realizovalo v priebehu 3. štvrtroka r. 2002 ako prvá etapa geologickej úlohy 12 02 9/200.

Skúmané územie Muránskej planiny a Tisovského krasu vystupuje na týchto listoch mierky 1 : 25 000 v Gaussovom-Krügerovom kartografickom zobrazení:

M-34-112-D-a Beňuš,	M-34-113-C-a Muránska Huta,
M-34-112-D-b Fabova hoľa,	M-34-113-C-b Červená skala,
M-34-112-D-c Klenovský Vepor,	M-34-113-C-c Revúca,
M-34-112-D-d Tisovec,	M-34-124-B-a Utekáč,
M-34-113-A-c Pohorelá,	M-34-124-B-b Klenovec.
M-34-113-A-d Švermovo,	

V mierke 1 : 50 000 v súradnicovom systéme S-JTSK (Křovákova projekcia) je územie Muránskej planiny a Tisovského krasu zobrazené na týchto mapách:

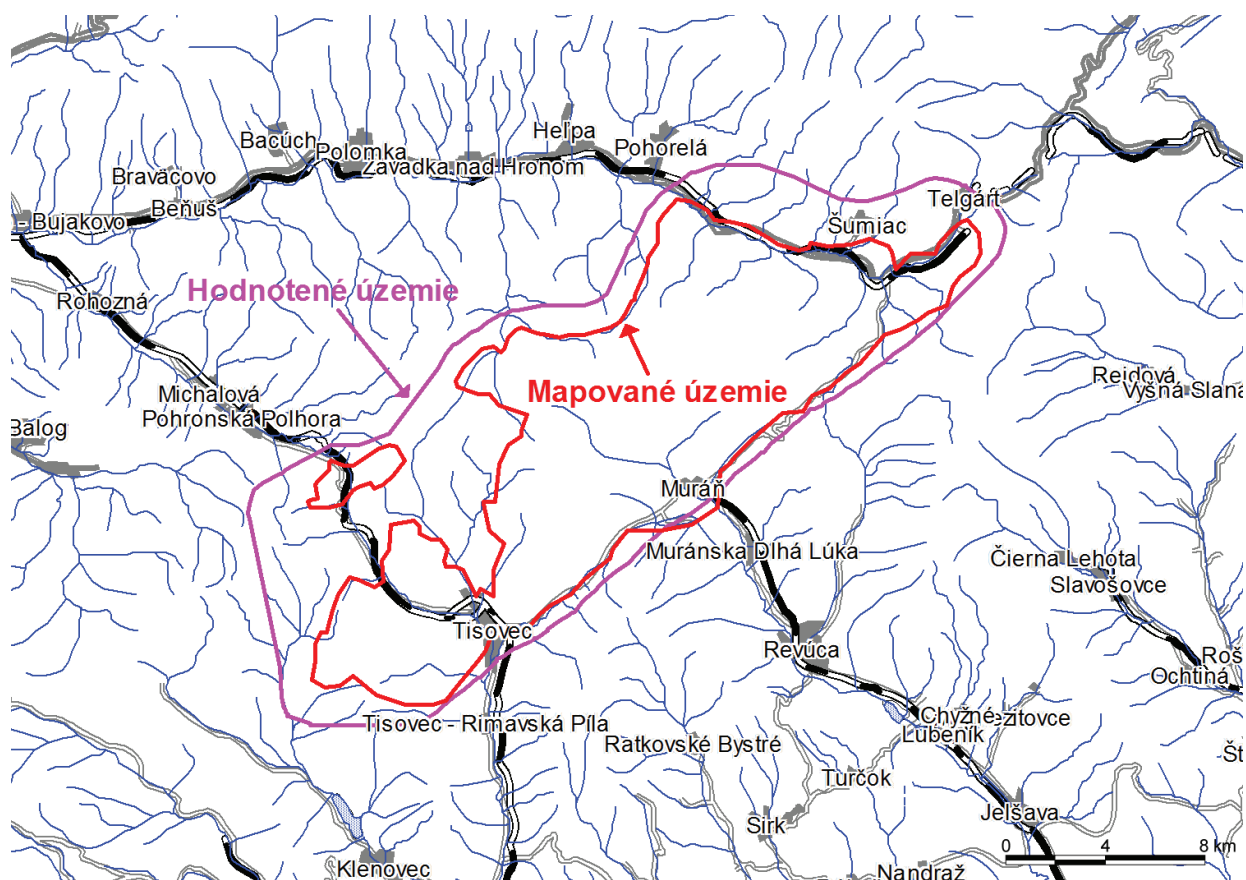
36-24 Pohronská Polhora,	37-11 Vernár,
36-42 Hnúšťa,	37-13 Muráň.

Hodnotená oblasť sa nachádza na území okresov Brezno (kód okresu 603), Revúca (608) a Rimavská Sobota (609). Na zmapovanom území sa nachádzajú katastrálne územia 848 051 Polomka, 816 019 Heľpa, 872 563 Závadka nad Hronom, 847 798 Pohorelá, 862 436 Telgárt, 861 871 Šumiac, 867 314 Vaľ-

kovňa, 838 772 Muráň, 847 828 Pohronská Polhora, 838 802 Muránska Huta, 863 220 Tisovec, 838 811 Muránska Lehota, 824 224 Klenovec a 852 406 Rimavská Píla.

Územie bolo zvolené tak, aby zahŕňalo výskytu mezozoických hornín všetkých tektonických jednotiek Muránskej planiny spolu s ich sedimentárnym podložím. Územie zahŕňa vlastnú Muránsku planinu, Tisovský kras a kučalašskú trosku na severozápade. Je vymedzené líniou (z juhozápadu, proti smeru hodinových ručičiek): Veľká Bôrová – Poľana (881,9 m n. m.), Kochovo (686 m n. m.) – Obadovo očko (524,1 m n. m.) – Tisovec – dolina Skaličky – sedlo Dielik (578 m n. m.) – dolina Lehotského potoka – obec Muráň – tok Muráň – Muránska Huta – Magura (1 071 m n. m.) – Homoľa (1 083 m n. m.) – údolie Hrona od Švermova po Červenú skalu – severné úpätie Grúňa (1 011 m n. m.) – údolie Hrona cez Zlatno, Novú Mašu po Pohorelskú Mašu – Gindura (910 m n. m.) – Strundžaník (902 m n. m.) – Rácovská dolina – dolina Nehova – Klátny grúň (995,3 m n. m.) – dolina Hronca – Južné úpätie Malej Stožky (1 204 m n. m.) – dolina Dudlavky – Grúň (920 m n. m.) – východné svahy potoka Kačkava – údolie Sláveče – dolina Rimavy po ústie Strieborného potoka – Magnet (964 m n. m.) – dolina Furmanca – západné svahy Javoriny (971 m n. m.) – západné svahy Rangasky (866,4 m n. m.) – dolina Borového potoka.

Prehľadná mapa vytýčeného územia je na obr. 2.1.1.



Obr. 1.1.1. Vymedzenie hodnoteného územia.

Celkový plošný rozsah hodnoteného územia Muránskej planiny a Tisovského krasu je 317,3 km². Hydrogeologické mapovanie prebiehalo len na území s výskytom mezozoických hornín všetkých tektonických jednotiek Muránskej planiny spolu s ich sedimentárnym podložím, keďže v nich sa predpokladal výskyt významnejších výverov podzemnej vody. Územie pokryté hydrogeologickým mapovaním má plochu 193,4 km².

Na zostavenie hydrogeologickej mapy Muránskej planiny a Tisovského krasu sa vykonávalo hydrogeologické mapovanie do pracovných máp v mierke 1 : 10 000. Hydrogeologické mapovanie sa robilo vždy počas sklonku leta a začiatku jesene v rokoch 1998, 1999 a 2002. Okrem dokumentácie prameňov sa urobila inventarizácia vykonaných hydrogeologických technických prác v uvedenej oblasti na základe spracovania údajov archivovaných v archíve Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra (geofonde).

V oblasti Muránskej planiny a Tisovského krasu sa vo viacerých prípadoch hydrogeologické štruktúry budované karbonatickými horninami stredného a vrchného triasu odvodňujú priamo do povrchových tokov, takže prirodzené výstupy podzemnej vody nie sú v teréne pozorovateľné voľným okom. Vo vytýpaných oblastiach pretínania vápencov a dolomitov povrchovými tokmi sa preto realizovali termometrické a rezistivimetrické merania s krokom 1 a 2 m a s meraniami na oboch brehoch, prípadne aj v strede vodného toku v závislosti od jeho šírky a prietoku. Lokalizované miesta významných skrytých prestupov podzemnej vody do povrchových tokov sú znázornené aj v prílohe 4 – na mapách dokumentačných bodov. Geofyzikálne termometrické a rezistivimetrické merania robili na toku Rimavy, Furmanca a Hrdzavého potoka spoluautori tejto práce Mgr. Silvia Vojtková a Mgr. Rastislav Vojtko.

Vo väzbe na výsledky termometrických a rezistivimetrických prác sa v totožných úsekoch tokov Rimavy, Furmanca a Hrdzavého potoka, ale aj v oblasti Lehotského potoka, Muránskeho potoka a Dudlavky vykonali merania prietoku na kvantitatívne stanovenie množstva prestupujúcej podzemnej vody. Ich výsledky sú uvedené v kapitole 5.2 venovanej obehu podzemnej vody.

Na zostavenie hydrogeochemickej mapy Muránskej planiny a Tisovského krasu sa odobralo v rokoch 2002 – 2004 spolu 473 vzoriek podzemnej vody. Okrem toho sa použili výsledky vzorkovania vykonaného v rámci zostavovania *Geochemického atlasu Slovenskej republiky*, časti *Podzemné vody*.

Najnáročnejšiu časť práce predstavovalo systematické a metodicky jednotné hydrogeologické mapovanie v oblasti do topografických podkladov v mierke 1 : 10 000. Zúčastnilo sa na ňom množstvo pracovníkov Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra, ale aj iných organizácií. Na tomto mieste je potrebné všetkým poďakovať za vykonanú prácu: Mgr. Branislavovi Bahnovi, Mgr. Jane Macháčkovej, Mgr. Natálii Bahnovej-Kadlečíkovej, Mgr. Františkovi Bottlikovi, Mgr. Radovanovi Černákovi, RNDr. Jurajovi Michalkovi, CSc., a RNDr. Svetozárovi Schererovi.

Odbery vzoriek podzemnej vody na chemickú analýzu urobili Mgr. Igor Slaninka a Mgr. Jozef Korčík, PhD.

Merania prietoku na určenie skrytých prestupov podzemnej vody do povrchových tokov vo väčšine prípadov vykonal v septembri roku 2003 Fedor Masarik v spolupráci s Mgr. Jaromírom Švastom a RNDr. Petrom Malíkom, CSc. Merania prietoku na jednorazové určenie výdatnosti väčších sústredených výlevov vykonal v septembri 2003 RNDr. Peter Malík, CSc., a Mgr. Igor Slaninka.

V práci je použitý rozsiahly hydrogeochemický materiál, pozostávajúci najmä z chemických analýz vzoriek podzemnej vody, odobraných buď v rámci tohto projektu (473 vzoriek), alebo archívnych údajov (676 analýz). Rozsah analýz je premenlivý, ich značnú časť tvoria analýzy vzoriek z režimového pozorovania. Celkovo sa podarilo získať údaje o 386 objektoch (najmä pramene, ale aj studne, vrty a toky).

Pri konštrukcii mapy bola využitá digitálna informačná vrstva geológie študovaného územia v mierke 1 : 50 000, spracovaná na základe *Geologickej mapy Slovenského rudohoria a Nízkych Tatier: Slovenské rudohorie-stred, Nízke Tatry-východ* (Klinec, 1976).

Ako metodický podklad na zhotovenie mapy a textu bola použitá metodika zostavovania hydrogeochemických máp v mierke 1 : 50 000 (Rapant a Bodiš, 2003).

2. PRÍRODNÉ POMERY

2.1. GEOMORFOLOGICKÉ POMERY, CHARAKTER KRAJINY A VEGETÁCIE V ÚZEMÍ

Hodnotené územie sa nachádza v Banskobystrickom kraji a zasahuje do okresov Revúca, Rimavská Sobota a Brezno. V tab. 2.1.1 sú zobrazené obce, do katastrov ktorých územie patrí, spolu s plochou, ktorú hodnotené územie pokrýva.

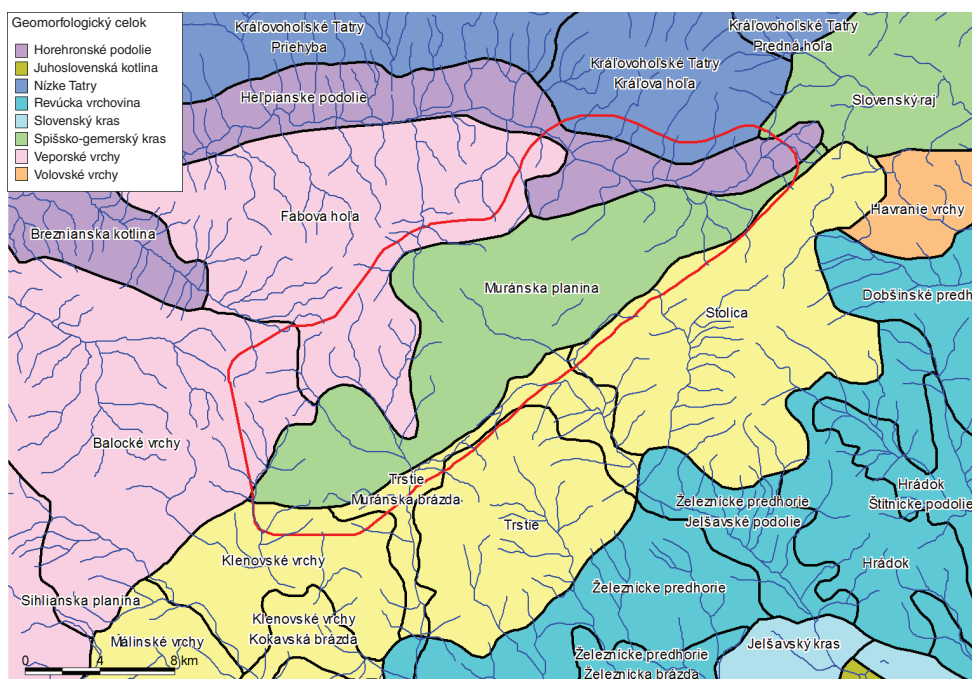
Tab. 2.1.1. Obce v hodnotenom území.

Číslo obce	Názov obce	Plocha katastra v území [km ²]
863 220	Tisovec	89,83
861 871	Šumiac	52,91
847 798	Pohorelá	7,94
838 772	Muráň	91,04
862 436	Telgárt	13,80
867 314	Vaľkovňa	14,77
872 563	Závadka nad Hronom	6,76
848 051	Polomka	1,78
838 802	Muránska Huta	3,76
838 811	Muránska Lehota	0,79
847 828	Pohronská Polhora	6,56
852 406	Rimavská Píla	3,56
816 019	Heľpa	2,51
824 224	Klenovec	22,08
809 713	Čierny Balog	0,06

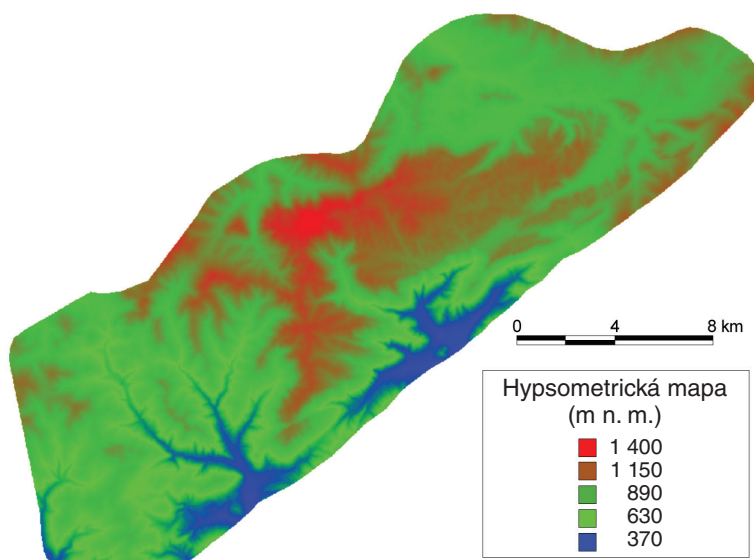
Prevažná časť hodnoteného územia podľa *Atlasu krajiny SR* (Mazúr a Lukniš, 2002) orograficky patrí do oblasti Slovenského rudohoria, celku Spišsko-gemerský kras a oddielu Muránska planina. Muránska planina pozostáva z dvoch častí, z vlastnej Muránskej planiny s. s. a na juhozápade z Tisovského krasu. Severovýchodná časť patrí do celku Veporské vrchy, do oddielov Fabova hoľa a Balocké vrchy, z juhu územie čiastočne zasahuje do celku Stolické vrchy, oddielov Stolica, Trstie (pododdiel Muránska brázda) a Klenovské vrchy, na severovýchode sa na úzkom páse stýka so Slovenským rajom. Na severe územie zasahuje do Fatransko-tatranskej oblasti, celku Pohronské podolie, podcelku Heľpianske podolie a celku Nízke Tatry, podcelku Kráľovoľské Tatry a časti Kráľova hoľa (obr. 2.1.1).

Najvyšším vrchom v hodnotenej oblasti Muránskej planiny je Kľak (1 408 m n. m.), najnižším miestom je obec Muráň (380 m n. m.), najvyšším bodom Tisovského krasu je vrch Kášter (975 m n. m.) a v kučalašskej troske vrch Kučalach (starší názov Kučelach) (1 141 m n. m.). Územie vytvára výraznú morfogenetic-

kú jednotku a reliéf sa na vápencoch s konzervovaným zarovnaným povrchom výrazne líši od okolitého, hladkého terénu na kryštaliniku. Ohraničenie územia je prirodzené na dne dolín (Mitter, 1975). Výrazná vertikálna aj horizontálna členitosť územia je zrejماً z hypsometrickej mapy na obr. 2.1.2, vytvorenej na základe digitálneho modelu reliéfu (DMR) s bunkou rastra 20 x 20 m.



Obr. 2.1.1. Geomorfologické jednotky (prevzaté z: Mazúr a Lukniš, 1986, in *Atlas krajiny SR*, 2002).



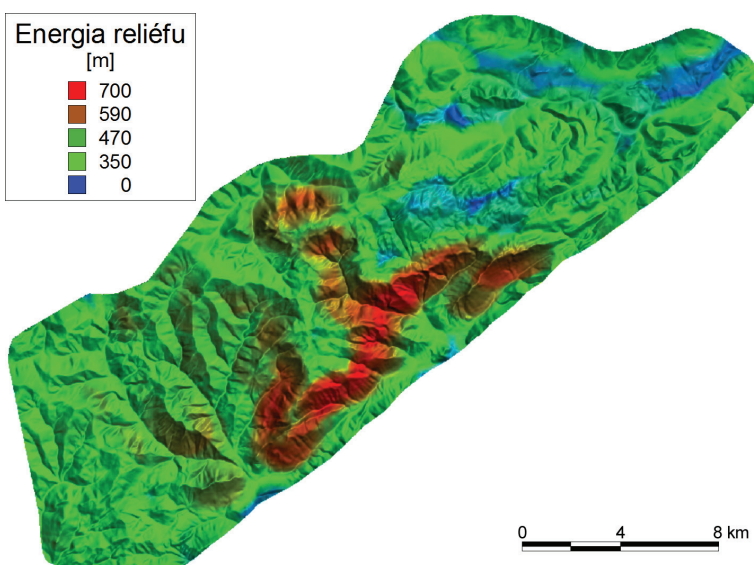
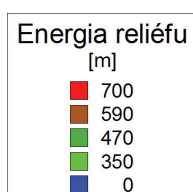
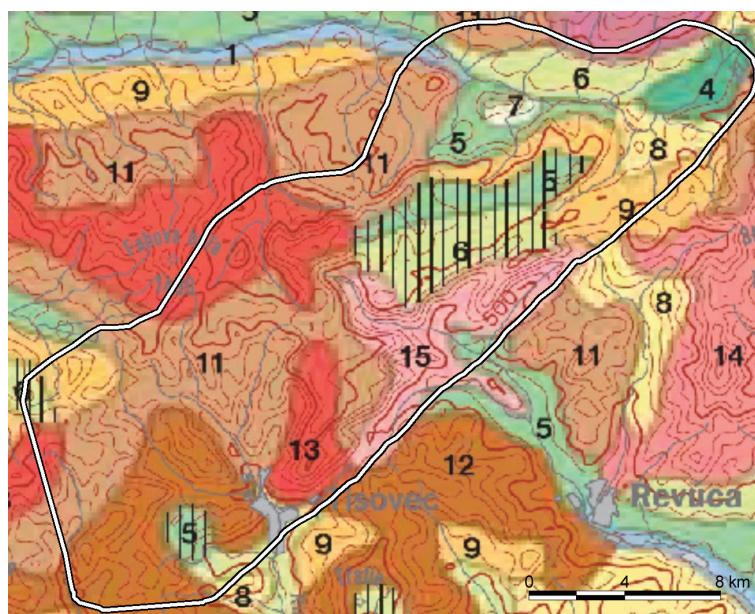
Obr. 2.1.2. Hypsometrická mapa územia.

rozdielov v reliéfovej energii územia. Na obr. 2.1.4 je mapa energie reliéfu, vypočítaná z DEM ako rozdiel maximálnej a minimálnej nadmorskej výšky v okruhu 2 km.

V rôznych častiach planiny sa zachovali zvyšky starých dolín, ktoré boli počas kvartéru premodelované kryogénnymi procesmi, krasovatením a občas pretekajúcou zrážkovou vodou. Spodné časti dolín tvoria kaňo-

Obr. 2.1.3. Morfológicko-morfometrické typy reliéfu (prevzaté z: Tremboš a Minár in *Atlas krajiny SR*, 2002).

1 – roviny; 5 – pahorkatiny, stredne členité; 6 – pahorkatiny, silne členité; 7 – vrchoviny, stredne členité; 8 – vrchoviny, silne členité; 9 – vrchoviny, veľmi silne členité; 11 – nižšie hornatiny, silne členité; 13 – vyššie hornatiny, stredne členité; 15 – vyššie hornatiny, veľmi silne členité.



Obr. 2.1.4. Mapa reliéfovej energie územia. Povrch je zvýraznený tieňovaním.

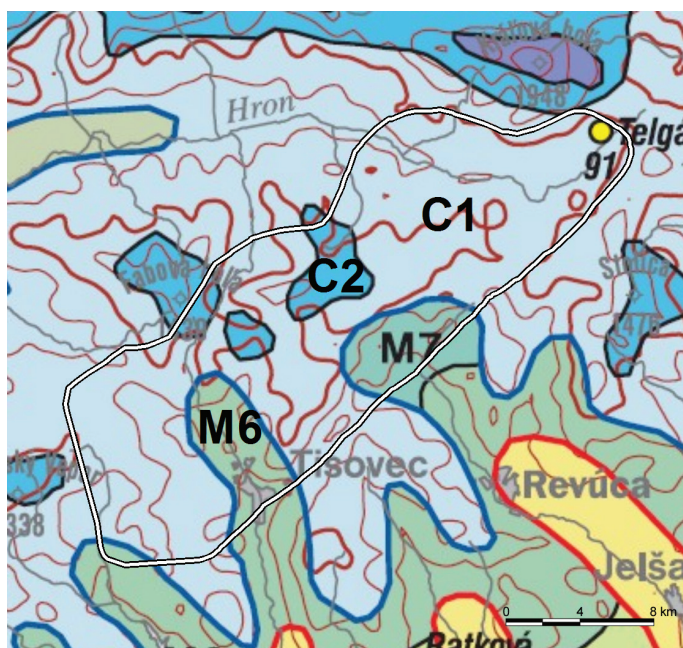
Erozívnu činnosťou riek, procesmi krasovatenia a pôsobením ďalších morfogenetických činiteľov vznikol na území Muránskej planiny miestami veľmi členitý reliéf. Z morfológického hľadiska odlišujeme 3 oblasti: krasový plošinový povrch s bohato vyvinutými krasovými formami (škrapy, závrty, úvaly, suché, poloslepé a slepé doliny, priepasti, jaskyne atď.), strmé úbočia, ktoré krasovú planinu ohraničujú, a prevažne fluviálne modelovaný povrch zarovnaných chrbtov. Morfológicko-morfometrické typy reliéfu vyskytujúce sa na území Muránskej planiny sú zobrazené na obr. 2.1.3. Jednotlivé typy reliéfu možno odlišiť na základe

novité tiesňavy, horné sú vysoko nad erozívnu bázou, prevažne korytovité, so zasutineným dnom, v ktorom občas pretekajúca voda vytvorila výrazné zárezy. Na celom obvode územia sú charakteristické strmé erozívno-akumulačné úbočia. V hornej časti úbočí sú bralné tvary (sklon viac ako 37°), v dolnej sa úbočia zmiernujú na sutinových kužeľoch, súvislých úspiskách a úzkom páse podúpäťnej akumulácie. Intenzívne je mechanické zvetrávanie. Úbočia sú rozčlenené skalnými žľabmi alebo ostro zarezanými polygenetickými dolinkami. Nekrasové prvky terénu sa v značnej miere uplatňujú aj na plošinovom povrchu územia (Mitter, 1975).

2.2. KLIMATICKÉ POMERY ÚZEMIA

Muránska planina má veľmi členitý reliéf s pomerne veľkými rozdielmi v nadmorskej výške (vrch Kľak 1 408,7 m n. m., obec Muráň 380 m n. m.). To sa, samozrejme, prejavuje aj v rozdielnych klimatických pomeroch na malú vzdialenosť. Nepravidelná cirkulácia vzduchu vyvoláva rýchle zmeny počasia, čo sa prejavuje v zmene celkovej poveternostnej situácie v priebehu niekoľkých hodín.

Podľa údajov z *Atlasu krajiny SR* (2002) patrí prevažná časť hodnoteného územia do okrsku C1 – mierne chladného, len najvyššie časti planiny patria do chladného horského okrsku C2. Široké údolia Rimavy, resp. Muráňa majú teplejšiu klímu, patria do okrskov M6 – mierne teplý, vlhký, vrchovinový, resp. M7 – mierne teplý, veľmi vlhký, vrchovinový (obr. 2.2.1).



Obr. 2.2.1. Klimatické oblasti (prevzaté z: Lapin et al. in *Atlas krajiny SR*, 2002).

Okrsk: C1 – mierne chladný, C2 – chladný horský, M6 – mierne teplý, vlhký, vrchovinový, M7 – mierne teplý, veľmi vlhký, vrchovinový.

Teplota vzduchu v prieskumnom území je závislá predovšetkým od nadmorskej výšky a lokálnej morfológie územia. V zime sa často vytvára inverzia, zapríčinená stagnáciou vzduchu, čo sa prejavuje nižšou teplotou vzduchu v nízkych polohách (dná dolín a kotlín) a, naopak, vyššou teplotou vo vyšších častiach planiny. V najvyšších častiach planiny priemerná ročná teplota nedosahuje ani 2 °C, na okrajoch planiny je teplota do 4 až 6 °C (obr. 2.2.2).

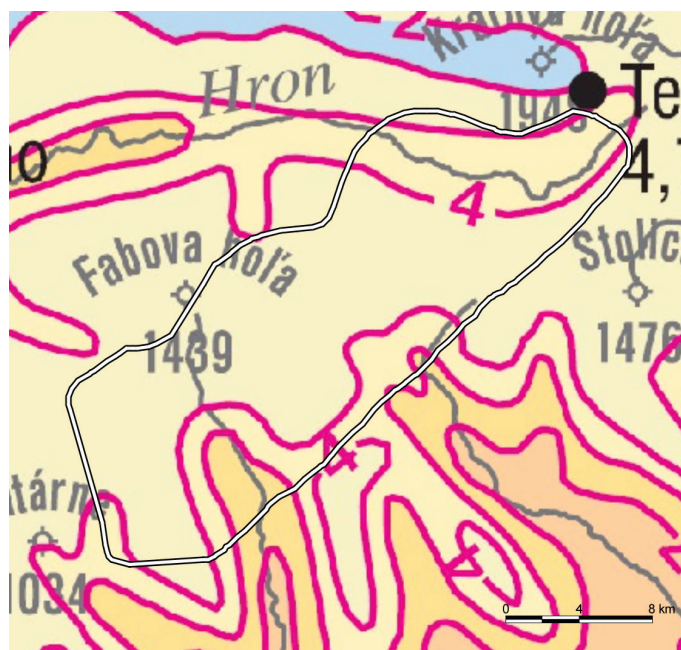
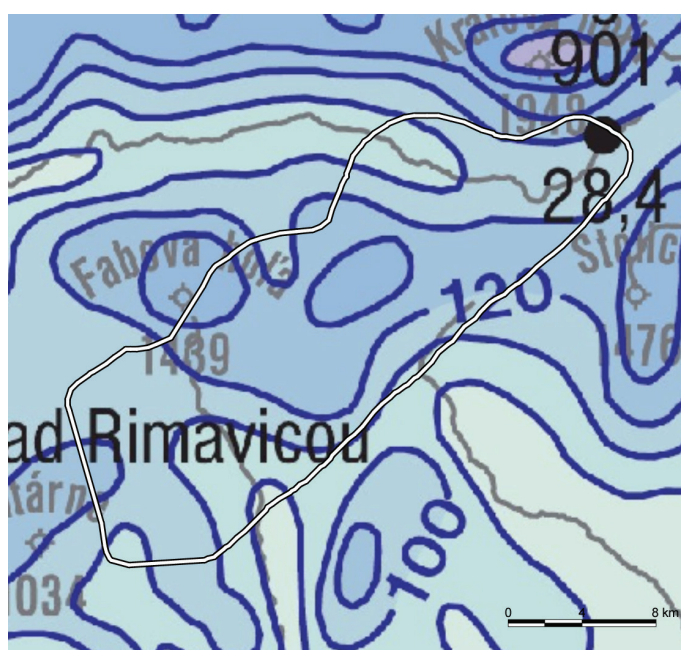
Tab. 2.2.1. Priemerná mesačná a ročná teplota vzduchu na vybraných meteorologických stanicích v rokoch 1951 – 1980 (Kolektív autorov, 1991).

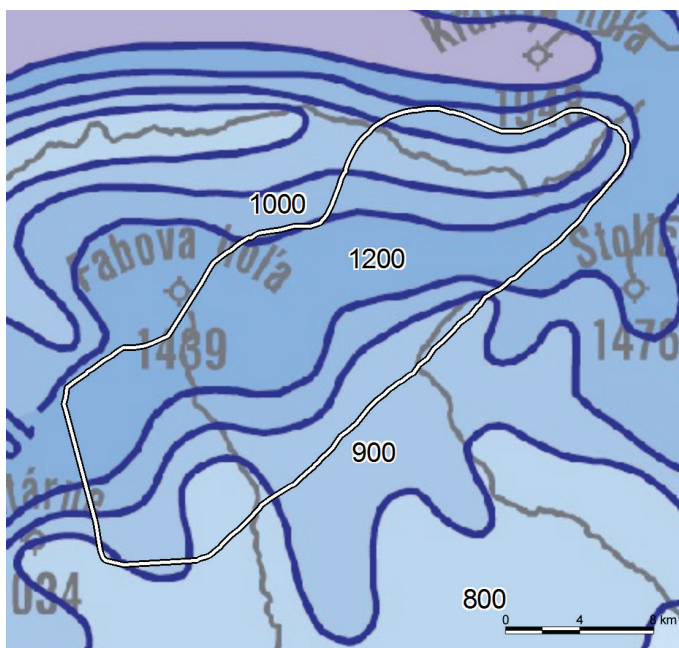
Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Brezno	-5,1	-2,7	1,6	6,9	11,8	15,3	16,6	15,7	11,9	7,2	2,4	-2,5	6,6
Muráň	-4	-1,7	2,6	8,1	12,7	16,2	17,5	16,4	12,7	7,8	2,8	-1,8	7,4
Muráň-Veľká lúka	-5,1	-3,7	-0,2	5,2	10,1	13,8	15,1	14,4	11	6,3	0,9	-3,2	5,4
Telgárt (Švermovo)	-5,4	-4	-0,9	4,3	9,3	12,9	14,3	13,6	10	5,7	0,6	-3,5	4,7

Mapa počtu dní so snehovou pokrývkou (obr. 2.2.3) odzrkadľuje výraznú vertikálnu členitosť terénu Muránskej planiny, kde v údolí Rimavy sú hodnoty do 100 cm, zatiaľ čo v najnižších častiach až viac ako 140 cm. Distribúcia ročných zrážkových úhrnov je takisto podmienená nadmorskou výškou, ako vidno na obr. 2.2.4.

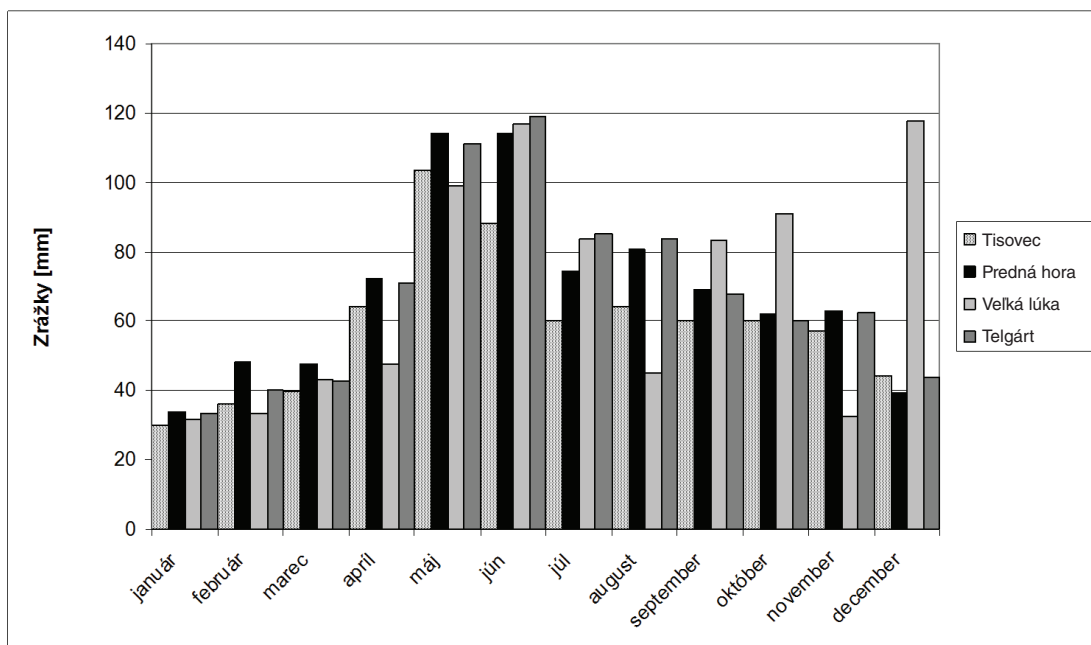
Tab. 2.2.2. Mesačné a ročné úhrny zrážok [mm] na vybraných meteorologických staniách v rokoch 1951 – 1980 (Kolektív autorov, 1991).

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Brezno	46	48	42	47	69	103	87	83	57	51	65	60	757
Muráň	44	51	39	57	84	113	96	90	61	64	75	61	835
Polomka	48	45	42	52	76	115	99	86	55	55	64	61	796
Telgárt (Švermovo)	36	41	42	62	101	131	109	93	58	64	67	46	851
Tisovec	47	50	44	58	90	121	101	88	58	60	72	57	846

Obr. 2.2.2. Priemerná ročná teplota vzduchu (prevzaté z: Šťastný et al. in *Atlas krajiny SR*, 2002).Obr. 2.2.3. Počet dní so snehovou pokrývkou a jej priemerná výška (prevzaté z: Faško et al. in *Atlas krajiny SR*, 2002): 100 – 120 – 140 – 160 cm.



Obr. 2.2.4. Priemerné ročné úhrny zrážok (prevzaté z: Faško a Šťastný in *Atlas krajiny SR*, 2002).



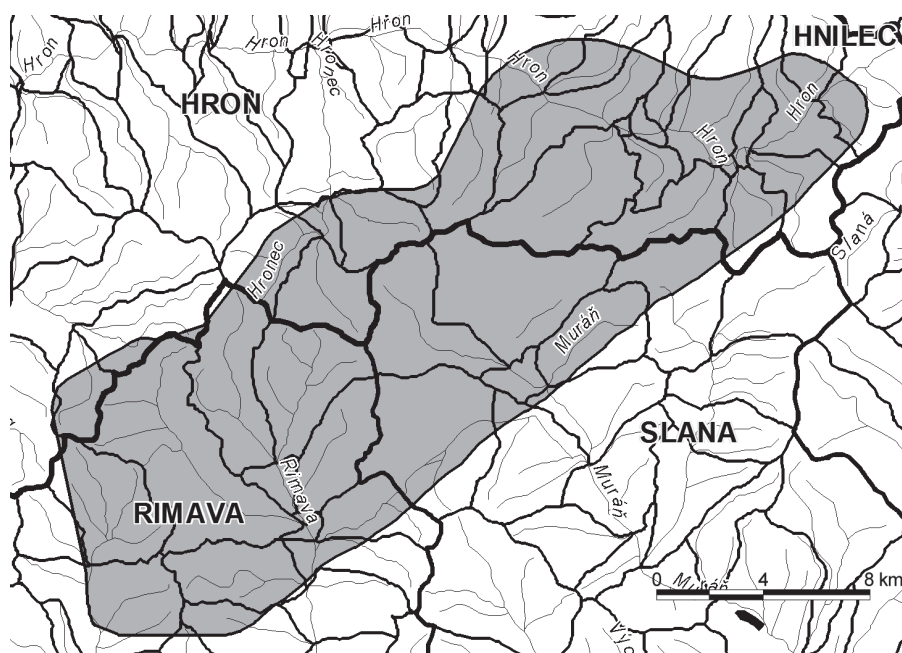
Obr. 2.2.5. Priemerné mesačné úhrny zrážok na vybraných zrážkomerných staniciach v rokoch 1965 – 1995 (Telgárt), 1981 až 1995 (Tisovec), 1983 – 1995 (Predná hora) a 1981 – 1983 (Veľká lúka) podľa údajov SHMÚ.

Tab. 2.2.3. Mesačné a ročné úhrny reálnej evapotranspirácie [mm] na klimatickej stanici Telgárt v rokoch 1951 – 1980 (Kolektív autorov, 1991) a 1961 – 1990 (Tomlain, 1997).

Obdobie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
1951 – 1980	0	2	10	42	72	86	96	80	48	24	7	0	467
1961 – 1990	0	3	14	40	70	82	88	70	24	24	5	0	440

2.3. HYDROLOGICKÉ POMERY

Z hydrografického hľadiska patrí územie Muránskej planiny k povodiam Hrona a Slanej, do ktorých sa odvodňuje prostredníctvom mnohých prítokov. Rozdiel je v tom, že Hron preteká v bezprostrednej blízkosti Muránskej planiny, pričom miestami prichádza do priameho kontaktu s horninami, ktoré ju tvoria, a môžeme ho teda pokladať za bázu odvodňovania jej severnej časti. Slaná, ktorá preteká 30 – 50 km južne, resp. juhovýchodne od Muránskej planiny, neprichádza do priameho kontaktu s horninami planiny, a nie je teda bezprostrednou bázou, ale odvodňovanie do nej prebieha prostredníctvom riek Muráň a Rimava a ich čiastkových prítokov. Z hľadiska krasovej hydrografie je významný výškový rozdiel severnej a južnej bázy, ktorý je väčší ako 300 m. Dôležitý je aj fakt, že územie planiny je vlastne izolovaná karbo-nátová kryha so samostatným hydrografickým režimom.



Obr. 2.3.1. Hydrografická sieť s vyznačenými povodiami.

Na Muránskej planine vznikli typické riečne doliny kaňonovitého charakteru s trvalými alebo občasnými tokmi. Rozčlenili okraje planiny a utvárajú charakteristický obraz krajiny v severovýchodnej časti územia. Stále autochtónne vodné toky sú na dne dolín Javorníková, Hrdzavá, Havraník, Suchý dol, Trstená a Sviniarka (Mitter, 1975).

Alochtónne toky sa nachádzajú v najvýchodnejšej časti územia, kde stekajú z kryštalického masívu Trsteníka. Pretekajú naprieč komplexom vápencov, ktoré rozčlenili hlbokými dolinami na celý rad trosiek. Podmienili vznik početných ponorov, jaskýň a vyvieračiek (Mitter, 1975).

Územie Muránskej planiny sa odvodňuje prostredníctvom Rimavy, Muráňa a ich prítokov do rieky Slanej. Výnimkou je len potok Trsteník, ktorý je prítokom Hrona. Malé množstvo vody odvádza z hodnoteného územia do povodia Hrona aj tok Dudlavka. Významným prítokom Muráňa je Hrdzavý potok s prítokom Dolinský potok, Lehotský potok a Zdychava s prítokom Hutský potok. Rieka Rimava odvodňuje juhozápadnú časť planiny, pričom zo študovaného územia do nej ústí Skalička, Slávča a Kačkava.

Z povrchových tokov Tisovského krasu sú najvýznamnejšie Tisovská Rimava, ktorá odvodňuje všetky ostatné toky, Klenovská Rimava, Furmanec, Rejkovský potok, Blatný potok, Tepličný potok, Pohorelský potok, Strieborný potok, Skalička, Slávča, Kačkava a Borový potok.

2.4. GEOLOGICKÉ POMERY

2.4.1. Súčasný stav geologickej preskúmanosti územia

Veporikum

Dlhé roky sa veporické kryštalikum považovalo za koreňovú zónu subtatranských príkrovov, pričom s každým pásmom kryštalinika sa spájal určitý príkrov. Základy tejto koncepcie postavili Zoubek

(1928, 1930, 1931, 1935, 1936), Kettner (1938a, 1938b, 1958), Schöenberg (1946) a Zoubek a Gorek (1953). Prvé horizontálne členenia veporského kryštalinika pochádzajú od Zoubka (1928, 1932, 1936), ktorý veporikum rozdelil (zo severu na juh) na „série“ – fylitickú sériu (resp. fyliticko-svorovú) a graniťickú sériu. Medzi nimi, ako aj s tatrikom a gemerikom, je tektonický styk.

Novšie výskumy v oblasti veporika po druhej svetovej vojne priniesli aj nové práce mnohých autorov, ktorí zosumarizovali ďalšiu koncepciu stavby kryštalinika Západných Karpát (Máška a Zoubek in Buday et al., 1961). Spomínaní autori veporikum horizontálne rozčlenili (zo severu na juh) na podzóny: ľubietovskú, kraklovskú, kráľovohoľskú a kohútsku. V 60. rokoch minulého storočia systematickým geologickým mapovaním v mierke 1 : 25 000, ale aj špeciálnymi geologickými výskumami vznikla horizontálna koncepcia členenia veporského kryštalinika (Klinec, 1966, 1976). Odspodu nahor sú to tieto komplexy: hronský komplex (fylity až svory s vložkami amfibolitov, ortorúl, serpentinitov a iných hornín), kráľovohoľský komplex (prevažne granitoidy a migmatity) a komplex Hladomornej doliny (na jv. okraji kohútskeho kryštalinika, hlavne fylity a sľudnaté bridlice). Bezák (1982, 1988) v kohútskej zóne horizontálne vyčlenil tieto komplexy: granitizovaný komplex, svorový komplex Ostrej, klenovský komplex, sinecký komplex, lovinobanský komplex a komplex svetlých granitov. Podľa neho tieto komplexy reprezentujú tri štruktúrne a vekové úrovne geologickej stavby (spodná, stredná a vrchná stavba; Bezák, 1994; Bezák et al., 1999), čo podľa spomínaných autorov všeobecne platí aj v kryštaliniku tatrika.

Litologickú náplň obalovej sekvencie tvorí súbor metamorfovaných klastík a karbonátov, ktoré sú väčšinou zachované v podloží muránskeho príkrovu. Tento komplex hornín ako prvý označil Rozložník (1935) názvom „Föderata séria“ a na základe metamorfného postihu ju považoval za paleozoickú a za súčasť veporského príkrovu, hoci nevyučoval ani jej mezozoický vek. Schöenberg (1946) považoval „föderatské“ mezozoikum za obal tisovskej zóny veporika a predpokladal, že ide o koreňové mezozoikum chočského príkrovu. Kamenický (1951) spresnil stratigrafické postavenie jednotlivých mezozoických členov.

Na rozdiel od predchádzajúcich autorov, Biely (1955) föderatské mezozoikum tektonicky interpretoval ako vrásovú štruktúru a Mahel' (1953) ju považoval za okrajovú časť severogemeridnej synklinály. Zoubek (1957) považoval föderata „sériu“ za gemeridnú a neskôr Mahel' et al. (1968) zhrnuli všetky obalové mezozoiká kráľovohoľskej a kohútskej zóny do jednej, struženíckej jednotky tvoriacej prah medzi sedimentačným priestorom krížňanského príkrovu a chočského príkrovu.

Novšie geologické práce v oblasti veporika priniesli aj nový pohľad pri zdôrazňovaní násunovej tektoniky a umožnili korelácie medzi jednotlivými mezozoickými súbormi s porovnaním ich náplne a tektonickej pozície (Klinec, 1966, 1971, 1976, 1980).

Ďalší komplexný pohľad na struženickú jednotku podáva Plašienka (1981), ktorý vyjadril myšlienku, že južné vývoje naznačujú skôr afinitu k meliatskej skupine a v nadloží sa nachádza jednotka prvého rádu – príkrov Markušky so stratigrafickým rozsahom staršie paleozoikum – vrchný trias. Príkrov Markušky chápe ako zväzujúci element medzi veporikom a gemerikom (Plašienka et al., 1989; Plašienka, 1993).

Pri zostavovaní novej geologickej mapy Slovenského rudohoria-východ bol termín föderata (foederata) nahradený názvom federatská skupina (Vozár in Bajaník et al., 1983). Posledné členenie geologických jednotiek Západných Karpát, ako aj ich mapové vyjadrenie podávajú Biely et al. (1996) a Bezák et al. (1999) a federatskú skupinu nahrádzajú termínom federatská sekvencia.

Gemerikum

Metamorfované tmavosivé bridlice a vápence boli v oblasti Muránskej planiny už v minulosti predmetom rôznych sporov a diskusií. Zoubek (1930, 1935, 1957) zarad'oval túto jednotku spolu s podložíom a nadložím ku gemeriku, pretože muránske mezozoikum pokladal za autochtónne a patriace ku gemeriku. Kettner (1938a) túto jednotku považoval za príkrov gemerika, ale na „poľudňovom“ chočskom príkrove (dnešné kráľovohoľské pásmo veporika). Do obalu kráľovohoľského pásma sa potom zarad'ovali len permsko-skýtske klastiká (Pouba, 1951, 1953; Zoubek, 1955). Keď sa však jasne presadili názory o mezozoickom veku federatskej jednotky od Dobšinej (Rozložník, 1935; Schöenberg, 1946; Biely, 1956; Mahel', 1957; Straka, 1981), vyčlenila sa aj z karbónskeho súvrstvia v podloží muránskeho mezozoika spodná karbonátová časť ako metamorfovaný mezozoický obal veporika (Bystrický, 1959; Biely, 1961).

Za karbónske sa naďalej pokladali už len malé výskyty tmavých detritických sedimentov v nadloží föderatskej a v podloží muránskej sukcesie, ktoré Zoubek (1955), Biely (1966) a Vozárová a Vozár (1988) zarad'ovali k maluzinskému súvrstviu ipoltickej skupiny chočského príkrovu. Naopak, s ochtinsko-podrečianskym vývojom tejto jednotky sa stotožňovali Mahel' et al. (1968) a Klinec (1976).

Silicikum

Prvé geologické výskumy v mezozoiku Muránskej planiny vykonával Foetterle (Foetterle, 1868a, ex Bystrický, 1959), pričom otázky tektoniky a litostratigrafie zostali nedoriešené. V muránskom mezozoiku však zistil len triasové vrstvové sledy. Uhlig (1903 ex Bystrický, 1959) doplnil vrstvový sled zistený Foetterlem o dachsteinské vápence s megalodontmi a predpokladal, že sú tu zastúpené všetky horizonty známe z triasu Východných Álp. Ďalší autor (Oppenheimer, 1931, ex Bystrický, 1959) uvádza od Červenej skaly a Telgártu niekoľko lokalít s „kampilskou faunou“ (namal – spat) a svetlé vápence v záreze železnice 1,5 km východne od Červenej skaly pokladá bez bližšieho odôvodnenia za dachsteinské. Zoubek (1932) na základe výskumov v oblasti vrchu Hradová (887 m n. m.) západne od mesta Tisovec uviedol nasledujúce členenie: a) verfénske vrstvy (skýt), b) tmavé vápence, asi gutensteinské (anis), c) súvrstvie striedajúcich sa vápencov a dolomitov (ladin), d) dolomity (ladin?), e) svetlé vápence vrcholovej časti Hradovej, dachsteinské? (karn – norik). Andrusov (1935, 1936), naopak, vyvracia názory, že muránsky príkrov má vrchný trias, a vrchnotriasové vápence, opierajúc sa o nález *Teutlopora herculea* STOPP, pokladá za ladinské, ekvivalentné wettersteinským vápencom z Východných Álp. Podobné stratigrafické členenie uvádza aj Kettner (1938b). Nálezy melafýrov v spodnom triase muránskeho mezozoika (Kovařík et al., 1955) vedú týchto autorov k myšlienke zavrásnenia chočského príkrovu s muránskym mezozoikom. Túto skutočnosť vyvrátil Zorkovský (19591, 19592), ktorý pri petrografickom výskume melafýrov zistil, že ide o kremité porfýry (ryolity a ich pyroklastiká). Kolektív autorov Kodým et al. (1956) rozlišujú v oblasti jz. od mesta Tisovec dve tektonické jednotky: spodnejšiu, muránsku, a vrchnejšiu, jednotku Hradovej. Dôvody takéhoto členenia nie sú úplne jasné. K stratigrafii tejto oblasti sa opäť vrátil Zoubek (1955). Vo verfénkových vrstvách rozlíšil vrstvy „seisu“ (pestré súvrstvie) a „kampilu“ (slienito-vápencové súvrstvie). Svetlé vápence vrcholovej časti vrchu Hradová (887 m n. m.) pokladal za wettersteinské a bez bližšieho vysvetlenia ich prestal považovať za dachsteinské, ako pôvodne vo svojej práci Zoubek (1932). Neskôr opäť Kettner (1958) uvádza len vápence a dolomity, ktoré majú vek anis – ladin – karn.

Prvá systematická práca, ktorú publikoval Bystrický (1959), sa už opiera o stratigrafiu pomocou dasykladálnych rias a stratigrafické členenie muránskeho príkrovu uvádza tab. 2.4.1. Tektonickú pozíciu muránskeho príkrovu rieši práca Mella (1979), ktorý muránsky príkrov spolu so silickým, stratenským a príkrovom Drienka spojil do jednej tektonickej jednotky, súborne nazývanej silicikum.

Tab. 2.4.1. Stratigrafia muránskeho príkrovu (Bystrický, 1959).

LIAS	spodný	tmavé slienité a krinoidové vápence, bridlice	
TRIAS	RÉT		
	norik	sevat	dachsteinské vápence
		alaun	
		lác	
	karn	tuval	svetlé vápence
		jul	svetlé dolomity, tmavé bridlice
		kordevol	svetlé wettersteinské dolomity
	ladin	longobard	wettersteinské vápence
		fasan	
	anis	ilýr	svetlé steinalmské vápence
		pelsón	tmavé vápence s polohami svetlých vápencov
		bityn	sivé dolomity s polohami tmavých vápencov
		egej	
	skýt	spat	slienito-vápencové súvrstvie
		namal	pestré pieskovcovo-bridličnaté súvrstvie
		griesbach	

Stratigrafia muránskeho príkrovu od 60. rokov minulého storočia nebola predmetom podrobnejších výskumov. Len občas sa objavili práce pojednávajúce o mezozoiku Muránskej planiny, ktoré mali len okrajový charakter. Práca Bieleho a Papšovej (1983) priniesla prekvapivý výsledok. Pomocou konodontovej fauny dokázali, že mezozoikum Dudlavej skaly na Horehroní budujú aj vrchnotriasové vápence ležiace pod steinalmskými vápencami. Tieto norické rohovcové vápence majú znaky panvových sedimentov. Tejto práci však nebola venovaná veľká pozornosť aj preto, lebo nebola dostatočne objasnená ich tektonická pozícia. Papšová (1984) však uvádza konodonty aj z Hlbokej doliny (*Gladigondolella tethydis* HUCKRIEDE, *Gondolella excelsa* MOSHER, *Gondolella foliata inclinata* KOVÁCS) a holotúrie (*Neohindeodella* sp., *Theelia* sp.) longobardského veku. V ich nadloží sa nachádzajú aniské svetlé steinalmské vápence (Bystrický, 1959) pelsónsko-ilýrskeho veku, doložené nálezom rias *Physoporella dissita* (GÜMB.) PIA, *Physoporella* cf. *praealpina* PIA a *Teutloporella peniculiformis* OTT z hrebeňa Kremeniny východne od Zlatna a *Physoporella dissita* (GÜMB.) PIA, *Physoporella* cf. *praealpina* PIA, *Teutloporella peniculiformis* OTT a *Diplopora* sp. z kóty Grúň (Bystrický, 1959). Dokonca Bystrický (1959) uvádza nález riasy *Physoporella dissita* (GÜMB.) z hrebeňa Kremeniny východne od Zlatna v polohe svetlých vápencov uprostred gutensteinských(?) vápencov. Z tohto faktu však neboli nikdy vyvedené tektonické ani paleogeografické dôsledky. Muránsky príkrov do silicika opätovne zaradili aj Biely et al. (1997) a Bezák et al. (1999).

Po viac ako desaťročí na tento problém upozornil Havrila (1997) v manuskripte, kde uvádza konodonty, holotúrie a problematiká kordevolského veku aj v podloží steinalmských vápencov v masíve Grúňa: *Metapolygnathus mungoensis* (DIEBEL), *Metapolygnathus diebeli* (KOZUR et MOSTLER), *Gondolella foliata inclinata* KOVÁCS, *Gondolella foliata inclinata* KOVÁCS aff. *polygnatiformis* BUDUROV et STEFANOV, *Gondolella* sp., *Gladigondolella tethydis* (HUCKRIEDE), *Neohindeodella* sp., *Theelia* sp., *Priscopedatus* sp., *Irinella canalifera* (KRISTAN-TOLLMANN) a *Osteocrinus* sp. Z tektonického hľadiska predpokladá, že spodný duplex by mohol patriť k hroniku (tab. 2.4.2).

Tab. 2.4.2. Stratigrafia muránskeho príkrovu (Havrila, 1997).

Muránsky príkrov			
TRIAS	rét	sevat	dachsteinské a furmanské vápence
		alaun	
		lác	
	karn	tuval	tisovské vápence
		jul	tmavé ílovité bridlice; reingrabenské vrstvy
	ladin	kordevol	svetlosivé a hnedosivé vápence s vložkami dolomitov, svetlé dolomity s <i>Teutloporella herculea</i> a svetlé vápence s <i>Teutloporella herculea</i> ; wettersteinské vápence a dolomity; reiflinské vápence
		longobard	
		fasan	
	anis	ilýr	svetlé vápence s <i>Physoporella dissita</i> – steinalmské vápence a vápence – schreyeralmské vápence
pelsón			
Spodný, „muránsky“ príkrov			
TRIAS	karn	kordevol	tmavé vrstvovité vápence s rohovcami a alodapickými polohami, t. j. reiflinské vápence
		ladin	
	anis	ilýr	ružovkasté lavicovité aj hľuznaté vápence – schreyeralmské, resp. nádašské vápence
		pelsón	
		bityn	hrubolavicovité tmavé vápence a dolomity; gutensteinské vrstvy
		egej	
	skýt	spat	pestré pieskovce, bridlice, slieňovce, vápence a ryolity; sinské vrstvy
		namal	
		griesbach	

Z kóty Grúň sú opísané aj schreyeralmské vápence (Bystrický, 1959; Klinec, 1976), v ktorých sa našlo spoločenstvo amonitov *Flexoptychites flexuosus*, *Discophyllites megalodiscus* a „*Orthoceras*“ sp. a spoločenstvo konodontov s *Gondolella constricta* MOSHER et CLARK poukazujúce na stratigrafické rozptáie vrchný pelsón – stredný fasan (Biely, 1962).

Počas geologického mapovania západnej časti Slovenského rudohoria sa problematikou muránskeho príkrovu len veľmi okrajovo zaoberali Bezák et al. (1999), ktorí zostali pri pôvodnej koncepcii muránskeho príkrovu a nečlenili ho na jednotlivé šupiny.

Popříkrovové formácie

Na vrchnokriedový vek sedimentov pri Šumiaci prvýkrát upozornil Bystrický (1959). Považoval ich za najstaršiu popříkrovovú sedimentárnu formáciu v centrálnych Západných Karpatoch. Od tohto obdobia bol výskum sedimentov zameraný predovšetkým na stratigrafické spresnenie veku sedimentov a mikrofaciálny výskum. Andrusov (1976) robil výskum brekciovitých vápencov, z ktorých uvádza spoločenstvo rudistov. Tmavosivé slieňovce mikrofaciálne skúmali Biely a Salaj (1966). Vek slieňovcov stanovili pomocou asociácie foraminifer ako santón.

V centrálnej oblasti Slovenského rudohoria sú paleogénne sedimenty rozšírené len ojedinele a sú sústredené predovšetkým jv. až v. od Brezna, v Horehronskom podolí a sz. od Tisovca. Názory na tektonickú príslušnosť týchto sedimentárnych sekvencií sa rôznia. Súvrstvia sa považujú za súčasť podtatranskej skupiny (napr. Mahel' et al., 1968; Pulec, 1966), ale nie je vylúčená ani ich spojitosť s budínskym vývojom paleogénu. V tejto oblasti rozlišujeme dva sedimentačné cykly. Starší cyklus reprezentujú pestré kontinentálne sedimenty, mladší cyklus sa začína morskými sedimentmi vrchného lutétu a je zakončený brakickými a sladkovodnými súvrstviami spodného oligocénu (Sitár, 1965; Pulec, 1966). Plošne najväčšie rozšírenie týchto sedimentov je situované v oblasti breznianskej panvy. Nachádza sa tu súbor paleogénnych sedimentov až 600-metrovej hrúbky, overených vrtnými prácami (Tulis, 1972).

Sedimenty neogénu zaberajú na území plochu len 0,1 km². Reprezentujú ich dva malé izolované výskyty vajsokvských zlepcov v oblasti s. od Dudlavej skaly. Nad triasovými dolomitmi tam ležia lavicovité jemnozrnné brekcie s vrstvami pieskocov. Brekcie sú zložené hlavne z ostrohranných úlomkov dolomitov, menej vápencov a iba v niektorých vrstvách aj z červených bridlíc.

Miocénne vulkanity

Staré archívne údaje o rudných výskytoch spracoval Bergfest (1955), najstaršiu geologickú mapu vyhotovili v roku 1877 (1 : 144 000) v Ríšskom geologickom ústave vo Viedni. Mineralogicko-petrografický rozbor hornín a rudných výskytov podáva Maderspach (1880 – 1886) ex Bacsó (1964). Rudnými pomermi sa zaoberal Eisel in Bacsó (1964). Prvýkrát podrobne opisuje žuly, ale aj diority a andezity v oblasti Magnetového vrchu a na skarnových ložiskách Junghannov in Bacsó (1964), pričom vznik magnetitového ložiska dáva do súvisu s dioritovou intrúziou a považuje ho za kontaktné metasomatické. Tisovským ložiskom sa zaoberali aj Papp (1915) ex Bacsó (1964) a Slavík a Ulrich (1923) ex Bacsó (1964).

Po vojne mapoval územie s neovulkanitmi, ako aj ložisko Magnet Adam (1955) v rámci diplomovej práce a následne s kolektívom autorov, kde zaraďujú vznik všetkých andezitov v oblasti vrchu Magnet (964 m n. m.) do jednej erupčnej fázy, pričom rozličné typy jednotlivých andezitov vysvetľujú diferenciaciou magmy v lávových prúdoch (Adam et al., 1956).

Naposledy sa tisovským vulkanickým komplexom systematicky a podrobne zaoberali Bacsó (1964, 1973) a Bacsó a Valko (1969), ktorí vyčlenili tri erupčné fázy vulkanického komplexu, vytvorili podrobnú geologickú mapu (M 1 : 5 000) celej oblasti vrchu Magnet (964 m n. m.), Pacherky (960 m n. m.), Káštera (975 m n. m.) a podali ucelený obraz o geologicko-tektonickej stavbe, ako aj o vzniku a vývoji tisovského vulkanického komplexu a skarnových ložísk súvisiacich s ním.

Tisovský intruzívny komplex zahŕňa miocénne subvulkanické telesá, ktoré prerážajú cez všetky uvedené tektonické jednotky. Je zakončením zložitého geotektonického vývoja Tisovského krasu so zložitou tektonickou stavbou, čoho dôkazom je aj veľké množstvo tektonických jednotiek na takom malom území.

2.4.2. Geologický vývoj a charakteristika litostratigrafických jednotiek

Napriek tomu, že Muránska planina tvorí len malé percento z plochy Západných Karpát, jej geologická stavba je značne komplikovaná. Z regionálnogeologického hľadiska územie patrí do centrálnych Západných Karpát, do kráľovohoľskej a kohútskej zóny veporika a Muránskej planiny (Vass et al., 1988). Na geologickej stavbe územia sa podieľajú príkrovové tektonické jednotky, pokryvné útvary aj vulkanity.

Príkrovové tektonické jednotky, ktoré boli štruktúrované počas kriedovej orogenézy, môžeme rozdeliť na tri skupiny:

- veporikum s jeho kryštalinikom a föderatskou obalovou sekvenciou,
- gemerikum,
- silicikum s muránskym príkrovovým systémom.

Na uvedených príkrovových jednotkách ležia popríkrovové formácie vrchnokriedového a paleogénneho veku, ktoré sú popreražané miocénnymi vulkanitmi.

Veporikum

Veporikum je celokôrová superjednotka centrálnych Západných Karpát, ktorá je nasunutá na južnú časť tatrika a na druhej strane je prekrytá príkrovovým fundamentom gemerika. Z geometrického hľadiska ho možno charakterizovať ako „*thick-skinned*“ kôrovú, sčasti imbrikovanú šupinu klinovito-tabuľového tvaru (Plašienka, 1999), čo je jasne viditeľné aj na seizmických rezoch 2T (Tomek, 1993) a G1 (Vozár et al., 1996). V súčasnosti veporikum rozdeľujeme na dve časti, pričom ich litologická a štruktúrna náplň je zhodná, ale s odlišným vývojom obalových sekvencií. Severné veporikum charakterizuje tzv. veľkobočká obalová sekvencia a južné veporikum, na ktorom leží aj muránsky príkrov, föderatská obalová sekvencia.

Kryštalinikum veporika

V študovanej oblasti kryštalinikum veporika zastupujú kráľovohoľská a kohútska zóna. Kryštalinikum budujú komplexy metamorfítov a granitoidov. Metamorfity patria do dvoch základných lito-tektonických jednotiek – vysoko metamorfované komplexy tvorili tzv. strednú jednotku v rámci pôvodnej hercýnskej stavby a nízko metamorfované komplexy tzv. spodnú jednotku (Bezák, 1994; Bezák et al., 1999). V mezozoickom období pri paleoalpínskych tektonických udalostiach boli komplexy kryštalinika fragmentované a stali sa súčasťou nových alpínskych tektonických jednotiek.

Kráľovohoľskú zónu veporika budujú mohutné intrúzie granitoidov. Tvoria ich tonality a granodiority typu S, ktoré intrudovali do hercýnskej tektonickej stavby paralelne s foliáciou metamorfítov. Táto zóna sa vyznačuje aj najmohutnejším vývojom neohercýnskych granitoidných intrúzií typu I (okolo 300 mil. r.). Je to komplex tonalitov a porfyrických granitoidov sihlanskeho a ipeľského typu. V súčasnosti táto zóna predstavuje pravdepodobne najhlbšie erodovanú časť veporického kryštalinika (Bezák et al., 1999). Horniny tejto zóny vystupujú na severnom a západnom okraji mezozoika Muránskej planiny a tvoria aj jeho fundament.

Kohútsku zónu veporika budujú komplexy najvrchnejšej hercýnskej stavby (hybridný komplex a rimavické typy granitoidov so svojim metamorfovaným plášťom), medzi ktoré prenikajú v transparentných alpínskych zónach metamorfované komplexy spodnej hercýnskej štruktúrnej úrovne, zastúpené najmä svormi (Bezák, 1988; Bezák a Hraško, 1992; Bezák et al., 1999). V pruhu medzi Tisovcom a Muránskou Hutou vystupujú na povrch muránske ortoruly, v ktorých sa nachádzajú nepravidelné telesá amfibolitov s vložkami muskoviticko-chloriticko-granatických svorov. Horniny kohútskej zóny sú oddelené od mezozoika Muránskej planiny muránskym zlomovým systémom.

Južné veporikum má podobné zloženie a predalpínsku históriu ako severné veporikum a tatrikum, len čiastočne je zachovaný jeho mladopaleozoicko-mezozoický sedimentárny pokryv. Na rozdiel od tatrika, fundament južného veporika bol výrazne ovplyvnený paleoalpínskymi tektonometamorfnými procesmi, predovšetkým nízko- až strednostupňovou metamorfózou a vznikom penetračnej subhorizontálnej mylonitickej stavby, ktorá bola prepísaná extenznou strečingovou lineáciou. Tieto štruktúrne fenomény sú zreteľne viditeľné v teréne v celom veporiku, ako aj na seizmickom reze 2T (Tomek, 1993).

Föderatská obalová sekvencia

Föderatská obalová sekvencia tvorí autochtónny, resp. paraautochtónny sedimentárny pokryv priľahlého predalpínskeho juhoveporického kryštalinika. Jej stratigrafické rozpätie je od karbónu po vrchný trias.

Spolu so svojím podložím je epizonálne metamorfovaná a výrazne duktilne deformovaná. Z tektonického hľadiska sa nachádza v podloží gemerika a „vyšších“ superficiálnych príkrovov a v nadloží juhovepor-ského kryštalinika (Plašienka, 1981, 1984; Madarás et al., 1995; Madarás et al., 2000; Vojtko et al., 2000; Madarás a Ivanička, 2001; Plašienka a Soták, 2001).

Rimavské súvrstvie (perm)

Tvorí ho arkózovité konglomeráty, pieskovce, arkózy a arkózové droby (Vozárová a Vozár, 1988). Hrúbka súvrstvia je veľmi premenlivá a kolíše od 2 do 25 m. Často je problém makroskopicky ich odlišiť od vybielených deformovaných porfyrických granodioritov, ktoré tvoria ich bezprostredné podložie. Len lokálne sa v tomto súvrství nachádzajú aplitické telesá (sedlo Burda). Horniny sú výrazne zbrídlíčenaté, s penetračnou nízkometamorfnou deformačnou foliáciou a minerálnou lineáciou.

Súvrstvie je rozšírené najmä v západnej časti Tisovského krasu v doline Furmanca a Klenovskej Rimavy, kde tvorí mohutný pás severo-južného smeru. V menšej miere sa sedimenty rimavského súvrstvia nachádzajú na severných svahoch masívov Veľkej Stožky a Malej Stožky.

Lúžňanské súvrstvie (trias – spodný skýt)

Súvrstvie tvoria svetlosivozelenkaste až biele tenkodoskovité zbrídlíčenaté jemnozrnné kremenné pieskovce až kremence. Horniny sú výrazne deformované a metamorfované, s penetračnou foliáciou a lineáciou. V bazálnej časti, v bezprostrednom nadloží rimavského súvrstvia, sú hruboklastické a pripomínajú kremité konglomeráty. Horniny lúžňanského súvrstvia sú často výrazne krehko deformované.

Prechod medzi permskými arkózami a skýtskymi kremencami je pozvoľný. Kremence a kremité pieskovce predstavujú normálne litologické pokračovanie vrstvového sledu. Litologická náplň lúžňanského súvrstvia potom pozvoľna prechádza do verfenského súvrstvia.

Verfenské súvrstvie (trias – vrchný skýt)

Súvrstvie charakterizujú a tvoria tmavosivozelené, žltkaste, lokálne až čierne bridlice, v spodnej časti s polohami kremitých pieskovcov. Často, najmä v spodnej časti, sa v nich nachádzajú lavice doskovitých kremencov indikujúcich ich pozvoľný prechod z podložných kremencov. Smerom do nadložia prechádzajú do vápnitejších polôh tzv. karbonátových fylitov až svorov (Plašienka, 1981). Súvrstvie dosahuje hrúbku od 10 do 50 m.

Hlavné výskyty verfenského súvrstvia sú lokalizované do oblasti západne od Tisovského krasu, v menšej miere na severných svahoch Veľkej Stožky a Malej Stožky a v oblasti Rakovho potoka na Horehroní. Súvrstvie však prakticky vystupuje po celom obvode Muránskej planiny.

Gutensteinské súvrstvie (trias – anis)

V najspodnejšej časti vystupujú svetlé slienité vápence s maximálnou hrúbkou do 20 m a až potom bridlice prechádzajú do tmavosivých až čiernych, veľmi často laminovaných vápencov gutensteinského typu s charakteristickými, ale slabo vyvinutými kalcitovými žilkami. Súvrstvie je silne postihnuté deformačnými procesmi. Vápence sú miestami úplne bridličnaté a pripomínajú silne vápnité tmavosivé až čierne bridlice.

Súvrstvie sa vyskytuje najmä v doline Plačková, menšie výskyty sú aj na severných svahoch Malej Stožky, v okolí vrchu Strundžaník, v Hrdzavej doline a v doline Rakovho potoka.

Wettersteinské súvrstvie (trias – ladin)

Je to súbor hornín tvorený svetlosivými až sivými vápencami, ktoré sa striedajú s ružovkastými vápencami. Veľmi často sa zastupujú s tmavosivými vápencami, pričom niekedy vyzerajú ako škvrnitú čierne vápence. Členy súvrstvia sa zastupujú vertikálne aj laterálne. Striedanie polôh je veľmi časté a hrúbka polôh nepresahuje 1 – 2 m. Sú makroskopicky aj mikroskopicky identické s korelovateľnými svetlosivými až škvrnitými vápencami v dobšinskom polokne. Súvrstvie je vo vrchnej časti často postihnuté rauvakizáciou a vápence sú prakticky zmenené na rauvaky. Rauvaky sú však netektonické, nevznikli procesmi kataklastického toku počas násunovej tektoniky.

Vápence vystupujú na povrch v Plačkovej doline, v doline Rakovho potoka a na Strundžaníku. Menšie výskyty sú aj v Hrdzavej doline v severnej časti.

Rohovcové vápence (trias – ?longobard až jul)

Je to súbor tmavých až čiernych doskovitých, miestami až masívnych vápencov s rohovcami, v ktorých sa smerom do nadložia postupne objavujú polohy sivých až čiernych bridlíc. Vystupujú v nadloží svetlosivých až ružových vápencov wettersteinskej fácie. Na základe určenia veku konodontového spoločenstva z Dobšinského potoka je súvrstvie karnského (kordevol – jul) veku (Straka, 1981). Konodontová fauna získaná zo vzoriek vyzbieraných na svahoch kopca označovaného Šajba (1 008,0 m n. m.) jasne určuje vek tmavých vápencov. Rody typické pre ladin a tuval sa nenašli, a preto vek je presnejšie určený na kordevol alebo jul (Straka, l. c.).

Smerom do nadložia sa v nich vyskytujú preplástky čiernych bridlíc. Súvrstvie je zhodné so súvrstvom v Dobšinskom potoku. V spodných častiach na rozhraní so svetlými vápencami je súvrstvie silne rauvakizované. Tmavé rohovcové vápence postupne prechádzajú do svetložltkavých až hnedastých vápencov s čiernymi bridlicami.

Vápence s bridlicami (trias – tuval)

Súvrstvie tvoria najmä tmavosivé až čierne bridlice s lokálnym laterálnym zastúpením rohovcových vápencov prakticky s identickým zložením ako v podloží. Z rohovcových vápencov bola získaná konodontová fauna (Straka, 1981) poukazujúca na kordevolsko-julský vek.

Vápence smerom do nadložia prechádzajú z tmavých variet do svetlejších. Výskyty týchto vápencov s roztrhanými bridličkami sú veľmi málo rozšírené. Sú však úplne identické s podobnými vápencami v doline Hnilca na východnom úpätí Kráľovej hole (1 948 m n. m.). Pripisuje sa im vrchnokarnský vek (Plašienka, 1981; Madarás, et al., 1995). Tvoria len šošovkovité vyvalcované útržky priamo pod násunovou plochou gemerika. V súvrství sa našla pomerne bohatá spórovo-peľová flóra, ktorá poukazuje na triasový vek, pričom bližšie zaradenie je sporné. Súvrstvie sa však superpozične nachádza v nadloží tmavosivých rohovcových vápencov a považujeme ho za vrchný karn.

Svetlé dolomity s vápencami (trias – lác až sevat)

Súvrstvie tvoria svetlosivé masívne až hrubolavicovité dolomity s polohami svetlosivých až žltkastých vápencov. V dolomitoch sú časté polohy rauvakov. Podľa superpozície ide o najvrchnejší stratigrafický člen föderatskej sekvencie v tejto oblasti a korelujeme ho s hlavným dolomitom chočského príkrovu. Superpozícia je identická ako v dobšinskom polokne, v okolí vrchu Strundžaník a v tuhárskom mezozoiku.

Najvyšší karbonátový člen föderatskej skupiny, dolomity, majú teda najpravdepodobnejšie vek vrchný trias (norik), podobne ako hlavný dolomit vo vývoji chočského príkrovu (Straka, l. c.; Madarás et al., 1995). Svetlé dolomity sú masívne, s cukrovitým rozpadom, často rauvakizované.

Gemerikum

Tektonická jednotka, ktorá je metamorfovaná pravdepodobne menej ako podložná, föderatská obalová jednotka, vystupuje v oblasti Muránskej planiny na niekoľkých miestach (dolina Plačková, dolina Furmanec, Blatný potok, dolina Slávča, Hrdzavá dolina, dolina Racová a okolie Strundžaníka a Gindury) vo forme tektonických šupín v podloží muránskeho príkrovového systému. Skladá sa z ochtinského (visén) a hámorského (?vr. karbón) súvrstvia (Plašienka a Soták, 2001).

Aj tieto poznatky sú len čiastočným riešením zložitejšieho problému šupinovitých jednotiek vyskytujúcich sa v podloží muránskeho príkrovu silicika. V doline Slávča severne od Tisovca sú v tektonickom okne obnažené sedimentárne sekvencie skladajúce sa z tmavých až čiernych bridlíc, miestami škvrtitých, hruboklastických konglomerátov a pieskocov, ktoré sú jednoznačne metamorfované a duktilne deformované, podobne ako föderatská sekvencia. Tieto sedimenty sú v tejto oblasti prerazené dioritovými telesami, ktorých vek je neznámy, ale zo sukcesívnych vzťahov vyplýva, že ide o dioritové telesá karbónskeho (Klinec, 1976; Vozárová a Vozár, 1988), ale aj neogénneho veku (Burian et al., 1985).

Ochtinské súvrstvie (karbón – visén)

Súbor sedimentov, ktorý je na základe litologicko-biostratigrafických údajov zaradený do ochtinského súvrstvia, je novým prvkom v stavbe tejto oblasti. Vzhľadom na stratigrafické zaradenie, litologické zloženie aj deformačný postih nové zistenia vylučujú, že toto súvrstvie patrí do ipolitickej skupiny hronika, ako sa to dodnes väčšinou uvádzalo (napr. Vozárová a Vozár, 1988).

Súvrstvie pokrýva plochu len niekoľko 100 m² na západných svahoch Pacherky nad dolinou Furmanec. Tvorí šupinu v nadloží (na mapovom obraze, podľa sklonov vrstvitosti však môže ležať aj v podloží) detritických, asi vrchnokarbónskych sedimentov s rauvakizovanými tektonickými brekciami na báze.

Sedimenty súvrstvia pozostávajú z jemných sivých fylitických bridlíc, často slienitých, s lavicami kremitých konglomerátov. Sivé a hrdzavohnedé karbonáty tvoria jednak hrubšie polohy masívnych celistvých alebo bioklastických vápencov, jednak tenké dosky detritických piesčitých a bioklastických, najmä krinoidových vápencov, miestami s gradačným zvrstvením (alodapické kalciturbidity?) uprostred bridlíc alebo zlepecov. Vápence sú miestami ankeritizované (Plašienka a Soták, 2001). V krinoidových vápencoch sú veľmi časté krinoidové články do veľkosti zhruba 20 mm, ojedinele sa našli aj solitérne koraly s veľkosťou do 45 mm. Zastúpené sú tu aj čierne karbonáty a piesčité krinoidové vápence (Vojtko, 2000).

Karbónsky vek vápencov z doliny Furmanec je dobre doložitelný ich mikrofaunou. Na základe prítomnosti mikroorganizmov *Stacheoides* a foraminifer *Archaeodiscus karreri* a *Nanicella* sp. je možné dokonca bližšie stanoviť vek vápencov na visén (spodný karbón). To, spolu s litologickou podobnosťou, je aj hlavným dôvodom, prečo je toto súvrstvie zaradené do ochtinského súvrstvia gemerika (Plašienka a Soták, 2001). Karbónske sedimenty nižnobocianskeho súvrstvia majú vrchnokarbónsky vek a nie sú postihnuté duktilnou deformáciou.

Hámorské súvrstvie(?)

Do hámorského súvrstvia gemerika je podmienenčne zaradený súbor detritických tmavých sedimentov, ktoré sa od predchádzajúceho ochtinského súvrstvia líši chýbaním karbonátových členov a hojnou prítomnosťou klastickej sludy v bridliciach, pieskovcoch a zlepecoch. Pieskovce sú arkózovité, zlepenice majú pestrejší materiál aj s granitoidnými obliakmi. Celkove má toto súvrstvie viac „molasoidný“ charakter, kým predchádzajúce ochtinské súvrstvie malo skôr „flyšoidný“ ráz. Litologicky ho síce možno porovnávať aj s nižnobocianskym súvrstvom ipolitickej skupiny hronika (Vozárová a Vozár, 1988), je však priestorovo a deformačne úzko späté s pravdepodobne gemerickým ochtinským súvrstvom. Pokladá sa preto tiež za gemerické, litologicky je blízke hámorskému súvrstviu (Plašienka a Soták, 2001).

Silicikum

Muránska planina, výrazná svojím kontrastným reliéfom vo vzťahu k okoliu, je budovaná rôznymi litologickými súbormi hornín, ktoré sú začlenené do rôznych tektonických jednotiek. Názory na tieto tektonické jednotky sa postupne menili s pribúdajúcimi relevantnými údajmi a s príchodom rôznych moderných metód biostratigrafie, sedimentológie a štruktúrnej geológie.

Problematika muránskeho príkrovu bola objektom štúdií aj v prácach Vojtko (1999, 2000) a Vojtko et al. (2002). V týchto prácach sa muránsky príkrov člení na dve čiastkové šupiny. Spodnejšia sa zaraďuje s určitými výhradami do turnaika a vrchná nepochybne patrí do silicika (Vojtko, 2000). Spresnená stratigrafia muránskeho príkrovového systému je v práci Vojtko et al. (2002; tab. 3).

Spodný muránsky príkrov

Bodvasilašské vrstvy (trias – spodný skýt)

Tvoria najspodnejší člen spodného muránskeho príkrovu s nepravidelným rozšírením a takmer vždy ležia na rauvakizovaných karbonatických tektonických brekciách. Vyskytujú sa najmä v prizlomovej zóne muránskej línie západne od Tisovca a na severnom úpätí Muránskej planiny v doline Zlatna, Rakovho potoka a v oblasti Stožiek.

Bodvasilašské vrstvy pozostávajú z pestrých pieskovcov a bridlíc fialovej, zelenej a sivej farby. Miestami sú silne sľudnaté a majú veľmi monotónny „flyšoidný“ ráz. Spodnotriasové klastické súvrstvia tvoria intenzívne vyvalcované a prevrásnené horninové komplexy, často so šupinovou stavbou. Miestami sú prevrásnené do mohutnejších horninových súborov, najmä západne od Tisovca.

Sinské vrstvy (trias – vrchný skýt)

Sinské vrstvy pozostávajú zo sivých, do žltozelenkava zvetrávajúcich slienitých bridlíc a sivých až sivozelených lavicovitých slienitých vápencov s lastúrnatým habitom (možno spôsobeným anchimeta-morfózou). Miestami sa v súvrství nachádzajú nerovnomerne vyvinuté polohy vápencov nepravidelného

tvaru a lokálne boli pozorované lumachelové slienité vápence s bohatou faunou lastúrnikov.

Sinské vrstvy vystupujú západne od Tisovca, v Zlatnianskej doline a v oblasti telgártskeho hrdla, kde sú aj plošne najrozšírenejšie. Menšie nepravidelné výskyty slienitých spodnotriasových vápencov sú aj na viacerých miestach po obvode mezozoika Muránskej planiny.

Gutensteinské vrstvy (trias – egej až bityn)

V nadloží spodnotriasových bridlíc vystupuje súvrstvie zložené z tmavosivých až čiernych vápencov s polohami tmavosivých dolomitov. Vápence sú popretkávané svetlosivými až bielymi kalcitovými žilkami. Často sú masívne a hrubolavicovité, miestami so znakmi laminovania. Tmavosivé gutensteinské dolomity tvoria buď šošovkovité polohy vo vápencoch hrubé niekoľko metrov, alebo sú vyvinuté ako samostatný horizont v spodnej časti gutensteinského súvrstvia. Vápence sú náchylné na krasovatenie a veľmi často sú v nich vyvinuté povrchové a podzemné krasové javy.

Súvrstvie vystupuje na povrch po obvode Muránskej planiny. Plošne je najrozšírenejšie v oblasti Hrdzavej doliny, Nižnej Kľakovej a v masíve Ostrice (1 223 m n. m.).

Svetlosivé, sivé a ružovkasté vápence (trias – pelsón až fasan)

Tmavosivé gutensteinské vápence postupne smerom do nadložia prechádzajú do svetlých vápencov steinalmského typu. Vápence sú masívne, riasovo-stromatolitické a dosahujú hrúbku maximálne 30 m. K svetlosivým vápencom pristupujú ružovkasté lavicovité mikritické vápence nádašského typu. Stratigrafia tohto karbonátového komplexu nie je dostatočne objasnená.

Vápence vystupujú po obvode Muránskej planiny a na starších mapách sú nakreslené ako nepravidelné šošovky v gutensteinských vápencoch. Sú však mladšie a v ich nadloží sa nachádzajú tmavosivé až čierne, prevažne rohovcové vápence reiflinského typu.

Reiflinské vápence (trias – longobard až jul)

Pozostáva z tmavých až čiernych vápencov s rohovcami, ktoré sú vyvinuté v celom rozsahu muránskeho mezozoika. Vek reiflinských vápencov bol stanovený pomocou konodontovej fauny a foraminifer. Smerom do nadložia rohovce postupne miznú, stráca sa ich hľuznatosť a lavicovitosť a vápence pozvoľna prechádzajú do svetlosivých vápencov vrchného triasu.

Vápence sú dôležitý korelačný horizont, pretože dokázanie veku týchto vápencov umožnilo rozdeliť pôvodný muránsky príkrov na dve samostatné tektonické šupiny (čiastkové príkrovy). Súvrstvie je veľmi dobre vyvinuté v širšej oblasti Červenej skaly a Zlatna, v masíve Šarkanice a v oblasti Tisovského krasu (najmä masív Červenej). Pre svoju výraznú lavicovitosť a rozpukanosť sú vápence postihnuté procesmi krasovatenia.

Svetlosivé vápence vrchného triasu (trias – jul až sevat)

Ide o vápence wettersteinského typu, pri ktorých sa na viacerých lokalitách preukázal norický vek. Vápence tvorí súbor organogénnych a organodetrítických vápencov, miestami s prechodmi do onkolitových alebo kalových mikritických vápencov. Súvrstvie dosahuje hrúbku 10 – 40 m, ale pre tektonickú redukciu nie je všade zachované. Pozorovali sme ho v oblasti Tisovského krasu v okolí vrchu Červená a na severných svahoch Muránskej planiny.

Jurské sedimenty (v celku)

Jurské súvrstvia sú v spodnom muránskom príkrove silne tektonicky zredukované a ich výskyty sú len rudimentárne. Existujú len dve lokality, kde sa podarilo preukázať jurský vek týchto sedimentov (vrch Červená západne od Tisovca a dolina Havraník na severe Muránskej planiny). Jurské súvrstvie pozostáva s liasových sivých až tmavosivých slieňovcov až slienitých bridlíc, vápnitých pieskovcov, často s laminárnou stavbou, a zelených dogerských (bajok – bat) nasselláriových rádiolaritov.

Vrchný muránsky príkrov

Gutensteinské vrstvy (trias – egej až bityn)

Výskyty gutensteinských vrstiev sú iba sporadické a obmedzujú sa len na okraje mezozoika Muránskej planiny. Ich výskyt je však preukázateľný len ojedinele v priamom nadloží spodnej šupiny muránskeho príkrovu. Vrchný muránsky príkrov nasadá na svoje podložie väčšinou až steinalmskými vápencami.

Gutensteinské vápence sú tvorené tmavými hrubolavicovitými vápencami s charakteristickými žilkami bieleho kalcitu. Rohovce sa v nich nevyskytujú. Veľmi často sa zastupujú s tmavými dolomitmi s charakteristickým dolomitickým rozpadom.

Steinalmské vápence (trias – pelsón až ilýr)

Svetlé masívne, často škvrnité krinoidové vápence alebo svetlé hrubolavicovité až masívne vápence, zväčša s drobnobrekciovitou textúrou, obsahujúce dasykladálne riasy rodu *Physopporella* zaraďujeme do steinalmských vápencov. Vápence sa vyznačujú svojou vysokou čistotou a veľmi dobre krasovatejú. V miestach, kde vystupujú na povrch, sú vyvinuté rozsiahle škrapové polia (Suché doly), ale aj podzemné krasové javy (jaskyne a priepasti). Steinalmské vápence sú veľmi ojedinele oddelené od wettersteinských vápencov tzv. schreyeralmskými vápencami. Vyskytujú sa len v oblasti Červenej skaly. Na miestach, kde nie sú schreyeralmské vápence vyvinuté, steinalmské vápence postupne prechádzajú do wettersteinských vápencov a hranica medzi nimi je konvenčná.

Vápence budujú prevažne svahy Muránskej planiny a v oblasti Tisovského krasu tvoria masív Červenej (749 m n. m.).

Wettersteinské vápence (trias – fasan až longobard)

Wettersteinské vápence sú miestami výrazne dolomitizované a premenené na dolomity, ktoré vystupujú vo vápencoch vo forme nepravidelných telies, predovšetkým šošoviek, lokálne až vrstiev, hlavne smerom do nadložia. Wettersteinské vápence sú bohaté na dolomitovú zložku a zložením sú to vlastne skôr dolomitické vápence. Potvrzuje to aj ich odlučnosť, ktorá je podobná odlučnosti dolomitov. Trend zvyšovania dolomitizácie vo wettersteinských vápencoch je pozvoľný smerom do nadložia, pričom sa vápence postupne menia na wettersteinské dolomity karnského veku. Hranica medzi nimi je konvenčná.

Makroskopicky sú wettersteinské vápence svetlé až sivé, masívne, ojedinele aj hrubolavicovité, s častou diplopórovou flórou, pomocou ktorej sa dajú aj identifikovať. Z diplopór sa hojne vyskytuje najmä *Teutloporella herculea* (STOPP.) PIA. Lokálne sa podarilo nájsť aj veľké gastropódy bez bližšieho určenia.

Wettersteinské vápence sú najrozšírenejší litostratigrafický člen vyskytujúci sa na povrchu Muránskej planiny. Vápence tvoria dominantnú časť planinového reliéfu. Sú náchylné na krasovatenie a vyvinutá je v nich pestrá suita rôznych povrchových a podzemných krasových javov. Na rozdiel od steinalmských vápencov majú zvýšený podiel dolomitckej zložky a smerom do nadložia prechádzajú až do dolomitov.

Wettersteinské dolomity (trias – vrchný longobard až kordevol)

Tvoria významný geologický horizont, pretože oddeľujú spodnú karbonátovú platformu (stredno-triasovú) od vrchnej (vrchnotriasovej). Tento horizont je v oblasti Muránskej planiny dobre vyvinutý tak horizontálne, ako aj vertikálne. Hrúbka sa pohybuje od 75 do 375 m, pričom priemerne je okolo 250 m.

Dolomity sú svetlosivé až sivé, miestami biele, ojedinele aj tmavé. Textúra je cukrovitá alebo celistvá, pričom vrstvosť je viditeľná hlavne na čerstvých odkryvoch ako striedanie tmavších a svetlejších pásikov. Majú veľmi dobre vyvinutú typickú dolomitovú odlučnosť, ktorá vplýva na ich zvetrávanie. V spodnejších častiach sa v nich vyskytujú ojedinelé šošovky svetlých vápencov (j. svah Pacherky, 960 m n. m.) aj kryštalické ružové jemnolavicovité vápence, ktoré si všimli aj Bezák et al. (1999), pravdepodobne však aj Bystrický (1959). Tieto šošovky sa javia ako syngenetické. Ich vrstvosť je zhodná s vrstvosťou okolitých dolomitov, a preto nepredpokladáme, že sú to neptunické dajky jurských vápencov, ako o tom uvažujú Bezák et al. (1996).

V hornej časti wettersteinských dolomitov sú lokálne vyvinuté tmavosivé bridlice nazývané reingrabenské bridlice. Reingrabenské vrstvy sú ekvivalentom lunszkých vrstiev chočského a krížňanského príkrovu a reprezentujú náhly vpád klastických sedimentov na karbonátovú plošinu.

Dolomity sú rozšírené predovšetkým pozdĺž muránskeho zlomu a tvoria masívy Šiancov, Cigánky, Grúnikov a Káštera.

Tisovské vápence (trias – jul až tuval)

Vápence sú svetlé, miestami sivé gravelové, preplnené úlomkami organizmov. Ich charakteristickým znakom je brekciovitosť, ktorá je výrazná najmä v spodnejších častiach horizontu, ako aj vyplňanie dutín medzi klastami, pôvodne aragonitovými drúzami, ktoré sú v súčasnosti rekryštalizované na kalcit. Potvrzuje to ich habitus, ktorý je ešte stále aragonitový, len lokálne kalcitový. Toto boli hlavné znaky na ich vyčlenenie z lavicovitých dachsteinských vápencov. Tisovské vápence, podobne ako steinalmské

vápence, sú veľmi čisté, čo zapríčiňuje ich rozsiahle krasovatenie. Sú v nich vyvinuté najrozsiahlejšie jaskynné systémy na Muránskej planine spolu s nadložnými dachsteinskými vápencami, do ktorých plynule prechádzajú.

Vápence vystupujú na povrch predovšetkým v centrálnej oblasti Tisovského krasu a takisto budujú masív Cigánky v juhovýchodnej časti Muránskej planiny.

Dachsteinské vápence (trias – lác až spodný réť)

V nadloží svetlých tisovských vápencov sa vyskytujú svetlé až sivé vápence s veľkými lastúrnikmi rodu *Megalodon*, ktoré sú zreteľne lavicovité, najmä na čerstvých odkryvoch. Majú cyklickú sedimentáciu so znakmi vynorenia, ktorou sa zaoberal Borza (1977). Mikroskopicky sú dachsteinské vápence sparitické, smerom do nadložia pribúda mikritu a časti vápencov na rozhraní sevatu až rétu sú už len mikritické, s fenestrálnymi štruktúrami vyplnenými hrubším čírym sparitom. Vápence reprezentujú lagunárnu faciú vrchného triasu. Smerom do nadložia svetlosivé vápence postupne prechádzajú do tmavosivých až čiernych, ktoré indikujú až spodnorétsky vek. Rétske sivé vápence boli pozorované v synklinále Tesnej skaly s typickými rétskymi lastúrnikmi *Rhaetina gregaria* (SUESS), *Rheaticula contorta* (PORTL.) a pod. (Biely, 1962).

Dachsteinské vápence sú na povrchu rozšírené predovšetkým v masíve Šiancov sv. od obce Muráň a v masívoch Hradovej, Gošťanovej a Tepličného z. od Tisovca. V malom erozívnom zvyšku sú zachované aj vo vrcholovej časti masívu Kášter sv. od Tisovca.

Jurské sedimenty (v celku)

Jurské súvrstvia sú zachované len v synklinále Tesnej skaly sv. od obce Muráň a z. od Tisovca vo vrcholovej časti masívu Gošťanová. Ide o súbor veľmi zredukovaných a zle odkrytých jurských sedimentov, ktoré sú tvorené tmavosivými doskovitými vápencami, slieňovcami až vápnitými ílovcami liasového veku. Lokálne sa pri nich vyskytujú ružové krinoidové vápence s amonitovou faunou. Najmladšie zachované sedimenty sú rádioláriové vápence až rádiolarity nachádzajúce sa v severnom krídle synklinály Tesnej skaly. Vzhľadom na veľmi obmedzené plošné rozšírenie uvedené sedimenty z hydrogeologického hľadiska nemajú žiadny význam.

Poprietrovové formácie

Vrchnokriedové sedimenty

Vrchnokriedové sedimenty sa v oblasti Muránskej planiny nachádzajú iba v malom erozívnom zvyšku na Horehroní západne od obce Šumiac. Senónske sedimenty môžeme rozdeliť na dva litologické celky. Prvé vrstvy charakterizuje niekoľko metrov hrubá poloha brekciovitých vápencov stmelených vápnitým tmelom. Vápence sú bohaté na rudisty. Plošne viac rozšírené sú sivé až tmavosivé vrstvovité slieňovce. Lokálne sa v nich vyskytujú vrstvy pieskocov až drobnozrných zlepcov. Na základe asociácie foraminifer bol vek týchto sedimentov stanovený na santón.

Paleogénne sedimenty

Typické bazálne transgresívne sedimenty pravdepodobne spodnej časti vrchného eocénu sa našli na povrchu len v oblasti sedla Zbojská v prirodzenom záreze potoka Furmanec severne od Čertovej doliny a v súčasnosti aj na Magnetovom vrchu. Zastupujú ich prevažne konglomeráty a brekcie. Obliaky sú tvorené prevažne kremencami a arkózami, rozličnými typmi dolomitov a vápencov, sporadicky bridlicami a veľmi ojedinele horninami kryštalínika. Kremence a arkózy v obliakovom materiáli majú veľmi dobre vyvinutú planárnu anizotropiu a strečingové lineácie, nápadne podobné s kremencami vo föderatskej obalovej sekvencii.

Podstatnú časť paleogénnej sekvencie tvoria morské sivé ílovce s vložkami pieskocov vrchného eocénu až spodného oligocénu (Kantorová, 1956; Planderová, 1966; Bystrická in Pulec, 1966). V tomto súvrství sa len ojedinele nachádzajú pieskocové polohy a hrúbka sedimentov kolíše od 250 m v breznianskej panve do 120 m v Heľpianskom podolí. Tieto sedimenty sa nachádzajú aj v Tisovskom krase na Magnetovom vrchu v nadmorskej výške 850 až 900 m (pozri Vojtko, 1999; Vojtko, 2000). Dosahujú hrúbku okolo 60 m, čo bolo overené vrtmi TV-4 a TV-9 (Bacsó a Valko, 1969; považovali ich za karbónske). Sedimenty vrchného eocénu sa rudimentárne našli aj v extenzných trhlinách vápencov silicika v oblasti

vrchu Červená pri Tisovci. Tieto výskyty nás nútia uvažovať o transgresii na veporské kryštalinikum v období vrchného lutétu. To sa doteraz zdalo dosť nepravdepodobné a takmer vo všetkých palinspastických rekonštrukciách sa veporikum chápa ako vynorený stabilizovaný blok (Marschalko, 1968; Gross, 1978).

Najmladšie sedimenty sú brakické až kontinentálne zlepené až pieskovce s polohami ílovcov, ktoré sa vyskytujú na viacerých miestach, predovšetkým však v západnej časti breznianskej panvy. Ich vek bol určený pomocou sporomorf morského planktónu (Planderová, 1966) a v laminovaných pieskovcoch pri Brezne sa našli odtlačky listov, ktoré indikujú spodnooligocénny vek (Sitár, 1965).

Miocénne vulkanity

Na rozdiel od stredoslovenských a východoslovenských vulkanicko-plutonických komplexov, kde sa zachovali charakteristické morfológické črty, výzdvih a erózia centrálnej časti Slovenského rudohoria oznažili subvulkanické úrovně zaniknutého vulkánu. Týmito procesmi sa vytvorili jedinečné podmienky na štúdium vulkanických a geologicko-ložiskových pomerov stredných a hlbších úrovní vulkanickej stavby priamo na povrchu. Subvulkanické intruzívne telesá sú roztrúsené na ploche asi 400 km².

Centrálna zóna vulkanickej aktivity v oblasti Slovenského rudohoria je situovaná 5 km sz. od Tisovca v širšej oblasti Magnetového vrchu (964 m n. m.), nazývaná tisoovský intruzívny komplex. Pravdepodobne najstaršie intrúzie sú amfibolicko-pyroxenické ± biotitické andezity s častým akcesorickým granátom s almandínovým zložením (Bacsó, 1964). Tieto horniny sa na základe analógie s ostatnými vulkanickými pohoriami na strednom Slovensku považujú za najstaršie. Vyskytujú sa v sz. časti Tisoovského krasu v rekreačnej oblasti Bánovo. Najväčšie teleso má rozmery 1 100 x 800 m a nachádza sa v ňom starý opustený lom. V tomto lome sú masívne andezity s blokovou odlučnosťou, ktoré na kontakte s kryštalinikom prechádzajú do brekcií. Tento masívny andezit je preťatý mladším nekom, ktorý je charakterizovaný andezitom s veľmi dobre vyvinutou vertikálnou puklinovou odlučnosťou. Je spôsobená pohybom a tuhnutím magmy. Smerom na povrch sa postupne mení na vejárovitú, čo jasne dokazuje, že ide o prírodný kanál dnes už erodovaných extruzívnych telies. V niektorých dajkách a prírodných kanáloch sa nachádzajú aj fluidálne textúry.

V oblasti Magnetového vrchu (964 m n. m.) sú vyvinuté aj rozsiahle telesá pyroxenických andezitov, ktoré sú relatívne staršie ako dioritové telesá. Najviac sú rozšírené v z. a v. časti Magnetového vrchu (964 m n. m.) a jz. časti vrchu Huty (891 m n. m.).

Tisoovský intruzívny komplex tvorí centrálnu zónu veporského vulkanicko-plutonického komplexu, ktorá sa nachádza v širšej oblasti Magnetového vrchu (964 m n. m.). Buduje ho 9 dioritových telies nepravidelného tvaru, ktorých dĺžka rozšírenia je zhruba 2 500 m a šírka 500 m, pričom sú pretiahnuté vo východno-západnom smere. Ich výskyt sa začína v oblasti kóty 964 Magnetový vrch a končí sa na jz. svahoch vrchu Huta (891 m n. m.). Najväčšie a zároveň aj najvýchodnejšie dioritové teleso je uprostred porfýrických granodioritov, ktoré sú postihnuté pomerne silnou kontaktnou metamorfózou do vzdialenosti miestami viac ako 300 m. Toto teleso je zložením biotiticko-pyroxenický diorit (Bacsó a Valko, 1969) a jeho vek bol stanovený datovaním na amfiboloch. Ostatné dioritové telesá sa nachádzajú v oblasti Magnetového vrchu (964 m n. m.). Ich okolie budujú pyroxenické andezity, wettersteinské vápence a dolomity muránskeho príkrovu a lokálne aj paleogénne tmavé globigerínové slienité bridlice. Dominujú tu diopsidicko-hyperstenické diority, v najvýchodnejšom telese sa vyskytujú apofýzové výbežky tvorené pyroxenickým dioritovým porfýritom a južnú časť najväčšieho telesa lemuje pyroxenický kremitý diorit (Bacsó, 1964, 1973). Štyri najvýchodnejšie dioritové telesá Magnetového vrchu (964 m n. m.) sú vyvinuté priamo na tisoovskom zlome sz.-jv. smeru. Väčšina dioritových telies prechádza smerom k okraju do porfýrových variet.

Ďalšie telesá sú tvorené amfibolicko-pyroxenickými andezitmi, ktorých rozšírenie je najviac vyvinuté v okolí tisoovského intruzívneho komplexu a dotvárajú jeho charakter. Generálne telesá amfibolicko-pyroxenických andezitov tvoria oblasť dlhú okolo 4 000 m a širokú 1 500 m, s orientáciou dlhšej časti v smere SZ – JV. Typickým fenoménom andezitových intrúzií s amfibolicko-pyroxenickým zložením je, že sú poprerázané dioritovými telesami. To umožňuje stanoviť ich relatívnu sukcesiu. Tieto andezitové telesá sú roztrúsené aj v širšej oblasti veporika. Najväčšie telesá týchto hornín sú na Magnetovom vrchu (964 m n. m.) a severne od Pohronskej Polhory v masíve Vysokej (926 m n. m.).

V najjužnejšej zóne tisoovského intruzívneho komplexu sa nachádzajú aj hypoabysálne žilné telesá bazaltoidných andezitov, ktoré sú spájané s dozvukmi vulkanickej činnosti (Vojtko, 1999, 2000).

Kvartérne sedimenty

Najmladšie usadeniny sú kvartérne sedimenty, ktoré je možné rozdeliť na štyri základné genetické typy: 1. deluviálne uloženiny na plytko až stredne sklonených svahoch horských masívov odzrkadľujúcich procesy zvetrávania v závislosti od klimatických a geologických podmienok, 2. proluviálne kužele v oblastiach s náhlym znížením spádových pomerov vedľajších vodných tokov, 3. aluviálne, prípadne fluviálne sedimenty väčších vodných tokov, najmä však Hrona, Rimavy a Muráňa. Posledné dva typy kvartérnych uloženín sú aj najrozšírenejšie.

Deluviálne sedimenty

Ide o polygenetické sedimenty v dolinách riek Hron, Rimava a Muráň a ich významnejších prítokov. Sedimenty pokrývajú najmä svahy rozšírených úsekov dolín. Deluviálne sedimenty sú výraznejšie rozšírené aj vo vrcholových rovinných častiach zarovnaných povrchov krasových planín. Najväčšie plošné rozšírenie majú, samozrejme, na vlastnej krasovej planine, v menšej miere sú zastúpené v depresiách v masíve Šarkanice (1 151 m n. m.) a v krasovej oblasti Suchých dolov na západe územia.

Proluviálne sedimenty

Proluviálne sedimenty sú zachované v erozívnych zvyškoch v rôznych výškových úrovniach. Najstaršie (spodný pleistocén?) sú zachované vo výške zhruba 100 až 150 m nad úrovňou dnešných nív, najmladšie, holocénne, reprezentujú povodňové sedimenty nív tokov s plochými náplavovými a ronovými kuželmi v miestach vyústenia vodných tokov do otvorenej nivy. Najvýznamnejšie akumulácie proluviálnych sedimentov sú v oblasti Tisovca v doline Dúhovo, pri vyústení Javorníkovej doliny do Lehotskej, pri vyústení Hrdzavej doliny severne od Muráňa a v dolinách Trsteník a Havraník na severe Muránskej planiny.

Aluviálne sedimenty

Kvartérne aluviálne náplavy dosahujú značne premenlivú hrúbku, čo potvrdzujú vrtné práce v nivách riek. Hrúbka aluviálnych náplavov sa generálne pohybuje v rozmedzí 1,5 – 15 m. Najvýraznejšie zmeny hrúbky aluviálnych sedimentov sú v miestach priebehu muránskej zlomovej línie, kde sa hrúbka mení skokovite. Poukazuje to na kvartérnu aktivitu zlomu.

Antropogénne sedimenty

Výskyt a rozšírenie antropogénnych sedimentov sa viaže na ľudskú činnosť, či už v minulosti (staré banské práce), alebo v súčasnosti (ťažba nerastných surovín, zástavba a pod.). Najvýznamnejšie akumulácie týchto sedimentov sú v okolí mesta Tisovec. Severne od mesta sa nachádzajú rozsiahle haldy po ťažbe a spracúvaní vápenca v miestnom lome a staré haldy odpadu (troska) z vysokej pece 1,5 km sv. od mesta v lokalite Grilka. Tieto dve lokality sú plošne najvýznamnejšie v celej oblasti Muránskej planiny. Menšie výskytové antropogénnych sedimentov sa nachádzajú aj v širšom okolí starých banských diel. Sú to predovšetkým lokality v okolí Magnetového vrchu (dobývka na magnetit a polymetalické rudy). V okolí ostatných rudných, ale aj nerudných výskytov je plošný rozsah antropogénnych sedimentov nevýznamný.

2.4.3. Geologicko-tektonická stavba územia

Územie Muránskej planiny budujú príkrovové tektonické jednotky, popríkrovové formácie a miocénne vulkanity.

Príkrovové jednotky boli nasunuté na seba severovergentným pohybom počas uzatvárania meliatsko-hallstattského oceánskeho priestoru vo vrchnej jure a spodnej kriede. Nasúvajúc sa príkrovové telesá spôsobili pochovanie veporika, ktoré podľahlo alpínskej metamorfóze. Alpínsky metamorfované horninové komplexy veporika a gemerika boli exhumované počas stredno- až vrchnokriedového odstrešovania veporského metamorfného dómu (Plašienka, 1993; Hók et al., 1993).

Samotná tektonika muránskeho príkrovu bola podľa doterajších predstáv (Pouba, 1951, 1953; Kettner, 1958; Bystrický, 1959; Klinec, 1976; Biely et al., 1992) vcelku jednoduchá. V podstate ide o mohutnú kryhu karbonátov skláňajúcu sa na JV (k muránskej línii) a len mierne zvrásnenú. Tento štýl tektoniky platí len v centrálnej a severnej časti muránskeho príkrovu, smerom k muránskej línii deformácia narastá a litostratigrafické členy muránskeho príkrovu sú intenzívne zvrásnené, zošupinovatené a zlomovo deformované. Veľmi výrazné tektonické zóny sú aj v samotnom telese muránskeho príkrovu. Najdôležitejšia je

báza príkrovu, ktorá je výrazne kataklasticky deformovaná, pričom dochádzalo k mohutnej tvorbe tektonických brekcií nazývaných rauvaky. Hrúbka týchto kataklazitov je ojedinele aj 100 m (Hrdzavá dolina, dolina Slávče a Kačkavy). Najvýznamnejšou dislokáciou Muránskej planiny je muránska línia, ktorá sa vyznačuje svojim polyštadiálnym vývojom. Tvorí kontakt medzi muránskym mezozoikom a kohútskou zónou veporika. Preto je línia významná aj z hydrogeologického hľadiska. Na tejto línii sú sústredené významné vývery podzemnej vody Muránskej planiny. Veľmi významný je aj mýtsko-tisovský zlomový systém, ktorý oddeľuje vlastnú Muránsku planinu od jej západnej časti nazývanej Tisovský kras. Podrobnou štruktúrnou analýzou sa zistilo, že obidva zlomy mali zložitú históriu s polyštadiálnym vývojom, to znamená, že kinematický charakter zlomov sa menil v závislosti od zmeny orientácie hlavných napätí v čase.

Príkrovové tektonické jednotky boli vo vrchnokriedovom období pochované pod transgresívne sedimenty tzv. gosauskej skupiny. Tieto sedimenty sú v centrálnych Západných Karpatoch zachované len v erozívnych reliktoch (Šumiac, Dobšinská ľadová jaskyňa atď.).

Ďalšia transgresia mora v paleogénnom období (eocén – oligocén) spôsobila záplavu aj v oblasti veporika. V dôsledku toho sa začala sedimentácia tzv. centrálnokarpatského paleogénu. V oblasti Muránskej planiny boli tieto útvary reprezentované pravdepodobne len sedimentmi vrchnopaleogénneho až spodnomiocénneho veku, ktoré sa zachovali v oblasti sedla Zbojská (725 m n. m.) a vo vrcholovej časti Magnetového vrchu (964 m n. m.).

Najmladšie horniny, okrem kvartérnych sedimentov, sú neogénne (bádensko-sarmatské) vulkanity. Tvoria zložitý súbor intruzívnych telies v širšej oblasti Magnetového vrchu (964 m n. m.). Menšie telesá intruzívnych hornín sa nachádzajú aj v oblasti Veľkej Stožky, v závere doliny Slávča a v údolí potoka Rakov na severnom okraji Muránskej planiny. Miocénna vulkanická činnosť poukazuje na výraznú tektonickú aktivitu územia v tomto období. Uplatnila sa tu hlavne zlomová tektonika, ktorá významným spôsobom prispela k celkovému charakteru územia a vývoju krasovej Muránskej planiny.

Rozšírenie kvartérnych sedimentov je značne nerovnomerné a sústreďuje sa do oblasti vodných tokov, najmä do doliny Rimavy južne od Tisovca a doliny riečky Muráň južne od rovnomennej obce.

2.5. ČINNOSŤ ČLOVEKA, VÝZNAMNE OVPLYVŇUJÚCA HYDROGEOLOGICKÉ A HYDROGEOCHEMICKÉ POMERY ÚZEMIA

Vzhľadom na to, že väčšinu riedko osídleného hodnoteného územia pokrývajú lesné porasty (obr. 2.5.1), činnosť človeka je sústredená najmä na okrajoch územia v okolí sídel. Ochranu prírodného prostredia posilňuje aj vyhlásenie nariadením vlády Slovenskej republiky z 1. októbra 1997 Muránskej planiny za národný park s viacerými rozsiahlymi národnými prírodnými rezerváciami, ako aj existencia chránenej vodohospodárskej oblasti s príslušnými stupňami ochrany prírodného prostredia.

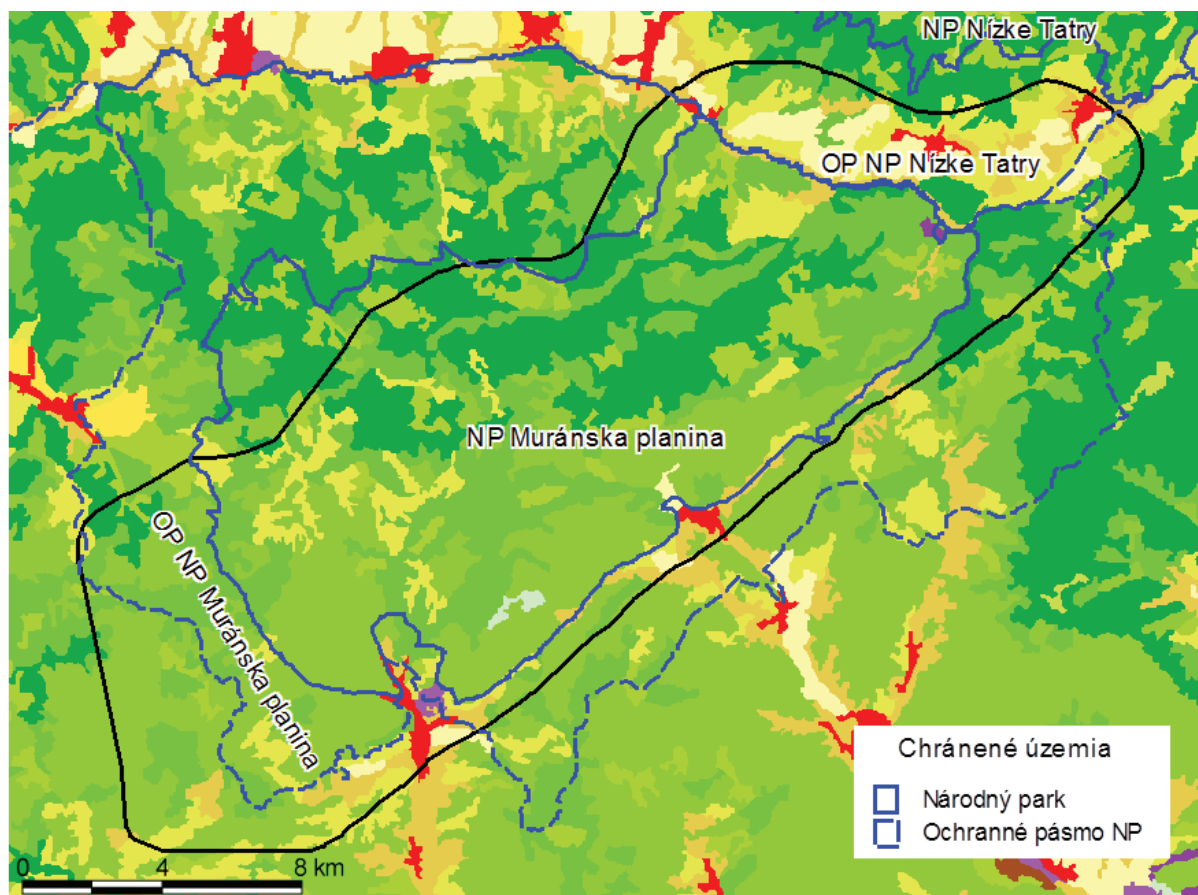
V oblasti Muránskej planiny môžeme určiť nasledujúce ľudské aktivity, potenciálne ohrozujúce najmä kvalitu podzemnej vody:

- poľnohospodárska činnosť,
- ťažba dreva,
- ťažba kameňa,
- doprava,
- komunálna zástavba.

Poľnohospodárska činnosť sa v oblasti realizuje dvojakým spôsobom. Ide o rastlinnú a živočíšnu výrobu. Pri rastlinnej výrobe môže dôjsť k znečisteniu podzemnej vody predovšetkým v dôsledku aplikácie umelých alebo prirodzených hnojív. Menej pravdepodobné, ale o to vážnejšie môže byť znečistenie v dôsledku úniku uhl'ovodíkov z poľnohospodárskych strojov. Rastlinná výroba má len malý rozsah a v podstate je lokalizovaná do štyroch oblastí. Najrozsiahlejšia z nich je oblasť v doline Hrdzavého potoka nad obcou Muráň až po sútok s Dolinským potokom. Sem treba pripočítať aj menšie územie pri východnom okraji Muráňa v oblasti vrtu VMS 1. Prípadné znečistenie podzemnej vody v tejto oblasti by sa prejavilo v pramennej sústave v intraviláne obce Muráň (Pastevník, V obci, Dovalka).

Ďalšie, omnoho menšie územie využívané na rastlinnú výrobu je oblasť dejekčného kužel'a pri vyústení Javorníkovej doliny až po pramenú sústavu Pri močiari, ktorá by mohla byť touto činnosťou do určitej miery ohrozená. O niečo menej rozsiahla ako pri vyústení Javorníkovej doliny je pôda využívaná na rastlinnú výrobu v oblasti Paseky. Prípadné znečistenie podzemnej vody by sa mohlo prejavovať vo vode Vyvieračky II. hornej. Malé plochy sa ako záhradky na rastlinnú výrobu využívajú aj na Veľkej lúke.

Nachádzajú sa vo veľkej vzdialenosti od sledovaných prameňov. Prípadná aplikácia väčšieho množstva hnojív by sa snáď mohla prejaviť vo výveroch v intraviláne obce Muráň a v prameni Pod hradom, nedá sa vylúčiť ani prípadná kontaminácia vody v prameňoch Biele vody a Brúsik.



Využitie územia

CORINE

	lesné a poloprirodné areály; holiny s riedkou vegetáciou alebo bez vegetácie; areály s riedkou vegetáciou
	lesné a poloprirodné areály; kroviny alebo trávne areály; prechodné leso-kroviny
	lesné a poloprirodné areály; lesy; ihličnaté lesy
	lesné a poloprirodné areály; lesy; listnaté lesy
	lesné a poloprirodné areály; lesy; zmiešané lesy
	poľnohospodárske areály; areály tráv; lúky a pasienky
	poľnohospodárske areály; heterogénne poľnohospodárske areály; prevažne poľnohospodárske areály s výrazným podielom prirodzenej vegetácie
	poľnohospodárske areály; orná pôda; nezavlažovaná orná pôda
	urbanizované a technizované areály; areály ťažby, skládok a výstavby; areály ťažby nerastných surovín
	urbanizované a technizované areály; priemyselné, obchodné a dopravné areály; priemyselné a obchodné areály
	urbanizované a technizované areály; urbanizovaná (sídelná) zástavba; nesúvislá sídelná zástavba

Obr. 2.5.1. Využitie územia (na základe databázy CORINE Land Cover, © EEA 2005) a chránené územia.

Znečistenie živočíšnou výrobou je svojou podstatou totožné so spôsobom znečistenia vplyvom používania prirodzených hnojív pri rastlinnej výrobe. Živočíšna výroba je koncentrovaná do troch oblastí – obec Muráň, Veľká lúka a Paseky. Ohrozené sú teda tie isté zdroje ako v predchádzajúcom prípade, s výnimkou prameniska Pri močiari. V obci Muráň ide predovšetkým o domácky chov ošípaných a hydiny, menej o chov hovädzieho dobytku. V oblastiach Veľká lúka a Paseky je sústredený pomerne rozsiahly chov koní. Na Veľkej lúke ide o stádo v počte okolo dvesto kusov a na Pasekách o necelých sto. Tieto počty však kolidujú v pomerne širokom rozmedzí. V letnom období sú kone zvyčajne na pastvinách, v zime

v žrebčincoch. Na Veľkej lúke ide o pastvy s denným návratom, na Pasekách je žrebčinec prakticky celé leto prázdny. Toto stádo veľmi často využíva aj pastviny na kryštaliniku južne od karbonátov Muránskej planiny. V obidvoch žrebčincoch sú vybudované hnojovicové hospodárstva. Žrebčín na Veľkej lúke, situovaný na okraji veľkej krasovej depresie vytvorenej v okolí tektonickej poruchy, predstavuje značné riziko znečistenia neďalekých významných zdrojov pitnej vody na južnom okraji planiny (pramene Pod hradom, Bobačka, Biele vody). Hrubá ílovito-hlinitá výplň depresie nie je dostatočným ochranným prvkom, keďže znečistenie ju môže obísť prostredníctvom skrasovatených vápencov alebo veľkých závrto nachádzajúcich sa v bezprostrednom okolí. Na niekoľkých samotách v oblasti Paseky sa chovajú aj ostatné domáce zvieratá (hovädzí dobytok, ošípané, hydina). Podobne je to aj v dvoch trvalo obývaných obydlia pri žrebčinci na Veľkej lúke.

Znečistenie pri ťažbe dreva môže byť priame alebo nepriame. Priame znečistenie môže byť spôsobené ropnými látkami, ktoré uniknú z lesných strojov a dopravných mechanizmov. Keďže zalesnená je prevažná časť územia, môže takáto situácia vzniknúť prakticky kdekoľvek. Podľa toho môžu byť potom viac alebo menej (podľa uniknutého množstva a podľa vzdialenosti) ohrozené niektoré zdroje. Nepriame znečistenie, resp. čiastočné ovplyvnenie celkového chemického zloženia podzemnej vody môže nastať aj v dôsledku rozsiahlej ťažby (zmena chemického zloženia zrážkovej vody pri infiltrácii, zvyšky po ťažbe dreva a pod.).

Určitou hrozbou je aj možnosť znečistenia vyplývajúca z dopravných komunikácií. Ide o možnosť havárií s únikom ropných látok alebo iných kontaminantov na štátnej ceste 2. triedy medzi Tisovcom, Muráňom a Červenu skalou v blízkosti jednotlivých výverov alebo v úsekoch nachádzajúcich sa v ich infiltračných oblastiach (karbonátoch Muránskej planiny a na prilahlých svahoch kryštalinika). V podstate ide o úsek cesty od sedla Dielik medzi Tisovcom a Muráňom až po prameň Vyvieračka I. dolná, úsek cesty cez dejekčný kužeľ na výústení Javorníkovej doliny a o úsek cesty od Muránskej Huty až po údolie potoka Žpkov ústiaceho do Hrona pri Červenej skale.

Veľké kameňolomy v Tisovci a na Červenej skale (obr. 2.5.2 a 2.5.3), vyhĺbené v skrasovatených vápencoch, vzhľadom na vysokú zraniteľnosť podzemnej vody v obnažených skrasovatených vápencoch predstavujú miesta veľkého rizika kontaminácie podzemnej vody dusíkatými a ropnými látkami, ktoré pochádzajú z používaných výbušnín a mechanizmov.

Pomerne výrazná je možnosť znečistenia vyplývajúceho z komunálnej zástavby v prípade prameňov v intraviláne obce Muráň. Problémom je presakovanie z kanalizácie a septikov, ktoré znemožňuje využívanie viacerých výdatných zdrojov pitnej vody nachádzajúcich sa priamo v obci vnútri zástavby rodinnými domami, ktoré sa od výverov nachádzajú vo vzdialenosti zhruba 5 – 30 m. Ide tu teda o možnosť znečistenia podzemnej vody vo výverovej oblasti. Vykonalo sa viacero pokusov o zachytenie tejto vody mimo územia obce, úspešný však bol len vrt SHM 1A (Bajo, 1980), ktorý jediný sa vodárensky využíva.

Možnosť znečistenia podzemnej vody komunálnou zástavbou existuje aj v prípade prameňa Tisovec, horný. Hoci ide iba o niekoľko roztrúsených usadlostí, tu môže nastať znečistenie podzemnej vody na prítokovej ceste podzemnej vody k vyvieračke. Podzemná voda tu už prúdi iba po tektonických líniiach a kvartérnym pokryvom, lebo kryha karbonátov nezasahuje až k nej.



Obr. 2.5.2. Kameňolom v Tisovci (© GEODIS).



Obr. 2.5.3. Kameňolom na Červenej skale (© EUROSENSE).

3. HYDROGEOLOGICKÁ A HYDROGEOCHEMICKÁ PRESKÚMANOSŤ ÚZEMIA

3.1. SÚČASNÝ STAV HYDROGEOLOGICKEJ PRESKÚMANOSTI ÚZEMIA

Na súčasnej úrovni hydrogeologickej preskúmanosti územia má rozhodujúci podiel predovšetkým základný hydrogeologický výskum realizovaný GÚDŠ (dnes ŠGÚDŠ) Bratislava v rokoch 1968 – 1980. Jeho výsledky sú zhrnuté v čiastkovej záverečnej správe *Základný hydrogeologický výskum Muránskej planiny* (Kullman, st., 1980). Dovtedy sa hydrogeologické pomery územia prakticky neštudovali. Vodohospodárske zásahy v tejto oblasti boli tiež obmedzené a pozostávali zo zachytenia a vodohospodárskeho využívania štyroch krasových prameňov na muránskej zlomovej línii.

V rámci základného hydrogeologického výskumu Muránskej planiny (Kullman, st., 1980) sa v študovanom území robilo hydrogeologické mapovanie, režimové sledovanie prameňov (v spolupráci s SHMÚ) a uskutočnili sa tri hydrogeologické vrty s označením HK 1, HK 2 a HK 3. Výsledkom základného hydrogeologického výskumu bolo:

- zhodnotenie základných hydrogeologických a hydrochemických pomerov mezozoika Muránskej planiny vrátane dokumentácie prameňov a významných krasových javov,
- zostavenie a vyčíslenie hydrologickej bilancie za hydrologické roky 1971 – 1979,
- vyčíslenie prírodných zdrojov a prognózných zásob (prognózných zásob využiteľných a prognózných zásob s čiastočnou možnosťou využitia),
- orientačné posúdenie možnosti využitia akumuláčnych zásob podzemnej vody na zvýšenie odberu v suchých obdobiach.

Kullman (1981) skúmal počas hydrologických rokov 1970 až 1979 aj čiastkovú hydrogeologickú štruktúru Stožky – Kľak. Na základe sústavného pozorovania prietoku na toku Dudlavka a výdatnosti prameňa Machnatá vypočítal prírodné zdroje hydrogeologickej štruktúry $145,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ a prognózne zásoby podzemnej vody $56,8 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Rozsah štruktúry, totožný s navrhovaným ochranným pásmom 2. stupňa, vymedzil v rozlohe $12,7 \text{ km}^2$.

Hydrogeologický prieskum v tomto území realizoval aj IGHP, n. p., Žilina, závod Košice. Bol to však prieskum lokálneho charakteru so zameraním prác na zachytenie prameňa Pastevník v obci Muráň. Prieskumné práce sa uskutočnili v dvoch etapách. Výsledky prvej etapy sú zhrnuté v záverečnej správe *Muráň – záchyt prameňa Pastevník – I. etapa, predbežný hydrogeologický prieskum* (Bajo, 1974). Obsahuje zhrnutie výsledkov prác ŠGÚDŠ, výsledky realizovaného geofyzikálneho prieskumu a návrh na vrtné práce druhej etapy. Záverečná správa *Muráň – záchyt prameňa Pastevník – II. etapa, predbežný hydrogeologický prieskum* (Bajo, 1980) hodnotí výsledky uskutočnených vrtných prác (vrty SHM 1, SHM 1A, SHM 2, SHM 3). V správe však hydrogeologická štruktúra nebola vyhodnotená ako celok.

Prieskum lokálneho charakteru realizoval aj podnik Vodné zdroje Prešov so zameraním na vybudovanie zachytenia prameňa Vyvierka II (Tisovec, horný). Výsledky prieskumu sú vyhodnotené v správe *Muráň – Tisovec – správa o hydrogeologickom prieskume na Vyvierke II (záchyt prameňa) v Muránskom kráse* (Cibuľka, 1972).

Šuba et al. (1984) sa vo svojej správe zaoberajú ocenením zásob podzemnej vody v severnej časti Muránskej planiny príslušnej k povodiu Hrona.

Správou týkajúcou sa hodnoteného územia je aj záverečná správa VÚVH Bratislava *Muráň – návrh ochranného pásma I. a II. stupňa prameňa Pastevník, za účelom zabezpečenia hygienickej ochrany vodného zdroja* (Elek a Kollár, 1980). Okrem návrhu ochranných pásiem I. a II. stupňa správa obsahuje aj ideový návrh na klasické zachytenie pramennej skupiny Pastevník v obci Muráň.

Správa SHMÚ Bratislava *Ocenenie zásob podzemných vôd južnej a juhozápadnej časti Muránskej planiny, príslušnej k povodiu Slanej* (Kullman, ml., 1986) komplexne hodnotí hydrogeologické pomery územia. Správa sa opiera hlavne o výsledky základného hydrogeologického výskumu GÚDŠ z rokov 1968 – 1980, ktoré sú doplnené o údaje z SHMÚ. Prehodnotené sú režimové merania prameňov z rokov 1971 – 1980. V správe sú vyhodnotené aj čiary prekročenia výdatnosti najvýznamnejších prameňov štruktúry.

Výsledky zo správ Kullmana (1980) a Kullmana ml. (1986) sú spolu s výsledkami iných úloh zaoberajúcich sa krasovými hydrogeologickými štruktúrami stručne zhrnuté aj v monografii *Krasovo-puklinové vody* (Kullman, 1990).

Najkomplexnejší pohľad na hydrogeológiu Muránskej planiny podávajú Lukaj et al. (1997) v práci *Muránska planina – j. a jz. časť, stav k 31. 10. 1995, vyhl'adavaci hydrogeologický prieskum*. V rámci úlohy sa uskutočnili 3 hydrogeologické vrty hlboké 28, 158 a 166 m. Vrty boli situované v blízkosti muránskeho zlomu pri obci Muráň. Stopovaciami skúškami sa overilo hydraulické prepojenie ponoru v Javorníkovej doline s prameňom Pri močiarí a ponoru Dolinského potoka s prameniskom Pastevník.

Muránska planina bola zhodnotená aj v rámci programu PHARE EC/90/WAT/11b *Master plan for drinking groundwater protection in fissure and karst-fissure rock environment* (Witkowski et al., 1997). Bola vytvorená mapa infiltračných oblastí a mapa zraniteľnosti podzemných vôd.

Oblasť Tisovského krasu a kučalašského masívu sa v dávnejšej minulosti komplexne neskúmala. Výskumy sa sústreďovali len na lokálne problémy a javy. Výskumy sa sústredili najmä na oblasť Suchého dolu, Teplice a Periodickej vyvieracky. Ostatné časti Tisovského krasu sa prakticky hydrogeologicky neskúmali a o kučalašskom masíve neexistuje žiadna literatúra, okrem pozorovania vyvieracky Pod Dielom (SHMÚ) a krátkeho článku o jaskyniach.

V minulosti najviac prieskumných prác v študovanej oblasti vykonala jaskyniarska skupina Slovenskej speleologickej spoločnosti Tisovec pod vedením jej zakladateľa Ing. Svätopluka Kámena. Skupinu tvorili študenti Vyššej priemyselnej školy hutníckej v Tisovci a Tisovčania.

Tisovský kras a kučalašský masív komplexne hydrogeologicky skúmala Wiesengangerová (2000) vo svojej diplomovej práci.

Z prác menšieho rozsahu možno spomenúť hydrogeologický prieskum Ďuriančika a Majerskej (1978) v oblasti Rejkova, zameraný na možnosti zachytenia prameňov. Jeho výsledkom bol aj orientačný výpočet merného odtoku podzemnej vody na úrovni $10,4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

V hodnotenom regióne sa v minulosti realizovali viaceré základné hydrogeochemické práce. Jednou z najdôležitejších hydrogeochemických prác je čiastková záverečná správa Kullmana a Gazdu (1980) s názvom *Základný hydrogeologický výskum Muránskej planiny*. V tejto správe je okrem iného podaná základná hydrogeochemická charakteristika chemického zloženia podzemnej vody, zákonitostí ich obehu a hlavných mineralizačných procesov. V správe sú publikované chemické analýzy jednorazových odberov vzoriek prameňov (zhruba 130 vzoriek). Analýzy pochádzajú z rokov 1960 – 1962. V menšom rozsahu sú uvedené opakované vzorkovania vybraných prameňov z rokov 1965, 1966, 1970 a 1980. Okrem toho sú vyhodnotené aj vzorky odobrané z piatich, novšie realizovaných hydrogeologických vrtov.

V roku 1986 sa robilo režimové pozorovanie vybraných prameňov (Tisovec dolný, Tisovec horný, Pastevník, Pod hradom a iné), ako aj povrchového toku Hrdzavý potok v širšom okolí obce Muráň (Kullman a Vrana, 1988; Vrana et al., 1990). V rámci prác sa sledovalo chemické zloženie podzemnej vody, doplnené o meranie výdatnosti a bakteriálneho znečistenia. Pramene sa sledovali v období od 10. apríla do 10. mája 1986. Druhá fáza režimového sledovania prameňov sa realizovala v jarnom období roku 1988 so skráteným rozsahom chemickej analýzy.

Významnou prácou celoslovenského charakteru je práca Rapanta et al. (1996), v rámci ktorej sa aj v oblasti Muránskej planiny odobrali vzorky podzemnej vody a analyzovalo sa ich chemické zloženie.

Možnosťou zachytenia a využitia významného muránskeho prameňa Pastevník sa zaoberali vo svojej práci Bajo (1980) a Bajo et al. (1974). V prácach autori sledujú aj chemické zloženie podzemnej vody prostredníctvom analýz prameňa Pastevník (resp. jeho výverov), ako aj vrtov (HK 1, SHM 1a) a povrchového toku Hrdzavý potok.

Okrem uvedených rozsiahlejších prác sa urobilo niekoľko menších prác obsahujúcich použiteľné hydrogeochemické údaje. Práce sú zamerané najmä na problematiku vyhl'adávania lokálnych zdrojov pitnej vody, resp. vyčleňovania a revízie pásiem ochrany existujúcich zdrojov (Kullman, 1981; Dorčík, 1992; Ďuriančík, 1977; Vrábl'ová, 1976) či posudzovania vplyvu rôznych objektov na životné prostredie (Šubjak et al., 1989),

3.2. SÚČASNÝ STAV HYDROGEOCHEMICKEJ PRESKÚMANOSTI ÚZEMIA

V hodnotenom regióne sa v minulosti realizovali viaceré základné hydrogeologické a hydrogeochemické práce. Jednou z najdôležitejších hydrogeochemických prác je čiastková záverečná správa autorov Kullmana a Gazdu (1980) s názvom *Základný hydrogeologický výskum Muránskej planiny*. V tejto správe je okrem iného podaná základná hydrogeochemická charakteristika chemického zloženia podzemnej vody, zákonitostí jej obehu a hlavných mineralizačných procesov. V správe sú publikované chemické analýzy jednorazových odberov vzoriek prameňov (zhruba 130 vzoriek). Analýzy pochádzajú z rokov 1960 – 1962. V menšom rozsahu sú uvedené opakované vzorkovania vybraných prameňov z rokov 1965, 1966, 1970 a 1980. Okrem toho sú vyhodnotené aj vzorky odobrané z piatich, novšie realizovaných hydrogeologických vrtov.

V roku 1986 sa robilo režimové pozorovanie vybraných prameňov (Tisovec dolný, Tisovec horný, Pastevník, Pod hradom a iné), ako aj povrchového toku Hrdzavý potok v širšom okolí obce Muráň (Kullman a Vrana, 1988; Vrana et al., 1990). V rámci prác sa sledovalo chemické zloženie podzemnej vody, doplnené o meranie výdatnosti a bakteriálneho znečistenia. Pramene sa sledovali v období od 10. apríla do 10. mája 1986. Druhá fáza režimového sledovania prameňov sa realizovala v jarnom období roku 1988 so skráteným rozsahom chemickej analýzy.

Významnou prácou celoslovenského charakteru je práca Rapanta et al. (1996), v rámci ktorej boli aj v oblasti Muránskej planiny odobrané vzorky podzemnej vody a analyzovalo sa ich chemické zloženie.

Možnosťou zachytenia a využitia významného muránskeho prameňa Pastevník sa zaoberali vo svojej práci Bajo (1980) a Bajo et al. (1974). V prácach autori sledujú aj chemické zloženie podzemnej vody prostredníctvom analýz prameňa Pastevník (resp. jeho výverov), ako aj vrtov (HK 1, SHM 1a) a povrchového toku Hrdzavý potok.

Okrem uvedených rozsiahlejších prác sa zrealizovalo niekoľko menších prác obsahujúcich použiteľné hydrogeochemické údaje. Práce sú zamerané najmä na problematiku vyhľadávania lokálnych zdrojov pitnej vody, resp. vyčleňovania a revízie pásiem ochrany existujúcich zdrojov (Kullman, 1981; Dorčík, 1992; Ďuriančík, 1977; Vrábľová, 1976) či posudzovania vplyvu rôznych objektov na životné prostredie (Šubjak et al., 1989).

3.3. HRANICE HYDROGEOLOGICKÝCH RAJÓNOV A ÚTVAROV PODZEMNEJ VODY V ÚZEMÍ

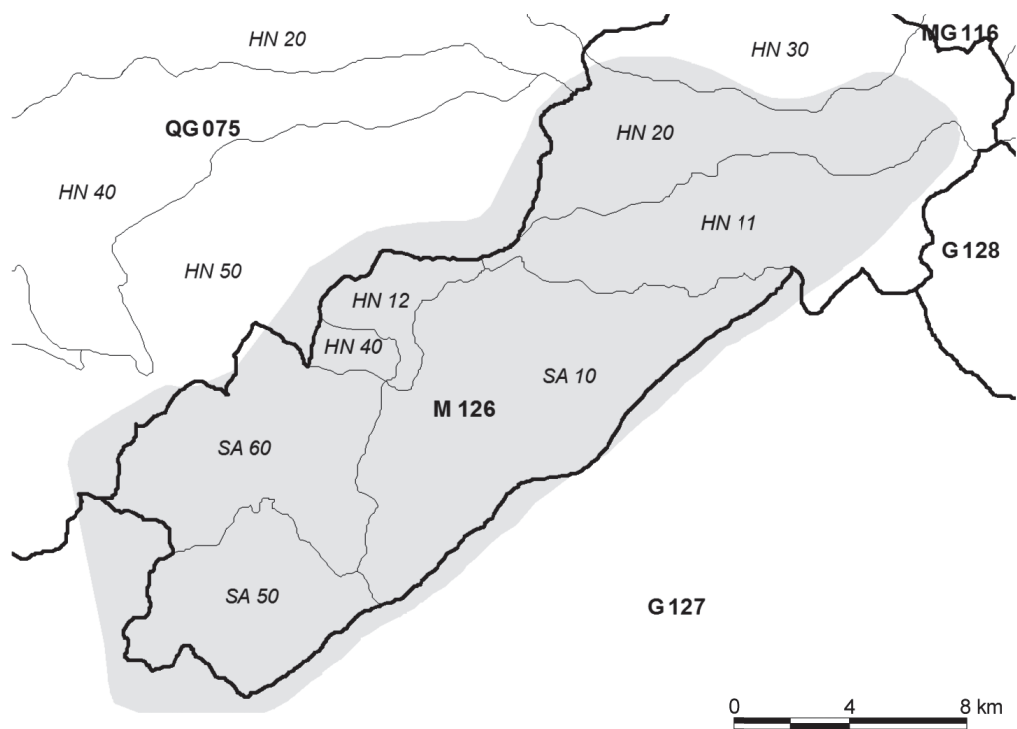
Prevažná časť hodnoteného územia patrí do hydrogeologického rajónu M 126 *Mezozoikum Muránskej planiny a v. časti Hel'pianskeho podolia a priľahlé kryštalinikum*. Len okrajmi zasahuje aj do rajónov QG 075 *Paleozoikum a mladšie útvary časti povodia horného Hrona po Piesok* a G 127 *Kryštalinikum Stolických vrchov a Revúckej vrchoviny v povodí Slanej*.

Podľa údajov SHMÚ (Kolektív autorov, 2002) bolo v jednotlivých hydrogeologických rajónoch vyčíslené nasledujúce využiteľné množstvo a priemerné ročné odbery podzemnej vody:

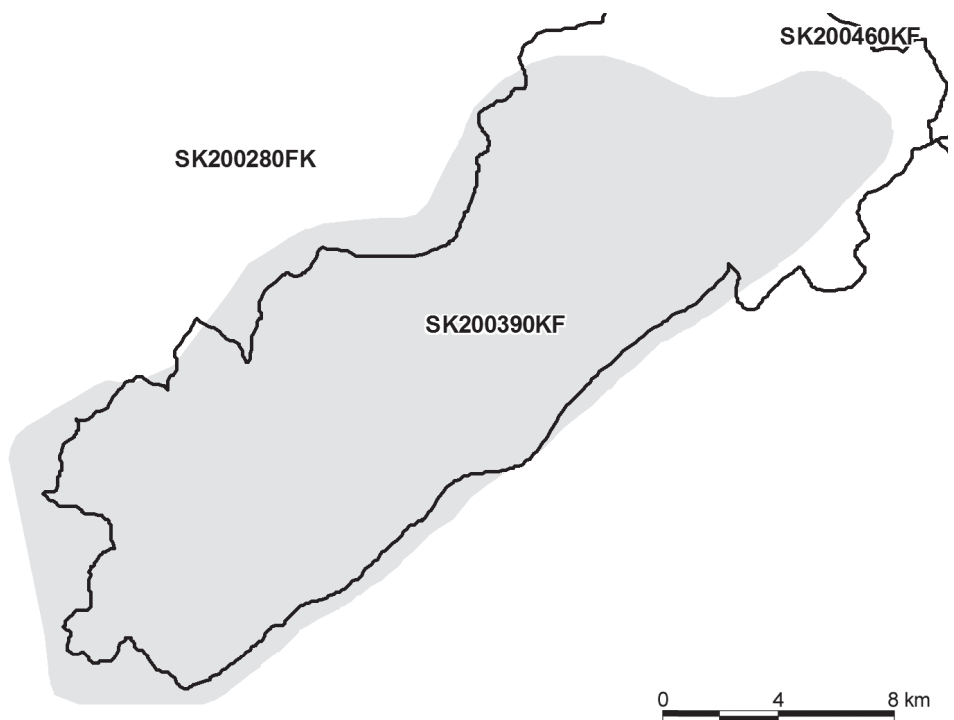
Tab. 3.3.1. Množstvo podzemnej vody v hydrogeologických rajónoch.

Číslo	Názov	Plocha [km ²]	Využiteľné množstvo [l . s ⁻¹]	Odbery [l . s ⁻¹]
QG 075	Paleozoikum a mladšie útvary časti povodia horného Hrona po Piesok	702,2	195	27,1
M 126	Mezozoikum Muránskej planiny a v. časti Hel'pianskeho podolia a priľahlé kryštalinikum	311,2	634,2	81,5
G 127	Kryštalinikum Stolických vrchov a Revúckej vrchoviny v povodí Slanej	781,6	257,4	11,4

Podľa členenia územia na útvary podzemnej vody, definovaného v rámci implementácie *Rámcovej smernice o vodách* autormi Kullman ml., Malík a Patschová, (2004), spadá hodnotené územie do dvoch predkvartérnych útvarov podzemnej vody, a to SK200280FK a SK200390KF (obr. 3.3.2 a tab. 3.3.2).



Obr. 3.3.1. Hydrogeologické rajóny a subrajóny.



Obr. 3.3.2. Útvary podzemnej vody.

Tab. 3.3.2. Útvary podzemnej vody a ich stav rizika.

Označenie	Názov	Plocha [km ²]	Stav	Kvantitatívny stav
SK200280FK	Útvar puklinovej a krasovo-puklinovej podzemnej vody Nízkych Tatier a Slovenského rudohoria oblasti povodia Hrona	3 508,88	nie je v riziku	nie je v riziku
SK200390KF	Útvar s dominantnou krasovo-puklinovou podzemnou vodou Muránskej planiny oblasti povodia Hrona	330,51	nie je v riziku	nie je v riziku

4. POUŽITÉ ÚDAJE A METODIKA ICH SPRACOVANIA

4.1. CHARAKTERISTIKA DOKUMENTAČNÉHO MATERIÁLU POUŽITÉHO NA ZOSTAVENIE HYDROGEOLOGICKEJ MAPY

Metodický postup zostavovania hydrogeologických a hydrogeochemických máp v mierke 1 : 50 000 z 9 regiónov SR v rámci geologickej úlohy vedy a výskumu 12 02 9/200 *Základné hydrogeologické mapy vybraných regiónov Slovenska* s celkovým termínom dokončenia v novembri 2006 je založený na smerniciach MŽP SR č. 8/2004 a 9/2004-7 na zostavovanie základných hydrogeologických a hydrogeochemických máp v mierke 1 : 50 000.

Klimatické pomery študovanej oblasti sa sledujú na 11 zrážkomerných stanicích (z ktorých 3 nie sú priamo v sledovanom území), z 8 staníc sú k dispozícii archívne údaje. Teplota sa merala v 3 klimatických stanicích (z nich len jedna sa nachádza priamo v území), 4 stanice poskytli archívne údaje.

V skúmanom území sa nachádzajú režimovo sledované vodomerné stanice na povrchových tokoch. Režim sleduje SHMÚ na vodomerných stanicích: 6 914 Telgárt, tok Hron; 6 950 Zlatno, tok Hron; 6 960 Zlatno, tok Havraník; 6 995 Polomka, tok Hron; 7 762 Muráň, tok Hrdzavý potok; 7 782 Revúca, tok Zdychava; 7 830 Tisovec, tok Rimava; 7 840 Ráztočné, tok Klenovská Rimava.

Celkový plošný rozsah nami hodnoteného územia Muránskej planiny a Tisovského krasu je 317,3 km². Hydrogeologické mapovanie sa robilo na pracovných mapách v mierke 1 : 10 000, pričom sa dokumentovali prirodzené výstupy podzemnej vody zväčša s výdatnosťou vyššou ako 0,05 l . s⁻¹. Poloha všetkých výverov podzemnej vody, aj menších, vzhľadom na ich výdatnosť nezdokumentovaných v textovej prílohe, je zaznačená na mapách dokumentačných bodov (príloha 4). Hydrogeologické mapovanie sa robilo vždy počas sklonku leta a na začiatku jesene v rokoch 1998, 1999 a 2002. V rámci terénnych prác bolo spolu počas uvedených terénnych sezón zdokumentovaných 671 prameňov. Pri každom z týchto prameňov sa zaznamenávala nadmorská výška výveru, dátum dokumentovania zdroja, teplota vyvierajúcej vody, jej merná elektrická vodivosť v $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$, výdatnosť výveru, teplota vzduchu počas merania, horninové prostredie obehu vyvierajúcej podzemnej vody, typ prameňa, lokalita a prípadné ďalšie pozorovania (zachytenie prameňa pre vodovodnú sieť, resp. na miestne zásobovanie, úprava prameňa, prípadný názov alebo pozorovanie v rámci monitorovacích sietí SHMÚ). Výdatnosť výverov sa merala v 68 % prípadov, zvyšok tvoria odhadované hodnoty. Merania výdatnosti sa robili pomocou zachytávacej rúry, stopiek a odmernej nádoby s pevne stanoveným objemom. V ojedinelých prípadoch veľmi výdatných prameňov bola výdatnosť prameňa stanovená meraním prietoku. Všetky zdokumentované pramene sú znázornené v prílohe 4 – na jednotlivých mapách dokumentačných bodov v mierke 1 : 25 000.

Počas nesystematických pozorovaní v rámci hydrogeologického mapovania sa zistila sumárna výdatnosť všetkých prameňov 2 117,9 l . s⁻¹. Sumárna výdatnosť všetkých významných prameňov (s výdatnosťou vyššou ako 3,0 l . s⁻¹) bola vyčíslená na 1 886,2 l . s⁻¹, čo je viac ako 86 % celkovej sumárnej výdatnosti prameňov, v prípade výdatnosti vyššej ako 1,0 l . s⁻¹ je to 1 993,2 l . s⁻¹. V danej oblasti to svedčí o schopnosti horninového prostredia sústrediť väčšie množstvo podzemnej vody. Zdokumentované významné a doteraz nezachytené zdroje podzemnej vody s výdatnosťou vyššou ako 3,0 l . s⁻¹ dávajú spolu na Muránskej planine sumárnu hodnotu 1 050,5 l . s⁻¹. Zdokumentované menej významné a doteraz nezachytené zdroje podzemnej vody s výdatnosťou vyššou ako 1,0 l . s⁻¹ sú v celkovej hodnote 1 050,5 l . s⁻¹. Zachytené množstvo s výdatnosťou vyššou ako 3 l . s⁻¹ bolo sumárne vyčíslené na 835,7 l . s⁻¹ (44,3 % výdatnosti všetkých zdrojov s výdatnosťou vyššou ako 3,0 l . s⁻¹). Zachytené množstvo s výdatnosťou vyššou ako 1 l . s⁻¹ má sumárnu hodnotu 838,1 l . s⁻¹ (44,4 % výdatnosti všetkých zdrojov s výdatnosťou vyššou ako 1,0 l . s⁻¹). Treba zdôrazniť, že ide o aritmetické sčítanie nesystematických pozorovaní, vykonaných za rôznych stavov výdatnosti a zaťažených chybami merania, takže uvedený sumár nemožno použiť na stanovenie využiteľného množstva podzemnej vody.

Na zostavenie hydrogeologickej mapy Muránskej planiny a Tisovského krasu sa okrem dokumentácie prameňov urobila inventarizácia vykonaných hydrogeologických technických prác v uvedenej oblasti na základe spracovania údajov uložených v archíve Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra (geo-

fonde). Výsledky vrtných prác v území, spracované podľa záväznej metodiky (Malík a Jetel, 1994), sú obsiahnuté v prílohe 3, polohy vrtovej sú znázornené v prílohe 4 – na mapách dokumentačných bodov.

SHMÚ v skúmanom území režimovo pozoruje 28 prameňov. Údaje o výdatnosti prameňov sme doplnili aj údajmi o výdatnosti vodárensky využívaných prameňov, ktoré pre svoje potreby zaznamenáva StVS Banská Bystrica. Tieto merania výdatnosti sa však nerobia v pravidelných denných intervaloch, no uvádzame ich na doplnenie obrazu o režime podzemnej vody a sú uvedené v texte.

V hodnotenom území sa v súčasnosti nachádza 7 vodomerných staníc na povrchových tokoch, na ktorých sa pravidelne sleduje prietok. Ich zoznam je v tab. 4.1.1.

Tab. 4.1.1. Vodomerné stanice, dlhodobo pozorované SHMÚ.

Č.	Stanica	Tok	Hydrologické číslo	Rieč. km	Nula vodočtu [m n. m.]	Povodie	Priem. vod. stav [m]	Max. tepl. [°C]	Min. tepl. [°C]	Priem. tepl. [°C]	Q priem. [m ³ . s ⁻¹]	Q max. [m ³ . s ⁻¹]	Q min. [m ³ . s ⁻¹]
7 762	Muráň	Hrdzavý potok	1-4-31-02-010-01	1,3		Slaná	13	13	0,2	6,715	0,057	0,258	0,005
7 830	Tisovec	Rimava	1-4-31-03-007-01	73,4	413,11	Slaná	36				0,537	1,717	0,164
6 914	Telgárt	Hron	1-4-23-01-003-02	270,1	804,95	Hron	17				0,376	1,619	0,076
6 950	Zlatno	Hron	1-4-23-01-013-01	263,1	732,88	Hron	35				0,881	3,219	0,204
6 960	Zlatno	Havraník	1-4-23-01-014-01	0,1	732,65	Hron	33				0,119	1,179	0,019
7 782	Revúca	Zdychava	1-4-31-02-021-01	0,6	314	Slaná	22				0,36	1,79	0,078
7 840	Ráztočno	Klenovská Rimava	1-4-31-03-024-01	11,6	392,97	Slaná	24				0,461	1,631	0,117

V oblasti Muránskej planiny a Tisovského krasu sa vo viacerých prípadoch hydrogeologické štruktúry budované karbonatickými horninami stredného a vrchného triasu odvodňujú priamo do povrchových tokov, takže prirodzené výstupy podzemnej vody nie sú v teréne pozorovateľné voľným okom. Vo vytýpaných oblastiach pretínania vápencov a dolomitov povrchovými tokmi sa preto realizovali termometrické a rezistivimetrické merania s krokom 1 a 2 m a s meraniami na oboch brehoch, prípadne aj v strede vodného toku v závislosti od jeho šírky a prietoku. Lokalizované miesta významných skrytých prestupov podzemnej vody do povrchových tokov sú však znázornené aj v prílohe 4 – na mapách dokumentačných bodov. Geofyzikálne termometrické a rezistivimetrické merania vykonávali na toku Rimavy, Furmanca a Hrdzavého potoka spoluautori tejto práce Mgr. Silvia Vojtková a Mgr. Rastislav Vojtko.

4.2. SPÔSOB SPRACOVANIA HYDROGEOLOGICKÝCH ÚDAJOV

Hydrogeologická mapa študovaného územia v mierke 1 : 50 000 je zostavená podľa metodiky zostavovania hydrogeologických máp tejto mierky (Malík, Jetel a Švasta, 2003). Ide o plošné zobrazenie prvého zvodneného kolektora pri povrchu a jeho kvantitatívnych charakteristík, prípadne o zobrazenie zvodnených kolektorov uložených hlbšie pod povrchom. Vybrané základné charakteristiky zvodneného horninového prostredia sú na nej zobrazené takto:

- priemerná prietočnosť zvodneného kolektora farbou plochy;
- litologické zloženie kolektora druhom a smerom šrafy na ploche, vodorovnou šrafovou sú znázornené sedimentárne horniny uložené vodorovne a subhorizontálne;
- litostratigrafické zaradenie kolektorov indexom na ploche;
- líniovými a bodovými značkami sú vyznačené dôležité hydrogeologické objekty a javy.

Prvým krokom pri konštrukcii mapy bolo rozčlenenie hodnoteného územia na (kvázihomogénne) hydrogeologické celky z hľadiska ich hydraulických vlastností. Do celkov sa zaraďovali jednotlivé zmapované litologické typy, ich kombinácie alebo čiastkové plochy zmapovaných litologických typov.

V hodnotenom území bolo takto odlišených 6 hydrogeologických komplexov (odlišujúcich sa navzájom spôsobom infiltrácie, sústredenia a odtoku podzemnej vody) a 28 hydrogeologických celkov (odlišujúcich sa navzájom hydraulickými charakteristikami).

Podkladom hydrogeologickej mapy bola geologická mapa Slovenského rudohoria a Nízkych Tatier – Slovenské rudohorie-stred a Nízke Tatry-východ (Klinec, 1976).

Základným kritériom na určenie priemernej prietochnosti zvodneného horninového prostredia a jej variability boli výsledky spracovania archívnych údajov, hydrodynamické skúšky na vrtoch zo skúmaného územia a výsledky spracovania údajov o výdatnosti výverov (získané vykonaným terénnym hydrogeologickým mapovaním a prevzatými výsledkami dlhodobých meraní). Vzhľadom na to, že v celom skúmanom území sa zrealizovalo len 22 hydrogeologických vrtoch, z ktorých len 19 malo vykonanú hydraulickú skúšku, na charakterizáciu hydraulických vlastností väčšiny hydrogeologických celkov boli použité hodnotenia podľa merného odtoku podzemnej vody.

Štatistické spracovanie hydraulických vlastností jednotlivých členov hydrogeologických celkov sme urobili na základe archívnej dokumentácie hydrogeologických prieskumných vrtoch Geofondu a relačnej databázy PodVod oddelenia hydrogeológie a geotermálnej energie ŠGÚDŠ. Databáza je vytvorená v prostredí Microsoft Access, je rozšírená o aplikačnú nadstavbu umožňujúcu výpočet hydraulických parametrov z čerpacích skúšok a obsahuje priame prepojenie na aplikáciu MapInfo Professional, s ktorou vytvára geografický informačný systém (GIS). Podľa polohy a overovaného úseku sme za pomoci geologického podkladu zaradili každý vrt k príslušnej geologickej jednotke. Výsledkom prác je štatistické spracovanie hydraulických parametrov.

Na mape hydrogeologickej dokumentácie je zobrazená lokalizácia všetkých zdokumentovaných výverov (s výdatnosťou viac ako $0,05 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) aj nezdokumentovaných výverov (pramene bez dokumentačného čísla).

Účelom hydrometrických prác je preukázať a kvantifikovať miesta prípadných významných skrytých výverov podzemnej vody do povrchových tokov a prípadné miesta úbytkov prietoku povrchových tokov v dôsledku infiltrácie do horninového masívu. Na základne zhodnotenia hydrogeologických pomerov sme vybrali úseky tokov, kde bolo odôvodnené predpokladať prítomnosť uvedených javov. Na týchto tokoch boli zmerané všetky prítoky a odtoky povrchovej vody tak, aby bolo možné vypočítať skrytý nárast, resp. úbytok prietoku povrchovej vody. Zisťovali sa aj hodnoty okamžitého odtoku z vybraných častí hodnoteného územia ako pomocný údaj na hodnotenie hydraulických vlastností hydrogeologických celkov.

Pri jednorazovo meraných prameňoch sme vypočítali v každom hydrogeologickom celku základné štatistiky – počet prameňov v hydrogeologickom celku a ich minimálnu, maximálnu, priemernú a sumárnu výdatnosť v hydrogeologickom celku.

V prípade režimovo pozorovaných prameňov sme prebrali hodnotenia prameňov pomocou výtokových čiar, ktoré podávajú obraz o prostredí obehu podzemnej vody v horninovom celku, ktoré odvodňuje daný prameň. Základné štatistické charakteristiky výdatnosti režimovo pozorovaných prameňov sú uvedené v tabuľke 5.2.1.

Pri hydrogeologickom hodnotení sme vychádzali zo spracovania hodnôt porovnávacích hydrogeologických parametrov hornín – indexu prietochnosti Y a indexu priepustnosti Z podľa metodiky regionálneho hodnotenia hydraulických parametrov hornín (Jetel, 1985). Úroveň prietochnosti v jednotlivých súboroch je vyjadrená vo forme mediánov a aritmetických priemerov. Ako ukazovateľ variability priepustnosti a prietochnosti používame hodnotu odhadu smerodajnej odchýlky hodnôt Z a Y .

Základným podkladom na zostavenie tejto mapy boli najmä archivované materiály z hydrogeologických a geologických správ uložené v archíve ŠGÚDŠ, publikované články a výsledky vlastných mapovacích prác.

Pri hydrogeologickej charakterizácii jednotlivých hydrogeologických celkov sme v prvom rade vychádzali zo základnej hydraulickej vlastnosti – prietochnosti (transmisivity) T ($\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$). Táto vlastnosť predstavuje základnú charakteristiku horninového prostredia, vyjadrenú na hydrogeologickej mape farbou plochy. Na základe stupňa variability prietochnosti sa potom táto farba nanáša s rozdielnou intenzitou.

Prietochnosť, resp. jej strednú hodnotu, charakteristickú pre konkrétny litotyp, sme v prvom rade určovali na základe výsledkov čerpacích skúšok vykonávaných na hydrogeologických vrtoch, zabudovaných svojou otvorenou časťou v príslušnom horninovom celku. Pretože počet metodicky správne vykonaných a správne interpretovaných čerpacích skúšok tvorí približne polovicu z celkového počtu vykonaných čer-

pacích skúšok v študovanom území, na stanovenie strednej hodnoty prietochnosti sme použili porovnávací logaritmický parameter – index prietochnosti Y (Jetel, 1985). Hodnoty indexu prietochnosti Y boli odvodené transformáciou hodnôt špecifickej výdatnosti (čerpaného množstva vody) q na 1 m zníženia vo vrte (pri malých zníženiach, najlepšie okolo hodnoty 1 m) podľa vzorca

$$Y = \log(10^6 \cdot q),$$

kde:

q – merná výdatnosť v $l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$,

\log – dekadický logaritmus.

Štatistické spracovanie súborov výsledkov hydrogeologických vrtov z jednotlivých neogénnych a kvartérnych sedimentov potom zahŕňalo vyčíslenie variačného rozpätia (minimálnej a maximálnej hodnoty Y), aritmetického priemeru hodnôt Y , ako aj odhadu smerodajnej odchýlky základného súboru s_Y . Samotný prepočet na striktno definovaný hydraulický parameter T sa urobil pomocou rovnice

$$T = 10^{(Y+d-9)} [m^2 \cdot s^{-1}].$$

Pri súboroch s dostatočným počtom údajov boli zostrojené grafy relatívnej kumulovanej početnosti hodnôt Y (kvantilové diagramy). Z ich priamkového priebehu sme usudzovali na lognormálne rozdelenie hodnôt T , resp. normálne rozdelenie ich logaritmických odvođenín – indexov Y . Výsledky štatistického spracovania hodnôt Y a T sú v podkapitole 5.1. *Hydrogeologická charakteristika hornín* (vrátane charakteristiky rozdelenia hydraulických parametrov hornín).

4.3. CHARAKTERISTIKA REPRODUKOVATEĽNOSTI POUŽITÉHO HYDROGEOCHEMICKÉHO DOKUMENTAČNÉHO MATERIÁLU

Základným použitým hydrogeochemickým dokumentačným materiálom sú analýzy chemického zloženia podzemnej vody. Celkovo bolo zhromaždených viac ako 1 149 chemických analýz podzemnej vody s rôznym rozsahom meraných parametrov.

Z tohto počtu je 676 archívnych vzoriek. Údaje z archívneho spracovania reprezentujú jednorazové, ako aj režimové odbery vzoriek. Dôležitú časť archívnych údajov (117 vz.) tvoria vzorky odobrané v rámci projektu *Geochemický atlas SR, časť Podzemné vody* (Rapant et al., 1996). Tieto vzorky boli analyzované v laboratóriách INGEO Žilina. Použité analytické metódy a detekčné limity vzoriek z *Geochemického atlasu SR* (laboratórium INGEO Žilina) a vzoriek odobraných v rámci riešenia projektu (laboratórium ŠGÚDŠ) sú uvedené v tabuľke 4.3.1. Tieto analýzy predstavujú kvalitný hydrogeochemický materiál, ktorý bol v plnom rozsahu použitý pri konštrukcii mapy a hodnotení hydrogeochemických podmienok územia.

Zvyšná časť archívnych vzoriek pochádza z rozdielne rozsiahlych hydrogeologických a hydrogeochemických prác (pozri kapitolu *Hydrogeochemická preskúmanosť*). Podstatnú časť týchto vzoriek tvoria režimové pozorovania vybraných prameňov, zachytávajúcich sezónne zmeny chemického zloženia krasových prameňov z roku 1986 (Kullman a Vrana, 1988) a 1988 (Vrana et al., 1990), ako aj nesystematické opakované odbery v priebehu rokov 1961 až 1980, dokumentujúce celkový časový vývoj chemického zloženia.

Všetky uvedené materiály boli využité pri tvorbe mapy a textového spracovania. Z hľadiska reprodukovateľnosti sa najväčším problémom stali vzorky z lokálnych prieskumov, kde chýbali informácie o laboratóriu, analytických metódach a detekčných limitoch. Preto sa na tieto vzorky prihliadalo individuálne, rešpektujúc aj ostatné dostupné informácie.

V rámci riešenia projektu sa odobrali a analyzovali nové vzorky podzemnej vody. Celkový počet novoodobraných vzoriek je 473. Z tohto počtu bolo 36 vzoriek podzemnej vody jednorazovo odobraných z vybraných prameňov a analyzovaných na kompletný anorganický rozbor. Na skrátenejší rozbor (Ca, Mg a Cl, terénne merania pH, vodivosti a teploty) sa analyzovalo 301 vzoriek, čo predstavuje približne 43 % všetkých hydrogeologicky zdokumentovaných vzoriek v študovanom území. Zvyšok vzoriek sa odobral v rámci režimových pozorovaní. Režimové pozorovania sa realizovali na troch významných prameňoch v okolí obce Muráň – pramene s označením Tisovec horný (TH), Tisovec dolný (TD) a Pod hradom (MP).

Nové systematické režimové pozorovanie a odbery vzoriek sa vykonali v období od 17. 2. 2003 do 26. 6. 2003. Spolu to je 128 vzoriek (TH – 43 vz., TD – 42 vz. A MP – 43 vz.) so skrátenou analýzou, zameranou na stanovenie obsahu Mg, Ca a Cl, terénne merania pH, vodivosti a teploty. Okrem toho sa odobralo osem vzoriek na kompletný rozbor (TH – 3 vz., TD – 2 vz. A MP – 3 vz.). Všetky tieto vzorky sa analyzovali v hydrogeochemickom laboratóriu ŠGÚDŠ Bratislava. Použité analytické metódy a detekčné limity sú uvedené v tabuľke 4.3.1.

Tab. 4.3.1. Analytické parametre anorganických zložiek chemickej analýzy.

Zložka	Detekčný limit (DL) [mg · l ⁻¹]		Metóda	
	INGEO	ŠGÚDŠ	INGEO	ŠGÚDŠ
Laborat.				
Na	0,1	0,1	AAS – F	AAS – F
K	0,1	0,1	AAS – F	AAS – F
Mg	1	0,1	ICP – OES	AAS – F
Ca	1	0,1	ICP – OES	AAS – F
SiO ₂	0,5	0,5	SPFM	SPFM
NH ₄	0,05	0,01	SPFM	ISE
F	0,1	0,01	ISE	ISE
Cl	0,1	0,1	T	SPFM
NO ₂	–	0,01	–	SPFM
NO ₃	0,5	0,05	ITHP	SPFM
SO ₄	0,3	0,3	ITHP	gravimetria
HCO ₃	0,1	3	T	T
PO ₄	0,05	0,005	SPFM	SPFM
Fe	0,01	0,001	ICP – OES	AAS – F
Mn	0,005	0,001	ICP – OES	AAS – F
Cr	0,000 5	0,000 1	AAS – ETA	AAS – ETA

Zložka	Detekčný limit (DL) [mg · l ⁻¹]		Metóda	
	INGEO	ŠGÚDŠ	INGEO	ŠGÚDŠ
Cd	0,000 5	0,000 06	AAS – ETA	AAS – ETA
Pb	0,001	0,000 1	AAS – ETA	AAS – ETA
As	0,001	0,000 01	AAS – MHS	AAS – MHS
Se	0,001	0,000 01	AAS – MHS	AAS – MHS
Cu	0,000 5	0,000 1	AAS – ETA	AAS – ETA
Al	0,01	0,001	ICP – OES	AAS – ETA
Zn	0,001	0,000 6	AAS – F	AAS – F
Hg	0,000 2	0,000 1	AAS – CV	AAS – CV
Sb	0,000 2	0,000 01	AAS – MHS	AAS – MHS
Ag	–	0,000 1	–	AAS – ETA
Ni	–	0,000 1	–	AAS – ETA
Co	–	0,000 1	–	AAS – ETA
Ba	0,01	0,006	ICP – OES	ICP – AES
Li	0,002	0,001	ICP – OES	AAS – F
Sr	0,01	0,01	ICP y OES	AAS – F
CHSK _{Mn}	0,08	0,08	T	T
Agr. CO ₂	2,2	2,2	T	T

4.4. SPÔSOB SPRACOVANIA HYDROGEOCHEMICKÝCH ÚDAJOV

Základným cieľom a výstupom realizovaných hydrogeochemických prác je zostavenie hydrogeochemickej mapy v mierke 1 : 50 000. Na mape sú plošne vyjadrené 3 základné hydrogeochemické kritériá, a to:

- kvalitatívne,
- geochemické,
- vodohospodárske.

Bodovými značkami sú na mape znázornené miesta odberov vzoriek vody so špecifikáciou zdroja odberu vody a typu zdroja. Každá analýza uvedená v hydrogeochemickej dokumentácii (databáze) má číslo nadväzujúce na číslo uvedené na mape, pričom analýzy sú zoradené na mape aj v databáze v poradí vzrastajúcej súradnice x. V prípade existencie iba jednej analýzy z jedného vzorkovacieho objektu je číslo analýzy úplne totožné s číslom na mape. V prípade viacnásobných odberov z jedného objektu číslo analýzy v databáze pozostáva z dvoch častí: prvá časť je totožná s číslom na mape a druhá časť, oddelená znamienkom „/“, predstavuje poradové číslo analýzy v danom objekte. Na mape je vždy uvedená len prvá časť čísla.

Na vyjadrenie doplnkových hydrogeochemických charakteristík sú využité symboly (voda anomálnej kvality, charakter znečisťujúcich a vodohospodársky významných zložiek, časový vývoj kvality podzemnej vody). Kontúrové značky sú použité na vyjadrenie oblastí s obsahom prvkov a zložiek výrazne prevyšujúcich limitné hodnoty pre pitnú vodu, oblastí s rovnakou kategóriou upraviteľnosti podzemnej vody a ohraničení území s odporúčenými podrobnejšími prácami.

Na vyjadrenie dôležitých doplnkových vlastností vody boli v mierke 1 : 150 000 zostavené prídavné monozložkové mapy distribúcie hodnôt obsahu síranov (mg · l⁻¹), pH, sumy Ca + Mg (mmol · l⁻¹), ako aj distribúcie hodnôt geochemických koeficientov rMg/rCa a (rNa + rK)/(rCa + rMg).

4.4.1. Vyjadrenie kvalitatívnych vlastností podzemnej vody

Kvalitatívne vlastnosti podzemnej vody sú vyjadrené farbou na ploche znázorňujúcou 8 tried kvality podzemnej vody (A až H). Triedy kvality podzemnej vody sú vyčlenené na základe zoskupenia medzných ukazovateľov v zmysle vyhlášky MZ SR č. 151/2004 Z. z. o požiadavkách na pitnú vodu a kontrolu kvality pitnej vody a rozdelené na tri skupiny podľa ich rastúcej toxicity a náročnosti technológie úpravy vody. Na základe príslušnosti jednotlivých vzoriek vody do tried kvality sa územie rozčleňuje na oblasti s rovnakou triedou kvality podzemnej vody. Vyžaduje sa minimálne 80 % príslušnosť vody rovnakých tried kvality na vymedzenej ploche. Voda odlišujúca sa svojimi kvalitatívnymi vlastnosťami od vymedzenej plochy (rozdiel 2 a viac tried) je vyznačená osobitným symbolom. Spôsob vyčleňovania tried kvality podzemnej vody je bližšie uvedený v legende k mape.

4.4.2. Vyjadrenie geochemických charakteristík podzemnej vody

Geochemická charakteristika podzemnej vody je spracovaná na základe vyčlenenia a kartografického vymedzenia hydrogeochemických skupín podzemnej vody. Hydrogeochemické skupiny podzemnej vody zobrazené čiernym rastrom na ploche sú podmienené prírodnými danosťami mapovaného územia a vyčleňujú sa na základe:

- genetických typov vody,
- chemických typov vody,
- hodnôt celkovej mineralizácie,
- geologického charakteru a typu priepustnosti zvodneného kolektora.

Genetické typy vody vyjadrujú pôvod rozpustných látok vo vode. Rozlišuje sa prírodne (Gazda, 1974) a antropogénne (Rapant, 2001) podmienený pôvod obsahu prvkov a zložiek v podzemnej vode. Dopĺňajú sa Gazdovými charakteristikami [napr. A_2 výrazný, $S_2(SO_4)$ nevýrazný a pod.; Gazda, 1972]. V zásade je podľa genézy na študovanom území zastúpená len petrogénna podzemná voda, resp. časť vody môže mať polygénny charakter (petrogénno-fluviogénne vody).

Chemické typy vody sa vyjadrujú podľa prevládajúcich iónov symbolmi prvkov a zložiek podľa výsledkov chemickej analýzy z ekvivalentných hodnôt (mmol. z %) základných zložiek (Na, K, Ca, Mg, NO_3 , Cl, SO_4 , HCO_3). Kritériom na určenie chemického typu je ekvivalentný podiel zložiek väčších ako 25 mmol. z % zo sumy 100 % katiónov a aniónov zvlášť. Jednotlivé prvky a zložky sú usporiadané podľa ich ekvivalentného zastúpenia (napr. Ca–Mg– HCO_3 – SO_4).

Intervaly hodnôt celkovej mineralizácie sa vyčleňujú na základe matematicko-štatistického spracovania údajov. Pri geologickej charakteristike sa uvedie základná charakteristika horninového prostredia a typ priepustnosti zvodneného kolektora.

Ako základ sa pri vyčleňovaní hydrogeochemických skupín podzemnej vody berú genetické typy podzemnej vody a ostatné tri charakteristiky sa k nim pričleňujú. Vyčleňovanie hydrogeochemických skupín je bližšie vyjadrené v legende k mape. V práci sa pri vyčleňovaní hydrogeochemických skupín podzemnej vody brali do úvahy najmä informácie o charaktere horninového prostredia (vyjadrené na príslušných geologických mapách) a hranice hydrogeologických útvarov, pričom hydrogeochemické hranice korelujú s geologickými, resp. hydrogeologickými hranicami (po určitom zjednodušení a zlúčení niektorých geologických jednotiek).

4.4.3. Vyjadrenie vodohospodárskych kritérií

Vodohospodárske kritériá vyjadrujú vhodnosť surovej podzemnej vody z hľadiska jej upraviteľnosti na pitnú vodu. Chemické zloženie podzemnej vody z jednotlivých vzoriek sa porovná s hodnotami medznej koncentrácie uvedenými v STN 75 7214 *Kvalita vody, Surová voda na úpravu na pitnú vodu* a určí sa kategória ich upraviteľnosti (A, B, C, D). Pomocou kontúr a symbolov je možné územie rozčleniť na oblasti s rovnakou kategóriou upraviteľnosti. Vyžaduje sa 80 % príslušnosť vody rovnakej kategórie upraviteľnosti na vymedzenej ploche.

4.4.4. Grafický výstup a počítačové spracovanie

Kompletný grafický výstup v zmysle metodiky (Rapant a Bodiš, 2003) a vizualizácia dosiahnutých výsledkov prostredníctvom GIS boli spracované v prostredí programu MapInfo Professional, ktorý okrem subsystémov vstupu, ukladania, preberania, manipulácie a analýzy údajov zabezpečil aj vzájomnú prepojenosť grafických informácií s databázovým systémom. Databázový súbor obsahuje celkovo viac ako 1 149 chemických analýz podzemnej vody. Z týchto analýz je však len časť kompletných (684 vz.) a plne využiteľných na konštrukciu mapy, ostatné sa využili len ako pomocné. Fyzikálno-chemické parametre analýzy a charakteristiky spojené s popisom vzoriek tvoria databázu a sú spracované v programe MS Access.

Prídavné izolíniové mapy v mierke 1 : 150 000 boli vypočítané priamo programom MapInfo Professional. Parametre výpočtu izolínií sú takéto:

- metóda Inverse distance,
- polomer vyhľadávania: 3 km,
- minimálny počet vzoriek požadovaných na výpočet: 1.

Základné štatistické parametre (aritmetický priemer, medián, štandardná odchýlka, minimum a maximum) v jednotlivých vyčlenených skupinách podzemnej vody boli vypočítané v programe MS Excel.

5. HYDROGEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMIA

5.1. HYDROGEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA HORNÍN (VRÁTANE CHARAKTERISTIKY ROZDELENIA HYDRAULICKÝCH PARAMETROV HORNÍN)

Geologická stavba hodnoteného územia významne určuje charakter hydrogeologických pomerov. Na základe geologickej stavby môžeme v skúmanom území vymedziť nasledujúce hydrogeologické komplexy, ktoré sa líšia hydrofyzikálnymi vlastnosťami hornín, charakterom obehu a režimu a fyzikálno-chemickými vlastnosťami podzemnej vody:

- hydrogeologický komplex kryštalinika a mladšieho paleozoika,
- hydrogeologický komplex pestrého sedimentárneho mezozoika,
- hydrogeologický komplex triasových karbonátov mezozoika,
- hydrogeologický komplex terciérnych neovulkanitov,
- hydrogeologický komplex terciérnych sedimentov,
- hydrogeologický komplex kvartéru.

Pri hodnotení kvartérnych sedimentov sa vychádzalo z vyhodnotenia ôsmich hydrogeologických vrstiev, ktoré sa nachádzajú v skúmanom území a jeho najbližšom okolí. Na základe vyhodnotenia čerpacích pokusov na týchto vrstvách boli podľa metodiky (Jetel, 1985) vypočítané koeficienty prietochnosti T_y .

Všetky ostatné hydrogeologické komplexy sú vyhodnotené na základe štatistického spracovania počtu a výdatnosti zdokumentovaných prameňov, ktoré odvodňujú jednotlivé litostratigrafické jednotky, resp. v prípade plošne málo rozšírených hornín na základe analógie.

Tab. 5.1.1. Prehľad počtu prameňov, ich sumárnej výdatnosti, priemernej výdatnosti a mernej výdatnosti podľa jednotlivých horninových typov.

Hg index	Horninový typ	Plocha [km ²]	Počet prameňov	ΣQ [l · s ⁻¹]	Priem. Q [l · s ⁻¹]	q [l · s ⁻¹ · km ⁻²]	q [l · s ⁻¹ · km ⁻²]
hydrogeologický komplex kryštalinika a mladšieho paleozoika							
mHV	metamorfity hronského komplexu	1,89	0	–	–	–	1,06
mKHV	metamorfity kráľovohoľského a hybridného komplexu	2,50	2	0,08	0,04	0,03	
gV	granitoidy kráľovohoľského komplexu	6,58	61	15,43	0,25	2,34	
bpCPGO	pestré sedimenty ochtinského súvrstvia	3,53	5	0,62	0,12	0,18	
mvCPGO	vulkanity ochtinského súvrstvia	0,07	0	–	–	–	
kpPFV	perm föderatskej obalovej sekvencie	3,55	1	3,00	3,00	0,85	
hydrogeologický komplex pestrého sedimentárneho mezozoika							
<i>föderatská sekvencia</i>							
bpT1FV	pestré bridlice	1,15	0	–	–	–	1,59
qT1FV	kremence	6,86	37	12,70	0,34	1,85	
<i>silicikum (muránsky príkrov)</i>							
bpT1S	pestré sedimenty spodného triasu	11,76	95	28,19	0,30	2,40	2,25
bpT3S	lunzske vrstvy	0,06	0	–	–	–	
pvJS	pestré vápence a bridlice najvyššieho triasu až spodnej jury	0,72	1	0,01	0,01	0,01	

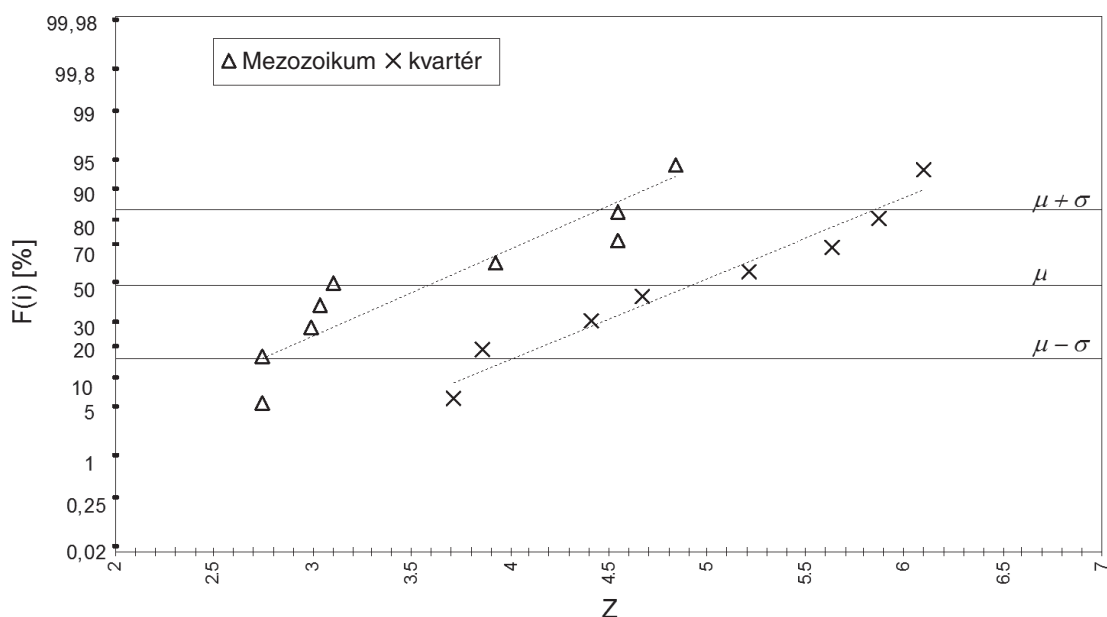
Tab. 5.1.1 – pokračovanie.

Hg index	Horninový typ	Plocha [km ²]	Počet prameňov	ΣQ [l . s ⁻¹]	Priem. Q [l . s ⁻¹]	q [l . s ⁻¹ . km ⁻²]	q [l . s ⁻¹ . km ⁻²]
hydrogeologický komplex triasových karbonátov mezozoika							
<i>föderatská obalová sekvencia</i>							
rwT2FV	tektonity karbonatických hornín	2,92	91	75,65	0,83	25,92	18,19
dT2FV	dolomity	1,01	16	5,10	0,32	5,03	
vT2FV	slienité vápence	0,52	2	0,34	0,17	0,64	
silicikum (muránsky príkrov)							
vT2S	vápence stredného triasu	85,94	154	1 155,69	7,50	13,45	14,54
dT2S	dolomity stredného triasu	10,43	105	316,52	3,01	30,35	
vT3S	vápence vrchného triasu	16,88	36	350,44	9,73	20,76	
dT3S	dolomity vrchného triasu	18,23	49	89,33	1,82	4,90	
hydrogeologický komplex terciérnych neovulkanitov							
aNV	neovulkanity	1,08	1	0,20	0,20	0,19	–
hydrogeologický komplex terciérnych sedimentov							
ipPG	ílovce a pieskovce paleogénu	0,49	0	–	–	–	–
hydrogeologický komplex kvartéru							
pQp	proluviálne sedimenty	0,83	0	–	–	–	0,09
fQp	fluviálne sedimenty riečnych terás	0,52	0	–	–	–	
fQh	fluviálne sedimenty	11,75	1	0,10	0,10	0,01	
dQ	deluviálne sedimenty	15,18	6	2,39	0,40	0,16	
aQ	antropogénne sedimenty	0,05	0	–	–	–	

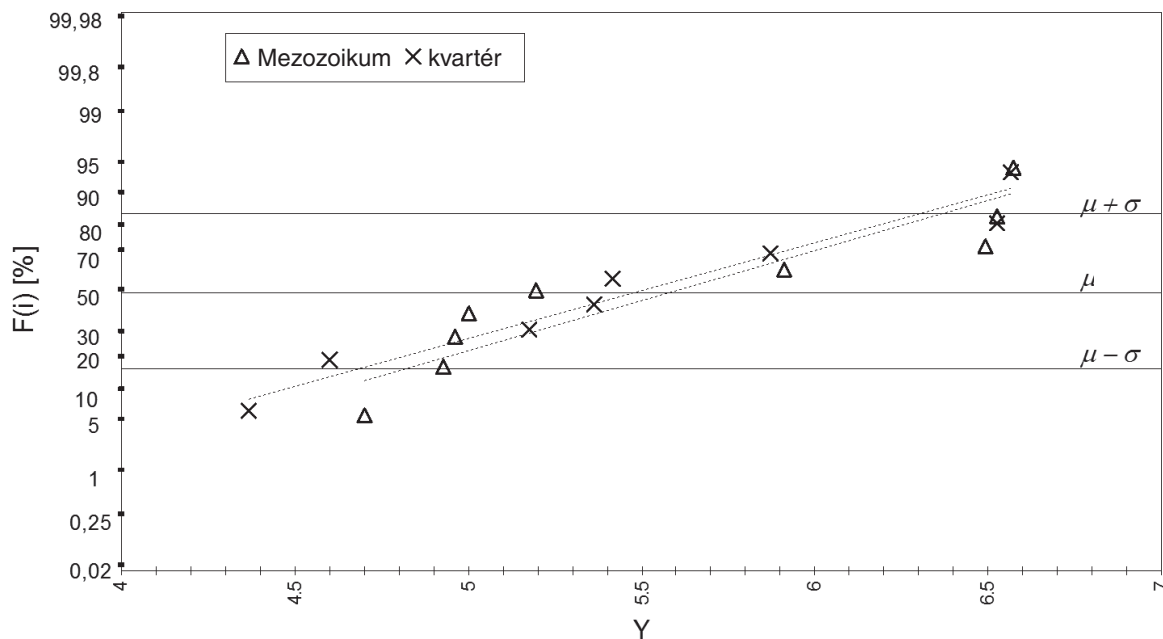
Na hodnotenom území sa v minulosti zrealizovalo 17 hydrogeologických vrtov, na ktorých sa vykonali čerpacie pokusy. Z nich bolo možné odvodiť porovnávacie hydraulické parametre: index priepustnosti Z a index prietočnosti Y podľa metodiky Jetela (1985). Vrty svojimi filtračnými časťami zasiahli horniny mezozoika a kvartéru, z ktorých sa parametre hodnotili osobitne.

Na základe štatistického spracovania hodnôt indexu priepustnosti Z a indexu prietočnosti Y (obr. 5.1.1 – 5.1.3) boli vypočítané stredné hodnoty koeficientu transmisivity T z horninového komplexu kvartéru $4,04 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a karbonátov mezozoika $7,42 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Kvantilový diagram

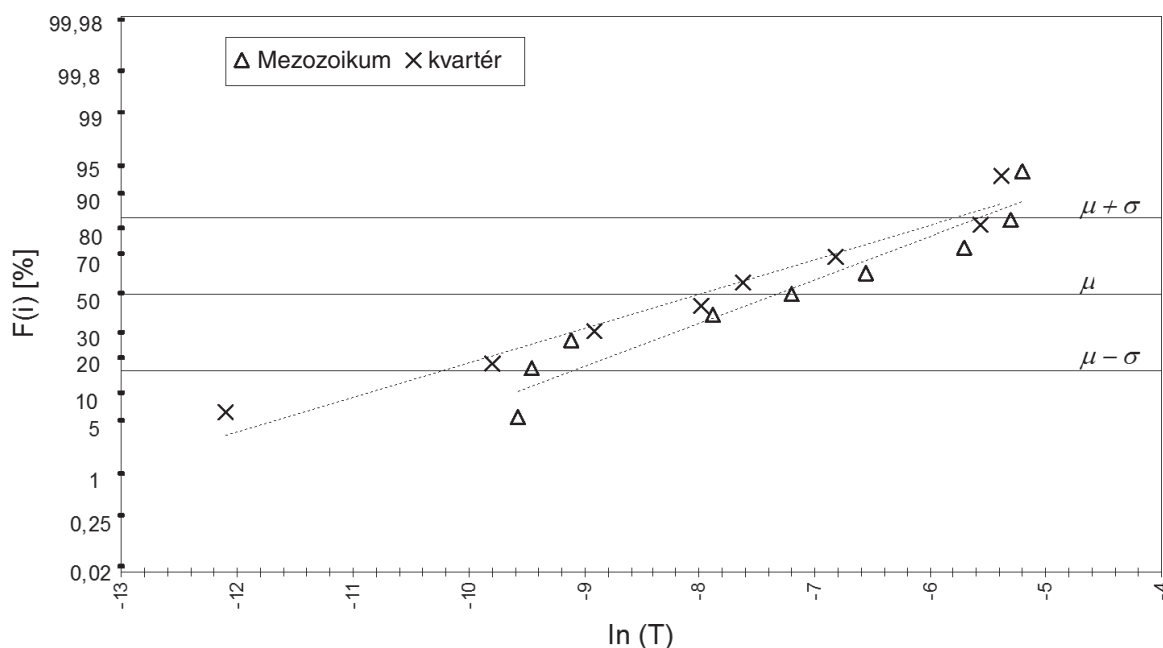
Obr. 5.1.1. Kvantilový diagram indexov priepustnosti Z komplexu kvartéru a karbonátov mezozoika.

Kvantilový diagram



Obr. 5.1.2. Kvantilový diagram indexov prietochnosti Y komplexu kvartéru a karbonátov meozoika.

Kvantilový diagram



Obr. 5.1.3. Kvantilový diagram koeficientov transmisivity T_y komplexu kvartéru a karbonátov meozoika.

5.1.1. Hydrogeologický komplex kvartéru

Horniny kvartéru sú na tomto území zastúpené len v menšej miere. **Fluviálne sedimenty** sa vyskytujú najmä v údoliach riek Hron, Rimava, Muráň a v dolinách viacerých menších tokov. Z vodohospodárskeho hľadiska sú najdôležitejším horninovým typom, charakterizuje ich relatívne vysoká medzizrnová priepustnosť. Hladina podzemnej vody v nich je v priamej hydraulickej spojitosti s hladinou v povrchových tokoch. V čase maximálnych stavov na tokoch je podzemná voda dotovaná, v čase nízkych stavov podzemná voda, naopak, prestupuje do povrchových tokov. Vo fluvialnych sedimentoch oblasti má pôvod len jediný prameň s výdatnosťou $0,1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Podľa výsledkov štatistického súboru (kap. 3.3) bola z fluvial-

nych sedimentov kvartéru stanovená stredná hodnota koeficientu prietochnosti $T 4,04 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Treba však poznamenať, že štatistický súbor nie je reprezentatívny (len 9 údajov) a je značne nehomogénny, keďže doň boli začlenené údaje z vrtov nachádzajúcich sa v údolných nivách viacerých vodných tokov v značnej vzájomnej vzdialenosti.

Fluviálne sedimenty pleistocénu – štrky, piesčité štrky a piesky riečnych terás – sa vyskytujú len na malom území na okrajoch alúvia Hrona. Ich báza je nad úrovňou hladiny vody v Hrone, takže nemajú hydraulickú spojitosť s povrchovou vodou. Hlavnou hydrogeologickou funkciou fluviaálnych sedimentov riečnych terás je zachytávanie zrážkovej vody a jej transport k nižšie sa nachádzajúcej hladine podzemnej vody. Strednú hodnotu koeficientu transmisivity odhadujeme na $1 \cdot 10^{-4}$ až $3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Proluviálne sedimenty pleistocénu až holocénu – hlinito-štrkovité a kamenité sedimenty náplavových kužeľov – sa vo všeobecnosti považujú za hydrogeologicky málo významné. Vyplyva to z ich značného zahĺbenia a malej rozlohy. Dopĺňajú sa prevažne zo zrážok, časť vody pochádza z povrchových tokov, ktorých voda často v miestach vyústenia dolín do náplavových kužeľov infiltruje. Strednú hodnotu koeficientu transmisivity odhadujeme na $1 \cdot 10^{-4}$ až $3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Takmer na celom území sa útržkovite vyskytujú prevažne hlinito-kamenité **deluviálne sedimenty** menšej hrúbky. Nachádzajú sa prakticky na všetkých svahoch, ich miestami malá hrúbka však nedovoľuje zobrazenie na geologickej mape. Výskyt deluviálnych sedimentov väčšej hrúbky sa viaže na lokálne terénne depresie. Často vyplňajú krasové priehlbiny na planine, kde dosahujú hrúbku 1 až 4 m (Mitter, 1975). Sedimenty charakterizuje medzizrnový typ priepustnosti a vysoká heterogenita. V horninových celkoch typu hydrogeologického masívu sú v hydraulickej spojitosti s pripovrchovou zvetranou zónou a zúčastňujú sa na sprostredkovaní obehu podzemnej vody. Strednú hodnotu koeficientu transmisivity odhadujeme na $3 \cdot 10^{-5}$ až $1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Antropogénne sedimenty – skládky a navážky – zaberajú na území len obmedzenú plochu, $0,05 \text{ km}^2$. Charakterizuje ich medzizrnová priepustnosť a veľmi veľká heterogenita filtračných parametrov v závislosti od sypaného materiálu. Ich hydrogeologický význam je najmä v úlohe potenciálneho znečisťovateľa podzemnej vody. Pri konštrukcii hydrogeologickej mapy sme ich charakterizovali odhadovanou hodnotou koeficientu transmisivity v rozpätí od $1 \cdot 10^{-4}$ do $3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Tab. 5.1.2. Typ priepustnosti a hydrogeologická funkcia jednotlivých horninových typov sedimentov kvartéru.

HG index	Horninový typ	Typ priepustnosti	Hydrogeologická funkcia
pQp	proluviálne sedimenty pleistocénu až holocénu: hlinito-štrkovité a kamenité sedimenty náplavových kužeľov s úlomkami hornín	medzizrnová	kolektor
fQp	fluviaálne sedimenty pleistocénnych riečnych terás: štrky, piesčité štrky a piesky	medzizrnová	kolektor
dQ	deluviálne sedimenty: hlinito-kamenité a piesčito-kamenité svahoviny, svahové hliny, miestami aj spevnené hlinito-kamenité svahoviny	medzizrnová	kolektor
fQh	fluviaálne sedimenty holocénu: štrky a piesky s pokryvom piesčitých hĺn poriečnych nív	medzizrnová	kolektor
aQ	antropogénne sedimenty: skládky, navážky	medzizrnová	kolektor

5.1.2. Hydrogeologický komplex terciérnych sedimentov

Tento komplex hodnotíme len okrajovo, pretože terciérne sedimentárne horniny sa nachádzajú mimo zmapovaného územia. Ich koeficient transmisivity bol analogicky stanovený na $2,63 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Tab. 5.1.3. Typ priepustnosti a hydrogeologická funkcia jednotlivých horninových typov terciérnych sedimentov.

HG index	Horninový typ	Typ priepustnosti	Hydrogeologická funkcia
zNva	vajskovské zlepenice miocénu	medzizrnová	kolektor
ipPG	ílovce a pieskovce vnútrokarpatského paleogénu – miestami s vložkami Mn rúd	puklinová	kolektor

5.1.3. Hydrogeologický komplex terciérnych neovulkanitov

Tisovský intruzívny komplex budujú subvulkanické telesá dioritov a andezitov miocénu. Komplex zaberá len malé územie (2,84 km²) a vyteká z neho len jediný prameň s výdatnosťou 0,20 l · s⁻¹, takže merný podzemný odtok komplexu možno hodnotiť len analogicky.

Tab. 5.1.4. Typ priepustnosti a hydrogeologická funkcia jednotlivých horninových typov terciérnych neovulkanitov.

HG index	Horninový typ	Typ priepustnosti	Hydrogeologická funkcia
aNV	neovulkanity: andezity a tisovské diority miocénneho vulkanizmu	puklinová	kolektor

5.1.4. Hydrogeologický komplex pestrého sedimentárneho mezozoika

Tento komplex bol vyčlenený na základe podobných hydraulických vlastností celého radu litologických typov föderatskej obalovej sekvencie a silicika.

Vo föderatskej obalovej sekvencii sú zastúpené najmä pestré bridlice a kremence, pričom kremence sú hydrogeologicky priaznivejšie, keďže sa v nich nachádza 31 prameňov s priemernou okamžitou výdatnosťou 0,34 l · s⁻¹. Pri ploche 8,01 km² a sumárnej výdatnosti 12,7 l · s⁻¹ vychádza merný odtok podzemnej vody z oboch súvrství 1,59 l · s⁻¹ · km⁻².

V tomto hydrogeologickom komplexe sa v siliciku vzhľadom na jeho plošné rozšírenie (11,76 km²) prevažná časť podzemnej vody sústreďuje do pestrých bridlíc a ílovcov, pieskovcov, slieňovcov, piesčitých vápencov atď. spodného triasu. Nachádza sa tu až 95 prameňov. Vyskytujú sa takmer po celom severnom a západnom obvode Muránskej planiny, ako aj v tektonickom okne v závere Hrdzavého potoka. Vzhľadom na prítomnosť značne nepriepustných horninových typov je vysoký počet prameňov spôsobený bariérovým účinkom tohto súvrstvia na nadložné karbonátové súvrstvia, ktorého podzemná voda je tu nútená vystupovať. Ostatné horninové celky (bridlice, pieskovce, pestré vápence a slieňovce vrchného triasu až spodnej jury a brekcie, vápence a slienité bridlice vrchnej kriedy) sú plošne zastúpené len sporadicky. Nachádza sa v nich len jediný prameň. Zistený merný odtok podzemnej vody pestrého sedimentárneho mezozoika dosahuje v siliciku 2,25 l · s⁻¹ · km⁻².

Tab. 5.1.5. Typ priepustnosti a hydrogeologická funkcia jednotlivých horninových typov pestrého sedimentárneho mezozoika.

HG index	Horninový typ	Typ priepustnosti	Hydrogeologická funkcia
bpT1FV	pestré bridlice spodného triasu föderatskej obalovej sekvencie veporika	puklinová	regionálny izolátor
qT1FV	kremence spodného triasu föderatskej obalovej sekvencie veporika	puklinová	kolektor
bpT1S	pestré bridlice a ílovce, pieskovce, slieňovce, piesčité vápence, vápnité ílovce, slabo metamorfované bridlice a kremité porfýry spodného triasu muránskeho príkrovu silicika	puklinová	regionálny izolátor
bpT3S	sivé bridlice a pieskovce (lunzske vrstvy), reingrabenské bridlice – vrchný trias muránskeho príkrovu silicika	puklinová	regionálny izolátor
svT3S	pestré vápence (kalové, oolitické a lumachelové) a slieňovce rétu (vrchný trias) muránskeho príkrovu silicika	puklinová	kolektor
vbK3	vrchnokriedové brekcie, vápence a slienité bridlice	puklinová	kolektor
pvJS	krinoidové vápence, slieňovce a slienité vápence, kryštalické vápence a čierne fylitické bridlice najvyššieho triasu až spodnej jury muránskeho príkrovu silicika	puklinová	kolektor

5.1.5. Hydrogeologický komplex triasových karbonátov mezozoika

Komplex je hydrogeologicky najvýznamnejší v celom hodnotenom území. Vápence a dolomity stredného a vrchného triasu všetkých stratigrafických jednotiek tvoria spoločný kolektor krasovo-puklinových vôd. Do tohto komplexu boli vzhľadom na svoje litologické zloženie a vysokú priepustnosť zaradené aj tektonity karbonatických hornín (rauvalky), dolomity a slienité kremité rohovcové vápence föderatskej

obalovej sekvencie veporika. Z nich najmä rauvaky vykazujú extrémnu schopnosť akumulovať a viesť veľké množstvo podzemnej vody. Vyskytujú sa na severozápadnom obvode Muránskej planiny, Tisovského krasu aj kučalašskej trosky a v tektonickom okne v závere Hrdzavého potoka. Pri ploche 2,92 km² vyteká z 91 prameňov 75,65 l . s⁻¹, z čoho vychádza merný odtok podzemnej vody až 25,92 l . s⁻¹. km⁻². Z toho vyplýva záver, že rauvaky sú účinné ako významný drén podzemnej vody nadložných karbonátov, ktorých vertikálny tok usmerňujú na horizontálny smerom k okraju karbonátovej kryhy.

V komplexe bolo lokalizovaných celkovo až 453 prameňov s priemernou okamžitou výdatnosťou 4,40 l . s⁻¹. Z komplexu z množstva menších prameňov, viacerých mohutných krasových vyvieraciek a jediného využívaného vrtu SHM 1A odteká 1 993,07 l . s⁻¹ vody. Merný odtok podzemnej vody nie je možné stanoviť z jednotlivých litostratigrafických jednotiek individuálne na základe odtoku a plochy, pretože ich plošné rozšírenie nezodpovedá ich rozsahu v podzemí. Takto zo stredotriasových dolomitov vychádza až 30,35 l . s⁻¹. km⁻², čo je nerealistické. Značná časť vody zrejme pochádza z dolomitov vrchného triasu, ktoré sú, naopak, podhodnotené (4,90 l . s⁻¹. km⁻²). Preto je odôvodniteľné hodnotiť merný odtok podzemnej vody spoločne zo všetkých súvrství. Pri ploche karbonatických hornín 135,94 km² vychádza 14,66 l . s⁻¹. km⁻².

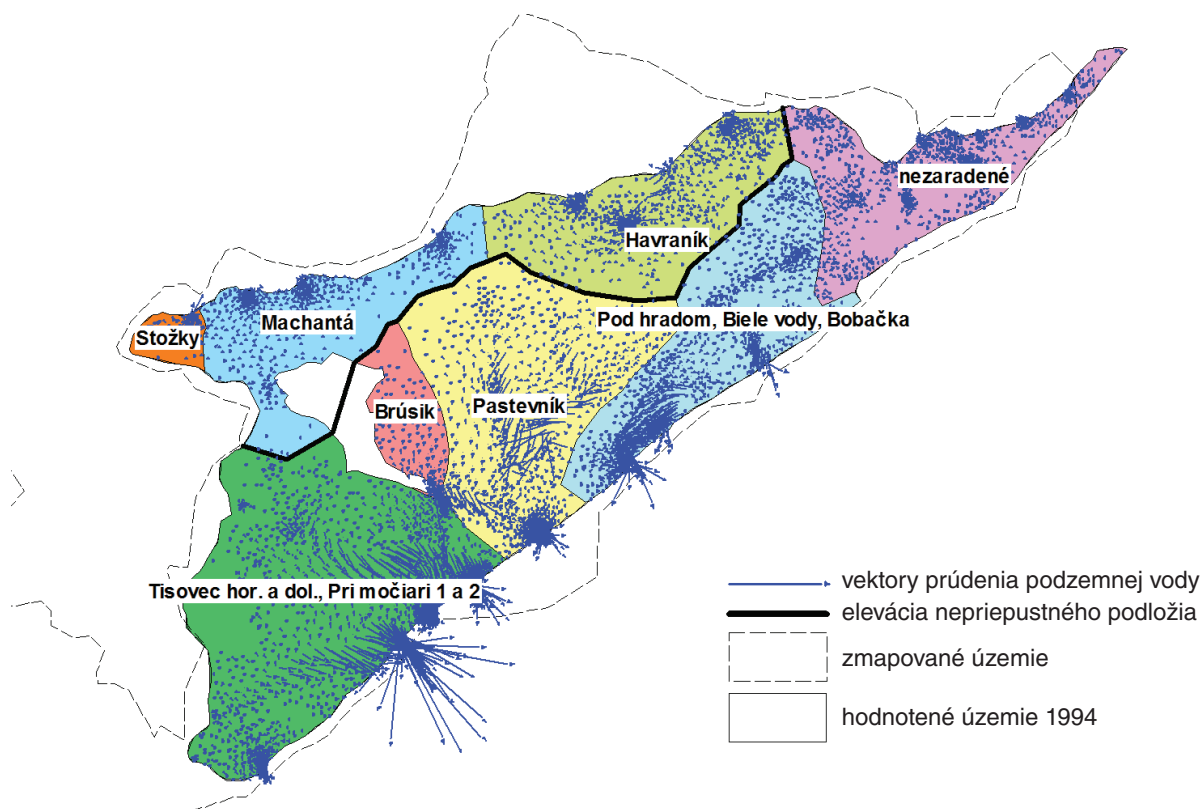
Tab. 5.1.6. Typ priepustnosti a hydrogeologická funkcia jednotlivých horninových typov triasových karbonátov mezozoika.

HG index	Horninový typ	Typ priepustnosti	Hydrogeologická funkcia
rwT2FV	tektonity karbonatických hornín: bunkovité karbonáty – rauvaky – stredný trias föderatskej obalovej sekvencie veporika	krasovo-puklinová	kolektor
dT2FV	dolomity stredného triasu föderatskej obalovej sekvencie veporika	puklinová	kolektor
vT2FV	stredotriasové slienité kremité rohovcové vápence (s polohami tmavých bridlic) föderatskej obalovej sekvencie veporika	puklinová	kolektor
vT2S	vápence stredného triasu muránskeho príkrovu silicika (gutensteinské, annaberské, reiflinské, schreyeralmské a steinalmské vápence a vápence wettersteinského typu)	krasovo-puklinová	kolektor
dT2S	dolomity stredného triasu muránskeho príkrovu silicika	krasovo-puklinová	kolektor
vT3S	tisovské – furmanské, dachsteinské a svetlosivé a hnedasté vápence s rohovcami vrchného triasu muránskeho príkrovu silicika	krasovo-puklinová	kolektor
dT3S	dolomity vrchného triasu muránskeho príkrovu silicika	puklinová	kolektor

5.1.6. Hydrogeologický komplex kryštalinika a mladšieho paleozoika

Horniny kryštalinika a mladšieho paleozoika tvoria podložie mezozoických hornín. Tieto horniny na hodnotenom území vystupujú na povrch len okrajovo, preto ich nie je možné zhodnotiť komplexne.

Z hydrogeologického hľadiska sú najvýznamnejšie horniny kryštalinika pásma Kráľovej hole vystupujúce na severozápad od Muránskej tektonickej línie. Tvoria ich granity, granodiority, tonality a blastomylonity granitoidov, v menšej miere aj migmatity, ortoruly, pararuly, amfibolovce, výrazne usmernené hybridné granitoidy, diafority (fylonity) a tektonity. Bolo v nich zdokumentovaných 63 prameňov s celkovou výdatnosťou 15,51 l . s⁻¹, ktoré sa rozprestierajú na ploche 9,08 km². Z nich vypočítaný merný odtok podzemnej vody má hodnotu 1,71 l . s⁻¹. km⁻². Podzemná voda sa však viaže len na najvrchnejšiu porušenú zónu, hlbšie časti masívu považujeme za nepriepustné. Veľké množstvo drobných roztrúsených prameňov túto domnienku potvrdzuje. Hydrogeologická funkcia hornín kryštalinika Kráľovej hole spolu s horninami mladšieho paleozoika a s nadložnými klastickými sedimentmi föderatskej sekvencie je v tom, že spolu vytvárajú regionálny izolátor krasovej vody Muránskej planiny. Podložie má generálny sklon na juhovýchod, o čom svedčí aj vyvieranie väčšiny podzemnej vody na juhovýchodnom okraji planiny. Veľké množstvo prameňov sa vyskytuje v oblasti tektonického okna v závere Hrdzavého potoka. V tomto mieste Kullman (1980) predpokladá eleváciu nepriepustného granitického podložja, ktorá usmerňuje prúdenie krasovej vody v nadložných karbonatických komplexoch na sever a na juh. Priebeh tejto elevácie sme sa pokúsili zrekonštruovať z výsledkov modelovania prúdenia podzemnej vody vykonaného v roku 1998 v rámci hodnotenia zraniteľnosti vody Muránskej planiny (Malík et al., 1998).



Obr. 5.1.4. Predpokladaný priebeh elevácie nepriepustného podložia a infiltračné oblasti skupín prameňov na základe výsledkov hydraulického modelovania (podľa Malíka et al., 1998).

Tab. 5.1.7. Typ priepustnosti a hydrogeologická funkcia jednotlivých horninových typov kryštalinika a mladšieho paleozoika.

HG index	Horninový typ	Typ priepustnosti	Hydrogeologická funkcia
mHV	ortoruly (muránsky komplex), amfibolity, diafority a tektonity hronského komplexu veporika	puklinová	kolektor
mKHV	migmatity, ortoruly, pararuly, amfibolovce, výrazne usmernené hybridné granitoidy, diafority (fylonity) a tektonity kráľovoľského a hybridného komplexu veporika	puklinová	kolektor
mvCPGO	slabo metamorfované bazické a kyslé vulkanity karbónu ochtinského súvrstvia gemerika	puklinová	kolektor
bpCPGO	bridlice (miestami grafitické), pieskovce, kvarcity, zlepenca, telesá dacitov a ich vulkanoklastík, miestami metamorfované, permu a karbónu ochtinského súvrstvia gemerika	puklinová	regionálny izolátor
kpPFV	perm föderatskej obalovej sekvencie veporika: arkózovité konglomeráty, pieskovce, arkózy a arkózové droby (rimavské súvrstvie), tiež sericitické kremence a metakonglomeráty	puklinová	kolektor
gV	granity, granodiority, tonality a blastomylonity granitoidov kráľovoľského komplexu veporika	puklinová	kolektor

Na juh od muránskej tektonickej línie vystupujú metamorfity hronského komplexu veporika tvorené ortorulami (muránsky komplex), amfibolitmi, diaforitmi a tektonitmi. Na zmapovanom území sa nenašiel ani jeden prameň pochádzajúci z tohto komplexu. Horninový komplex považujeme za nepriepustný. Jeho funkcia spočíva vo vytváraní bariéry krasovo-puklinovým vodám, čím podmieňuje výstup ich veľkej časti na muránskej tektonickej línii.

Horninové celky mladšieho paleozoika majú vzhľadom na svoje malé plošné rozšírenie a relatívnu nepriepustnosť malý hydrogeologický význam, a to najmä vo funkcii nepriepustnej bariéry krasovým vodám. Nachádza sa v nich len 6 prameňov so sumárnou okamžitou výdatnosťou $3,62 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, čo pri ploche $7,15 \text{ km}^2$ znamená merný odtok podzemnej vody len $0,51 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$.

Okamžitý merný odtok z opisovaného hydrogeologického komplexu vypočítaný z celkového odvodňovaného množstva $7,01 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ a celkovej plochy $4,98 \text{ km}^2$ je $1,4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Táto hodnota je však orientačná, pretože vyjadruje merný odtok len z malého hodnoteného územia. Na vyjadrenie hydraulických vlastností komplexu kryštalinika bola preto použitá hodnota koeficientu prietochnosti zistená analogicky: $4,26 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

5.2. OBEH A REŽIM PODZEMNEJ VODY

5.2.1. Všeobecná charakteristika obehu a režimu podzemnej vody Muránskej planiny

Aj keď hodnotenú oblasť Muránskej planiny a Tisovského krasu budujú predovšetkým vápence a dolomity a dominancia zastúpenia týchto hornín v hodnotenej oblasti umožňuje sústredenie vodárensky významného a v súčasnosti kvalitatívne neovplyvneného množstva podzemnej vody, z hydrogeologického hľadiska tu rozlišujeme aj ďalšie hydrogeologické komplexy. Sú to:

- A. hydrogeologický komplex kvartéru,
- B. hydrogeologický komplex terciérnych sedimentov,
- C. hydrogeologický komplex terciérnych neovulkanitov,
- D. hydrogeologický komplex pestrého sedimentárneho mezozoika,
- E. hydrogeologický komplex triasových karbonátov mezozoika,
- F. hydrogeologický komplex kryštalinika a mladšieho paleozoika.

Tieto hydrogeologické komplexy sa v rôznej miere zúčastňujú na obehú a režime podzemnej vody, s výnimkou hydrogeologického komplexu triasových karbonátov mezozoika však majú skôr funkciu regionálnych izolátorov (hydrogeologický komplex kryštalinika a mladšieho paleozoika, sčasti aj hydrogeologický komplex pestrého sedimentárneho mezozoika), prípadne vystupujú na malých plochách (hydrogeologické komplexy terciérnych sedimentov a terciérnych neovulkanitov), alebo sú často v úzkej hydraulickej spojitosti s hydrogeologickým komplexom triasových karbonátov mezozoika (hydrogeologický komplex kvartéru).

Hydrogeologický komplex kvartéru

Do hydrogeologického komplexu kvartéru na území Muránskej planiny a Tisovského krasu patria antropogénne sedimenty: skládky, navážky (aQ); fluviaálne sedimenty holocénu: štrky a piesky s pokryvom piesčitých hĺn poriečnych nív (fQh); proluviálne sedimenty pleistocénu až holocénu: hlinito-štrkovité a kamenité sedimenty náplavových kužeľov s úlomkami hornín (pQp); deluviálne sedimenty: hlinito-kamenité a piesčito-kamenité svahoviny, svahové hliny, miestami aj spevnené hlinito-kamenité svahoviny (dQ); fluviaálne sedimenty pleistocénnych riečnych terás: štrky, piesčité štrky a piesky (fQp).

Aluviálne, deluviálne a proluviálne, ale aj antropogénne uloženiny hydrogeologického komplexu kvartéru charakterizuje medzizrnová priepustnosť, zväčša malá hrúbka, rôznyi obsah ílovitej prímеси a heterogenita.

V študovanom území sa hydrogeologická funkcia kvartérneho komplexu výraznejšie neprejavuje a plní často len sprostredkujúcu úlohu pri komunikácii podzemnej vody iných hydrogeologických celkov s povrchovou vodou. Z hľadiska obehu podzemnej vody je dôležité, že **fluviaálne náplavy holocénu** väčšiny menších vodných tokov sú v priamej hydraulickej spojitosti s povrchovými tokmi, ako aj s horninami predkvartérneho podložia – najmä v prípade karbonátových komplexov. Povrchové toky vo väčšine prítokov – menších vodných tokov v sklonitom reliéfe – predstavujú drenážne prvky, postupne (na niektorých miestach aj sústredene) zbierajúce podzemnú vodu. Fluviaálne náplavy holocénu tu teda zväčša prijímajú podzemnú vodu predkvartérneho podložia a odovzdávajú ju do povrchového toku. Obeh podzemnej vody vo fluviaálnych sedimentoch holocénu (štrkoch a pieskoch s pokryvom piesčitých hĺn poriečnych nív – fQh) je zväčša paralelný so smerom údolí a vzhľadom na značnú sklonitosť alúvií aj pomerne rýchly. V študovanom území neboli (vzhľadom na malý vodohospodársky význam kvartérnych sedimentov v porovnaní s horninami vápencovo-dolomitického komplexu) inštalované sondy s priebežným pozorovaním hladinového režimu v čase. Predpokladáme však, že podzemná voda v kvartérnych sedimentoch alúvií

má mierne napätú hladinu so stredným rozkyvom v silnej závislosti od hydraulických pomerov v povrchových recipientoch.

Terasové riečne sedimenty (fQp) – fluviaálne sedimenty pleistocénu (štrky, piesčité štrky a piesky) – sú na hodnotenom území rozšírené len málo. Vzhľadom na ich súčasnú morfológickú pozíciu sa podzemná voda viazaná na štrky a piesky riečnych terás napája infiltráciou zo zrážok, prípadne skrytými prestupmi z predkvartérneho podložja. Hladiny podzemnej vody sú preto hlbšie pod terénom a majú variabilnejší časový rozkyv, než je to v prípade fluviaálnych náplavov holocénu.

Obeh podzemnej vody v proluviaálnych sedimentoch pleistocénu až holocénu (pQp) je do veľkej miery limitovaný ich litologickým zložením – vyskytujú sa tu privilegované cesty prúdenia podzemnej vody aj zóny s pomalým obehom. Vyplýva to zo značného zahĺnenia sedimentov, zväčša nízkej pórovej priepustnosti, z ich malej rozlohy a dopĺňania podzemnej vody prevažne iba z infiltrácie atmosférickej vody.

Hlinito-kamenité a piesčito-kamenité **svahoviny** (deluviaálne sedimenty; dQ) zaberajú síce najväčšiu časť z celkovej plochy kvartéru na hodnotenom území, ich význam pre obeh podzemnej vody však spočíva iba v sprostredkujúcej funkcii medzi podložnými horninami a povrchovou vodou. Ich prostredníctvom vystupuje na povrch podzemná voda vo forme sutinovo-vrstvových alebo sutinovo-puklinových prameňov. Pri hodnotení obehu podzemnej vody v hlinito-kamenitých deluviaálnych sedimentoch musíme brať vždy na zreteľ hydrogeologickú funkciu podložných hornín, ktoré sú prekryté deluviaálnymi sedimentmi. Hodnotenie samostatného režimu a obehu podzemnej vody v delúviách je bezpredmetné.

Kvartérne sedimenty vzhľadom na svoj obmedzený výskyt a malú hrúbku (do 3,5 m) nemajú z hľadiska akumulácie podzemnej vody veľký význam. Túto skutočnosť dokumentujú aj výsledky čerpacích skúšok na troch hydrogeologických vrtoch v oblasti Tisovca, kde čerpané množstvo nepresiahlo $0,3 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

Hydrogeologický komplex terciérnych sedimentov

Do hydrogeologického komplexu terciérnych **sedimentov** patria vajskovské zlepenice miocénu (zNva) a ílovce a pieskovce podtatranskej skupiny – vnútrokarpatského paleogénu, miestami s vložkami Mn rúd (ipPG). Hydrogeologický komplex sedimentov podtatranskej skupiny, tvorený prevažne ílovcami, je v skúmanej oblasti málo významný, pretože jeho sedimenty sa vyskytujú len ojedinele. Pri hydrogeologickom mapovaní sa v tomto hydrogeologickom komplexe s celkovou rozlohou $0,17 \text{ km}^2$ zaznamenal len jeden prameň s jednorazovo zameranou výdatnosťou $0,16 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Ílovcami podtatranskej skupiny sa pripisuje puklinový typ priepustnosti s režimom podzemnej vody typickým pre hydrogeologický masív – obeh prebieha v zóne pripovrchového rozvoľnenia v úrovni roztvorenia puklín do hĺbky 30 až 50 m. Miocénne vajskovské zlepenice vystupujú na ešte menšej rozlohe. Predpokladáme tu medzizrnový typ priepustnosti.

Hydrogeologický komplex terciérnych neovulkanitov

Do hydrogeologického komplexu **terciérnych neovulkanitov** patria andezity a tisoenské diority miocénneho vulkanizmu (aNV). Vulkanicko-sedimentárne formácie stredoslovenských neovulkanitov a lávové výlevy andezitov, ryolitov a bazaltov sa v dávnejšej minulosti, v 60. rokoch 20. storočia, považovali za hydrogeologicky „menej priaznivé“. Až významné zdroje podzemnej vody zachytenej hydrogeologickými vrtmi na viacerých lokalitách zmenili tento zaužívaný pohľad. Istý čas sa viedli spory o tektonickej podmienenosti lokálne veľmi zvýšenej priepustnosti, resp. o pórovom charaktere zvodneného prostredia, ktoré sa v tomto veľmi heterogénnom prostredí ťažko riešili. Dnes sa na stredoslovenské vulkanity a ich jednotlivé formácie a komplexy pozeráme ako na horninové celky, ktoré sú schopné v závislosti od miestnych podmienok infiltrovať aj veľmi veľký objem podzemnej vody a zapojiť ho do hlbšieho obehu. Ten je predurčený vyklinovaním a nástupom hrubšie detritických vulkanoklastík (vulkanické breccie a konglomeráty), polohou lávových prúdov a tesniacimi účinkami pelitickejších členov. Vzhľadom na oveľa väčšiu chaotickosť pri sedimentácii týchto formácií v porovnaní s klasickými uloženinami sedimentárnych panví sa obehové cesty podzemnej vody dajú len ťažko odhadnúť. V rámci tohto komplexu však vystupujú aj významnejšie prirodzene sústredené vývery podzemnej vody. Na skúmanom území Muránskej planiny a Tisovského krasu je však plošné rozšírenie terciérnych neovulkanitov len okrajové. Malé posterozívne reliktové lávových prúdov lokalizované v najvyšších hrebeňových častiach síce môžu podmieniť infiltráciu relatívne vyššieho pomeru zrážkových úhrnov, ale v prameňoch vystupujúcich prevažne na obvode zvyškov „erozívnych čiapok“ neovulkanitov vyvíera len malé množstvo. Dôvodom sú ich malé infiltračné oblasti. Z ich vrcholovej polohy vyplýva aj vysoká nestálosť výdatnosti.

Hydrogeologický komplex pestrého sedimentárneho mezozoika

Do hydrogeologického komplexu **pestrého sedimentárneho mezozoika** patria sedimenty gemerika a veporika. Druhohorné sedimenty sú tu vyvinuté vo forme sedimentárnych celkov sprevádzajúcich rôzne vývojové štádiá tetýdnej geosynklinály, od klastických (zlepenca, pieskovce, bridlice) cez čisté karbonáty plytkovodnej platformy (tie však patria k inému hydrogeologickému komplexu) až po hlbokomorské slienité a rádioláriové vápence až rádiolarity. K veporiku rátame kremence spodného triasu föderatskej obalovej sekvencie veporika (qT1FV) a pestré bridlice spodného triasu föderatskej obalovej sekvencie veporika (bpT1FV); ďalšie vyčlenené hydrogeologické jednotky už patria ku gemeriku: pestré bridlice a ílovce, pieskovce, slieňovce, piesčité vápence, vápnité ílovce, slabo metamorfované bridlice a kremité porfýry spodného triasu muránskeho príkrovu silicika (bpT1S); sivé bridlice a pieskovce (lunzske vrstvy), reingrabenské bridlice – vrchný trias muránskeho príkrovu silicika (bpT3S); pestré vápence (kalové, oolitické a lumachelové) a slieňovce rétu (vrchný trias muránskeho príkrovu silicika (svT3S); krinoidové vápence, sliene a slienité vápence, kryštálické vápence a čierne fylitické bridlice najvyššieho triasu až spodnej jury muránskeho príkrovu silicika (pvJS). Hydrogeologická jednotka vrchnokriedových brekcií, vápencov a slienitých bridlíc (vbK3) sedimentovala na horniny oboch príkrovov, zaberá však len malú plošnú rozlohu.

Základnou črtou tohto hydrogeologického komplexu je jeho litologická pestrosť. Z hydrogeologického hľadiska vo väčšine prípadov horniny pestrého sedimentárneho mezozoika tvoria hydrogeologický masív (sensu Jetel, 1990), v ktorom sa obeh podzemnej vody viaže vo veľkej miere na relatívne plytkú zónu pripovrchového rozrušenia hornín. Dominantný je tu puklinový typ priepustnosti. V porovnaní s hydraulickou funkciou hydrogeologického komplexu triasových karbonátov mezozoika však všetky členy pestrého sedimentárneho mezozoika spomaľujú prúdenie podzemnej vody, resp. vystupujú vo funkcii regionálnych hydrogeologických izolátorov – najmä spodnotriasové bridlice bodvasilašských vrstiev a vrchnotriasové lunzske vrstvy silicika, ale aj kremence a pestré bridlice spodného triasu föderatskej obalovej sekvencie veporika.

Vzhľadom na litologickú nehomogenitu tohto komplexu sa však prejavujú značné rozdiely v intenzite a hĺbkovom dosahu pripovrchového rozrušenia, v utesňovaní puklín zvetraninami, v náchylnosti na tvorbu izolovaných lokálnych, navzájom izolovaných plytkých obehov a v prípadnej schopnosti vytvoriť sieť diskontinuit s hlbším obehom podzemnej vody. Tieto vlastnosti vyplývajúce z litologického zloženia jednotlivých horninových typov zastúpených v tomto hydrogeologickom komplexe sú potom ešte umocnené morfológickou pozíciou jednotlivých litotypov, ako aj rozdielmi v efektívnych zrážkach v závislosti od nadmorskej výšky a expozície svahov. Tenké polohy priepustnejších karbonátov sú navzájom oddelené bridličnatými a slienitými polohami a nemôže tu teda dochádzať k významnejšiemu sústreďeniu podzemnej vody. Obeh podzemnej vody v rámci karbonátových polôh tohto hydrogeologického komplexu nesie výrazné črty usmerňovania prúdenia podzemnej vody nekarbonátovými, prevažne ílovcovo-slieňovcovými nepriepustnými alebo málo priepustnými polohami.

Hydrogeologický komplex triasových karbonátov mezozoika

Do hydrogeologického komplexu **triasových karbonátov mezozoika** patria vápence a dolomity stredného a vrchného triasu troch tektonických jednotiek – föderatskej obalovej sekvencie veporika, turnaika a silicika. Z týchto troch tektonických jednotiek sú vzhľadom na svoje plošné rozšírenie hlavným nositeľom podzemnej vody karbonáty **silicika**. Do föderatskej obalovej sekvencie veporika patria strednotriasové slienité kremité rohovcové vápence (s polohami tmavých bridlíc) föderatskej obalovej sekvencie veporika (vT2FV); dolomity stredného triasu föderatskej obalovej sekvencie veporika (dT2FV) a tektonity karbonatických hornín: bunkovité karbonáty – rauvaky – stredný trias föderatskej obalovej sekvencie veporika (rwT2FV). K tektonickej jednotke silicika, ktorá tu vystupuje vo forme muránskeho príkrovu, zaradíme tisoenské – furmanské, dachsteinské a svetlosivé a hnedasté vápence s rohovcami vrchného triasu muránskeho príkrovu silicika (vT3S); dolomity vrchného triasu muránskeho príkrovu silicika (dT3S); vápence stredného triasu muránskeho príkrovu silicika (gutensteinské, annaberské, reiflinské, schreyeralmské a steinalmské vápence a vápence wettersteinského typu) (vT2S) a dolomity stredného triasu muránskeho príkrovu silicika (dT2S). Hydrogeologický komplex triasových karbonátov mezozoika, ktorý tvoria vápence a dolomity stredného a vrchného triasu všetkých tektonických jednotiek,

sa vyznačuje krasovo-puklinovým až krasovým charakterom priepustnosti. V porovnaní s dolomitmi tu podzemná voda môže obiehať rýchlejšie a sú teda o to viac zraniteľné. Na druhej strane, zvýšená rýchlosť obehu môže eliminovať dôsledky najmä jednorazového alebo bodového znečistenia v kratšom časovom intervale, kým v prípade dolomitov sa môžu účinky znečistenia prejavovať pomalšie, ale dlhodobejšie. Dolomity sú menej heterogénne, prakticky len s puklinovým typom priepustnosti a s pomerne vysokou zásobnosťou, viazanou na početné systémy drobných puklín. Oba horninové typy však budujú vodohospodársky najvýznamnejšie oblasti s mohutnými sústredenými vývermi podzemnej vody, často využívanými ako dôležité zdroje na zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou.

Významnú úlohu pri obehú a predispozícii výverov podzemnej vody okrem litologického zloženia zohrávajú aj zlomové línie, na ktoré sa viaže väčšina vyvieraciek. Sú to predovšetkým okrajové zlomy (muránsky a suchodolský zlom), ktoré ohraničujú hydrogeologické štruktúry, a neogénne poklesové zlomy, ktoré sformovali Tisovský kras do asymetrického grabenu.

Horninové komplexy karbonátov mezozoika vystupujúce v Muránskej planine a Tisovskom krase možno rozdeliť na niekoľko základných skupín hydrogeologických štruktúr. V prvom rade toto členenie závisí od ich príslušnosti k jednotlivým tektonickým jednotkám – siliciku, turnaiku a veporiku. V zjednodušenej priestorovej schéme geologickej stavby oblasti takto existuje niekoľko nad sebou uložených tektonických jednotiek – hydrogeologických celkov, v ktorých sú vysoko priepustné karbonátové stredno- a vrchnotriasové „spodné podlažia“ oddelené od seba málo priepustnými, najmä spodnokriedovými „tesneniami“. Okrem týchto hraničných podmienok je obeh podzemnej vody navyše často obmedzený tektonickou redukciou niektorých členov tektonických jednotiek v priebehu nasúvania a ich neskoršou deformáciou popaleogénnymi tektonickými prejavmi. Takto vzniklo niekoľko izolovaných hydrogeologických štruktúr so samostatným režimom a obehom podzemnej vody, budovaných triasovými karbonátmi mezozoika. Sú to:

- a) hydrogeologická štruktúra Tisovského krasu,
- b) hydrogeologická štruktúra kučalašskej trosky,
- c) hydrogeologická štruktúra Muránskej planiny.

Hydrogeologický komplex kryštalinika a mladšieho paleozoika tvorí po obvode aj v podloží ohraničenie krasovo-puklinových vôd všetkých týchto hydrogeologických štruktúr (Tisovského krasu, kučalašskej trosky a Muránskej planiny) a zároveň ich od seba oddeľuje. V nadloží týchto štruktúr je lokálne zachovaný hydrogeologický komplex podtatranskej skupiny. Takisto aj hydrogeologický komplex kvartérnych sedimentov je len slabo vyvinutý a relatívne málo zvodnený. Hydrogeologické štruktúry Tisovského krasu, kučalašskej trosky a Muránskej planiny sú podľa klasifikácie Kullmana (1990) uzavreté hydrogeologické štruktúry. Tieto štruktúry sa dopĺňajú zrážkovou vodou a doplňujúcim evidovateľným prítokom povrchovej vody z územia mimo štruktúry (Tisovský kras: Rimava, Furmanec, Rejkovský potok a pravostranný prítok Bôrového potoka v oblasti Bôrovej; kučalašská troska: Furmanec a potok v doline Koryto, Muránska planina: potoky Stračaník a Župkov na SV štruktúry). Odvodňujú sa v plnom rozsahu prameňmi alebo povrchovými tokmi, v prípade Tisovského krasu a kučalašskej trosky bez skrytých prestupov podzemnej vody z hydrogeologických štruktúr, takže je možná evidencia všetkých vstupujúcich aj vystupujúcich vôd meraním výdatnosti prameňov a prietoku povrchových tokov. Hydrogeologická štruktúra Muránskej planiny sa odvodňuje aj skrytými prestupmi podzemnej vody do toku Hrona medzi Červenou skalou a Zlatnom. Obeh a režim podzemnej vody hydrogeologických štruktúr Muránskej planiny, Tisovského krasu a kučalašskej trosky závisí najmä od troch faktorov:

1. rozdielnosti hydrogeologického charakteru jednotlivých súvrství,
2. morfológie nepriepustného, najmä spodnotriasového súvrstvia ílovitých bridlíc,
3. zlomovej tektoniky, najmä na ssv.-jjz. poklesových zlomoch a menej na muránskom a tisovskom zlome.

Hydrogeologický komplex triasových karbonátov mezozoika tvoria tri tektonické jednotky, ktoré majú vo vyčlenených hydrogeologických štruktúrach rôzne zastúpenie. Najspodnejšou jednotkou je föderatská sekvencia, ktorej stredno- až vrchnotriasové karbonáty (tuhárska sukcesia) sú zachované len lokálne a netvoria súvislejšie výskyty, preto ich hydrogeologický význam aj napriek dobrým kolektorovým vlastnostiam je minimálny. Tieto karbonáty sú často rauvakizované a podrvené, čo spôsobuje, že veľmi rýchlo podliehajú chemickému zvetrávaniu. Pramene, ktoré ich odvodňujú, vystupujú na povrch buď vnútri karbonátového komplexu vo forme krasovo-puklinových a sutinovo-vrstvových prameňov, alebo na styku s nepriepustnými klastickými metasedimentmi a kryštalinikom vo forme vrstvových prameňov.

Triasové karbonáty föderatskej obalovej sekvencie

Karbonáty föderatskej sekvencie majú oproti karbonátom silicika oveľa menšie plošné rozšírenie (0,84 km²), v hodnotenom území sú zachované len lokálne. Odvodňuje ich 16 prameňov, ktorých celková výdatnosť je 15,07 l . s⁻¹. Z tohto komplexu vytekajú štyri pramene s jednorazovo zistenou výdatnosťou vyššou ako 1,00 l . s⁻¹, pričom najmohutnejší je prameň č. 1 (vyvieračka Pod Dielom) s priemernou výdatnosťou 6,61 l . s⁻¹ (za pozorované obdobie hydrologických rokov 1975 – 1997). Všetky tieto uvedené pramene vyvierajú z hydrogeologickej štruktúry kučalašského masívu (Wiesengangerová-Vojtková, 2000). Vyvieračka Pod Dielom vyviera na tektonickom kontakte s veporským kryštalinikom a jej infiltračnou oblasťou sú pravdepodobne masívy Diel a Remeta. Charakter obehu podzemnej vody tohto prameňa je pravdepodobne výrazne krasový, pretože v jeho okolí sú vyvinuté povrchové krasové javy (bralá, misovité depresie, lokálne škrapové polia). Priemerná merná elektrická vodivosť podzemnej vody triasových karbonátov föderatskej sekvencie má pomerne vysokú hodnotu, 406 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$, čo poukazuje na veľmi dobrú rozpustnosť najmä rauvakizovaných polôh tuhárskej sukcesie a hlboký obeh podzemnej vody. Tento fakt potvrdzuje aj nízka teplota, ktorá sa pohybuje od 7,0 do 8,5 °C, v sutinových prameňoch je teplota trochu vyššia a pohybuje sa od 10,0 do 15,0 °C, pričom priemerná teplota prameňov tejto sekvencie je 9,1 °C.

Triasové karbonáty turnaika

V nadloží föderatskej sekvencie sa nachádzajú karbonáty tektonickej jednotky turnaika, ktorá však nedosahuje veľké plošné ani hrúbkové rozmery, a preto jej hydrogeologický význam je menší. Je zastúpená tektonickými brekciami a rauvakmi, gutensteinskými vrstvami a prevažne svahovými až panvovými fáciami stredno- až vrchnotriasových karbonátov. V hydrogeologickej štruktúre Tisovského krasu sa vyskytuje najmä v južnej časti územia v doline Rejkovského potoka a v oblasti furmanského polokna. V hydrogeologickej štruktúre kučalašskej trosky tvorí okrajový lem takmer okolo celej štruktúry. Karbonáty turnaika sa v rámci obidvoch hydrogeologických štruktúr rozprestierajú na ploche 2,93 km² a odvodňuje ich 22 prameňov s celkovou výdatnosťou 11,59 l . s⁻¹. Obidve štruktúry spolu majú priemernú výdatnosť z tohto hydrogeologického komplexu 1,66 l . s⁻¹, celkovú priemernú mernú elektrickú vodivosť 375 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ a teplotu 10,0 °C. V prípade Tisovského krasu do karbonátov turnaika vteká voda v ponore Čipkove jamy, pričom výverová oblasť ponornej vody nie je známa a nepodarilo sa ju identifikovať ani farbiacou skúškou (Wiesengangerová-Vojtková, 2000). V hydrogeologickej štruktúre Muránskej planiny je turnaikum hlboko v podloží silicika a zúčastňuje sa pravdepodobne len na najhlbšom obehu malého množstva podzemnej vody.

Tektonické brekcie a rauvaky turnaika vystupujú na povrch v úzkych pruhoch na sz. svahu vrchu Javorina (971 m n. m.) a na jz. svahu vrchu Pacherka (960 m n. m.) sa odvodňujú len jedným prameňom, ktorého jednorazovo zdokumentovaná výdatnosť bola 2,91 l . s⁻¹ z plochy 0,09 km². Voda tohto prameňa drénuje aj nadložné karbonáty turnaika a silicika. Pre svoje malé a izolované plošné rozšírenie (0,02 km²) gutensteinské vrstvy sa neodvodňujú žiadnym prameňom. Stredno- až vrchnotriasový karbonátový komplex turnaika sa odvodňuje 21 prameňmi, ktoré sú prevažne sutinovo-vrstvové, prípadne krasovo-puklinové. Z nich len dva sa nachádzajú v hydrogeologickej štruktúre kučalašského masívu. Celková priemerná merná elektrická vodivosť týchto prameňov je 455 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$, priemerná výdatnosť je 0,41 l . s⁻¹ a priemerná teplota je zvýšená a pohybuje sa okolo 11,5 °C. Je to spôsobené tým, že väčšina prameňov vyviera na lúkach, kde sa voda rýchlo prehrieva. Najvýdatnejším prameňom tohto komplexu je prameň č. 62, ktorého okamžitá výdatnosť je 4,50 l . s⁻¹ a voda z neho sa po 300 m stráca v už spomínanom ponore Čipkove jamy. Ďalším výdatnejším prameňom je prameň č. 81, ktorý má okamžitú výdatnosť 1,00 l . s⁻¹.

Triasové karbonáty silicika

Vodohospodársky najvýznamnejšou časťou hydrogeologického komplexu triasových karbonátov sú karbonáty silicika, reprezentované muránskym príkrovom. Ich plošné rozšírenie na zmapovanom území je najrozsiahlejšie, majú rozlohu 131,88 km². Tieto vápence a dolomity tvoria najsúvislejší kolektor podzemnej vody. Z vodárenského hľadiska sú najvýznamnejšie, pretože vytvárajú sústredené vývery s vysokou výdatnosťou. Priemerná výdatnosť prameňov vyvierajúcich z triasových karbonátov silicika je 1,95 l . s⁻¹. Azda najpriepustnejšie sú tu steinalmské a wettersteinské vápence s priemernou výdatnosťou 3,15 l . s⁻¹ a tisovské a dachsteinské vápence s priemernou výdatnosťou 3,14 l . s⁻¹. Priemerná teplota vody prameňov v siliciku je 10,5 °C a priemerná merná elektrická vodivosť 475 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$, čo poukazuje na hlboký obeh podzemnej vody.

Hydrogeologický komplex kryštalinika a mladšieho paleozoika

Do hydrogeologického komplexu **kryštalinika a mladšieho paleozoika** patria horniny kryštalinika, t. j. granitoidy a metamorfity, ako aj horniny preddruhohorného sedimentárneho obalu viacerých tektonických jednotiek gemerika a veporika – kráľovohoľského komplexu, hronského komplexu, hybridného komplexu kryštalinika a obalovej föderatskej sekvencie. Patria sem nasledujúce hydrogeologické jednotky rozlíšene na mape: k veporiku patria granity, granodiority, tonality a blastomylonity granitoidov kráľovohoľského komplexu veporika (gV); migmatity, ortoruly, pararuly, amfibolovce, výrazne usmernené hybridné granitoidy, diafiority (fylonity) a tektonity kráľovohoľského a hybridného komplexu veporika (mKHV); ortoruly (muránsky komplex), amfibolity, diafiority a tektonity hronského komplexu veporika (mHV); perm föderatskej obalovej sekvencie veporika: arkózovité konglomeráty, pieskovce, arkózy a arkózové droby (rimavské súvrstvie), sericitické kremence a metakonglomeráty (kpPFV). Ku gemeriku patria slabo metamorfované bazické a kyslé vulkanity karbónu ochtinského súvrstvia gemerika (mvCPGO); bridlice (miestami grafitické), pieskovce, kvarcity, zlepenca a telesá dacitov a ich vulkanoklastík, miestami metamorfované, permu a karbónu ochtinského súvrstvia gemerika (bpCPGO). V zátvorkách za názvami hydrogeologických jednotiek je uvedený aj ich rozlišovací index.

V skúmanej oblasti Muránskej planiny a Tisovského krasu vystupujú horniny kryštalinika a mladšieho paleozoika prevažne na okrajoch, vnútri sa nachádza iba izolovaný „ostrov“ granitoidov v Hrdzavej doline nad Muráňom. Tento hydrogeologický komplex tvoria prevažne granitoidy veporského kryštalinika (karbón) a zvyšky ich metamorfovaného plášťa prevažne pôvodne sedimentárnych hornín (kryštalické bridlice, svory, pararuly a migmatity, pravdepodobne staropaleozoického veku). V oblasti Magnetového vrchu (severne od Tisovca) a jeho okolia k nim pristupujú neogénne subvulkanické telesá dioritov a andezitov s malým plošným rozšírením, ktoré však už zaraďujeme do hydrogeologického komplexu terciérnych neovulkanitov. V tomto hydrogeologickom komplexe sa nachádzajú aj tri vývery banskej vody vytekajúcej priamo zo zavalených štôlní (pozri kapitolu 8. *Banská voda*).

Tieto horniny charakterizuje puklinová priepustnosť. Obeh podzemnej vody závisí od formy, priestorového rozloženia, hustoty a roztvorenia plôch puklinovitosti a od stupňa a charakteru zvetrania a podpovrchového rozpojenia horninového masívu. Horninové prostredie kryštalinika sa vyznačuje puklinami prvotnej odlučnosti, puklinami tektonického pôvodu a puklinami vzniknutými v dôsledku pôsobenia exogénnych geologických síl (zóny zvetrávania). Obeh podzemnej vody sa v týchto horninách viaže na rozvetranú pripovrchovú zónu, siahajúcu do hĺbky 30 – 50 m. Roztvorenie puklín a tým aj priepustnosť sa znižuje s pribúdajúcou hĺbkou v exponenciálnej závislosti. Lokálne môžu byť hĺbka a rozsah obehových ciest zintenzívnené tektonickým porušením masívu (dolinová priepustnosť; Jetel, 1989). Zvýšená priepustnosť a filtračná heterogenita v týchto podmienkach závisí najmä od tektonickej histórie územia, od rozloženia smerov ťahu a tlaku najmä v poslednej horotvornej fáze. Z genetických typov puklín sú z hydrogeologického hľadiska najvýznamnejšie sekundárne pukliny vzhľadom na genézu hornín – sú to pukliny pripovrchového rozvoľňovania masívu a tektonické pukliny. Predpokladá sa, že hydrogeologický význam starších predalpínskych zlomových štruktúr je celkom zotretý mladšou tektonikou alpínskeho orogénu. Hydrogeologicky najvýznamnejšie sú pukliny viazané na zlomové poruchy, resp. ich širšiu oblasť, ktoré majú väčší hĺbkový a dĺžkový dosah (Kullman et al., 1978).

Zrážková voda, resp. podzemná voda generovaná z jarného topenia snehu a intenzívnejších jarných a jesenných zrážok tento hydrogeologický komplex transformuje na veľké množstvo malých prameňov. Obeh podzemnej vody je tu teda veľmi rozptýlený, hoci viaceré pramene najmä v najvyšších častiach pohoria môžu dosahovať sezónne maximá aj viac ako $10 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. O rozptýlenosti obehových ciest podzemnej vody v hydrogeologickom komplexe kryštalinika a mladšieho paleozoika svedčí aj veľmi nízka hodnota koeficientu sústredenia podzemnej vody, 0,04.

Stredná hodnota hustoty prameňov v granitoidoch je $11,4$ prirodzených výverov na 1 km^2 . K tomuto číslu však treba podotknúť, že vychádza len zo zdokumentovaných prameňov, najčastejšie s výdatnosťou vyššou ako $0,05 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, takže skutočná hustota prameňov je ešte vyššia. Zdokumentované pramene majú priemernú výdatnosť v letnom období $0,42 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ a priemernú teplotu vody $7,8 \text{ }^\circ\text{C}$. Na svahoch pokrytých hrubými sutinovými osypmi obieha podzemná voda často veľmi plytko pod povrchom, nechránená temer nijakým pôdnym krytom. Hoci majú teda horniny mladšieho paleozoika podobné hydrofyzikálne vlastnosti ako granitoidy, zdajú sa viac regionálnym izolátorom, než je to v prípade hornín kryštalinika. Najmä

v prípade grafitických bridlíc ochtinského súvrstvia gemerika dochádza k zvýšenému utesňovaniu puklín produktmi zvetrávania, resp. ich vznik v pripovrchovej zóne a zóne odľahčovania je limitovaný značnou plasticitou tohto súvrstvia. To podmieňuje jeho charakter tesniacej – izolujúcej – hydrogeologickej jednotky.

Hydrogeologický komplex kryštalinika a mladšieho paleozoika tvorí obvodový lem hydrogeologických štruktúr Muránskej planiny, Tisovského krasu a kučalašskej trosky a pri hydrogeologickom mapovaní bol skúmaný len okrajovo. Je charakteristický veľkým počtom málo výdatných prameňov (33), ktoré sú rozptýlené na ploche 4,98 km², a absenciou sústredených výverov podzemnej vody. Priemerná výdatnosť prameňov veporského kryštalinika je 0,22 l · s⁻¹ a tisovského intruzívneho komplexu je 0,14 l · s⁻¹ (sumárna priemerná výdatnosť z celého komplexu je 0,17 l · s⁻¹). Najvýdatnejší prameň tohto hydrogeologického komplexu je prameň č. 205 s jednorazovo zdokumentovanou výdatnosťou 1,57 l · s⁻¹. Pramene sú charakteristické nízkou mernou elektrickou vodivosťou, ktorej priemerná hodnota dosahuje 184 μS · cm⁻¹, čo poukazuje na plytký obeh podzemnej vody a nízky obsah rozpustených látok v tejto vode. Nízkou mernou elektrickou vodivosťou podzemnej vody kryštalinika ovplyvňuje veľmi slabé chemické zvetrávanie hornín kryštalinika v našich klimatických podmienkach a ich chemické zloženie. Teplotné charakteristiky týchto prameňov sú rozdielne a závisia od typu prameňa. Sutinovo-puklinové pramene s veľmi plytkým obehom majú teplotu vyššiu ako 10 °C a teplota prameňov s hlbším obehom (vrstvomé, puklinové) sa pohybuje od 7,0 do 10,0 °C. Výnimku tvorí prameň (č. 103), ktorý je najchladnejší v celom zmapovanom území. Jeho teplota dosahuje len 6,4 °C. Celková priemerná teplota prameňov tohto hydrogeologického komplexu je 9,7 °C a predpokladaná teplota horninového masívu kryštalinika a mladšieho paleozoika je od 7,0 do 9,0 °C.

Pramene situované v prostredí mladšieho paleozoika föderatskej sekvencie majú priemernú výdatnosť 0,27 l · s⁻¹ a priemernú mernú elektrickú vodivosť 162 μS · cm⁻¹, ktorá je ovplyvnená charakterom zvetrávania týchto hornín a ich chemickým zložením. Teplota týchto prameňov sa pohybuje od 7,5 do 15,2 °C a priemerná teplota je 10,2 °C.

Z prostredia dobšinskej skupiny vyteká len jeden prameň, ktorý má výdatnosť 0,21 l · s⁻¹, mernú elektrickú vodivosť 256 μS · cm⁻¹ a teplotu 14,6 °C. Na základe relatívne vysokej mernej elektrickej vodivosti predpokladáme, že podzemná voda prestupuje aj z nadložného ochtinského súvrstvia, ktoré obsahuje karbonátovú prímes.

Pramene vytekajúce z klastických sedimentov turnaika sú najmenej výdatné, s priemernou hodnotou výdatnosti len 0,12 l · s⁻¹. Ich merná elektrická vodivosť je 184 μS · cm⁻¹ a priemerná teplota 12,4 °C, čo poukazuje na fakt, že sú prevažne situované do zóny zvetrávania a rozpukania ílovitých bridlíc s veľmi plytkým obehom. Tento horninový celok tvorí najvýznamnejší izolátor hydrogeologického komplexu triasových karbonátov, ktorý je situovaný bezprostredne nad ním.

5.2.2. Charakteristika obehu a režimu podzemnej vody jednotlivých hydrogeologických štruktúr triasových karbonátov

Hydrogeologická štruktúra kučalašskej trosky

Prúdenie podzemnej vody v hydrogeologickej štruktúre kučalašskej trosky je v horninách tuhárskej sukcesie föderatskej sekvencie pravdepodobne v smere zo SZ až Z na JV až V a podzemná voda migruje po plochách bridličnatosti a puklinách, ktoré sú sklonené na JV až V. Podložie triasových karbonátov föderatskej sekvencie tvoria verfénske bridlice, ktoré vytvárajú tejto vode izolujúcu bariéru. V hydrogeologickej štruktúre kučalašskej trosky sa na odvodňovaní karbonátov silicika podieľajú Čertova vyvieračka (10 l · s⁻¹), Strieborná vyvieračka (3,17 l · s⁻¹) a Bánovská vyvieračka (2,15 l · s⁻¹; Wiesengangerová-Vojtková, 2000).

Merný odtok podzemnej vody z hydrogeologickej štruktúry kučalašskej trosky odvodzujeme na základe analógie s hydrogeologickou štruktúrou Tisovského krasu (pozri ďalší text), a to 12,2 l · s⁻¹ · km⁻².

Hydrogeologická štruktúra Tisovského krasu

V štruktúre Tisovského krasu s. s. sa hydrogeologický celok karbonátového komplexu föderatskej sekvencie nachádza prakticky len na jeho západnom okraji. Tento celok tvorí doliny Bánová a Pohorelá (Furmanská dolina), Tepličné a Bôrová (dolina Klenovskej Rimavy). Výdatnosť prameňov je malá

a nedosahuje hodnoty väčšie ako $0,75 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Predpokladáme, že prúdenie podzemnej vody v karbonátoch föderatskej sekvencie závisí najmä od geomorfológie terénu.

Merný odtok podzemnej vody v Tisovskom krase stanovila Wiesengangerová-Vojtková (2000) na základe výdatnosti prameňov a plochy, ktorú odvodňujú, na $12,15 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Plocha $20,45 \text{ km}^2$ sa odvodňuje 102 prameňmi so sumárnou výdatnosťou $248,87 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, čo predstavuje 86,12 % z celkovej výdatnosti 213 prameňov v Tisovskom krase.

V karbonátoch silicika Tisovského krasu sa nachádza najviac sústredených výverov podzemnej vody vo forme krasových vyvieraciek: Teplica ($73,49 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), Vo Furmanci ($50 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), Pod Hradovou ($23,03 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) a Periodická vyvieracka $20,50 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (Wiesengangerová-Vojtková, 2000). Prehľad výsledkov dlhodobých pozorovaní výdatnosti prameňov Slovenským hydrometeorologickým ústavom je uvedený v tab. 5.2.1.

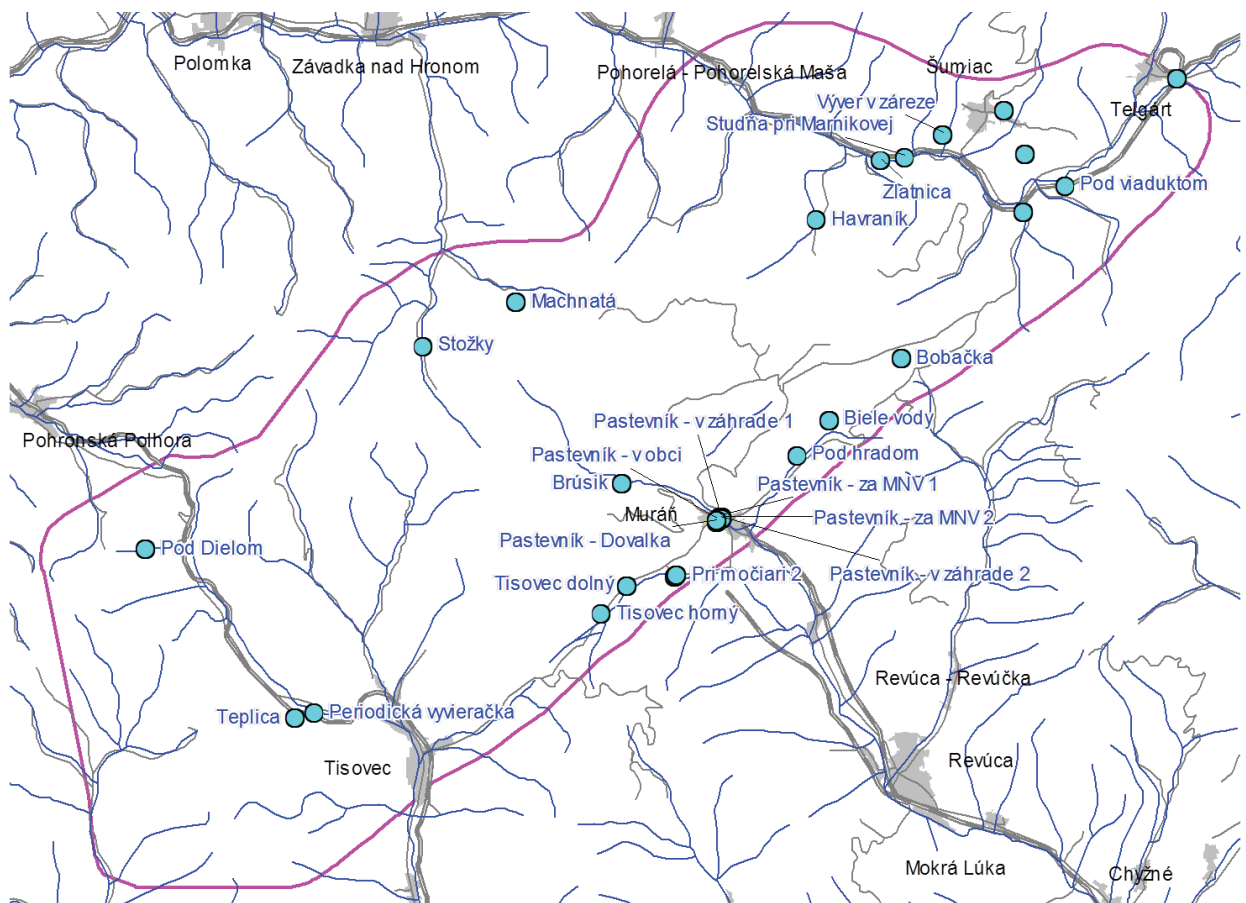
Tab. 5.2.1. Prehľad výsledkov pozorovaní výdatnosti prameňov na území Muránskej planiny a Tisovského krasu do r. 2002 (podľa údajov SHMÚ). Pozn.: viaceré údaje sa môžu líšiť od hodnôt udávaných v ročenkách SHMÚ z jednotlivých prameňov, pretože v tejto tabuľke sú zohľadnené aj pozorovania prameňov vedených v databáze SHMÚ ako „povrchové toky“.

Číslo pram. na mape	Číslo pram. SHMÚ	Lokalita	Názov	Nadm. výška [m]	Hodnotené obdobie	Qmin. [$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$]	Qpriem. [$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$]	Qmax. [$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$]
601	1 207; 6 952	Zlatno	Výver pri železničiarском domčeku, Vývieracka žel. domček, tiež Studňa pri Marnikovej, Pri strážnom domčeku alebo Stará píla	760	1967 – 1984	3,66	20,11	136,00
589	1 223	Zlatno	Teplica č. 1	750	1967 – 1971	50,40	92,02	200,00
585	1 224	Zlatno	Teplica č. 2	750	1967 – 1971	19,15	46,86	118,50
580		Zlatno	Zlatnica	755	1972 – 1975	1,40		8,00
561	1 235; 6 955	Zlatno	Havraník	775	1967 – 1985	6,00	158,77	4 140,00
617	6 940	Šumiac	Výver v záreze, Výver pri železničnej trati	617	1972 – 1987	21,00	32,80	86,00
227	1 222	Závaдка nad Hronom – Dudlavka	Stožky	820	1992 – 2003	1,89	21,72	154,00
555	1 907	Muráň, Cigánka	Pod hradom	425	1971 – 2003	1,00	358,04	8 872,00
566	1 908	Muráň	Biele vody	540	1971 – 2003	0,00	20,59	630,00
650	6 912	Červená skala – Telgárt	Vývieracka Pod viaduktom	825	1971 – 1989	27,00	172,67	4 580,00
419	1 928	Muráň, Hrdzavá dolina	Brúsik	550	1971 – 2003	0,34	14,31	190,00
497	1 909; 7 765	Muráň	Pastevník – V záhrade 1	395	1971 – 1987	1,00	41,98	335,00
498	1 909; 7 765	Muráň	Pastevník – V záhrade 2	395	1971 – 1987	1,00	41,98	335,00
501	1 909; 7 766	Muráň	Pastevník – Pri MNV 1	395	1971 – 1987	7,00	153,36	1 530,00
502	1 909; 7 766	Muráň	Pastevník – Pri MNV 2	395	1971 – 1987	7,00	153,36	1 530,00
497; 498; 501; 502	1 909	Muráň	Pastevník	395	1991 – 2002	46,00	187,67	1 501,00
492	1 911; 7 764	Muráň	Pastevník – Dovalka	395	1971 – 2003	0,00	46,10	920,00
491	1 910; 7 763	Muráň	Pastevník – V obci	394	1971 – 2003	0,00	91,97	1 813,00
331	1 216	Závaдка nad Hronom – Nehovo	Machnatá	865	1967 – 1985	11,20	60,21	557,00
455	1 927; 7 775	Muránska Lehota	Pri močiari 1	390	1971 – 2003	1,00	29,24	173,40
456	1 914; 7 774	Muránska Lehota	Pri močiari 2	390	1971 – 1995	0,00	17,94	186,00
411	1 913; 7 770	Muráň	Tisovec – horný, tiež Vyvieracka pri ceste 2	440	1971 – 2003	0,00	45,83	288,00
423	1 912; 7 771	Muráň	Tisovec – dolný, tiež Vyvieracka pri ceste 1	420	1988 – 2003	0,00	148,06	2 711,00
598	1 915; 7 780	Muránska Huta	Bobačka	755	1971 – 2003	0,00	58,78	845,00
1	1 953	Tisovec	Pod dielom	670	1971 – 2003	1,42	6,52	26,70
316	1 954	Tisovec	Šajba	316	1971 – 1989	0,64	3,35	22,80
123		Furmanec	Teplica	480	1971 – 1967	5,25	66,11	523,00
149		Furmanec	Periodická vyvieracka	465	1996	2,43	20,50	69,20

V hydrogeologickej štruktúre Tisovského krasu vystupujú početné jaskynné systémy sprostredkujúce pohyb krasovej podzemnej vody. Prevažujúce preferenčné prúdenie krasovej podzemnej vody je na povrchu sledované početnými líniovými závrťmi, napríklad v oblasti Suchých dolov v hydrogeologickej štruktúre Tisovského krasu, kde sa dá pomocou nich sledovať podzemný tok od ponorov až po vyvierajúcu Teplica. Prameň (č. 123 – vyvierajúca Teplica) je zároveň aj najväčšou vyvierajúcou v Tisovskom krase s priemernou výdatnosťou $73,49 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (max. okolo $700 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$; min. $5,25 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$). Vyvierajúca Teplica odvodňuje prakticky celú oblasť Suchých dolov a napája sa ponormi Michňová, Netopierov, Daxner I a Daxner II, overenými farbiacimi skúškami (Kámen, 1963b), a infiltrovanou vodou v tejto oblasti a v masíve Keřeška-Tepličné. Pohyb podzemnej vody je z oblasti Suchých dolov smerom na SSV do doliny Furmanca.

Na rozdiel od Mišíka (1953), ktorý za infiltračnú oblasť Periodickej vyvierajúcej považoval masívy Hradovej a Káštera, Wiesengangerová-Vojtková (2000) predpokladá, že táto oblasť je na severných svahoch vrchu Grúniky (790 m n. m.) a možno sčasti aj v západnej časti vrchu Hradová (887 m n. m.). Predpokladalo sa, že aj voda z ponorov Daxner I a Daxner II odvádza vodu do tejto vyvierajúcej, ale táto domnienka sa farbiacimi skúškami nepotvrdila (Kámen, 1963b). Zafarbená voda vytiekla vo vyvierajúcej Teplica. Nevylučujeme možnosť, že s Periodickou vyvierajúcou môžu súvisieť aj ponory v Hlbokom jarku – PN 1 a PN 2. Usudzujeme tak na základe vyššej nadmorskej výšky, ako má Periodická vyvierajúca (+10 m; pri spočítaní aj s hĺbkou jazier +35 m) a priaznivého litologického zloženia, kde smerom na sever od týchto ponorov sú len dobre priepustné karbonáty silicika (wettersteinské dolomity, steinalmské a wettersteinské vápence). Druhá, reálnejšia možnosť odvádzania vody z týchto ponorov je do vyvierajúcej Pod Hradovou, ktorá má tiež neznámu infiltračnú oblasť. Predpokladáme však, že v tomto prípade infiltračnú oblasť tvoria južné svahy vrchov Hradová (887 m n. m.) a Grúniky (790 m n. m.).

Okrem Periodickej vyvierajúcej a vyvierajúcej Pod hradom sa masív Hradovej odvodňuje aj vyvierákami situovanými v doline Rimavy priamo v meste Tisovec. Ide o prameň (č. 218 – vyvierajúca Tisovec-v meste) a skrytú vyvierajúcu (č. 216) priamo v rieke Rimava, ktorá však možno odvodňuje aj vrch Čeremošná (749 m n. m.). Skrytú vyvierajúcu je možné vizuálne pozorovať len vtedy, keď je tok Rimavy



Obr. 5.2.1. Priestorová pozícia všetkých režimovo pozorovaných prameňov na území Muránskej planiny a Tisovského krasu do r. 2002 (pozorovania SHMÚ).

po daždi zakalený a v mieste výveru nápadne vidieť čistú vodu, ktorá sa potom mieša s vodou v Rimave (pozri Choma in Wiesengangerová-Vojtková, 2000, ústna informácia). Výdatnosť tejto skrytej vyvierajúcej je možné zistiť len meraniami prietoku pri veľmi nízkych stavoch Rimavy.

Masív vrchov Kášter (975 m n. m.) a Pacherka (960 m n. m.) sa s najväčšou pravdepodobnosťou, okrem menších prameňov v jeho dolinkách, odvodňuje najmä vyvierajúcou Vo Furmanci, ktorá vyviera priamo v aluviálnych sedimentoch potoka Furmanec. Usudzujeme tak na základe relatívne veľkej plochy tohto masívu (asi 8 km²) a nízkeho odtoku z prameňov, ktoré odvodňujú tento masív. Jej okamžitá výdatnosť bola zhruba 50 l . s⁻¹ a merná elektrická vodivosť je 420 μS . cm⁻¹. Tá spolu s teplotou 9,0 °C poukazuje na jej hlboký obeh. Prakticky celý masív Káštera a Pacherky sa odvodňuje na juh do doliny Furmanec pravdepodobne aj skrytými vývermi, čo v tejto oblasti nie je výnimočný jav. Na skryté vývery upozornila aj Tereková (1988), ktorá pri skúmaní fyzikálno-chemických vlastností (mineralizácie a pH) vody potoka Furmanec zistila ich značnú variabilitu. Predpokladala, že s dĺžkou toku potoka bude hodnota mineralizácie stúpať. Furmanský potok však vykazuje značné rozdiely v mineralizácii na rôznych miestach v smere toku, čo je asi spôsobené skrytými vývermi, ktoré by mohli odvodňovať masív Káštera (975 m n. m.) a Pacherky (960 m n. m.). Tento masív okrem vyvierajúcej Vo Furmanci neodvodňuje žiadny väčší prameň.

Masív vrchu Rangaska (866 m n. m.) a možno sčasti aj Tepličného sa, naopak, pravdepodobne odvodňuje smerom na juh Bôrovou vyvierajúcou (26), ktorej jednorazovo zistená výdatnosť bola 7,9 l . s⁻¹. Jej teplota 8,9 °C a merná elektrická vodivosť 420 μS . cm⁻¹ zodpovedajú prameňom s hlbokým obehom a existuje tu možnosť, že vyvierajúca môže byť dotovaná vodou aj z ponoru Čipkove jamy. Bôrová vyvierajúca vyviera na tektonickom rozhraní wettersteinských dolomitov silicika a metakremencov fôderatskej sekvencie. Pohyb podzemnej vody v masíve Rangasky (866 m n. m.) je ovplyvnený geomorfológiou, pričom výdatnejšie pramene sú situované na južnom úpätí v doline Bôrového potoka.

Skryté prestupy podzemnej vody do povrchových tokov v hydrogeologických štruktúrach Tisovského krasu a kučalašskej trosky

V rokoch 1998 – 1999 sa v oblasti Tisovského krasu vykonalo podrobné hydrogeologické mapovanie (Wiesengangerová-Vojtková, 2000). Najvýznamnejším kolektorom podzemnej vody v tejto oblasti sú stredotriasové a vrchnotriasové karbonáty muránskeho príkrovu patriace k siliciku. V miestach budovaných triasovými karbonátmi dochádza často k vzájomnej komunikácii medzi podzemnou a povrchovou vodou. Pri hodnotení obehu a režimu podzemnej vody sa zistilo, že merný odtok podzemnej vody vo forme prameňov z masívu Kášter mal hodnotu len 3,49 l . s⁻¹. km⁻² a je niekoľkonásobne nižší ako analogické hodnoty z masívov Hradová a Javorina. Na skryté prestupy v tejto oblasti upozornila aj Tereková (1988), ktorá pri skúmaní fyzikálno-chemických vlastností (mineralizácie a pH) vôd potoka Furmanec zistila ich značnú variabilitu. Preto sa v lete roku 2001 vykonávali merania na zistenie skrytých prestupov podzemnej vody do povrchových tokov Rimava a Furmanec, a to jednak hydrometrickými metódami (na kvantifikáciu skryte prestupujúceho množstva), jednak geofyzikálnymi metódami – termometriou a rezistivimetriou s krokom merania 1,0 m (Vojtková a Malík, 2002). Celková dĺžka povrchových vodných tokov prechádzajúcich stredno- až vrchnotriasovými karbonátmi silicika v oblasti Tisovského krasu bola 8 477 m, pričom na toku Rimavy bol premeraný úsek dlhý 3 105 m, na hornom toku Furmanca 1 040 m (kučalašská troska) a na dolnom toku Furmanca 4 332 m (Tisovský kras). Na tejto celkovej dĺžke bolo kvalitatívne interpretovaných spolu 106 prestupov a prítokov, z toho na toku Rimavy 5 skrytých prestupov I. rádu, 19 skrytých prestupov II. rádu, 8 prameňov v blízkosti toku a 9 povrchových prítokov. Na hornom toku Furmanca v priestore kučalašskej trosky sa nezistili žiadne skryté prestupy podzemnej vody, boli identifikované 2 pramene v blízkosti toku, 3 povrchové prítoky a 1 ponor. Na dolnom toku Furmanca bolo kvalitatívne interpretovaných spolu 10 skrytých prestupov I. rádu, 17 skrytých prestupov II. rádu, 9 prameňov v blízkosti toku a 23 povrchových prítokov.

Najvýznamnejšie pravostranné anomálie na toku Rimavy sa zaznamenali na úseku 245 a 273 m, kde v prvom prípade nastala zmena teploty (pokles) a mernej elektrickej vodivosti (stúpnutie) oproti predchádzajúcemu stavu o 0,1 °C a 13 μS . cm⁻¹ a v druhom prípade pokles o 0,2 °C a 14 μS . cm⁻¹. Významné ľavostranné anomálie I. rádu sa zistili na úseku 565 m, keď zmena predstavovala stúpnutie o 0,1 °C a 12 μS . cm⁻¹, a na úseku 2 057 m, kde teplota klesla o 0,1 °C a merná elektrická vodivosť o 16 μS . cm⁻¹.

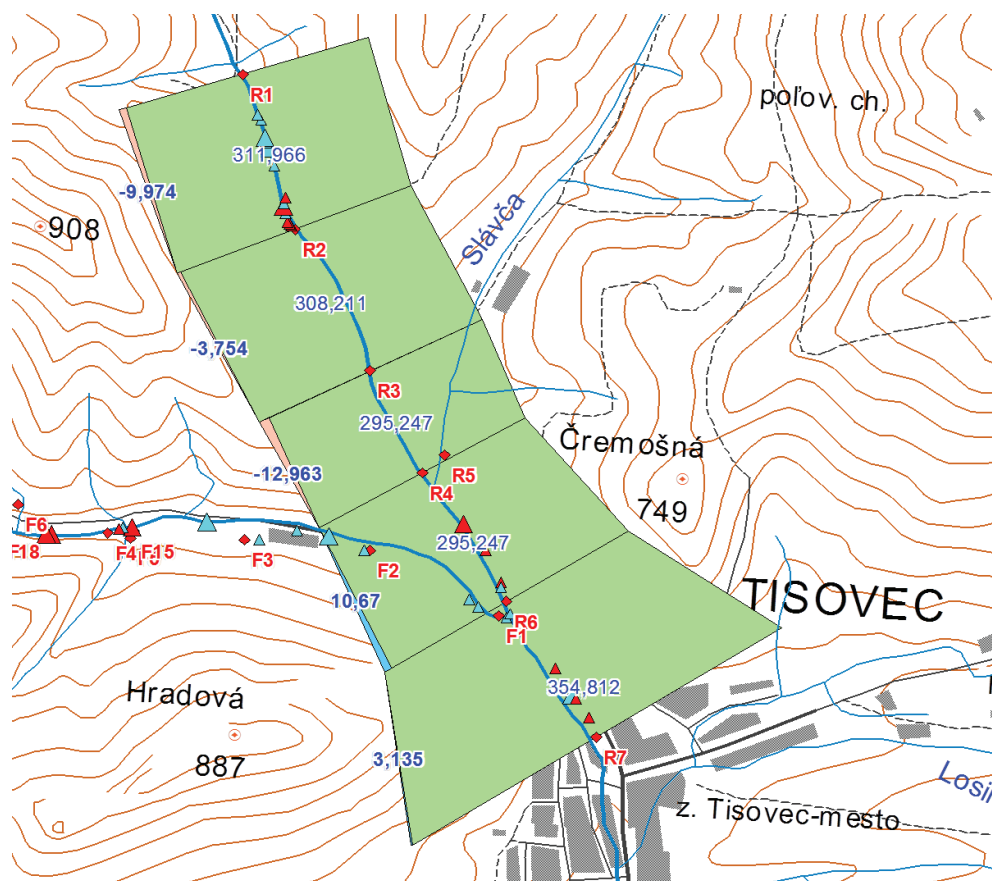
Na toku Furmanca sa identifikovalo väčšie množstvo skrytých prestupov I. rádu ako na Rimave. Najdôležitejšie anomálie z pravej strany toku boli na úsekoch 893 m (0,1 °C – pokles; 41 μS . cm⁻¹ – stúpnu-

tie), 1 087 m ($0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ – pokles; $20\ \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ – stúpnutie) a 3 410 m ($2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ – stúpnutie; $18\ \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ – stúpnutie). Najväčšie anomálie sme zistili na ľavej strane toku Furmanca na úseku 1 184 m, kde teplota klesla o $2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ a merná elektrická vodivosť stúpla o $60\ \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$, a na úrovni 2 629 m, kde rozdiel v mernej elektrickej vodivosti oproti pôvodným hodnotám stúpol o $185\ \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ a teplote klesol o $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Vojtková a Malík, 2002).

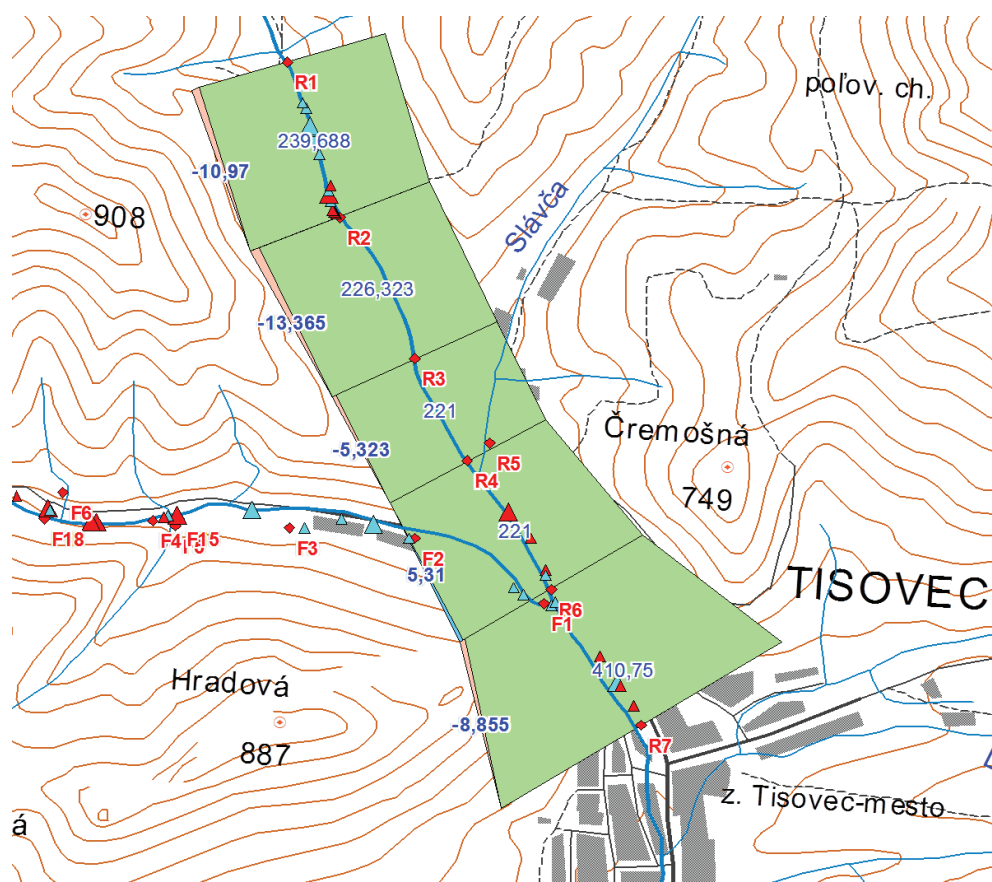
Geofyzikálnymi metódami sa zároveň podarilo zistiť aj niekoľko väčších výverov, ktoré sa pri hydrogeologickom mapovaní v rokoch 1998 – 1999 nezaznamenali pravdepodobne pre vyšší vodný stav v období mapovania. Ide väčšinou o pramene, ktorých výver je situovaný v blízkosti vodného toku (max. do vzdialenosti 1 m).

Tab. 5.2.2. Výsledky meraní prietoku na toku Rimavy nad Tisovcom realizovaných v dňoch 3. 8. 2001, 7. 8. 2001 a 16. 10. 2001 (spracované podľa Vojtkovej a Malíka, 2002).

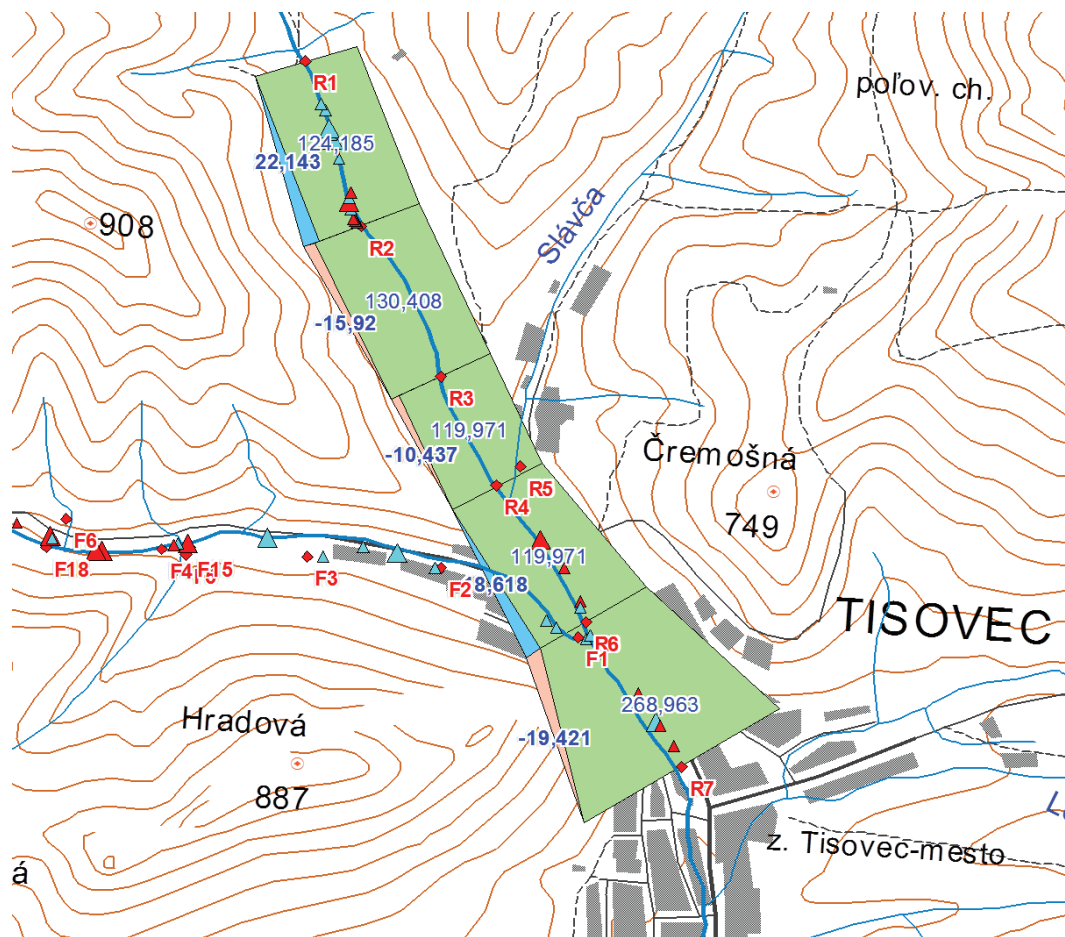
Lokalita	Vodný tok	Profil	Hlavný tok – prietok v l . s ⁻¹	Prítok – prietok v l . s ⁻¹	Prírastok/ úbytok v l . s ⁻¹
Merania zo dňa 3. 8. 2001					
50 m nad mostom pod dolinou Griľka	Rimava	R1	321,94		
600 m pod mostom pod dolinou Griľka	Rimava	R2	311,97		-9,97
Pri moste nad kaskádami	Rimava	R3	308,21		-3,76
200 m pod vchodom na cintorín	Rimava	R4	295,25		-2,96
Slávča-ústie	ľavostranný prítok	R5		48,89	
Pod cestným mostom cesty do Brezna	Rimava	R6	354,81		+10,67
Furmanec-ústie	pravostranný prítok	F1		183,11	
Limnigraf SHMÚ	Rimava	R7	541,06		+3,14
Merania zo dňa 7. 8. 2001					
50 m nad mostom pod dolinou Griľka	Rimava	R1	249,79		
600 m pod mostom pod dolinou Griľka	Rimava	R2	239,69		-10,10
Pri moste nad kaskádami	Rimava	R3	226,32		-13,37
200 m pod vchodom na cintorín	Rimava	R4	221,00		-5,32
Slávča-ústie	ľavostranný prítok	R5		42,16	
Pod cestným mostom cesty do Brezna	Rimava	R6	268,47		+5,31
Furmanec-ústie	pravostranný prítok	F1		151,14	
Limnigraf SHMÚ	Rimava	R7	410,75		-8,86
Merania zo dňa 16. 10. 2001					
50 m nad mostom pod dolinou Griľka	Rimava	R1	124,19		
600 m pod mostom pod dolinou Griľka	Rimava	R2	146,33		+22,14
Pri moste nad kaskádami	Rimava	R3	130,41		-15,92
200 m pod vchodom na cintorín	Rimava	R4	119,97		-10,44
Slávča-ústie	ľavostranný prítok	R5		25,47	
Pod cestným mostom cesty do Brezna	Rimava	R6	164,06		+18,62
Furmanec-ústie	pravostranný prítok	F1		124,32	
Limnigraf SHMÚ	Rimava	R7	268,96		-19,42



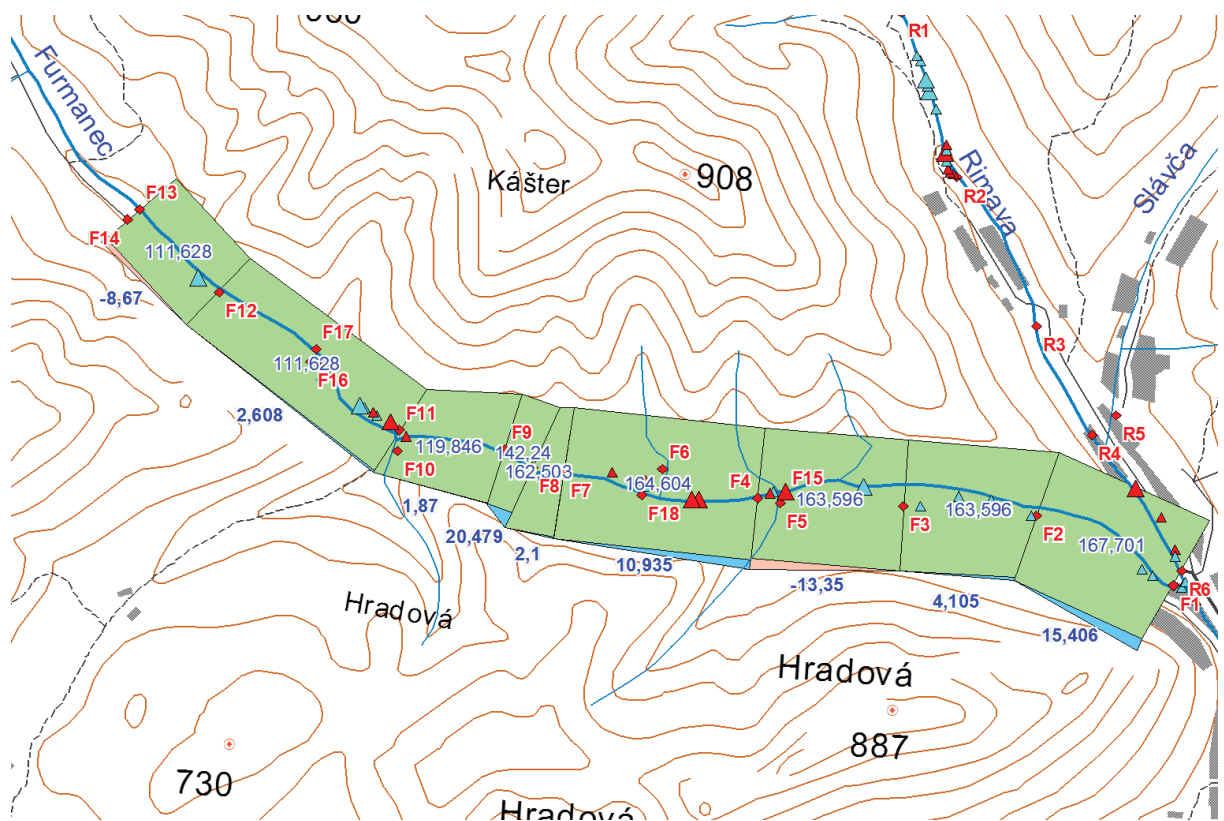
Obr. 5.2.2. Výsledky termometrických a rezistivimetrických meraní na toku Rimavy nad Tisovcom a meraní prietoku v tej istej oblasti realizovaných 3. 8. 2001 (podľa Vojtkovej a Malíka, 2002).



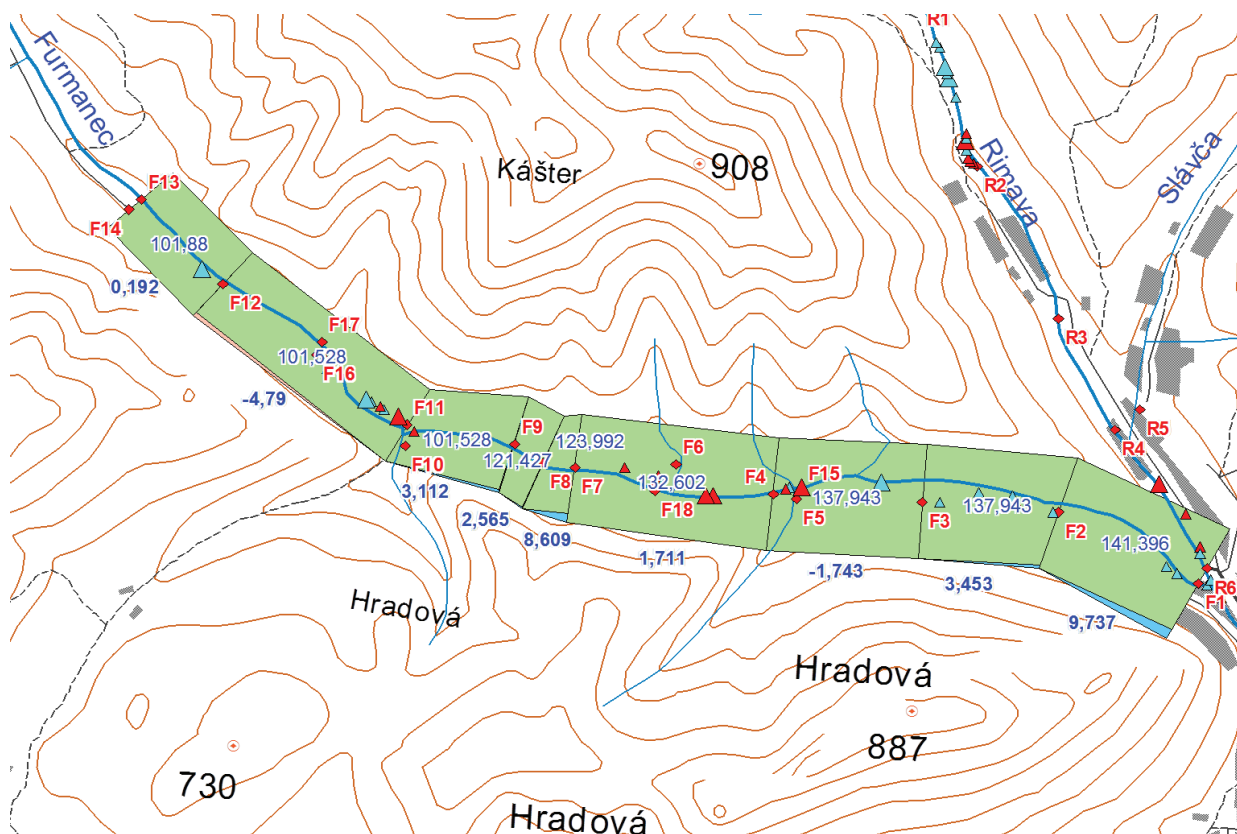
Obr. 5.2.3. Výsledky termometrických a rezistivimetrických meraní na toku Rimavy nad Tisovcom a meraní prietoku v tej istej oblasti realizovaných 7. 8. 2001 (podľa Vojtkovej a Malíka, 2002).



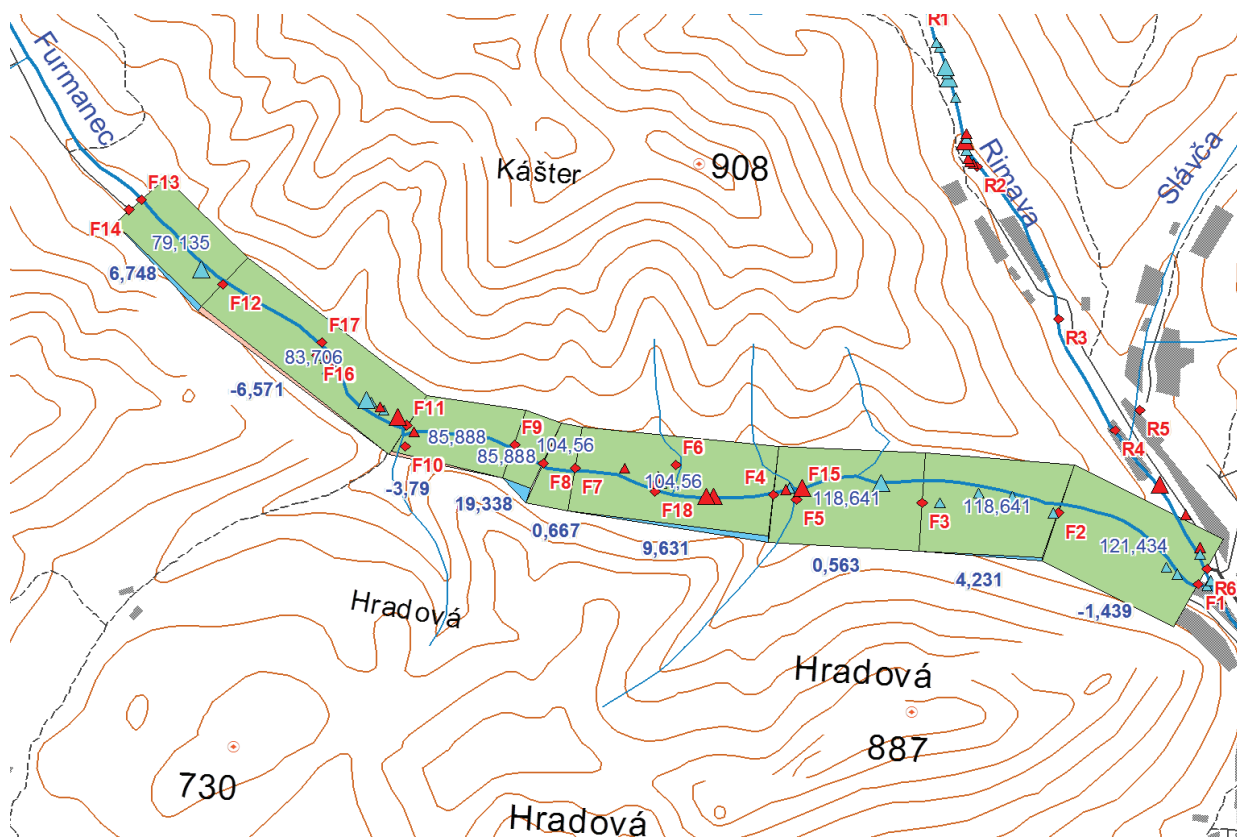
Obr. 5.2.4. Výsledky termometrických a rezistivimetrických meraní na toku Rimavy nad Tisovcom a meraní prietoku v tej istej oblasti realizovaných 16. 10. 2001 (podľa Vojtkovej a Malíka, 2002).



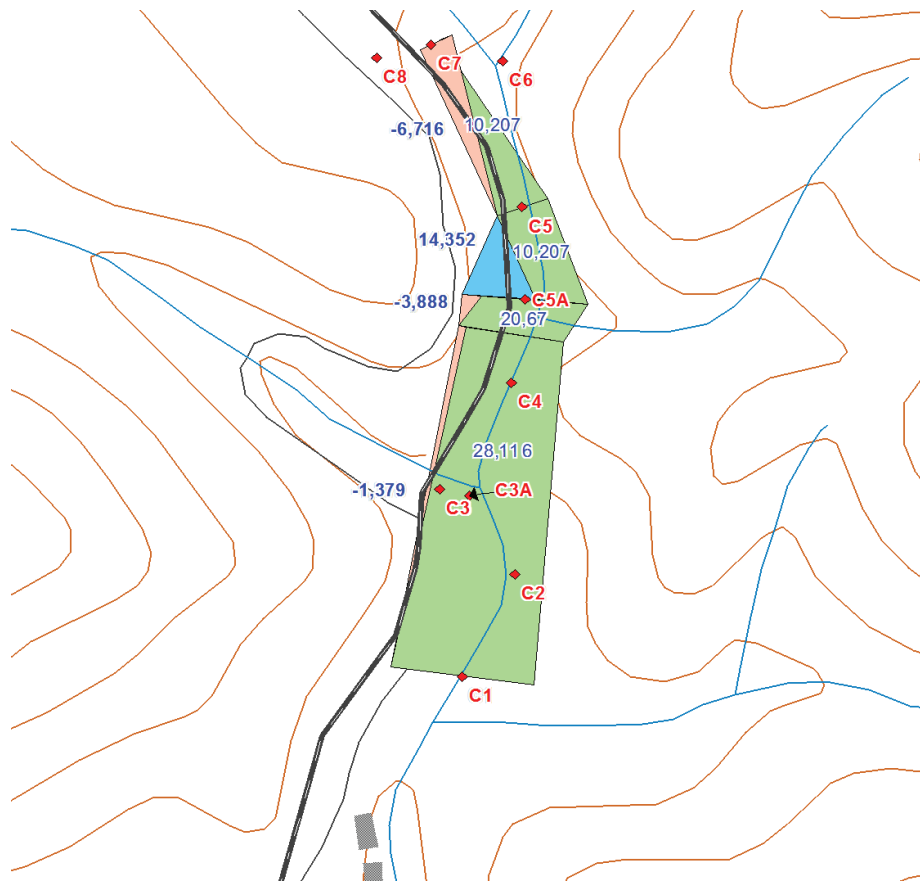
Obr. 5.2.5. Výsledky termometrických a rezistivimetrických meraní na dolnom toku Furmanca nad Tisovcom a meraní prietoku v tej istej oblasti realizovaných 4. 8. 2001 (podľa Vojtkovej a Malíka, 2002).



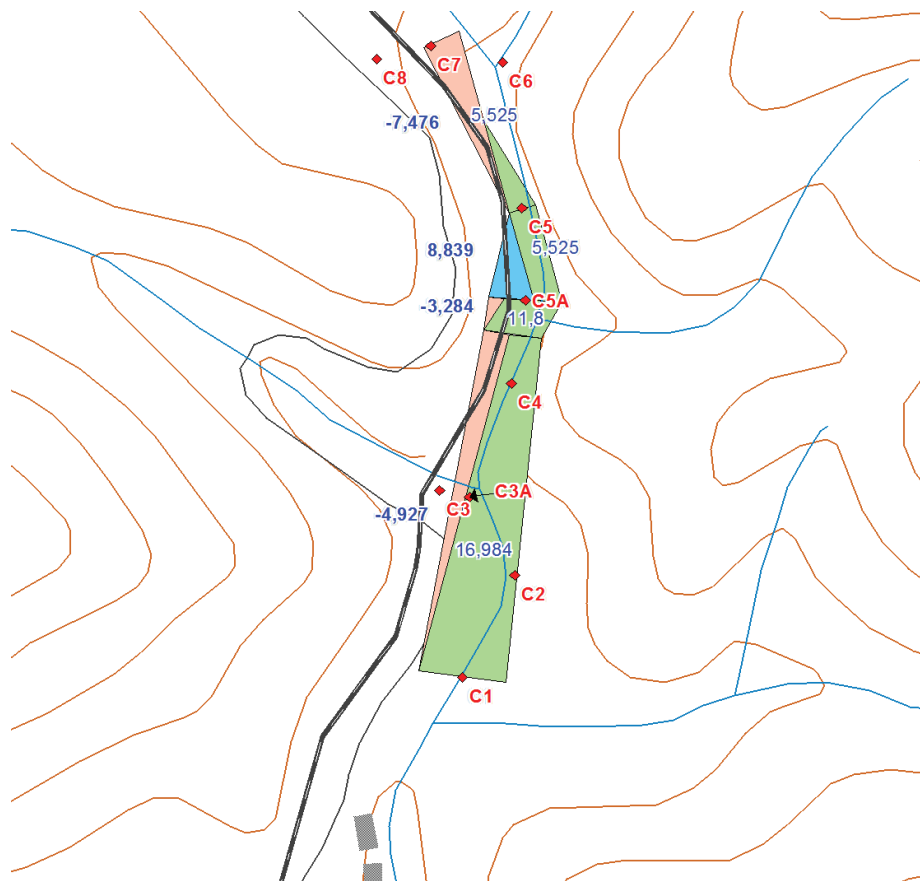
Obr. 5.2.6. Výsledky termometrických a rezistivimetrických meraní na dolnom toku Furmanca nad Tisovcom a meraní prietoku v tej istej oblasti realizovaných 8. 8. 2001 (podľa Vojtkovej a Malíka, 2002).



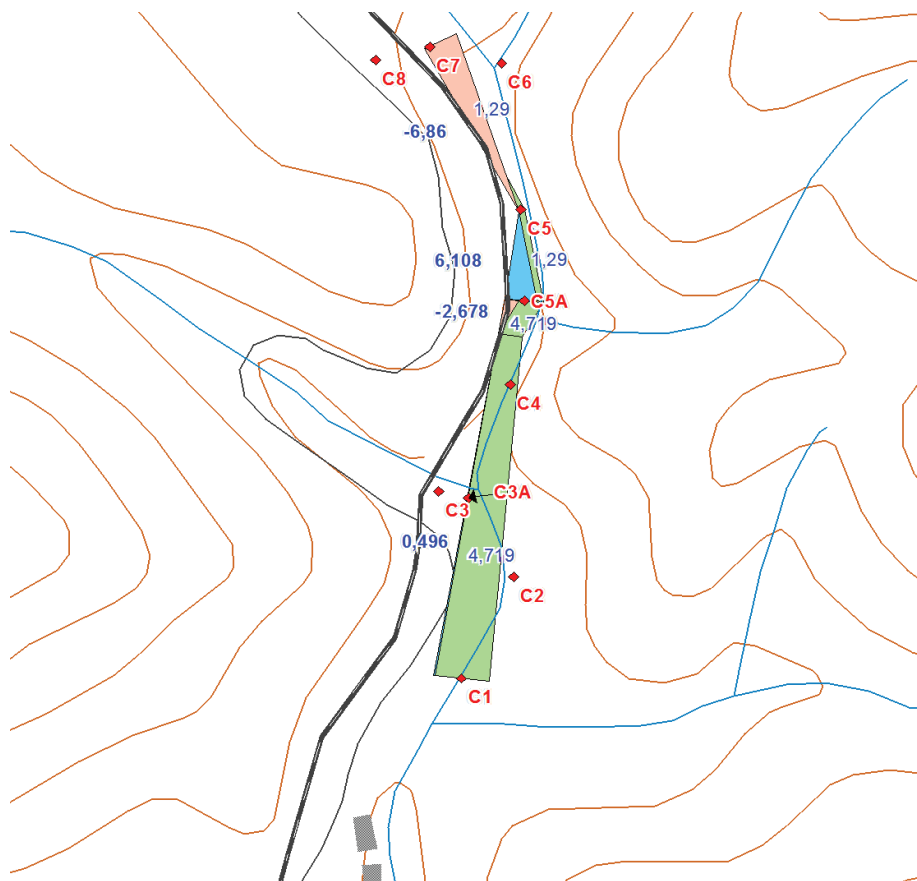
Obr. 5.2.7. Výsledky termometrických a rezistivimetrických meraní na dolnom toku Furmanca nad Tisovcom a meraní prietoku v tej istej oblasti realizovaných 17. 10. 2001 (podľa Vojtkovej a Malíka, 2002).



Obr. 5.2.8. Výsledky termometrických a rezistivimetrických meraní na hornom toku Furmanca v oblasti kučalašskej trosky a meraní prietoku v tej istej oblasti realizovaných 2. 8. 2001 (podľa Vojtkovej a Malíka, 2002).



Obr. 5.2.9. Výsledky termometrických a rezistivimetrických meraní na hornom toku Furmanca v oblasti kučalašskej trosky a meraní prietoku v tej istej oblasti realizovaných 6. 8. 2001 (podľa Vojtkovej a Malíka, 2002).



Obr. 5.2.10. Výsledky termometrických a rezistivimetrických meraní na hornom toku Furmanca v oblasti kučalašskej trosky a meraní prietoku v tej istej oblasti realizovaných 16. 10. 2001 (podľa Vojtkovej a Malíka, 2002).

Tab. 5.2.3. Výsledky meraní prietoku na dolnom toku Furmanca nad Tisovcom realizovaných v dňoch 4. 8. 2001, 8. 8. 2001 a 17. 10. 2001 (spracované podľa Vojtkovej a Malíka, 2002).

Lokalita	Vodný tok	Profil	Hlavný tok – prítok v l . s ⁻¹	Prítok – prítok v l . s ⁻¹	Prírastok/ úbytok v l . s ⁻¹
Merania z dňa 4. 8. 2001					
Nad začiatkom vápencov	Furmanec	FD13	119,32		
Pri vstupnom profile	pravostranný prítok	FD14		0,37	
Na konci múrika pri ceste	Furmanec	FD12	111,63		-8,06
400 m nad ústím Teplice	ľavostranný prítok	FD17		3,65	
400 m nad ústím Teplice	pravostranný prítok	FD16		1,96	
20 m nad ústím Teplice	Furmanec	FD11	119,85		+2,61
Teplica-ústie	pravostranný prítok	FD10		21,09	
50 m nad Periodickou vyvieraczkou	Furmanec	FD9	142,02		+1,08
80 m pod Periodickou vyvieraczkou	Furmanec	FD8	162,50		+20,48
20 m pod prepadmi z Period. vyvieracky	Furmanec	FD7	164,60		+2,1
Ústie dolinky spod Káštera	ľavostranný prítok	FD6		0,26	
Výver spod železnice (odhadovaný)	pravostranný prítok	FD18		5,00	
20 m nad ústím dolinky spod Hradovej	Furmanec	FD4	175,80		+5,94
Dolinka spod Hradovej	pravostranný prítok	FD5		0,48	
Prameň pri ústí dolinky spod Hradovej	pravostranný prítok	FD15		0,36	
Tisovec, pri parkovisku autobusov	Furmanec	FD3	163,60		-13,04
Tisovec, Podhradová ul.	Furmanec	FD2	167,70		+4,10
Tisovec – 50 m nad ústím Rimavy	Furmanec	FD1	183,11		+15,40

Tab. 5.2.3 – pokračovanie.

Lokalita	Vodný tok	Profil	Hlavný tok – prítok v l. s ⁻¹	Prítok – prítok v l. s ⁻¹	Prírastok/ úbytok v l. s ⁻¹
Merania zo dňa 8. 8. 2001					
Nad začiatkom vápencov	Furmanec	FD13	101,05		
Pri vstupnom profile	pravostranný prítok	FD14		0,23	
Na konci múrika pri ceste	Furmanec	FD12	101,09		-0,19
400 m nad ústím Teplice	ľavostranný prítok	FD17		3,53	
400 m nad ústím Teplice	pravostranný prítok	FD16		1,70	
20 m nad ústím Teplice	Furmanec	FD11	101,53		-4,79
Teplica-ústie	pravostranný prítok	FD10		16,79	
50 m nad Periodickou vyvieraczkou	Furmanec	FD9	121,43		+3,11
80 m pod Periodickou vyvieraczkou	Furmanec	FD8	123,99		+2,56
20 m pod prepadmi z Period. vyvieracky	Furmanec	FD7	132,60		+8,61
Ústie dolinky spod Káštera	ľavostranný prítok	FD6		0,00	
Výver spod železnice (odhadovaný)	pravostranný prítok	FD18		4,66	
20 m nad ústím dolinky spod Hradovej	Furmanec	FD4	138,98		+1,72
Dolinka spod Hradovej	pravostranný prítok	FD5		0,33	
Prameň pri ústí dolinky spod Hradovej	pravostranný prítok	FD15		0,38	
Tisovec, pri parkovisku autobusov	Furmanec	FD3	137,94		-1,75
Tisovec, Podhradová ul.	Furmanec	FD2	141,40		+3,46
Tisovec, 50 m nad ústím Rimavy	Furmanec	FD1	151,14		+9,74
Merania zo dňa 17. 10. 2001					
Nad začiatkom vápencov	Furmanec	FD13	79,14		
Pri vstupnom profile	pravostranný prítok	FD14		0,08	
Na konci múrika pri ceste	Furmanec	FD12	85,96		+6,74
400 m nad ústím Teplice	ľavostranný prítok	FD17		2,65	
400 m nad ústím Teplice	pravostranný prítok	FD16		1,67	
20 m nad ústím Teplice	Furmanec	FD11	83,71		-6,57
Teplica-ústie	pravostranný prítok	FD10		5,97	
50 m nad Periodickou vyvieraczkou	Furmanec	FD9	85,89		-3,79
80 m pod Periodickou vyvieraczkou	Furmanec	FD8	105,23		+19,34
20 m pod prepadmi z Period. vyvieracky	Furmanec	FD7	104,56		-0,67
Ústie dolinky spod Káštera	ľavostranný prítok	FD6		0,00	
Výver spod železnice (odhadovaný)	pravostranný prítok	FD18		4,14	
20 m nad ústím dolinky spod Hradovej	Furmanec	FD4	118,33		+9,63
Dolinka spod Hradovej	pravostranný prítok	FD5		0,31	
Prameň pri ústí dolinky spod Hradovej	pravostranný prítok	FD15		0,57	
Tisovec, pri parkovisku autobusov	Furmanec	FD3	118,64		-0,57
Tisovec, Podhradová ul.	Furmanec	FD2	122,87		+4,23
Tisovec, 50 m nad ústím Rimavy	Furmanec	FD1	121,43		-1,44

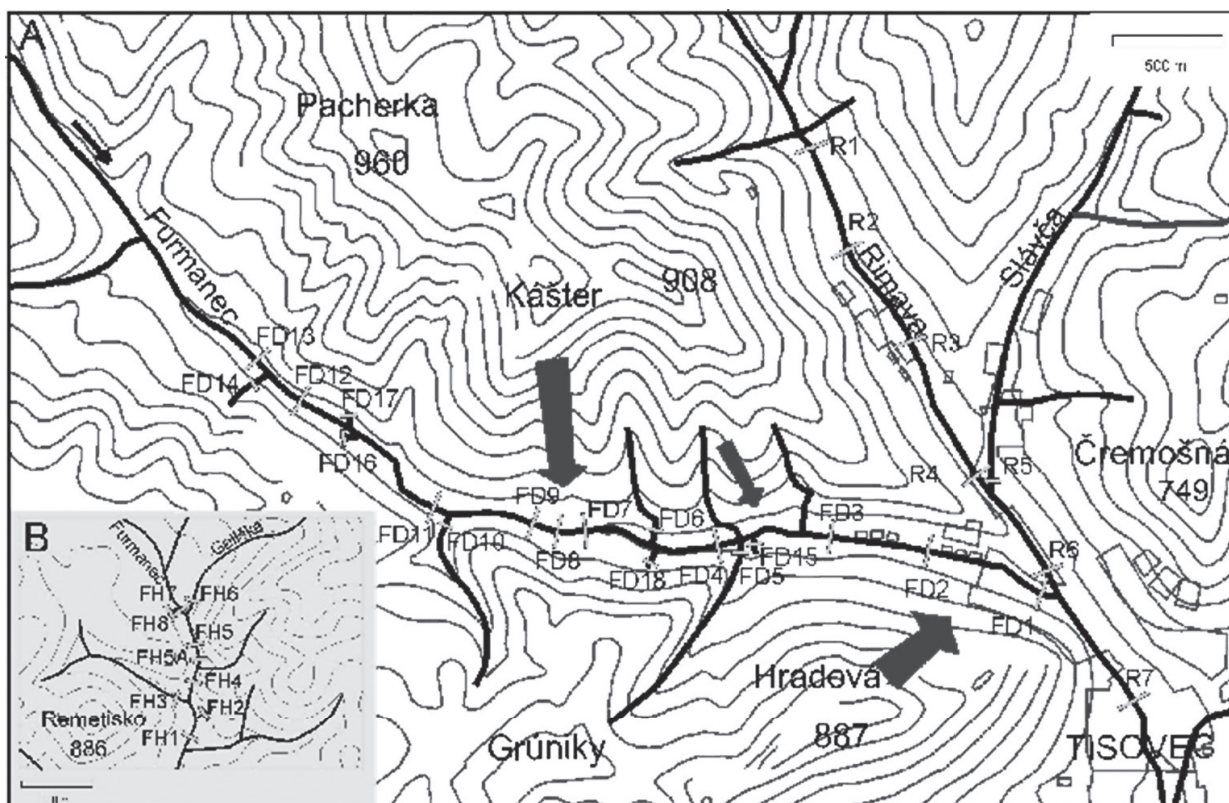
Tab. 5.2.4. Výsledky meraní prítoku na hornom toku Furmanca v oblasti kučalašskej trosky realizovaných v dňoch 2. 8. 2001, 6. 8. 2001 a 16. 10. 2001 (spracované podľa Vojtkovej a Malíka, 2002).

Lokalita	Vodný tok	Profil	Hlavný tok – prítok v l . s ⁻¹	Prítok – prítok v l . s ⁻¹	Prírastok / úbytok v l . s ⁻¹
Merania zo dňa 2. 8. 2001					
200 m nad ústím Galičky	pravostranný prítok	FH8		0,28	
150 m nad ústím Galičky	Furmanec	FH7	4,07		
Galička	ľavostranný prítok	FH6		12,85	
Nad Čertovou vyvieraczkou	Furmanec	FH5	10,21		-6,99
Pod Čertovou vyvieraczkou	Furmanec	FH5A	24,56		+14,35
200 m nad dolinou Koryto	Furmanec	FH4	20,67		-3,89
Prítok z dol. Koryto, meraný vyššie	pravostranný prítok	FH3		5,40	
Bánovská vyvieraczká	ľavostranný prítok	FH2		3,42	
100 m nad dol. Pálenica	Furmanec	FH1	28,12		-1,37
Merania zo dňa 6. 8. 2001					
200 m nad ústím Galičky	pravostranný prítok	FH8		0,20	
150 m nad ústím Galičky	Furmanec	FH7	2,62		
Galička	ľavostranný prítok	FH6		10,38	
Nad Čertovou vyvieraczkou	Furmanec	FH5	5,53		-7,67
Pod Čertovou vyvieraczkou	Furmanec	FH5A	14,36		+8,83
200 m nad dolinou Koryto	Furmanec	FH4	11,08		-3,28
Prítok z dol. Koryto, meraný vyššie	pravostranný prítok	FH3		3,86	
Prítok z dol. Koryto, meraný nižšie	pravostranný prítok	FH3A		4,15	
Bánovská vyvieraczká	ľavostranný prítok	FH2		2,83	
100 m nad dol. Pálenica	Furmanec	FH1	16,99		-1,07
Merania zo dňa 16. 10. 2001					
200 m nad ústím Galičky	pravostranný prítok	FH8		0,23	
150 m nad ústím Galičky	Furmanec	FH7	2,19		
Galička	ľavostranný prítok	FH6		5,96	
Nad Čertovou vyvieraczkou	Furmanec	FH5	1,29		-7,09
Pod Čertovou vyvieraczkou	Furmanec	FH5A	7,40		+6,11
200 m nad dolinou Koryto	Furmanec	FH4	4,72		-2,68
Prítok z dol. Koryto, meraný nižšie	pravostranný prítok	FH3A		4,81	
Bánovská vyvieraczká	ľavostranný prítok	FH2		0,88	
100 m nad dol. Pálenica	Furmanec	FH1	10,90		+0,49

Na toku Rimavy a jej povrchových prítokoch bolo vytýčených 8 hydrometrických profilov R1 až R7 a F1, z toho profil R7 bol lokalizovaný až pod sútokom Rimavy s Furmancom pri hydrologickej stanici SHMÚ (kat. č. 7 830) v meste Tisovec (obr. 5.2.11, 5.2.2 až 5.2.4). Podrobný záznam z meraní prítoku tohto toku je uvedený v tabuľke 5.2.2. Z hodnôt nameraného prítoku uvedených v tab. 5.2.2 vyplýva, že pri prvých dvoch meraniach pri vyššom vodnom stave Rimavy dochádzalo v hornej časti toku k prestupu vôd do horninového prostredia, a to 25 – 30 l . s⁻¹. V nižšej časti toku Rimavy sa zistili prírastky vody od 5 do 15 l . s⁻¹, ktoré pravdepodobne súvisia so vstupom podzemnej vody priamo do toku, identifikovaným geofyzikálnymi meraniami medzi hydrometrickými profilmi R5 a R6. Pri treťom meraní pri nižšom

vodnom stave Rimavy nastala zmena oproti predchádzajúcim meraniam. Medzi profilmi R1 a R2 skryté vstupovalo do toku $22,1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Táto zmena režimu podzemnej vody môže byť spôsobená drenážou horninového prostredia pri nižšom stave hladín v povrchovom toku. V nižšej časti toku Rimavy bol opäť zaznamenaný skrytý nárast prietokového množstva, spôsobený pravdepodobne už spomínaným výverom podzemnej vody do Rimavy na úseku 2 060 m. Na základe priemerných hodnôt prírastkov, resp. úbytkov zo všetkých troch meraní sa zistilo, že na toku Rimavy celkove dochádzalo k priemernému vstupu povrchovej vody do hydrogeologickej štruktúry Tisovského krasu zhruba $17 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

Na dolnom toku Furmanca a jeho povrchových prítokoch bolo spolu vytýčených 18 hydrometrických profilov FD1 až FD18, z toho 10 profilov na hlavnom toku a 8 profilov na prítokoch a prameňoch. Ich lokalizácia je znázornená na obr. 5.2.11 a 5.2.5 až 5.2.7. Z tabuľky 5.2.3, kde sú uvedené hodnoty prietokového množstva zistené meraním prietoku, vyplýva, že výraznejší prestup podzemnej vody sa viaže na strednú a spodnú časť toku. Medzi profilmi FD8 a FD9, kde sa zaznamenali prírastky vody v priemere $+14,1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, sa nachádzajú 2 zaústenia odpadových potrubí zo zachyteného krasového prameňa Teplica, ktorého výdatnosť sa okrem toho zisťovala aj meraniami na profile FD10. Medzi profilmi FD7 a FD8 je vybudovaný záchyt Periodickej vyvieracky s jedným vyústením odpadového potrubia. V tejto oblasti sa nachádza aj prameň – výtok z kameninovej rúry drénujúcej teleso štátnej cesty Brezno – Tisovec, ktorého



Obr. 5.2.11. Schematické znázornenie polohy meraných profilov v oblasti Tisovského krasu a kučalašskej trosky a predpokladané smery prúdenia podzemnej vody v hydrogeologickej štruktúre Tisovského krasu, zistené na základe termometrických a rezistivimetrických meraní a meraní prietoku (podľa Vojtkovej a Malíka, 2002).

výdatnosť nebola merateľná a v priebehu meraní bola odhadnutá na $20 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Výsledky meraní však preukázali jednoznačne menšiu výdatnosť, resp. možnosť prietokových strát a prírastkov v rámci intervalu profilov FD7 a FD8. Takto je možné, že výver z kameninovej rúry tvorí voda prenikajúca do horninového prostredia a späťne drénovaná na tomto úseku. Je takisto dôležité poznamenať, že počas prvých dvoch meraní boli rezervoáre Periodickej vyvieracky v rekonštrukcii, a preto dochádzalo k jej výveru do Furmanca ($20 - 30 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) v pravidelne sa opakujúcich periódach (asi 45 min.). Z toho vyplýva, že merania od profilu FD8 nižšie môžu byť ovplyvnené týmito periodickými vývermi. Celkovo je možné pri sčítaní priemerných hodnôt prírastkov, resp. úbytkov konštatovať, že na dolnej časti toku Furmanca nad Tisovcom približne v strede meraného úseku dochádza k dotácii vody povrchového toku podzemnou vodou z horninového prostredia karbonátov v množstve priemerne okolo $27 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Domnievame sa, že tieto skryté vývery odvodňujú masív Káčter.

Furmanec vo svojej pramennej oblasti preteká mezozoikom kučalašskej trosky (obr. 5.2.11). V tejto hornej časti jeho toku bolo vytýčených 10 hydrometrických profilov FH1 až FH8, z ktorých polovica bola na prítokoch (obr. 5.2.8 až 5.2.10). Takmer na celom tomto úseku sa zistili úbytky prietokového množstva, resp. dochádzalo skôr k prestupom povrchovej vody do hydrogeologickej štruktúry (tab. 5.2.4). Jediným výrazným výstupom podzemnej vody v tejto oblasti je Čertova vyvieracia (situovaná medzi profilmi FH5 a FH5A) s priemernou výdatnosťou $9,76 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, zistenou na základe našich meraní. Čertova vyvieracia je pravdepodobne spojená s ponorom nachádzajúcim sa medzi profilmi FH7 a FH6, kde sa zistili prietokové straty postupným miznutím prietokového množstva na úseku dlhom zhruba 50 m. Tento predpoklad by však bolo potrebné overiť stopovacími skúškami. Suma priemerných hodnôt prírastkov, resp. úbytkov vody na hornom toku Furmanca je $42 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, a preto je možné tento úsek označiť ako neutrálny, resp. s malou dotáciou podzemnej vody hydrogeologickej štruktúry kučalašskej trosky.

Merný odtok podzemnej vody

Kullman (1990) udáva celkový priemerný ročný merný odtok podzemnej vody z hydrogeologickej štruktúry Muránskej planiny $15,12 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Priemerná nadmorská výška Muránskej planiny je 997 m, s priemerným ročným zrážkovým úhrnom 1 007 mm a priemerné ročné efektívne zrážky dosahujú hodnotu 479,4 mm (obdobie 1971 – 1980). Pri porovnaní Tisovského krasu s Muránskou planinou je priemerná nadmorská výška Tisovského krasu s. l. menšia (okolo 750 m). Z meraní prietoku na hydrologickej stanici SHMÚ Tisovec v časti povodia Rimavy sme prepočtom z celkového priemerného ročného merného odtoku získali hodnotu priemerných ročných efektívnych zrážok 384,5 mm. Keďže na Muránskej planine je celkový merný odtok $15,12 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ a v záveternom území horného povodia Rimavy $11,05 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, za reprezentatívnu hodnotu v oblasti Tisovského krasu považujeme strednú, priemernú hodnotu merného odtoku $13,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$.

Celkový priemerný ročný merný odtok z horného toku Rimavy podľa meraní na hydrologickej stanici SHMÚ v Tisovci dosahuje hodnotu $11,05 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (obdobie 1964 – 1995). Do povodia Rimavy je zahrnutá celá časť hydrogeologickej štruktúry kučalašského masívu a severná časť hydrogeologickej štruktúry Tisovského krasu s. s. (severne od vrchu Gošťanová). Predpokladáme, že charakter klimatických pomerov (hodnota zrážkových úhrnov a úhrnov evapotranspirácie) tohto povodia je podobný ako v študovanom území. Horná časť toku Rimavy nad Tisovcom je situovaná na záveternej strane masívu Fabovej hole v zrážkovom tieni hlavného sz. prúdenia, pričom Tisovský kras je menej ovplyvnený týmto tieňom. Preto predpokladáme, že v hodnotenom území sú zrážkové úhrny vyššie ako v uvedenom povodí Rimavy a zároveň nižšie ako na blízkej Muránskej planine. Do oblasti Tisovského krasu s. l. zároveň prúdenie z južného smeru prináša relatívne výdatné zrážky, pretože južnejšie situované pohoria nedosahujú vysokú nadmorskú výšku a netvorí tak bariéru pre južné prúdenie (Vološčuk a Pelikán, 1991).

Kullman (l. c.) udáva hodnotu priemerného ročného merného podzemného odtoku z Muránskej planiny $14,54 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, čo predstavuje 96 % z celkového odtoku. Na povrchový odtok teda pripadajú zvyšné 4 %. Odtok povrchovej vody podľa Kullmana (1990) z vyššie položených karbonátových hydrogeologických štruktúr v prostredí s rozvinutým krasom tvorí 3,8 – 7,0 % z celkového odtoku. Na základe týchto údajov odhadujeme, že priemerný ročný merný podzemný odtok z hydrogeologickej štruktúry Tisovského krasu a kučalašskej trosky je 94 %. Z toho dedukujeme hodnotu merného podzemného odtoku $12,2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Táto hodnota je veľmi podobná hodnote, ktorá bola vypočítaná z jednorazovej výdatnosti prameňov ($12,15 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$) odvodňujúcich karbonáty Tisovského krasu.

Hydrogeologická štruktúra Muránskej planiny

Hydrogeologická štruktúra Muránskej planiny má podľa Kullmana (1990) rozlohu $126,125 \text{ km}^2$ a priemernú nadmorskú výšku 997 m. Muránska planina je rozsiahla príkrovová kryha silicika – muránskeho príkrovu – ležiaca v alochtónnej pozícii na turnaiku (gemerikum) a veporiku tvorenom föderatskou obalovou sekvenciou a kryštalinikom kráľovohofského, hronského a hybridného komplexu. V prácach z posledného obdobia sa muránsky príkrov člení na dve čiastkové šupiny. Spodnejšia sa zaraďuje s určitými výhradami do turnaika a vrchná nepochybne patrí do silicika (Vojtko, 2000, 2002).

Föderatská obalová sekvencia sa v minulosti označovala ako autochtónna metamorfovaná obalová séria aj ako struženická jednotka (korektnejšie, podľa miestneho pomenovania kóty Strundžaník, by malo ísť o „strundžanickú jednotku“). Föderatskú sekvenciu tvoria najmä bunkovité karbonáty, kremence

a pestré bridlice. Tvorí najspodnejšiu hydrogeologickú etáž so samostatným obehom podzemnej vody v stredotriasových karbonátoch. Kryštalinikum kráľovohoľského, hronského a hybridného komplexu v najväčšej miere tvoria granitoidy a migmatity.

Južné obmedzenie hydrogeologickej štruktúry Muránskej planiny tvorí významná tektonická línia smeru SV – JZ, kosá na os synklinória a ostro oddeľujúca muránsky príkrov od veporidného kryštalinika. Z tektonických línií nachádzajúcich sa vnútri hydrogeologickej štruktúry pripisoval už Kullman (1980) veľký význam línii rovnobežnej s muránskou tektonickou líniou, nachádzajúcej sa vo vnútornej časti planiny a prebiehajúcej cez Veľkú Lúku. Mezozoikum Muránskej planiny v šírke asi 2 km ležiace medzi týmito tektonickými poruchami je v porovnaní s ostatnou časťou planiny výrazne poklesnuté a tvorí výraznú priekopovú prepadlinu s predpokladanou hrúbkou mezozoických karbonátov až do 1 500 m. V ostatnej časti príkrovová troska Muránskej planiny sklonená na JV je mierne zvrásnená. Na báze muránskeho príkrovu sú pravdepodobne v celom jeho rozsahu horniny föderatskej sekvencie – obalu veporika, ale pri spodnom vymedzení hydrogeologickej štruktúry je rozhodujúce spodnotriasové súvrstvie pieskovcov a pestrých ílovcov szinských a bodvasilašských vrstiev (v minulosti označovaných ako seiské a kampilské vrstvy). Na tomto málo priepustnom ílovcovo-pieskovcovom súvrství tvoriacom spodnú časť príkrovov ležia vysoko priepustné súvrstvia vlastnej hydrogeologickej štruktúry Muránskej planiny, ale v komplikovanejšom vrstvovom slede: na báze sú tmavosivé vápence gutensteinských vrstiev (egej – bityn, anis, stredný trias), vyššie nasledujú vápence steinalmského typu (svetlé vápence s dasykladálnymi riasami; ilýr – pelsón, stredný trias), vyššie sú reiflinské vápence (tmavé až čierne vápence s rohovcami; longobard až jul, ladin až karn, stredný trias). Reiflinské vápence sú dôležitý korelačný horizont, pretože dokázanie veku týchto vápencov umožnilo rozdeliť pôvodný muránsky príkrov na dve samostatné tektonické šupiny (čiastkové príkrovy). Súvrstvie reiflinských vápence je veľmi dobre vyvinuté v širšej oblasti Červenej skaly a Zlatna, v masíve Šarkanice a v oblasti Tisovského krasu (najmä masív Červenej). Pre výraznú lavicitosť a rozpukanosť sú vápence postihnuté procesmi krasovatenia. Nasledujú svetlosivé vápence vrchného triasu (norik) wettersteinského typu, ale pre tektonickú redukciu len v hrúbke 10 – 40 m, a jurské súvrstvia pozostávajúce z liasových sivých až tmavosivých slieňovcov až slienitých bridlic, vápnitých pieskovcov (často s laminárnou stavbou) a zelených dogerských (bajok – bat) nasseláriových rádioláritov. Všetky tieto horniny budujú tzv. spodný muránsky príkrov, resp. sa zaraďujú do turnaika. V priamom nadloží spodnej šupiny muránskeho príkrovu (turnaika) sa sporadicky preukázal výskyt gutensteinských vrstiev. Vrchný muránsky príkrov (silicikum) nasadá na svoje podložie väčšinou až steinalmskými vápencami. Steinalmské vápence sa vyznačujú svojou vysokou čistotou a veľmi dobre krasovatejú. Steinalmské vápence (pelsón – ilýr, anis, stredný trias) sú veľmi ojedinele oddelené od wettersteinských vápencov tzv. schreyeralmskými vápencami. Vyskytujú sa len v oblasti Červenej skaly. Na miestach, kde nie sú schreyeralmské vápence vyvinuté, steinalmské vápence postupne prechádzajú do wettersteinských vápencov a hranica medzi nimi je konvenčná. Wettersteinské vápence (fasan až longobard, ladin, stredný trias) sú miestami výrazne dolomitizované a premenené na dolomity. Sú najrozšírenejším litostratigrafickým členom vyskytujúcim sa na povrchu Muránskej planiny a tvoria dominantnú časť reliéfu planiny. Smerom do nadložia prechádzajú až do wettersteinských dolomitov s hrúbkou od 75 do 375 m, priemerne okolo 250 m. Dolomity sú rozšírené predovšetkým pozdĺž muránskeho zlomu a tvoria masívy Šiancov, Cigánky, Grúnikov a Káštera. V hornej časti wettersteinských dolomitov sú lokálne vyvinuté tmavosivé bridlice nazývané reingrabenské bridlice. Reingrabenské vrstvy sú ekvivalentom lunszkých vrstiev z chočského a krížňanského príkrovu a reprezentujú náhly vpád klastických sedimentov na karbonátovú plošinu. Z hydrogeologického hľadiska môžu tvoriť efektívnu bariéru prúdeniu podzemnej vody a podmieňovať tak vznik vrstvových a bariérových prameňov. Nadložné tisoenské vápence (jul až tuval, vrchný trias) sú podobne ako steinalmské vápence veľmi čisté, čo zapríčiňuje ich rozsiahle krasovatenie. Sú v nich vyvinuté najrozsiahlejšie jaskynné systémy na Muránskej planine spolu s nadložnými dachsteinskými vápencami, do ktorých plynule prechádzajú. Budujú masív Cigánky v jv. časti Muránskej planiny. Dachsteinské vápence reprezentujú lagunárnu fáciu vrchného triasu a na povrchu sú rozšírené predovšetkým v masíve Šiancov sv. od obce Muráň. Jurské súvrstvia silicika (vrchného muránskeho príkrovu) sú zachované len v synklinále Tesnej skaly sv. od obce Muráň. Ide o súbor veľmi zredukovaných a zle odkrytých jurských sedimentov, ktoré sú zložené z tmavosivých doskovitých vápencov, slieňovcov až vápnitých ílovcov liasového veku. Lokálne k nim pristupujú ružové krinoidové vápence s amonitovou faunou. Najmladšie zachované sedimenty sú rádioláriové vápence až rádiolarity nachádzajúce sa v severnom krídle synklinály

Tesnej skaly. Jurské vápence sú najvyšším súvrstvom silicika. Spolu s podložným turnaikom tvoria hrubý karbonátový komplex (500 – 1 500 m vápencov a dolomitov), ktorý je ako celok dobre priepustný a predstavuje typický planinový kras. Zaraďuje sa k úplnému krasu (Mazúr a Jakál, 1969), pretože má vyvinuté celé bohatstvo povrchových aj podzemných krasových foriem. Planinový kras Muránskej planiny (spolu so Slovenským krasom a Slovenským rajom) predstavuje najcharakteristickejší typ krasu v Západných Karpatoch. Podľa doterajších poznatkov jednotlivé typy vápencov nevykazujú výraznejšie hydrogeologické rozdielnosti. Všetky majú významný stupeň povrchového aj podzemného skrasovatenia. Podstatná časť povrchových krasových javov na povrchu planiny sa viaže na svetlé vápence wettersteinského typu (ladin, stredný trias). Vyplýva to však z toho, že tie plošne zaberajú podstatnú povrchovú časť planiny. Všetky významné vyvieracky Muránskej planiny sa viažu na odkryvy vápencov (Kullman, 1990). Odlíšny charakter priepustnosti však majú gutensteinské a wettersteinské dolomity (anisu, ladinu až karnu). Na rozdiel od vápencov hornín sa na ne viaže väčší počet prameňov (16 prameňov podľa Kullmana, 1990), no s menšou výdatnosťou (prevažne medzi 0,1 až 1,0 l . s⁻¹ a iba 3 pramene s výdatnosťou 1 až 5 l . s⁻¹ (Kullman, 1964; Kullman in Kullman a Gazda, 1980). Na povrchu hydrogeologickej štruktúry Muránskej planiny prevažujú vápence a dolomity. Podiel hornín vystupujúcich na povrchu uvádza Kullman (1990) takto: vápence 74,6 %, dolomity 17,3 %, ostatné horniny kryštalinika a nepriepustné horniny permu a spodného triasu vystupujúce v okne Hrdzavé 8,1 %. Svojou priemernou nadmorskou výškou 997 m patrí k vysoko položeným hydrogeologickým štruktúram Západných Karpát.

Hydrogeologická štruktúra Muránskej planiny je izolovaná tak vo svojom podloží, ako aj v celom obvode málo priepustnými súvrstvami. Na juhozápade, západe, severozápade a severe, ako aj v podloží sú to spodnotriasové szinské a bodvasilašské vrstvy spodného muránskeho príkrovu (turnaika), na juhovýchode je to bariéra veporského kryštalinika za okrajovým muránskym zlomom. Vlastná kryha karbonátov vytvára v rámci hydrogeologickej štruktúry prakticky jeden zvodnený kolektor rôznej hrúbky – priemerná hrúbka je podľa Kullmana (1990) 500 až 600 m, maximálna až 1 500 m. Jej generálny sklon na JV spôsobil, že jej podstatná časť sa odvodňuje pri jej jv. okraji na nepriepustnej bariére tvorenej kryštalinikom za muránskym zlomom. Podzemná voda tu vystupuje v oblasti medzi Tisovcom a Červenou skalou v jedenástich významných (Kullman, 1990) krasových prameňoch. Najvýznamnejší z nich je prameň Pod hradom sv. od obce Muráň, ktorý je krasovou vyvierackou s najvyššou doteraz registrovanou výdatnosťou na území Slovenska (8 872 l . s⁻¹). Z juhozápadu na severovýchod sú to pramene Šajba, Tisovec – horný (tiež známy ako Vyvieracka pri ceste 2; Tisovec – dolný (tiež známy ako Vyvieracka pri ceste 1; pramene Pri močiari 1 a Pri močiari 2 sz. od Muránskej Lehoty, výverová oblasť Pastevník v Muráni (zložená z nezávisle pozorovaných výverov Dovalka, V obci, Pri MNV a V záhrade), vyvieracka Pod hradom, prameň Biele vody a prameň Bobačka nad Muránskou Hutou.

Severná časť hydrogeologickej štruktúry sa odvodňuje do povodia Hrona, a to siedmimi významnými (Kullman, 1990) a niekoľkými ďalšími menej významnými krasovými prameňmi a sčasti priamo do povrchových tokov Hrona a jeho ľavostranných prítokov Župkova, Trsteníka a Sviniarky. Z krasových prameňov sú to najmä Vyvieracka pod viaduktom, Výver pri železničiarском domčeku, Výver v záreze, Havraník, Zlatnica, Teplica č. 1 a Teplica č. 2.

Severozápadný okraj hydrogeologickej štruktúry, asi 8,3 % (10,51 km²) z celkovej rozlohy, sa odvodňuje do ľavostranného prítoku Hrona – Dudlavky – sčasti v krasových prameňoch (2 významné krasové pramene Machnatá a Stožky) a sčasti priamo do povrchového toku Dudlavka (Kullman, 1990). Prvé podrobnejšie hodnotenie a opis jednotlivých prameňov a prestupov podzemnej vody do povrchových tokov oblasti hydrogeologickej štruktúry priniesla práca Kullmana (in Kullman a Gazda, 1980), ktorej najdôležitejšie výsledky sú uvedené aj v jeho novšej práci (Kullman, 1990). V rámci rozsiahleho hydrogeologického výskumu vedeného týmto autorom sa v priebehu dekády hydrologických rokov 1971 až 1980 podrobne sledovala a bola vyčíslená bilancia obehu vody v celej hydrogeologickej štruktúre. Celkový odtok bol v rámci základného hydrogeologického výskumu GÚDŠ v tomto období meraný na 34 merných objektoch (betónových Ponceletových prepadoch a merných prahoch), z toho 18 objektov bolo na prameňoch a 16 objektov na povrchových tokoch. Odbery podzemnej vody sa sledovali na vodomeroch. Podstatná časť meraní sa realizovala kontinuálne (registráciou limnigrafmi), zvyšok dennými meraniami. Tým bola zabezpečená na úrovni súčasných možností dostatočne presná registrácia odtoku podzemnej a povrchovej vody zo štruktúry počas 10 hydrologických rokov (1971 – 1980).

Hodnota priemerného ročného merného podzemného odtoku z hydrogeologickej štruktúry Muránskej planiny bola v tomto období (1971 – 1980) vyčíslená na $14,54 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, čo predstavuje 96 % z celkového odtoku. Celkový priemerný ročný odtok podzemnej vody bol $1,833 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (458,7 mm), čo predstavovalo 45,5 % podiel celkových zrážok spadnutých za toto obdobie (priemerne 1 007,3 mm ročne). Na povrchový odtok pripadli 4 % celkového odtoku – $0,0735 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (18,4 mm), resp. 1,8 % podiel z celkových zrážok spadnutých za toto obdobie.

Približne 15 km dlhý úsek muránskej zlomovej línie prechádzajúci od Tisovca cez obec Muráň po Červenú skalu je hydrogeologicky, ale aj vodohospodársky veľmi zaujímavý. Veď priemerná výdatnosť jedenástich sledovaných výverov bola v štvorročnom období (hydrologické roky 1992 – 1995; Lukaj et al., 1997) vyššia ako $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($1\,083 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$). Podobne ako v iných krasových oblastiach, aj tu sú však veľké rozdiely medzi maximálnou a minimálnou výdatnosťou, keď koeficient nerovnomernosti ($kQ = Q_{\max}/Q_{\min}$) v sledovanom štvorročnom období dosiahol hodnotu $kQ = 73,9$. Podľa Kesslera (1963) môžeme teda túto sústavu výverov ako celok charakterizovať zlým stupňom stálosti.

Maximálna výdatnosť je spravidla po výdatnejších zrážkach v jarých mesiacoch, keď ešte pretrvávajú zvýšená hladina podzemnej vody vplyvom topenia snehu. Napríklad v apríli 1994 to bolo až $13\,740 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ a nasledujúci mesiac ešte $9\,706 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Podobne aj o rok neskôr bola maximálna výdatnosť v apríli, $12\,840 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, a v nasledujúcich dvoch mesiacoch $7\,817$, resp. $9\,048 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Intenzívne krátkodobé zrážky po dlhšom období s výdatnejšími zrážkami, teda v období so zvýšenou hladinou podzemnej vody, môžu podmieniť extrémne vysokú výdatnosť aj v iných obdobiach. Napríklad v novembri 1991 to bolo $13\,730 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (druhá najvyššia výdatnosť zistená v sledovanom období), ale výdatnosť väčšia ako $7\,000 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ bola nameraná aj v novembri 1992 a v októbri 1993 a 1994. Minimálna výdatnosť je naproti tomu koncentrovaná na koniec leta a začiatok jesene. V rokoch s nízkymi zrážkami (1992 a 1993) sa v mesiacoch august až október minimálna výdatnosť pohybovala v rozmedzí 186 až $237,1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Vcelku sa dá konštatovať (Helma in Lukaj et al., 1997), že v ročnom režime výdatnosti prameňov na muránskej zlomovej línii sa viac alebo menej zreteľne prejavujú štyri obdobia. V dvoch obdobiach (apríl, máj, jún a potom október a november) je výdatnosť značne rozkolísaná, či už vplyvom topenia snehu, alebo výdatných zrážok. V týchto mesiacoch býva aj najvyššia priemerná výdatnosť prameňov, ako aj ich maximá. V druhých dvoch obdobiach (december, január, február a potom júl, august, september) je priemerná výdatnosť prameňov približne o polovicu nižšia. Sú to obdobia minimálnej ročnej výdatnosti. V týchto obdobiach sa môže len výnimočne vyskytnúť vysoká výdatnosť, keďže vplyvom zníženej infiltrácie v dlhšom období je spravidla nízka hladina podzemnej vody (akumulácia zrážok do snehovej pokrývky v zime a vysoký výpar v lete).

Na základe režimových meraní výdatnosti Helma (in Lukaj et al., 1997) konštatoval, že výdatnosť všetkých sledovaných výverov je veľmi variabilná a môže výrazne kolísť vo veľmi krátkych intervaloch v závislosti od zrážok. Stúpanie hladiny (teda aj výdatnosti) síce nastáva do 24 hodín po začiatku zrážok na všetkých prameňoch, ale nárast je postupný a na každom prameni má iný charakter. Na prameňoch Bobačka, Biele vody, Pod hradom a Vyvieračka pri ceste č. 1 (Tisovec – dolný) je počiatkový nárast veľmi rýchly a vzniká s krátkym časovým odstupom (do 24 hodín) od začiatku zrážok. V ďalších dňoch hladina kolíše vždy podľa zrážok v predchádzajúcich 24 hodinách a po ustatí zrážok začne výdatnosť po krátkom časovom odstupe postupne klesať. Omnoho pomalší je nárast hladiny (a následne aj výdatnosti) v prameňoch Pri močiari a Vyvieračka pri ceste č. 2 (Tisovec – horný). V prameni Pri močiari sa začína s takmer jednodňovým odstupom oproti ostatným prameňom. Maximálna výška hladiny je tu rozložená na dlhšie obdobie a dosiahne sa až v čase, keď v prvých troch prameňoch už klesá. Určitou kombináciou týchto dvoch charakterov je nárast hladiny na prameni Pastevník.

Z údajov sa dá dedukovať, že najcitlivejšie (približne do 12 hodín) reagujú pramene Bobačka a Vyvieračka pri ceste č. 1 (Tisovec – dolný), ktoré s menším odstupom 2 – 5 hodín nasledujú pramene Biela voda a Pod hradom. To znamená, že infiltrovaná zrážková voda sa dostáva otvoreným systémom puklín a krasových fenoménov len s malými zábranami pomerne rýchlo na hladinu podzemnej vody v infiltračných oblastiach týchto prameňov. Rýchle a pomerne veľké zmeny výdatnosti týchto prameňov poukazujú aj na pomerne intenzívne kolísanie hladiny v ich infiltračných oblastiach.

Trochu iná je situácia v druhej skupine prameňov. Rozdiel spočíva tak v rýchlosti zmien, ako aj v ich amplitúde. V prípade prameňov Vyvieračka pri ceste č. 2 (Tisovec – horný) a Pri močiari to Helma (in Lukaj et al., 1997) považuje za dôsledok priestorovej vzdialenosti infiltračnej a výverovej oblasti. Toto „oddialenie“ je v prípade Vyvieračky pri ceste č. 2 spôsobené tým, že karbonáty infiltračnej oblasti (podľa Kullmana in Lukaj et al., 1997) nesiahajú až k výveru, ale podzemná voda z nich prúdi k nemu cez tektonické línie v spodnotriasových pieskovočoch a bridliciach (a pravdepodobne v rauvakochoch – pozn. autorov).

V prípade prameňa Pri močiari prúdi voda z karbonátov zasa cez sedimenty rozsiahleho náplavového kužeľa. V prípade prameňa Pastevník je podľa Helmu (in Lukaj et al., 1997) rozdiel zrejme spôsobený jeho lokalizáciou v najnižšom mieste muránskej zlomovej línie, čo vytvára predpoklady na vyrovnávanie výšky hladiny prítokmi zo všetkých smerov a z rozsiahlych masívov karbonátov.

Množstvo vody odvádzané z Muránskej planiny Hrdzavým potokom je omnoho menšie ako množstvo podzemnej vody vyvierajúcej z prameňov na muránskej zlomovej línii. V štvorročnom období (hydrologické roky 1992 – 1995) to bolo v priemere iba $91 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, zatiaľ čo sumárna priemerná výdatnosť sledovaných prameňov na muránskej zlomovej línii bola až $1\,083 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, čiže takmer 12-násobok prítoku na potoku. Pri ploche povodia $12,57 \text{ km}^2$ nad týmto objektom sa zistil ročný merný odtok z povodia v rozpätí $0,9 - 3,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, čo je dosť nízka hodnota. Aj to poukazuje na výrazný drenážny účinok muránskej zlomovej línie a jeho dosah na celkový odtok podzemnej vody z Muránskej planiny. Meraniami na prepade na Hrdzavom potoku nad prameňom Brúsik sa v období 1991 – 1995 sledoval odtok z tektonického okna kryštalinika v blízkosti záveru Hrdzavej doliny a z karbonátov nachádzajúcich sa nad ním (Lukaj et al., 1997). Prítok na tomto objekte bol približne o polovicu menší ako prítok na tomto potoku v obci Muráň. Ročný merný odtok pri ploche povodia $12,57 \text{ km}^2$ tu však kolísal v rozpätí $1,8 - 6,6 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, čo je takmer dvojnásobok hodnoty zistenej v obci Muráň. Aj toto je však ešte pomerne nízka hodnota na horský terén a dá sa preto predpokladať, že aj v tomto prípade časť vody infiltrovaná do karbonátov sa nedostáva znovu do potoka na rozhraní s kryštalinikom, ale sa zúčastňuje na hlbšom obehu a dotuje pramene na muránskej zlomovej línii.

Jednotlivé vývery na muránskej zlomovej línii môžu byť (Lukaj et al., 1997) rozčlenené na:

- severovýchod štruktúry s prameňmi Bobačka, Biela voda a Pod hradom,
- juhozápad štruktúry s prameňmi Vyvieráčka I a II a Pri močiari,
- intravilán obce Muráň s vývermi Pastevník, V obci a Dovalka.

Hoci je toto členenie v prvom rade priestorové, odráža do značnej miery aj geologicko-geografické podmienky výverov v jednotlivých častiach štruktúry. Pramene v severovýchodnej časti štruktúry sa viažu na karbonáty vrchného triasu v hlboko poklesnutej tektonickej kryhe. Dva z troch prameňov v juhozápadnej časti štruktúry sa viažu na wettersteinské vápence stredného triasu a Vyvieráčkou pri ceste č. 2 (Tisovec – horný) sa odvodňujú predovšetkým karbonáty anisu v samostatnej kryhe pri jz. okraji štruktúry. Ako v severovýchodnej, tak aj v juhozápadnej časti muránskej zlomovej línie vyvierajú samostatné, od seba vzdialené pramene, ktoré síce môžu mať do určitej miery spoločnú infiltračnú oblasť, ale v každom prípade majú osobitné akumulčné, a najmä výverové oblasti. Inak je to v tretej časti štruktúry, v intraviláne obce Muráň. Tu ide o jednu akumulčnú a jednu výverovú oblasť, pričom výverová oblasť je rozčlenená na menšie časti s ohľadom na lokálnu priepustnosť wettersteinských vápencov. Ide tu teda o jeden zložitý výverový systém v najnižšej časti muránskej zlomovej línie. Veľmi zložitá tektonická a hydrogeologická pomery neumožňujú ani rozčleniť spoločnú infiltračnú oblasť prameňov Bobačka, Biela voda, Pod hradom a Pastevník (Kullman in Lukaj et al., 1997). Do tejto infiltračnej oblasti patrí aj podzemná voda v nevyužívanom prameni Brúsik. Dôvodom je tektonická priekopa sv.-jz. smeru s poklesom jej nepriepustných súvrství v podloží karbonátov zo SV na JZ, s predpokladom ich najväčšej hrúbky v oblasti Muránskej Huty a s postupným zdvihom tohto podložia do oblasti Muráňa. Táto oblasť grabenu je navyše vnútorne hydrogeologicky komplikovaná hrubým súvrstvom menej priepustných dolomitov ladinu až karnu medzi podložnými wettersteinskými vápencami ladinu a nadložnými furmanskými vápencami karnu až norika. Dopĺňa sa navyše podzemnou vodou zo severozápadu, z priľahlého územia s vyššie ležiacim nepriepustným podložíom. Tektonické okno Hrdzavej s výstupom nepriepustných súvrství podložia na povrch potom oddeľuje hydrogeologickú infiltračnú oblasť prameňov Bobačka, Biela voda a Pod hradom (sz. časť vymedzeného infiltračného celku) od infiltračnej oblasti ležiacej jz. od okna Hrdzavej. V oblasti spodnej časti doliny Hrdzavá (jv. od prameňa Brúsik) sa mieša infiltrovaná voda z oblasti sv. od okna Hrdzavá s infiltrovanou vodou z oblasti jz. od okna Hrdzavá. Dokumentuje to jednak vzťah výdatnosti prameňa Pastevník k rozlohe infiltračnej oblasti jz. od okna Hrdzavá, jednak preukázaná väzba podzemnej vody prameňa Pastevník s ponárajúcimi sa vodami v doline Dolinského potoka (stopovacia skúška – Kámen, 1963). Iba nevyužívané pramene Pri močiari 1 a 2 majú svoju infiltračnú oblasť výlučne v území jz. od okna Hrdzavá, nie je však možné ju odčleniť od infiltračnej oblasti vody prameňa Pastevník v obci Muráň (Kullman, 1996). Vo vzťahu k ochrane skupiny vodohospodársky najvýznamnejších vodných zdrojov sústredených do tektonickej priekopy by sa malo zväziť v obmedzenom rozsahu aj doplnkové ochranné územie podzemnej vody tohto grabenu. Podľa hodnotenia odtokových pomerov (prostredníctvom merné-

ho odtoku) z územia sv. od priečného zlomu (priečný zlom sv. od Muránskej Huty) by nemalo dochádzať k prítoku podzemnej vody do grabenu. Naproti tomu, vychádzajúc z výsledkov geologických výskumov (geologická mapa 1 : 50 000), sa graben za priečnym zlomom zužuje a splytčuje, čo vedie k možnosti dotácie podzemnej vody z tohto územia (sv. pokračovania grabenu) do zbernej oblasti grabenu jv. od priečného zlomu. V dôsledku tohto, v súčasnosti neriešiteľného rozporu bolo vytýčené aj doplnkové ochranné územie (Kullman, 1996; Kullman in Lukaj et al., 1997).

Skryté prestupy podzemnej vody do povrchových tokov v hydrogeologickej štruktúre Muránskej planiny

V septembri roku 2003 sa v oblasti hydrogeologickej štruktúry Muránskej planiny realizovali hydrometrické merania. Časť z nich bola spojená s určením výdatnosti veľkých prameňov počas súčasného odberu vzoriek podzemnej vody na chemickú analýzu, no podstatná časť bola zameraná na určenie skrytého prestupu podzemnej vody do povrchových tokov. Vybrané boli nasledujúce povrchové toky:

- Hrdzavý potok v Hrdzavej doline a v obci Muráň,
- Muráň odvodňujúci vyvieracku Pod hradom sv. od obce Muráň,
- Lehotský potok jz. od Muránskej Lehoty,
- prítok od prameňov Pri močiari 1 a Pri močiari 2 spod Javorníkovej doliny jz. od Muránskej Lehoty,
- potok Dudlavka južne od obce Závadka nad Hronom.

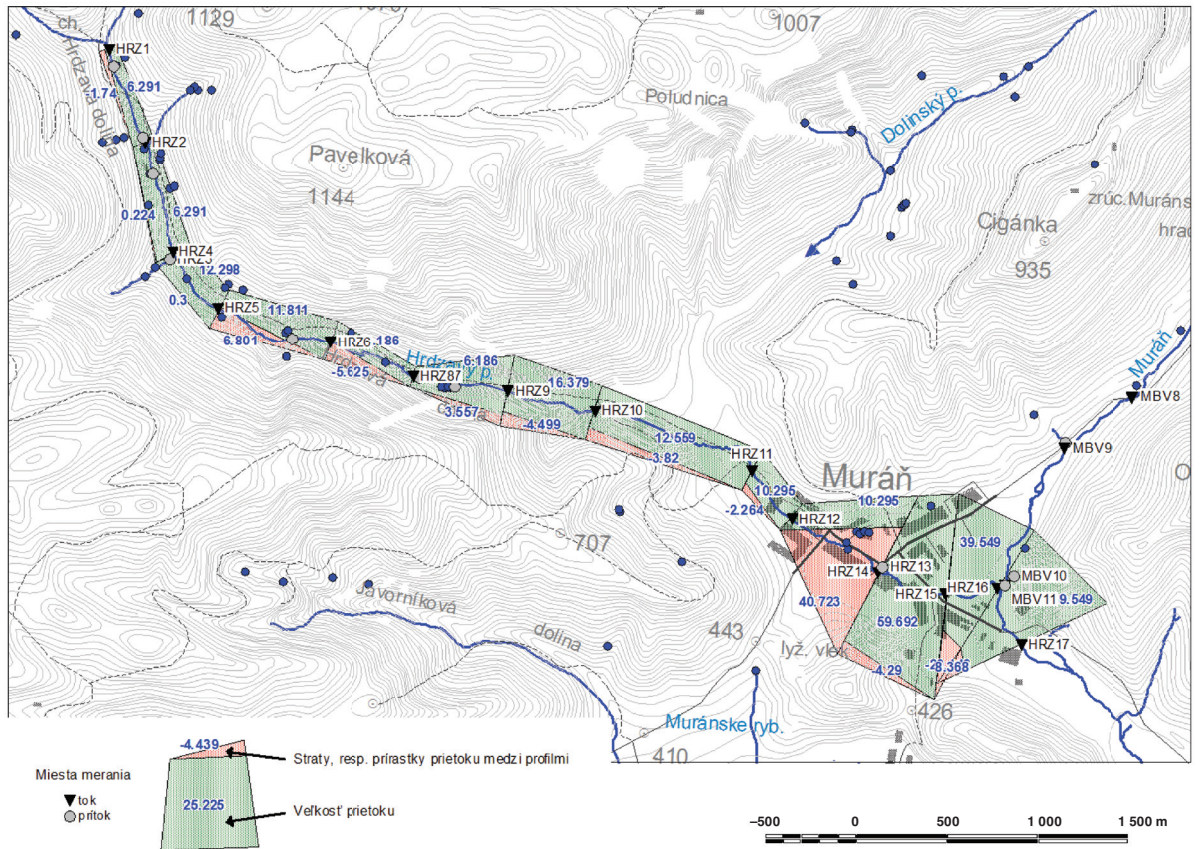
Na Hrdzavom potoku sa v troch termínoch (5. 9. 2003, 8. 9. 2003 a 12. 9. 2003) uskutočnilo expedičné meranie prietoku. Meraný úsek potoka má dĺžku 7,65 km. Na toku bolo zakaždým zmeraných 17 hydrometrických profilov HRZ 1 až HRZ 17 a 5 profilov na vedľajších prítokoch. Okrem toho bola zameraná výdatnosť všetkých prameňov ústiach bezprostredne do potoka. Cieľom prác bolo zistenie skrytých prestupov podzemnej vody do povrchového toku, resp. dotovanie podzemnej vody vodou potoka, najmä v súvislosti s prameniskom Pastevník v obci Muráň. Meranie prietoku prebiehalo v období nízkeho prietoku, čo prispieva k zvýrazneniu podielu prestupujúcej vody. Výsledky prác sú spracované na nasledujúcich obrázkoch a v tabuľkách.

Tab. 5.2.5. Výsledky hydrometrických meraní na Hrdzavom potoku v Hrdzavej doline a v obci Muráň, zisťovanie vzájomnej komunikácie medzi povrchovým tokom a horninovým prostredím meraním prietoku v dňoch 5. 9. 2003, 8. 9. 2003 a 12. 9. 2003.

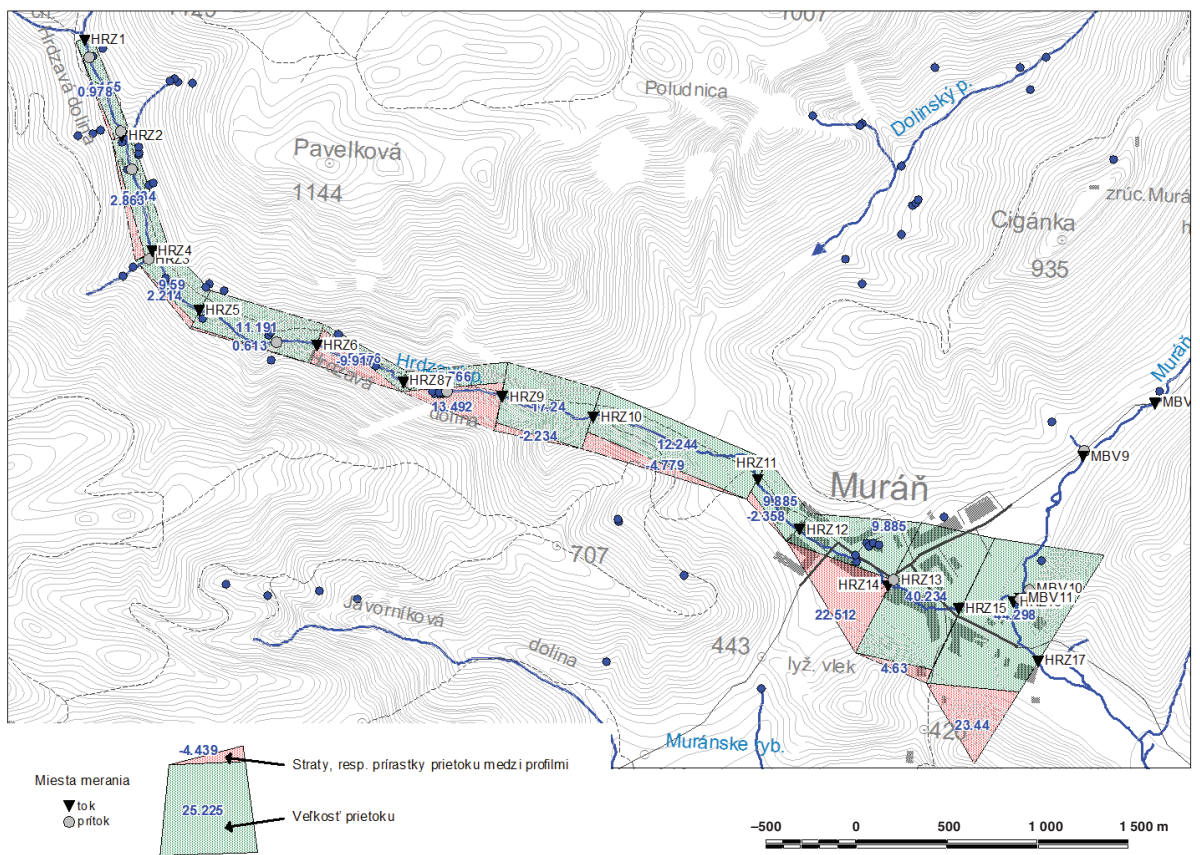
Lokalita	Vodný tok	Profil	Hlavný tok – prietok v l . s ⁻¹	Prítok – prietok v l . s ⁻¹	Prírastok/ úbytok v l . s ⁻¹
Merania zo dňa 5. 9. 2003					
Muráň – Hrdzavá dolina – Hrdzavý potok – sútok 800 m n. m.	Hrdzavý potok	HRZ 001	8,93		
Muráň – Hrdzavý potok – nad lesníckymi chatami	Hrdzavý potok	HRZ 002	10,45		+1,53
Muráň – pravostranný prítok Hrdzavého potoka od prameňa 365	pravý prítok	HRZ 003		2,28	
Muráň – Hrdzavý potok – 15 m nad prítokom od prameňa 365	Hrdzavý potok	HRZ 004	18,30		+5,58
Muráň – Hrdzavý potok – odbočka lesnej cesty do ľavého svahu	Hrdzavý potok	HRZ 005	20,52		+2,21
Muráň – Hrdzavý potok – balvan zachytený stromom	Hrdzavý potok	HRZ 006	19,72		-0,79
Muráň – Hrdzavý potok – 10 m nad prítokom od prameňa 419 Brúsik	Hrdzavý potok	HRZ 008	10,25		-9,48
Muráň – ľavý prítok Hrdzavého potoka z prameňa 419 Brúsik	Brúsik	HRZ 007		7,36	
Muráň – Hrdzavý potok – 20 m pod podopretým balvanom	Hrdzavý potok	HRZ 009	34,49		+16,89
Muráň – Hrdzavý potok – 200 m pod rampou – 4 pätníky	Hrdzavý potok	HRZ 010	27,18		-7,31
Muráň – Hrdzavý potok – pri kameni NP Muránska planina nad obcou	Hrdzavý potok	HRZ 011	20,94		-6,24
Muráň – Hrdzavý potok – limnigraf v obci	Hrdzavý potok	HRZ 012	17,14		-3,79
Muráň – výtok z vyvieracky Pastevník pri obecnom úrade	prameň Pastevník	HRZ 013		21,80	
Muráň – Hrdzavý potok – v obci, 30 m nad cestným mostom	Hrdzavý potok	HRZ 014	83,96		+45,02
Muráň – Hrdzavý potok – v obci, pri drevosklade – pod sútokom Hrdzavého potoka a Pastevníka	Hrdzavý potok	HRZ 015	97,80		+13,84

Tab. 5.2.5 – pokračovanie.

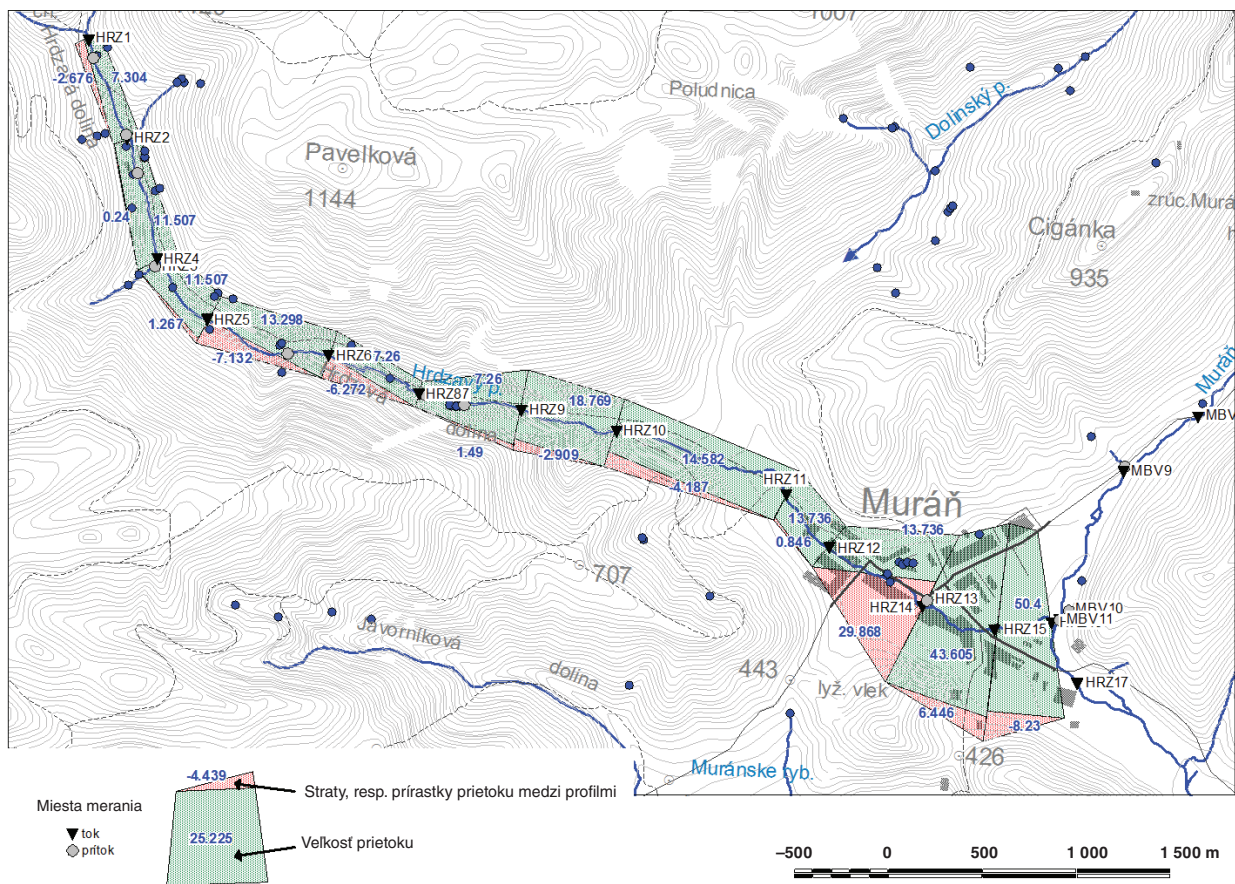
Lokalita	Vodný tok	Profil	Hlavný tok – prítok v l . s ⁻¹	Prítok – prítok v l . s ⁻¹	Prírastok/ úbytok v l . s ⁻¹
Merania zo dňa 8. 9. 2003					
Muráň – Hrdzavá dolina – Hrdzavý potok – sútok 800 m n. m.	Hrdzavý potok	HRZ 001	7,38		
Muráň – Hrdzavý potok – nad lesníckymi chatami	Hrdzavý potok	HRZ 002	9,06		+1,68
Muráň – pravostranný prítok Hrdzavého potoka od prameňa 365	Hrdzavý potok	HRZ 003		2,16	
Muráň – Hrdzavý potok – 15 m nad prítokom od prameňa 365	Hrdzavý potok	HRZ 004	15,94		+4,72
Muráň – Hrdzavý potok – odbočka lesnej cesty do ľavého svahu	Hrdzavý potok	HRZ 005	19,67		+3,73
Muráň – Hrdzavý potok – balvan zachytený stromom	Hrdzavý potok	HRZ 006	18,64		-1,03
Muráň – Hrdzavý potok – 10 m nad prítokom od prameňa 419 Brúsik	Hrdzavý potok	HRZ 008	9,56		-9,08
Muráň – ľavý prítok Hrdzavého potoka z prameňa 419 Brúsik	Brúsik	HRZ 007		7,47	
Muráň – Hrdzavý potok – 20 m pod podopretým balvanom	Hrdzavý potok	HRZ 009	31,93		+14,91
Muráň – Hrdzavý potok – 200 m pod rampou – 4 pätníky	Hrdzavý potok	HRZ 010	28,20		-3,74
Muráň – Hrdzavý potok – pri kameni NP Muránska planina nad obcou	Hrdzavý potok	HRZ 011	20,38		-7,82
Muráň – Hrdzavý potok – limnigraf v obci	Hrdzavý potok	HRZ 012	16,48		-3,90
Muráň – výtok z vyvieracky Pastevník pri obecnom úrade	prameň Pastevník	HRZ 013		13,19	
Muráň – Hrdzavý potok – v obci, 30 m nad cestným mostom	Hrdzavý potok	HRZ 014	66,97		+37,30
Muráň – Hrdzavý potok – v obci, pri drevosklade – pod sútokom Hrdzavého potoka a Pastevníka	Hrdzavý potok	HRZ 015	72,36		+5,39
Muráň – Hrdzavý potok – v obci, pri drevosklade – pod sútokom Hrdzavého potoka a Pastevníka	Hrdzavý potok	HRZ 015	65,19		-7,17
Muráň – Hrdzavý potok – pod drevoskladom, 20 m nad ústím Bielej vody (Muránskeho potoka)	Hrdzavý potok	HRZ 016		11,55	
Muráň – Biela voda (Muráňka) – nad ústím do Hrdzavky	Biela voda	MBV 011	86,73		+10,00
Merania zo dňa 12. 9. 2003					
Muráň – Hrdzavá dolina – Hrdzavý potok – sútok 800 m n. m.	Hrdzavý potok	HRZ 001	12,21		
Muráň – Hrdzavý potok – nad lesníckymi chatami	Hrdzavý potok	HRZ 002	12,14		-0,06
Muráň – pravostranný prítok Hrdzavého potoka od prameňa 365	Hrdzavý potok	HRZ 003		2,23	
Muráň – Hrdzavý potok – 15 m nad prítokom od prameňa 365	Hrdzavý potok	HRZ 004	19,06		+4,69
Muráň – Hrdzavý potok – odbočka lesnej cesty do ľavého svahu	Hrdzavý potok	HRZ 005	23,51		+4,44
Muráň – Hrdzavý potok – balvan zachytený stromom	Hrdzavý potok	HRZ 006	22,22		-1,28
Muráň – Hrdzavý potok – 10 m nad prítokom od prameňa 419 Brúsik	Hrdzavý potok	HRZ 008	11,64		-10,58
Muráň – ľavý prítok Hrdzavého potoka z prameňa 419 Brúsik	Brúsik	HRZ 007		10,83	
Muráň – Hrdzavý potok – 20 m pod podopretým balvanom	Hrdzavý potok	HRZ 009	36,03		+13,56
Muráň – Hrdzavý potok – 200 m pod rampou – 4 pätníky	Hrdzavý potok	HRZ 010	31,22		-4,82
Muráň – Hrdzavý potok – pri kameni NP Muránska planina nad obcou	Hrdzavý potok	HRZ 011	24,28		-6,94
Muráň – Hrdzavý potok – limnigraf v obci	Hrdzavý potok	HRZ 012	22,90		-1,38
Muráň – výtok z vyvieracky Pastevník pri obecnom úrade	prameň Pastevník	HRZ 013		13,27	
Muráň – Hrdzavý potok – v obci, 30 m nad cestným mostom	Hrdzavý potok	HRZ 014	73,73		+37,57
Muráň – Hrdzavý potok – v obci, pri drevosklade – pod sútokom Hrdzavého potoka a Pastevníka	Hrdzavý potok	HRZ 015	84,04		+10,31
Muráň – Hrdzavý potok – pod drevoskladom, 20 m nad ústím Bielej vody (Muránskeho potoka)	Hrdzavý potok	HRZ 016	83,16		-0,88
Muráň – Biela voda (Muráňka) – nad ústím do Hrdzavého potoka	Biela voda	MBV 011		16,09	
Muráň – Hrdzavý potok – záverečný profil pod obcou, 10 m pod cestným mostom	Hrdzavý potok	HRZ 017	110,75		+11,50



Obr. 5.2.12. Grafické znázornenie výsledkov hydrometrických meraní, realizovaných 5. 9. 2003 na Hrdzavom potoku v Hrdzavej doline a v obci Muráň.



Obr. 5.2.13. Grafické znázornenie výsledkov hydrometrických meraní, realizovaných 8. 9. 2003 na Hrdzavom potoku v Hrdzavej doline a v obci Muráň.



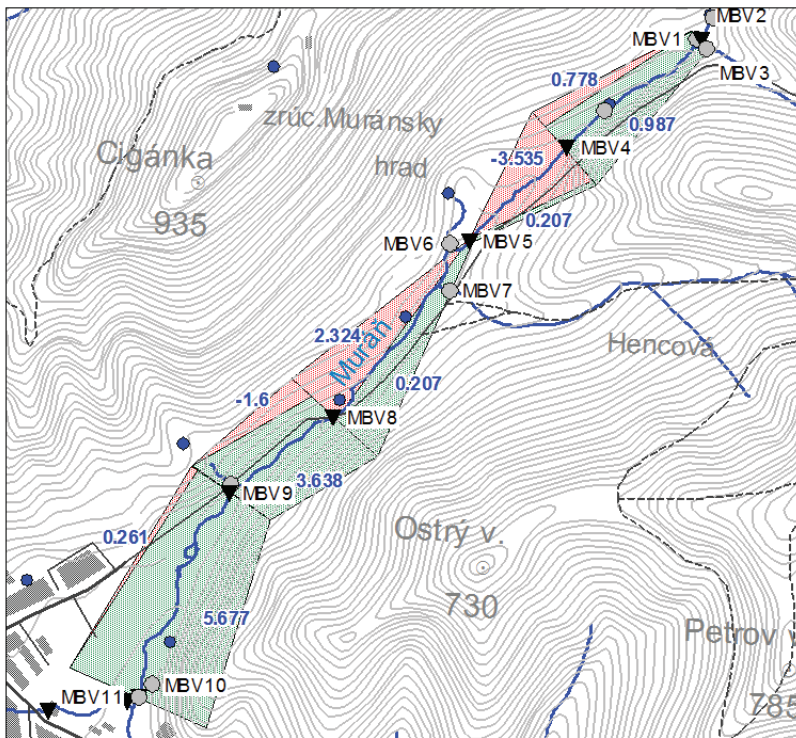
Obr. 5.2.14. Grafické znázornenie výsledkov hydrometrických meraní, realizovaných 12. 9. 2003 na Hrdzavom potoku v Hrdzavej doline a v obci Muráň.

Podľa výsledkov merania prietoku možno Hrdzavý potok rozdeliť na tri úseky. Vrchný úsek po profil HRZ 5 je charakteristický malou komunikáciou vody potoka s podzemnou vodou, čo je podmienené výskytom nepriepustných hornín spodného triasu. Od miesta ponorenia spodnotriasových sekvencií pod karbonátové súvrstvia stredného triasu nasleduje stredný úsek končiaci sa profilom HRZ 12 v obci Muráň, na ktorom je podzemná voda výrazne dotovaná vodou potoka. Úsek je v strednej časti prerušený miestom, na ktorom dochádza k viac či menej výrazným výverom podzemnej vody do potoka. Táto voda pravdepodobne súvisí s podzemnou vodou vyvierajúcou v prameni Brúsik (419), nachádzajúcom sa len niekoľko metrov od Hrdzavého potoka. Na spodnom úseku v obci Muráň až poniže sútoku s potokom Muráň sú významné vývery podzemnej vody do povrchového toku v množstve 37 až 45 l · s⁻¹. Tieto prestupy súvisia s vývermi vody prameniska Pastevník, roztrúsenými po obci. Predpokladáme, že časť vody prameniska Pastevník má pôvod vo vode infiltrovanej z Hrdzavého potoka v strednom úseku, hoci značná časť vody pochádza z oblasti Dolinského potoka. Stopovacou skúškou to overili Lukaj et al. (1997).

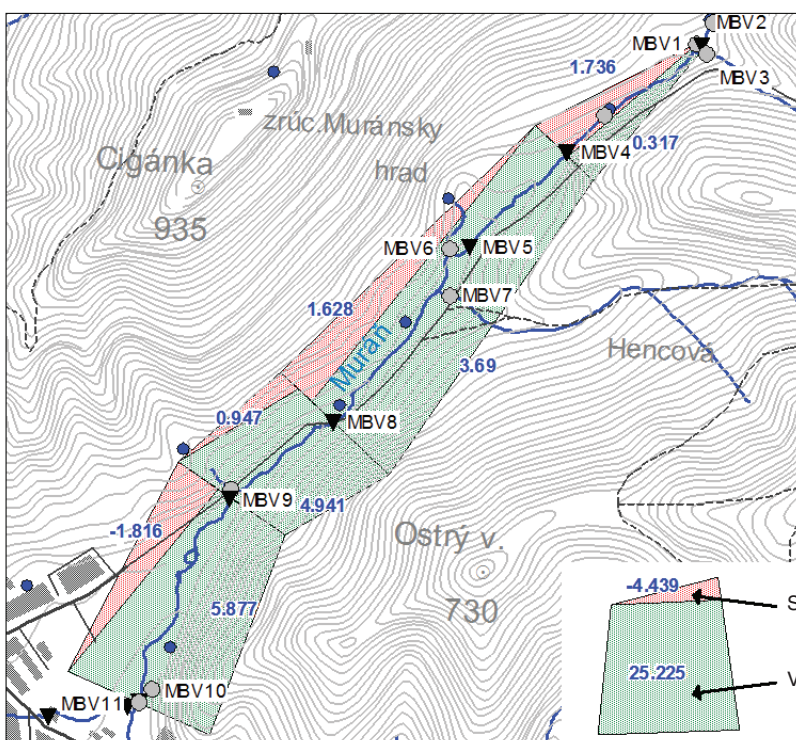
Ďalším skúmaným potokom bol Muráň v úseku od prameňa Biele vody (566) po sútok s Hrdzavým potokom v obci Muráň. Meranie prietoku sa robilo dvakrát, v dňoch 6. 9. 2003 a 9. 9. 2003 počas nízkych hydrologických stavov. Meraných bolo celkovo 7 profilov na potoku Muráň a 4 profily na vedľajších prítokoch. Okrem toho sa zmerala výdatnosť všetkých prameňov, bezprostredne susediacich s potokom.

Z výsledkov je zrejmé, že na potoku sa striedajú úseky, na ktorých voda z potoka infiltruje do podzemia s úsekmi podzemnej vody prestupujúcej do povrchového toku. Najvýraznejšie prepojenie podzemnej a povrchovej vody je v mieste krasovej vyvieracky Pod hradom (555). Na úseku od vyvieracky po profil MBV 8 prestupuje podzemná voda do potoka, na úseku nad prameňom boli zaznamenané straty takmer celého prietoku potoka Muráň. Výraznú infiltráciu vody potoka si vysvetľujeme vyprázdnením krasových dutín vo vrchnotriasových vápencoch v mieste mohutnej vyvieracky Pod hradom (555) v čase jej nízkeho prietoku.

6. 9. 2003

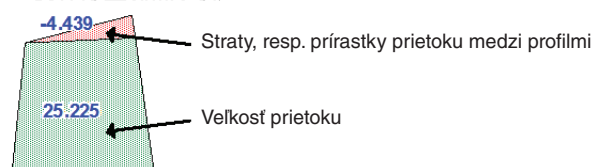


9. 9. 2003



Miesta merania

▼ tok
 ● prítok



-500 0 500 1 000 1 500 m

Obr. 5.2.15. Grafické znázornenie výsledkov hydrometrických meraní, realizovaných v dňoch 6. 9. 2003 a 9. 9. 2003 na vodnom toku Muráň, odvodňujúcom vyvieraciu Pod hradom sv. od obce Muráň.

Tab. 5.2.6. Priemerné hodnoty skrytých prírastkov a úbytkov prítokového množstva Hrdzavého potoka v Hrdzavej doline a v obci Muráň podľa výsledkov hydrometrických meraní v dňoch 5. 9. 2003, 8. 9. 2003 a 12. 9. 2003.

Lokalita	Vodný tok	Profil	Hlavný tok – prítok v l . s ⁻¹	Prítok – prítok v l . s ⁻¹	Prírastok/ úbytok v l . s ⁻¹
Muráň – Hrdzavá dolina – Hrdzavý potok – sútok 800 m n. m.	Hrdzavý potok	HRZ 001	9,50		
Muráň – Hrdzavý potok – nad lesníckymi chatami	Hrdzavý potok	HRZ 002	10,55		+1,05
Muráň – pravostranný prítok Hrdzavého potoka od prameňa 365	Hrdzavý potok	HRZ 003		2,22	
Muráň – Hrdzavý potok – 15 m nad prítokom od prameňa 365	Hrdzavý potok	HRZ 004	17,77		+5,00
Muráň – Hrdzavý potok – odbočka lesnej cesty do ľavého svahu	Hrdzavý potok	HRZ 005	21,23		+3,46
Muráň – Hrdzavý potok – balvan zachytený stromom	Hrdzavý potok	HRZ 006	20,20		-1,03
Muráň – Hrdzavý potok – 10 m nad prítokom od prameňa 419 Brúsik	Hrdzavý potok	HRZ 008	10,48		-9,71
Muráň – ľavý prítok Hrdzavého potoka z prameňa 419 Brúsik	Brúsik	HRZ 007		8,55	
Muráň – Hrdzavý potok – 20 m pod podopretým balvanom	Hrdzavý potok	HRZ 009	34,15		+15,12
Muráň – Hrdzavý potok – 200 m pod rampou – 4 pätníky	Hrdzavý potok	HRZ 010	28,86		-5,29
Muráň – Hrdzavý potok – pri kameni NP Muránska planina nad obcou	Hrdzavý potok	HRZ 011	21,86		-7,00
Muráň – Hrdzavý potok – limnigraf v obci	Hrdzavý potok	HRZ 012	18,84		-3,02
Muráň – výtok z vyvieracky Pastevník pri obecnom úrade	prameň Pastevník	HRZ 013		16,09	
Muráň – Hrdzavý potok – v obci, 30 m nad cestným mostom	Hrdzavý potok	HRZ 014	74,89		+39,96
Muráň – Hrdzavý potok – v obci, pri drevosklade – pod sútokom Hrdzavého potoka a Pastevníka	Hrdzavý potok	HRZ 015	84,73		+9,84
Muráň – Hrdzavý potok – pod drevoskladom, 20 m nad ústím Bielej vody (Muránskeho potoka)	Hrdzavý potok	HRZ 016	74,17		-4,03
Muráň – Biela voda (Muráňka) – nad ústím do Hrdzavého potoka	Biela voda	MBV 011		13,82	
Muráň – Hrdzavý potok – záverečný profil pod obcou, 10 m pod cestným mostom	Hrdzavý potok	HRZ 017	98,74		+10,75
Súčet					+55,09

Tab. 5.2.7. Výsledky hydrometrických meraní na vodnom toku Muráň, odvodňujúcom vyvieracku Pod hradom sv. od obce Muráň, zisťovanie vzájomnej komunikácie medzi povrchovým tokom a horninovým prostredím meraním prítoku v dňoch 6. 9. 2003 a 9. 9. 2003.

Lokalita	Vodný tok	Profil	Hlavný tok – prítok v l . s ⁻¹	Prítok – prítok v l . s ⁻¹	Prírastok/ úbytok v l . s ⁻¹
Merania zo dňa 6. 9. 2003					
Potok Muráň z Prednej hory – prameň Bielej vody na objekte SHMÚ	potok Muráň	MBV 001	1,29		
Potok Muráň – prítok od Prednej hory (Biela voda)	potok Muráň	MBV 002		1,63	
Potok Muráň – Biela voda – ľavý prítok (z kryštalinika) od Prednej hory	potok Muráň	MBV 003		2,52	
Potok Muráň – Biela voda, 500 m nad vyvierackou Pod hradom	potok Muráň	MBV 004	6,22		+0,78
Potok Muráň – Biela voda, 50 m nad prítokom z vyvieracky Pod hradom	potok Muráň	MBV 005	0,57		-5,65

Tab. 5.2.7 – pokračovanie.

Lokalita	Vodný tok	Profil	Hlavný tok – prítok v l . s ⁻¹	Prítok – prítok v l . s ⁻¹	Prírastok/ úbytok v l . s ⁻¹
Potok Muráň – Biela voda – vyvieračka Pod hradom	potok Muráň	MBV 006		2,87	
Potok Muráň – Biela voda – ľavý prítok z kryštalinika, 100 m pod vyvieračkou	potok Muráň	MBV 007	2,26		-1,19
Potok Muráň – Biela voda – 100 m nad mostom štátnej cesty	potok Muráň	MBV 008	7,23		+4,97
Potok Muráň – Biela voda – pod brodom poľnej cesty	potok Muráň	MBV 009	6,04		-1,19
Potok Muráň – Biela voda – prameň v päte svahu kóty 730 Ostrý vrch	potok Muráň	MBV 010		3,83	
Potok Muráň – Biela voda + prameň spolu nad ústím do Hrdzavého potoka	potok Muráň	MBV 011	9,39		-0,47
Merania zo dňa 9. 9. 2003					
Potok Muráň z Prednej hory – prameň Biele vody na objekte SHMÚ	potok Muráň	MBV 001	1,03		
Potok Muráň – prítok od Prednej hory (Biela voda)	potok Muráň	MBV 002		0,91	
Potok Muráň – Biela voda – ľavý prítok (z kryštalinika) od Prednej hory	potok Muráň	MBV 003		1,67	
Potok Muráň – Biela voda, 500 m nad vyvieračkou Pod hradom	potok Muráň	MBV 004	5,13		+1,52
Potok Muráň – Biela voda 50 m nad prítokom z vyvieračky Pod hradom	potok Muráň	MBV 005	0,01		-5,12
Potok Muráň – Biela voda – vyvieračka Pod hradom	potok Muráň	MBV 006		2,34	
Potok Muráň – Biela voda – ľavý prítok z kryštalinika, 100 m pod vyvieračkou	potok Muráň	MBV 007	1,52		-0,84
Potok Muráň – Biela voda – 100 m nad mostom štátnej cesty	potok Muráň	MBV 008	9,47		+7,95
Potok Muráň – Biela voda – pod brodom poľnej cesty	potok Muráň	MBV 009	8,23		-1,24
Potok Muráň – Biela voda – prameň v päte svahu k. 730 Ostrý vrch	potok Muráň	MBV 010		4,00	
Potok Muráň – Biela voda + prameň spolu nad ústím do Hrdzavého potoka	potok Muráň	MBV 011	11,55		-0,68

Tab. 5.2.8. Priemerné hodnoty skrytých prírastkov a úbytkov prítokového množstva vodného toku Muráň, odvodňujúceho vyvieračku Pod hradom sv. od obce Muráň podľa výsledkov hydrometrických meraní v dňoch 6. 9. 2003 a 9. 9. 2003.

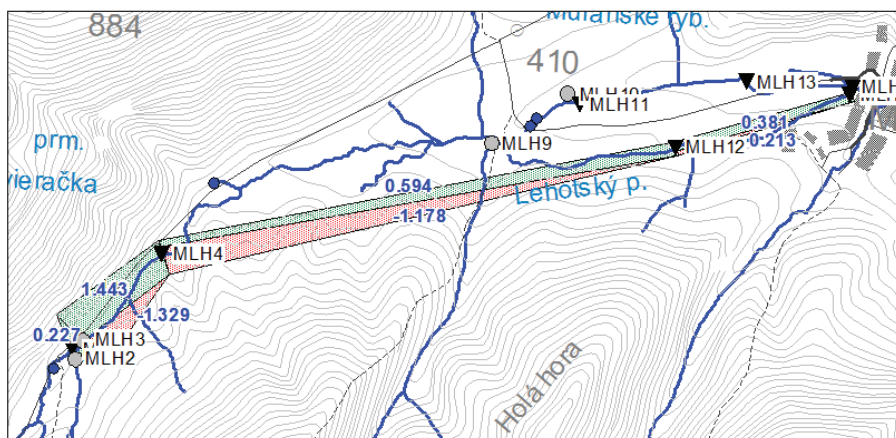
Lokalita	Vodný tok	Profil	Hlav. tok – priemerný prítok [l . s ⁻¹]	Prítok – priemerný prítok [l . s ⁻¹]	Priemerný prírastok/ úbytok [l . s ⁻¹]
Potok Muráň z Prednej hory – prameň Biele vody na objekte SHMÚ	potok Muráň	MBV 001	0,77		
Potok Muráň – prítok od Prednej hory (Biela voda)	potok Muráň	MBV 002		0,85	
Potok Muráň – Biela voda – ľavý prítok (z kryštalinika) od Prednej hory	potok Muráň	MBV 003		1,40	
Potok Muráň – Biela voda, 500 m nad vyvieračkou Pod hradom	potok Muráň	MBV 004	3,78		+0,77
Potok Muráň – Biela voda, 50 m nad prítokom z vyvieračky Pod hradom	potok Muráň	MBV 005	0,19		-3,59
Potok Muráň – Biela voda – vyvieračka Pod hradom	potok Muráň	MBV 006		1,74	
Potok Muráň – Biela voda – ľavý prítok z kryštalinika, 100 m pod vyvieračkou	potok Muráň	MBV 007	1,26		-0,68

Tab. 5.2.8 – pokračovanie.

Lokalita	Vodný tok	Profil	Hlav. tok – priemerný prítok [l . s ⁻¹]	Prítok – priemerný prítok [l . s ⁻¹]	Priemerný prírastok/ úbytok [l . s ⁻¹]
Potok Muráň – Biela voda – 100 m nad mostom štátnej cesty	potok Muráň	MBV 008	5,56		+4,31
Potok Muráň – Biela voda – pod brodom poľnej cesty	potok Muráň	MBV 009	4,75		-0,81
Potok Muráň – Biela voda – prameň v päte svahu kóty 730 Ostrý vrch	potok Muráň	MBV 010		2,61	
Potok Muráň – Biela voda + prameň spolu nad ústím do Hrdzavého potoka	potok Muráň	MBV 011	6,98		-0,38
Súčet					-0,38

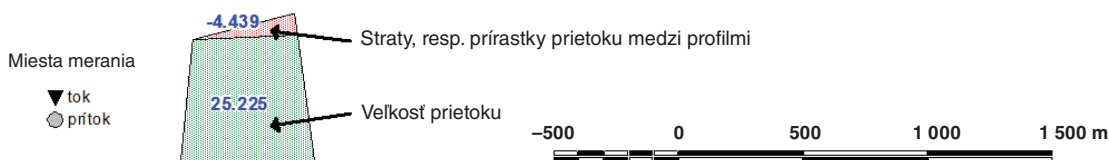
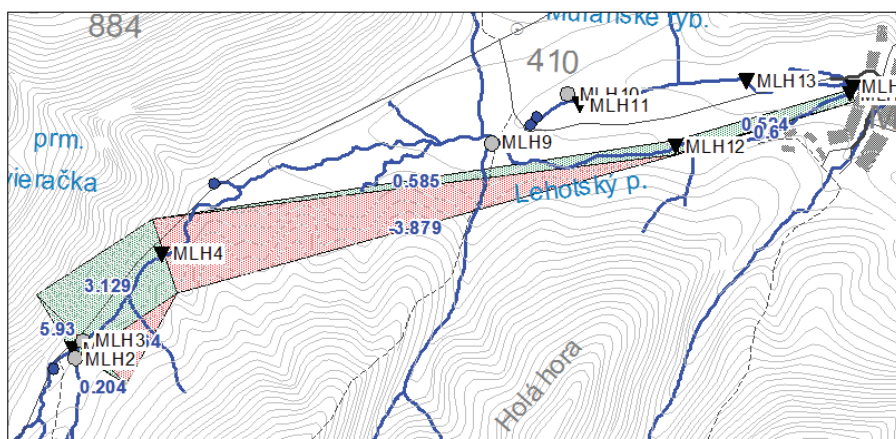
Na Lehotskom potoku jz. od Muránskej Lehoty a na prítoku od prameňov Pri močiari 1 a Pri močiari 2 spod Javorníkovej doliny sa vykonali merania prietoku s cieľom zistiť prípadné skryté prestupy podzemnej vody pôvodne plošného prameniska Pri močiari do povrchových tokov mimo dvoch súčasných výverov, kontinuálne monitorovaných SHMÚ. Meranie prietoku sa urobilo dvakrát, v dňoch 9. 9. 2003 a 12. 9. 2003 počas nízkych hydrologických stavov. Meraných bolo celkovo 7 profilov na potoku Muráň a 8 profilov na vedľajších prítokoch. Okrem toho bola zmeraná výdatnosť všetkých prameňov, bezprostredne susediacich s potokmi.

9. 9. 2003



Obr. 5.2.16. Grafické znázornenie výsledkov hydrometrických meraní, realizovaných v dňoch 9. 9. 2003 a 12. 9. 2003 na Lehotskom potoku jz. od Muránskej Lehoty.

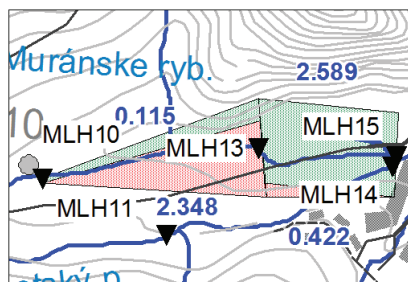
12. 9. 2003



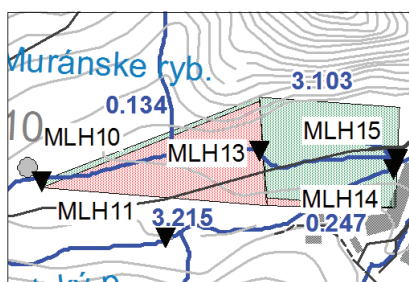
Prácami sa nezistili prestupy podzemnej vody do povrchových tokov, naopak, bolo overené významnejšie množstvo povrchovej vody infiltrujúcej nad prameniskom Pri močiari aj pod ním.

Dňa 10. 9. 2003 sa na potoku Dudlavka južne od obce Závadka nad Hronom vykonali merania prietoku s cieľom zistiť prípadné skryté prestupy podzemnej vody do povrchového toku, ktoré predpokladal Kullman (1990). Meranie prietoku sa vykonalo počas nízkyh hydrologických stavov. Meraných bolo celkovo 5 profilov na potoku Muráň a prítok od prameňa Stožky (227). Okrem toho sa zmerala výdatnosť všetkých prameňov, bezprostredne susediacich s potokmi.

9. 9. 2003

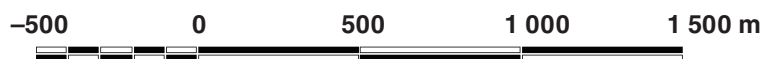
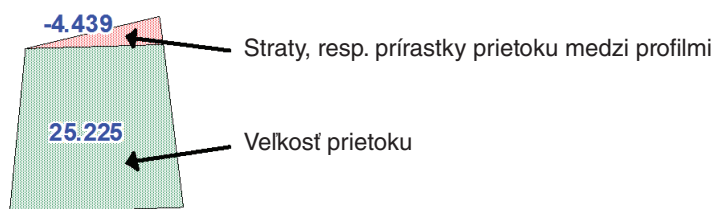


12. 9. 2003



Miesta merania

- ▼ tok
- prítok



Obr. 5.2.17. Grafické znázornenie výsledkov hydrometrických meraní, realizovaných v dňoch 9. 9. 2003 a 12. 9. 2003 na prítoku od prameňov Pri močiari 1 a Pri močiari 2 spod Javorníkovej doliny jz. od Muránskej Lehoty.

Tab. 5.2.9. Výsledky hydrometrických meraní na Lehotskom potoku jz. od Muránskej Lehoty, zisťovanie vzájomnej komunikácie medzi povrchovým tokom a horninovým prostredím meraním prietoku v dňoch 9. 9. 2003 a 12. 9. 2003.

Lokalita	Vodný tok	Profil	Hlavný tok – prietok v l . s ⁻¹	Prítok – prietok v l . s ⁻¹	Prírastok/ úbytok v l . s ⁻¹
Merania zo dňa 9. 9. 2003					
Lehotský potok nad prameňom Tisovec – horný – pod plotom ochranného pásma prameňa	Lehotský potok	MLH 001	0,65		
Prítok z pravej strany z kryštalinika tesne pod zakončením ochranného pásma prameňa	prítok sprava	MLH 002		4,03	
Prítok – odpad z prameňa Tisovec – horný	prameň Tisovec – horný	MLH 003		0,66	
Lehotský potok, 400 m nad vyvieračkou Tisovec – dolný	Lehotský potok	MLH 004	2,41		-2,93
Lehotský potok, 50 m nad vyvieračky Tisovec – dolný	Lehotský potok	MLH 005	0,00		-2,41
Prítok – odpad z prameňa Tisovec – dolný	prameň Tisovec – dolný	MLH 006		0,00	
Lehotský potok, 450 m pod vyvieračkou Tisovec – dolný	Lehotský potok	MLH 007	0,00		0,00
Lehotský potok pri bývalom salaši pod Javorníkovou dolinou	Lehotský potok	MLH 008	0,00		0,00
Pravý prítok z kryštalinika pri bývalom salaši pod Javorníkovou dolinou	prítok sprava	MLH 009		0,95	

Tab. 5.2.9 – pokračovanie.

Lokalita	Vodný tok	Profil	Hlavný tok – prítok v l . s ⁻¹	Prítok – prítok v l . s ⁻¹	Prírastok/ úbytok v l . s ⁻¹
Prameň č. 456 Pri močiari 2 – vyšší	prítok zľava	MLH 010		2,73	
Prameň č. 455 Pri močiari 1 – nižší	prítok zľava	MLH 011		0,58	
Lehotský potok pod brodom poľnej cesty, 400 m nad Muránskou Lehotou	Lehotský potok	MLH 012	0,99		+0,04
Prítok od prameňov Pri močiari spod Javorníkovej doliny, meraný nad rybníkmi	prítok zľava	MLH 013		4,97	+1,65*
Lehotský potok pod mostom štátnej cesty v Muránskej Lehote	Lehotský potok	MLH 014	1,10		+0,12
Prítok od prameňov Pri močiari spod Javorníkovej doliny, meraný pri moste štátnej cesty v Muránskej Lehote	prítok zľava	MLH 015		4,31	-0,66*
Merania zo dňa 12. 9. 2003					
Lehotský potok nad prameňom Tisovec – horný – pod plotom ochranného pásma prameňa	Lehotský potok	MLH 001	0,97		
Prítok z pravej strany z kryštalinika tesne pod zakončením ochranného pásma prameňa	prítok sprava	MLH 002		7,94	
Prítok – odpad z prameň Tisovec – horný	prameň Tisovec – horný	MLH 003		0,85	
Lehotský potok, 400 m nad vyvieracťou Tisovec – dolný	Lehotský potok	MLH 004	5,22		-4,55
Lehotský potok, 50 m nad vyvieracťou Tisovec – dolný	Lehotský potok	MLH 005	0,00		-5,22
Prítok – odpad z prameň Tisovec – dolný	prameň Tisovec – dolný	MLH 006		0,00	
Lehotský potok, 450 m pod vyvieracťou Tisovec – dolný	Lehotský potok	MLH 007	0,00		0,00
Lehotský potok pri bývalom salaši pod Javorníkovou dolinou	Lehotský potok	MLH 008	0,00		0,00
Pravý prítok z kryštalinika pri bývalom salaši pod Javorníkovou dolinou	prítok sprava	MLH 009		3,77	
Prameň č. 456 Pri močiari 2 – vyšší	prítok zľava	MLH 010		2,73	
Prameň č. 455 Pri močiari 1 – nižší	prítok zľava	MLH 011		0,68	
Lehotský potok pod brodom poľnej cesty 400 m nad Muránskou Lehotou	Lehotský potok	MLH 012	1,66		-2,12
Prítok od prameňov Pri močiari spod Javorníkovej doliny, meraný nad rybníkmi	prítok zľava	MLH 013		5,51	+2,11*
Lehotský potok pod mostom štátnej cesty v Muránskej Lehote	Lehotský potok	MLH 014	1,48		-0,18
Prítok od prameňov Pri močiari spod Javorníkovej doliny, meraný pri moste štátnej cesty v Muránskej Lehote	prítok zľava	MLH 015		5,18	-0,33*

* hviezdičkou sú označené skryté prírastky, resp. úbytky prítokového množstva zistené na prítoku od prameňov Pri močiari 1 a Pri močiari 2 spod Javorníkovej doliny

Tab. 5.2.10. Priemerné hodnoty skrytých prírastkov a úbytkov prietokového množstva na Lehotskom potoku jz. od Muránskej Lehoty podľa výsledkov meraní prietoku v dňoch 9. 9. 2003 a 12. 9. 2003.

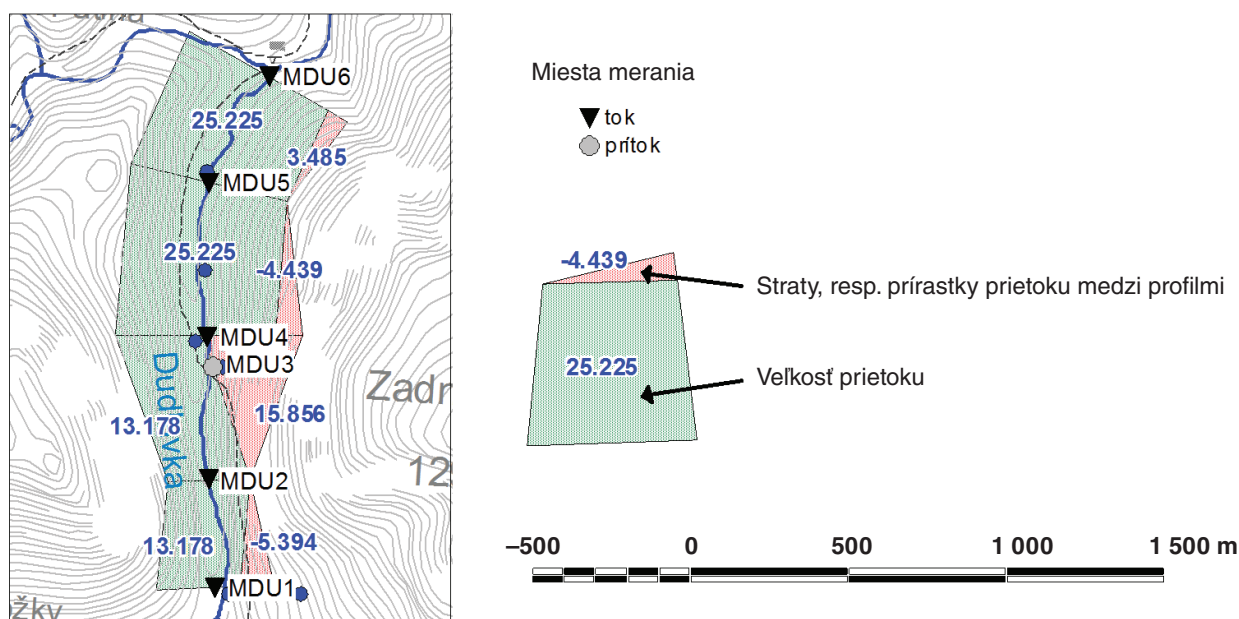
Lokalita	Vodný tok	Profil	Hlavný tok – priemerný prietok [l . s ⁻¹]	Prítok – priemerný prietok [l . s ⁻¹]	Priemerný prírastok/ úbytok [l . s ⁻¹]
Lehotský potok nad prameňom Tisovec – horný – pod plotom ochranného pásma prameňa	Lehotský potok	MLH 001	0,81		
Prítok z pravej strany z kryštalinika tesne pod zakončením ochranného pásma prameňa	prítok sprava	MLH 002	0,00	5,98	
Prítok – odpad z prameň Tisovec – horný	prameň, Tisovec – horný	MLH 003	0,00	0,76	
Lehotský potok, 400 m nad vyvieračkou Tisovec – dolný	Lehotský potok	MLH 004	3,81		-3,74
Lehotský potok, 50 m nad vyvieračkou Tisovec – dolný	Lehotský potok	MLH 005	0,00		-3,81
Prítok – odpad z prameň Tisovec – dolný	prameň Tisovec – dolný	MLH 006		0,00	0,00
Lehotský potok, 450 m pod vyvieračkou Tisovec – dolný	Lehotský potok	MLH 007	0,00		0,00
Lehotský potok pri bývalom salaši pod Javorníkovou dolinou	Lehotský potok	MLH 008	0,00		0,00
Pravý prítok z kryštalinika pri bývalom salaši pod Javorníkovou dolinou	prítok sprava	MLH 009		2,36	
Prameň č. 456 Pri močiari 2 – vyšší	prítok zľava	MLH 010		2,73	
Prameň č. 455 Pri močiari 1 – nižší	prítok zľava	MLH 011		0,63	
Lehotský potok pod brodom poľnej cesty, 400 m nad Muránskou Lehotou	Lehotský potok	MLH 012	1,32		-1,04
Prítok od prameňov Pri močiari spod Javorníkovej doliny, meraný nad rybníkmi	prítok zľava	MLH 013		5,24	+1,88*
Lehotský potok pod mostom štátnej cesty v Muránskej Lehote	Lehotský potok	MLH 014	1,29		-0,03
Prítok od prameňov Pri močiari spod Javorníkovej doliny, meraný pri moste štátnej cesty v Muránskej Lehote	prítok zľava	MLH 015		4,74	-0,50*
Súčet (Lehotský potok)					-8,6
Súčet (prítok spod Javorníkovej doliny)					+1,4

* hviezdičkou sú označené skryté prírastky, resp. úbytky prietokového množstva zistené na prítoku od prameňov Pri močiari 1 a Pri močiari 2 spod Javorníkovej doliny

Tab. 5.2.11. Výsledky hydrometrických meraní na potoku Dudlavka južne od obce Závadka nad Hronom, zisťovanie vzájomnej komunikácie medzi povrchovým tokom a horninovým prostredím meraním prietoku 10. 9. 2003.

Lokalita	Vodný tok	Profil	Hlavný tok – prietok v l . s ⁻¹	Prítok – prietok v l . s ⁻¹	Prírastok/ úbytok v l . s ⁻¹
Dudlavka – pod priehradkou	Dudlavka	MDU 001	31,27		
Dudlavka – 400 m pod priehradkou	Dudlavka	MDU 002	21,96		-9,31
Prameň č. 227 Stožky, pozorovaný SHMÚ	prítok sprava	MDU 003		3,16	
Dudlavka – pod mostom asfaltovej lesnej cesty	Dudlavka	MDU 004	49,27		+24,15
Dudlavka – 500 m pod prameňom Stožky, 50 m nad rozpadnutou kôľňou	Dudlavka	MDU 005	40,56		-8,70
Dudlavka – pri hájovni Päťina, 50 m pod merným prahom SHMÚ	Dudlavka	MDU 006	47,14		+6,58
Súčet					+12,7

Meraním prietoku boli overené prestupy podzemnej vody v sumáre takmer 13 l . s⁻¹.



Obr. 5.2.18. Grafické znázornenie výsledkov hydrometrických meraní, realizovaných 10. 9. 2003 na potoku Dudlavka južne od obce Závadka nad Hronom.

5.2.3. Charakteristika obehu a režimu podzemnej vody jednotlivých významných prameňov

V uvedenom členení opisujeme výsledky režimových meraní výdatnosti v jednotlivých častiach muránskej zlomovej línie.

Pod hradom (207)

Je to najväčší samostatný prameň na muránskej zlomovej líni. Využíva sa pre muránsky skupinový vodovod ako jeho hlavný zdroj. Dávnejšie vybudované odberné zariadenie v štôlni vyhlbenej do svahu neumožňuje meranie odoberaného množstva. Nie je možná ani jeho úprava pri vyústení, pretože vyúsťuje až v Muránskej Dlhej Lúke a predtým je do toho istého potrubia privedená aj voda z ďalších zdrojov. Ešte začiatkom osemdesiatych rokov premerali VVaK kapacitu odberného zariadenia pri jeho úplnom zatopení. Bolo to však v čase, keď pre vážnu poruchu bol odstavený celý systém na viac ako týždeň. Zistila sa kapacita $140 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ a s takouto veľkosťou odberu sme uvažovali vždy pri zatopení odberného zariadenia. Poznávame, že odberný systém je vybudovaný tak, že neumožňuje zníženie odoberaného množstva v záchytnom zariadení. V prípade prebytku vody v odbernom zariadení v Muránskej Dlhej Lúke sa odstavoval odber z iných zdrojov, resp. sa tu vypúšťala prebytočná voda.

Odberné zariadenie v štôlni VVaK v rámci vyhládavacieho hydrogeologického prieskumu (Lukaj et al., 1997) upravili tak, že bolo možné meranie odoberaného množstva pri nižších stavoch vody, teda keď nebolo zatopené. Z toho vyplýva, že odoberané množstvo nižšie ako $140 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ bolo namerané priamo a odoberané množstvo rovné tejto hodnote bolo interpretované na základe dávnejšieho zistenia kapacity odberného zariadenia. V čase, keď je odberné zariadenie zatopené (odber $140 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), odteká prebytočná voda (odpad) vyhlbeným korytom do potoka Muráň a meria sa na vybudovanom upravenom obdĺžnikovom prepade vo vzdialenosti asi 200 m od záchytky. Pri odbere menšom ako $140 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (teda odber všetkej vody výveru pri nezatopenom zariadení) je odpad nulový a taký by mal byť aj prítok na prepade. V skutočnosti tam bol vždy nameraný malý prítok (do $1,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), ktorý bol spôsobený vodou pritekajúcou do odpadového koryta z okolitých netriedených náplavov a sutín, prípadne aj nezachytenou vodou z karbonátov (Helma in Lukaj et al., 1997). Merné zariadenie, vybudované v rámci tejto úlohy, prebral potom SHMÚ do svojej pozorovacej siete.

Na základe režimových meraní prebytočnej, nezachytenej vody (odpad) a meraní odberu (konštantné množstvo $140 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ alebo menšie namerané množstvo) bola spracovaná celková výdatnosť prameňa v hydrologických rokoch 1992 – 1995. V zmysle klasifikácie Kesslera (1963) zaradil Helma (in Lukaj et

al., 1997) prameň Pod hradom medzi pramene so zlým až veľmi zlým stupňom stálosti, teda s koeficientom nerovnomernosti (kQ) väčším ako 20 a v niektorých rokoch aj vyšším ako 100.

Z hľadiska biológie má voda vyvierajúca Pod hradom veľmi variabilnú kvalitu (Kullman, 1996). Hodnotenie vzťahu medzi kumulatívnymi hodnotami vyprázdneného objemu podzemnej vody a zmenou vodivosti vody v priebehu jarného topenia snehu na prameni Pod hradom (Kullman, 1996) poukazuje na sústavne narastajúce riedenie podzemnej vody nádrže po jednotlivých vlnách infiltrovanej nízko mineralizovanej vody z jarného topenia snehu. Svedčí to o veľkom riedení podzemnej vody v nádrži priľahlej k prameňu, ktorá sa ním odvodňuje.

Pramene v intraviláne obce Muráň (491, 492, 497, 498, 501, 502)

Prakticky v strede obce na ľavej strane Hrdzavého potoka na ploche asi 70 x 150 m vyviera podzemná voda v troch pramenných oblastiach nazvaných Za MNV, V záhrade a V obci. Na pravej strane Hrdzavého potoka je ďalšia výverová oblasť nazývaná Dovalka. Situácia týchto výverov je zobrazená v detaile v prílohe 1. Pramenné oblasti Za MNV a V záhrade prakticky na seba bezprostredne nadväzujú, majú spoločný odtok a označujú sa spoločným názvom Pastevník. Niekedy sa k nim priraduje aj pramenná oblasť V obci so samostatným odtokom do Hrdzavého potoka a výnimočne aj pramenná oblasť Dovalka nachádzajúca sa už na druhej strane Hrdzavého potoka.

Aj napriek tomu, že podľa nášho názoru v celom intraviláne obce ide prakticky o jednu výverovú sústavu, z praktického hľadiska (existencia záchytky a členenie merných objektov) opisujeme pod menom Pastevník pramenné oblasti Za MNV a V záhrade zachytené v spoločnej záchytky a samostatne pramenné oblasti V obci a Dovalka.

Pastevník (497, 498, 501, 502)

Voda vyvierajúca v pramenných oblastiach Za MNV (dnes je to Za obecným úradom) a V záhrade bola meraná na samostatnom mernom objekte, ktorý bol funkčný ešte od čias základného hydrogeologického výskumu na konci sedemdesiatych rokov. Po vybudovaní záchytného zariadenia tento objekt ostal naďalej funkčný a merala sa na ňom nezachytená voda z pramenej oblasti V záhrade, ako aj voda, ktorá voľne vytekala z odberného zariadenia [v dokumentácii Lukaja et al. (1997) sa uvádza ako „obtok“]. Vnútri tohto zariadenia bolo vybudované merné zariadenie na meranie odobranej vody. Voda sa však doteraz neodoberá do vodovodnej siete, ale odpadovým systémom odteká separátne do Hrdzavého potoka. Lukaj et al. (1997) ju uvádzajú ako Pastevník – „odpad“ (pod číslom 2 909).

Najnižšia priemerná výdatnosť bola vo všeobecnosti v mesiacoch júl až september. Najvyššia priemerná výdatnosť je v mesiacoch marec až máj a v novembri. V zmysle klasifikácie Kesslera (1963) zaradil Helma (in Lukaj et al., 1997) prameň Pastevník medzi pramene so zlým stupňom stálosti, teda s koeficientom nerovnomernosti (kQ) väčším ako 20.

Po bakteriologickej stránke na základe výsledkov pri rôznej výdatnosti prameňa sa zistilo permanentné biologické znečistenie prameňa (Kullman, 1996). Časť tohto biologického znečistenia pochádza zo širšej infiltračnej oblasti. Jeho veľký rozkyv medzi jednotlivými vývermi prameniska v súhlasnom čase dovoľuje však usudzovať, že voda je v značnej miere kontaminovaná aj vo výverovej oblasti. Väčšia ochrana výverovej oblasti by mohla priniesť podstatné zlepšenie biologických vlastností tejto vody.

Prameň Pastevník má obmedzenejšie riediace možnosti v porovnaní s prameňmi Pod hradom a Tisovec – horný, no takisto je preň charakteristické riedenie podzemnej vody v nádrži priľahlej k prameňu.

Kullman (1996) v prípade zdrojov podzemnej vody Pod hradom a Pastevník navrhol ochranné územie zahŕňajúce vymedzený areál Veľkej lúky, ako aj Dolinský potok po ponor, v ktorom sa stráca povrchová voda Dolinského potoka. Toto územie je takisto v širšom ochrannom pásme skupiny využívaných zdrojov podzemnej vody s možnosťou zvýšeného ohrozenia znečistením zdrojov podzemnej vody Pod hradom a Pastevník. Oblasť Veľkej lúky sa odvodňuje do viacerých závrtoch ležiacich na zlome súbežnom s okrajovým zlomom, tvoriacom vnútorné zlomové obmedzenie grabenu. Hlavným odvodňovacím závrtoom je závrť pri jz. okraji Veľkej lúky, prostredníctvom ktorého významná časť povrchovej vody z tohto zberného územia dotuje priamo podzemnú vodu využívaného vodného zdroja Pod hradom a časť podzemnej vody vodného zdroja Pastevník a jeho širšieho okolia. Hoci sa zatiaľ neuskutočnila farbiaca skúška medzi závrťmi na Veľkej lúke a opisovanými prameňmi, na základe hydrogeologických pomerov možno tento súvis považovať za jednoznačný. Navyše, nepriamo sa potvrdil farbiacou skúškou medzi ponorom vody

v Dolinskom potoku a podzemnou vodou prameňa Pastevník v Muráni. Farbiaca skúška zdokumentovala pri predpokladanej dĺžke podzemného prestupu vody 2 300 m čas prestupu 23,5 hod. a rýchlosť prestupu vody $0,027 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (Kámen, 1963). Vo vzťahu k tomuto satelitnému ochrannému územiu 1. stupňa treba upozorniť na to, že na jeho okraji sa nachádza jeden z potenciálnych zdrojov možného znečistenia puklino-krasovej vody na Muránskej planine – žrebčinec na Veľkej lúke. Tu bude nutné zabezpečiť dôslednú ochranu podzemnej vody a sústavnú kontrolu dodržiavania predpísaných ochranných opatrení, aby sa vylúčil možný vplyv znečistenia z tohto žrebčincea.

Muráň – V obci (491)

Na osobitnom mernom zariadení sa merala voda vyvierajúca v pramennej oblasti V obci v intraviláne obce Muráň. Ide tu vlastne o oddelený výver pramennej sústavy Pastevník so samostatným odtokom do Hrdzavého potoka. Obytné domy sa tu nachádzajú v bezprostrednej blízkosti výverov. Pri vysokej výdatnosti podzemná voda vyviera na viacerých miestach priamo z upravených miest v základoch obytných domov, v zatravnenej záhrade a v nevyužívanom priestore medzi domami. Výdatnosť sa merala v bezprostrednej blízkosti výverov najprv na upravenom Thomsonovom trojuholníkovom priepade, ktorý bol v r. 1992 prerobený na kombinovaný lichobežníkový priepad. Tento výver každý rok niekoľkokrát vysychá na kratšie alebo dlhšie obdobia podľa množstva zrážok a ich rozdelenia v priebehu roka. Počas štyroch hydrologických rokov 1992 – 1995 bol prameň najkratší čas vyschnutý v štyroch obdobiach v roku 1994, a to spolu 88 dní, a najdlhšie v štyroch obdobiach v roku 1993, spolu až 266 dní. Keďže prameň vysychá, nie je možné vypočítať jeho koeficient nerovnomernosti a treba konštatovať, že ide o veľmi nestály prameň. Prameň vysychá predovšetkým v mesiacoch január až február a v lete v mesiacoch jún až august. Naproti tomu, v októbri a v apríli prameň vysychá len výnimočne (Helma in Lukaj et al., 1997). V týchto mesiacoch dosahuje prameň aj najväčšiu výdatnosť. Najmä v apríli dosahuje maximálnu výdatnosť aj viac ako $1\,000 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, hoci sa takáto výdatnosť v závislosti od zrážok alebo v zime pri intenzívnom topení snehu môže vyskytnúť aj v iných mesiacoch.

Muráň – Dovalka (492)

Prameň Dovalka v Muráni sa vo väčšine prác zaraďuje do pramennej sústavy Pastevníka. Helma (in Lukaj et al., 1997) ho však považoval za priestorovo samostatný výver na pravej strane Hrdzavého potoka. Podobne ako predchádzajúci výver, aj tento výver sa nachádza v bezprostrednej blízkosti obývaných budov a hospodárskych stavieb. Výdatnosť sa merala na samostatnom Ponceletovom obdĺžnikovom priepade, vybudovanom ešte pri základnom hydrogeologickom výskume. Údaje o tomto prameni sú vedené v SHMÚ pod katalógovým číslom 1 911. Je to prameň s najmenšou výdatnosťou z celej sústavy výverov v intraviláne obce. Podobne ako prameň V obci, aj tento prameň vysychá, hoci na kratšie obdobia podľa množstva zrážok a ich rozdelenia v priebehu roka. Počas vyhodnocovaných štyroch hydrologických rokov bol prameň najkratší čas vyschnutý v roku 1995, a to necelý týždeň (6 dní), a najdlhšie v roku 1992, keď bol suchý 61 dní. To znamená, že vysychá na omnoho kratšie obdobia ako prameň V obci na druhej strane Hrdzavého potoka. Keďže prameň vysychá, Helma (in Lukaj et al., 1997) považoval za nemožné vypočítať jeho koeficient nerovnomernosti a konštatoval, že ide o veľmi nestály prameň. Uviedol, že prameň vysychá na kratšie alebo dlhšie obdobie predovšetkým v letných a jesenných mesiacoch, zriedkavo v mesiacoch február – marec. Maximálna výdatnosť bola nameraná po intenzívnych jesenných zrážkach v mesiacoch október a november a v jarých mesiacoch (marec – máj) po vyšších zrážkach a pri topení snehu. Výdatnosť vtedy môže dosiahnuť aj viac ako $1\,000 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

Pramene Pri močiaroch 1 (455) a Pri močiaroch 2 (456)

Ide o plošný výver s rozlohou asi $30 \times 130 \text{ m}$, ktorý odteká dvoma stružkami. Na oboch (vzdialenosť medzi nimi je zhruba 10 m) boli vybudované merné zariadenia (upravené Ponceletove obdĺžnikové priepady). Na prvom z nich, označovanom ako Pri močiaroch 1, bol osadený limnigraf a v dokumentácii SHMÚ sa uvádza pod č. 1 927. Výdatnosť časti prameňa označovaná ako Pri močiaroch 2 sa meria v týždenných intervaloch – údaje uvedené v SHMÚ pod katalógovým číslom 1 914. Denné hodnoty výdatnosti na ďalšie hodnotenia boli potom odvodené tak, že zodpovedajú zmenám výdatnosti časti prameňa meranej limnigrafom. Rozdiely sú značné aj napriek tomu, že ich znižuje akumulácia schopnosť pomerne rozsiahleho dejekného kužel'a, ktorá tlmí najmä maximálnu výdatnosť. V zmysle klasifikácie Kesslera (1963)

charakterizoval Helma (in Lukaj et al., 1997) prameň Pri močiari 1 ako prameň so zlým stupňom stálosti, teda s koeficientom nerovnomernosti (kQ) väčším ako 20.

Oba pramene – Pri močiari 1 aj Pri močiari 2 – vyvierajú z náplavového kužeľa drénujúceho vodu Javorníkovej doliny. Prvý z nich vyviera sústredeným výverom, druhý je prirodzeným povrchovým drénom prebiehajúcim naprieč náplavovým kužeľom. Svojím charakterom sú oba jedným, druhotne sutinovým výverom podzemnej vody (Kullman, 1996). Podzemná voda vystupujúca z karbonátov na muránskom zlome do náplavového kužeľa sa zvädza kvartérnymi sedimentmi tohto kužeľa do oblasti kryštalínika pásma Kohúta, kde vystupuje na povrch. Jej kvalitatívne ohrozenie spočíva v prítomnosti komunikácie Muráň – Tisovec, pretínajúcej spomínaný náplavový kužeľ tesne nad výverovou oblasťou, teda v miestach, kde je rýchlosť prúdenia podzemnej vody najvyššia, a teda aj potenciálne znečistenie sa môže rozširovať najrýchlejšie. Aj toto je miesto s možnosťou významnejšieho ohrozenia zdroja v prípade havárie pri cestnej prevádzke (ropa, chemikálie), no voda prameňov sa dosiaľ nevyužíva.

Vyvieračka pri ceste č. 1 (Tisovec – dolný) (423)

Vyviera sústredeným výverom vytvárajúcim amfiteáter tesne nad cestou zo stredotriasových (wettersteinských) vápencov na muránskej zlomovej línii, za ktorou vystupujú málo priepustné granitoidy veporika tvoriace nepriepustnú bariéru vode prameňa (Kullman, 1996). Prameň je naviazaný na rozsiahlu otvorenú priečnu poruchu tvoriacu drén krasovo-puklinovej vody priľahlých, tektonicky porušených karbonátových blokov. Otvorená tektonická porucha má zrejme veľký regulačný význam z hľadiska kvality vody, pretože spoločné vyprázdňovanie vody zo saturovanej zóny (nádrže) a vody z periférnych kanálov zo zóny aerácie sa výrazne neprejavuje na kvalitatívnych zmenách (Kullman a Vrana, 1988). Z toho vyplýva pomerne značná zraniteľnosť vody v oblasti tejto tektonickej línii, ale aj rezistencia systému proti účinku limitovaného vstupu potenciálneho znečistenia.

S dostatočnou presnosťou bola stanovená infiltračná oblasť využívaného zdroja podzemnej vody Vyvieračka pri ceste 1, rozprestierajúca sa medzi infiltračnou oblasťou Vyvieračky pri ceste 2 a priečnym zlomom zsz.-vzv. smeru. Do tejto infiltračnej oblasti prameňa je vylúčený za prírodných podmienok vstup podzemnej vody zo susedných území hodnotenej hydrogeologickej štruktúry. Nemožno tu však vylúčiť ani možný prestup časti podzemnej vody z tejto infiltračnej oblasti na severovýchod do infiltračného územia prameňa Pastevník, dokonca s ním treba počítať.

Prameň je zachytený VVaK a využíva sa na zásobovanie najmä v čase kvantitatívnych miním. Na odbernom zariadení je osadený vodomer, na ktorom je zachytené odoberané množstvo. Pripad bol vybudovaný v rámci úlohy vyhládavacieho hydrogeologického prieskumu (Lukaj et al., 1997) a SHMÚ ho neskôr prevzal do svojej pozorovacej siete. V dokumentácii SHMÚ sa údaje o prameni uvádzajú pod č. 1 912, no meria sa len prebytočná voda (odpad) na upravenom obdĺžnikovom pripade vo vzdialenosti asi 20 m od záchyty 5 m pod cestou. Pri vyšších stavoch podzemnej vody sa odoberá voľne vytekajúce množstvo vody, pri nižších stavoch a pri nedostatku vody vo vodovodnej sieti sa voda čerpá z vrtu vyhlbeného v pramenisku. V takýchto prípadoch je odtok vody z prameniska nulový, podobne ako pri odbere celého vytekajúceho množstva. Kompletné údaje o celkovej výdatnosti prameňa sú uvedené v tab. 5.2.1. Najnižšia priemerná výdatnosť bola v mesiacoch júl, august a september ($47,3 - 86,9 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), pričom vôbec najnižšia priemerná mesačná výdatnosť bola v auguste 1993, a to $26,7 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Najvyššia priemerná výdatnosť sa dosahuje najmä v apríli a potom v mesiacoch marec, máj a november ($207,1 - 360,7 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$). Treba však poukázať aj na to, že minimálna výdatnosť prameňa je nadhodnotená čerpaním z vrtu v záchyte. Toto nadhodnotenie minimálnej výdatnosti sa prejavuje aj na koeficiente nerovnomernosti ($kQ = Q_{\max}/Q_{\min}$), ktorý je nižší ako pri ostatných prameňoch. V zmysle klasifikácie Kesslera (1963) ho Helma (in Lukaj et al., 1997) zaradil medzi pramene so zlým stupňom stálosti, teda s koeficientom nerovnomernosti (kQ) v rozsahu 20 až 100.

Vyvieračka pri ceste č. 2 (Tisovec – horný) (411)

Prameň je zachytený VVaK a využíva sa na zásobovanie. Šachtová záchytká je hlboká asi 8 m, čo znamená umelé zníženie drenážnej úrovne a následne aj zvyšovanie najmä minimálnej výdatnosti prameňa. Nie je to však také zvyšovanie minimálnej výdatnosti ako pri Vyvieračke pri ceste č. 1, kde sa hladina vody čerpaním vo vrte znižuje až do hĺbky okolo 20 m. Na odbernom zariadení je osadený vodomer, na ktorom sa zaznamenáva odobrané množstvo. Prebytočná voda (odpad) je odvedená podzemným kanálom

a po jeho vyústení na povrch sa meria na upravenom obdĺžnikovom priepade vo vzdialenosti asi 80 m od záchytky. Priepad bol vybudovaný v rámci úlohy vyhľadávacieho hydrogeologického prieskumu (Lukaj et al., 1997) a SHMÚ ho neskôr prevzal do svojej pozorovacej siete. V čase miním sa odoberá do siete všetka voda pritekajúca do záchytky, odpad z nej je nulový, a teda priepad na meranie odpadu by mal byť suchý. Podzemný kanál však zrejme drúnuje podzemnú vodu netriedených náplavov a sutín, prípadne aj nezachytenú vodu z prameňa, pretože aj v takomto prípade cez priepad odteká $0,1 - 0,3 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. V dokumentácii režimových meraní SHMÚ sú údaje o režimových meraniach uvedené pod katalógovým číslom 1 913. Z tabuľky vidieť, že ide o najstálejší prameň vyvierajúci na muránskej zlomovej línii. Koeficient nerovnomernosti (kQ) nepresahuje hodnotu 10 a v zmysle klasifikácie Kesslera ho Helma (in Lukaj et al., 1997) zaradil do skupiny krasových prameňov s dobrým stupňom stálosti. Priemerná výdatnosť kolísala iba v rozmedzí $42,98 - 73,36 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Najnižšia priemerná výdatnosť bola v mesiacoch august a september ($29,79$, resp. $31,06 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), pričom vôbec najnižšia priemerná mesačná výdatnosť bola v septembri 1992, a to $21,06 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Najvyššia priemerná výdatnosť sa dosahuje najmä v apríli a v mesiacoch marec, máj a november ($72,42$ až $92,19 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$). Vôbec najvyššia priemerná mesačná výdatnosť sa zistila v júni 1995, a to $119,1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ pri intenzívnych krátkodobých zrážkach. V každom prípade ide z hľadiska výdatnosti o výrazne najstálejší prameň na muránskej zlomovej línii, a to bez ohľadu na to, že jeho minimálna výdatnosť je do určitej miery nadhodnotená odberom z prehĺbenej záchytky. V zmysle klasifikácie Kesslera (1963) môžeme tento prameň pri hodnotení za obdobie 1 rok a viac zaradiť medzi pramene s dobrým stupňom stálosti, teda s koeficientom nerovnomernosti (kQ) v rozsahu 5 až 10.

Do infiltračnej oblasti prameňa je v malom úseku zarezaná štátna cesta Tisovec – Muráň. Je to miesto s možnosťou významnejšieho ohrozenia zdroja v prípade havárie pri cestnej prevádzke (ropa, chemikálie atď.). Výsledky kvalitatívno-quantitatívneho monitoringu (Kullman a Vrana, 1988; Kullman, 1996) poukazujú na sústavne narastajúce riedenie podzemnej vody nádrže po jednotlivých vlnách infiltrovanej nízko mineralizovanej vody z jarného topenia snehu. Svedčí to o veľkom riedení podzemnej vody v nádrži priľahlej k prameňu, ktorú odvodňuje.

Na základe dosiahnutých výsledkov (Kullman, 1996) sa v juhozápadnej časti hodnotenej hydrogeologickej štruktúry jednoznačne a s veľkou presnosťou podarilo vymedziť infiltračnú oblasť využívaného prameňa Vyvieračka pri ceste 2 (evidovaný aj pod názvom Tisovec – horný). Od ostatnej časti Muránskej planiny je hydrogeologicky oddelený bariérou tvorenou zlomom vsv.-zjz. smeru a na ňom vyvetčenými nepriepustnými súvrstviami spodného triasu muránskeho príkrovu. Bola odmietnutá možnosť spoločnej infiltračnej oblasti dvoch blízko ležiacich prameňov, a to Vyvieračky pri ceste 2 (Tisovec – horný) a Vyvieračky pri ceste 1 (Tisovec – dolný). Tento výsledok sa potvrdil aj metódou založenou na hodnotení rozdielnych začiatkov jarného topenia snehu v závislosti od výškovej polohy infiltračnej oblasti (Kullman, 1996).

Brúsik (419)

Je to nezachytený krasovo-puklinový výver v doline Hrdzavého potoka a nachádza sa asi 2,2 km od okraja obce Muráň v Národnej prírodnej rezervácii Hrdzavá. Je to jediný prameň nachádzajúci sa mimo muránskej zlomovej línii, ktorý sa režimovo sledoval. Výdatnosť sa merala hneď pri prameni na novovybudovanom obdĺžnikovom priepade (v rámci úlohy vyhľadávacieho hydrogeologického prieskumu – Lukaj et al., 1997), ktorý SHMÚ prevzal do svojej pozorovacej siete. V dokumentácii o režimových meraniach výdatnosti SHMÚ sa údaje z tohto prameňa uvádzajú pod číslom 1 928. Na prameni bol spočiatku vybudovaný merný priepad v drevenom žľabe a merania sa realizovali raz týždenne. Hoci vyviera v blízkosti južného (spodného) okraja tektonického okna kryštalinika, Helma (in Lukaj et al., 1997) ho nepovažoval za vrstvomý (resp. bariérový) prameň, ale za tzv. údolný prameň. Z tabuľky 5.2.1 vidieť, že ide o menej stály puklinovo-krasový prameň, pretože koeficient nerovnomernosti (kQ) v jednotlivých rokoch kolíše v rozmedzí od 8,8 do 44,3. V zmysle klasifikácie Kesslera ho Helma (in Lukaj et al., 1997) zaradil do skupiny krasových prameňov so zlým stupňom stálosti.

Prameň Bobačka (598)

Využíva sa v malom rozsahu na zásobovanie Muránskej Huty a ako doplnkový zdroj v liečebných a rekreačných zariadeniach na Prednej hore. Krasová voda vnútri komplexu pred záchytnom vytvára krasový vodný tok, sledovateľný zhruba 50 m dovnútra krasového komplexu. Stopovacou skúškou (Kámen,

1968) na Mokrej poľane sa preukázala spojitosť tohto výveru podzemnej vody s ponormi na Mokrej poľane. Pri vzdušnej vzdialenosti 950 m sa zistil čas prestupu 10,1 hod. (rýchlosť prestupu počítaná zo vzdušnej vzdialenosti $0,026 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). Záchytné zariadenie je vybudované ešte vnútri krasovej jaskyne. V priebehu času režimového merania výdatnosti v rámci úlohy vyhľadávacieho hydrogeologického prieskumu (Lukaj et al., 1997) sa tento systém menil, keďže došlo k úprave odberného zariadenia. V počiatočných sa teda výdatnosť tohto zdroja merala na štyroch objektoch (odber Muránska Huta, odber Predná hora, prebytočná voda vytekajúca z jaskyne a prebytočná voda odtekajúca z vodojemu). Neskôr sa merala iba na troch objektoch, pretože už voda neodtekala z vodojemu. Najnižšia priemerná výdatnosť je v zimných (december, január, február) a letných mesiacoch (júl, august, september), teda v mesiacoch s nízkymi zrážkami. V zimných mesiacoch sa k tomu ešte pridružuje akumulácia zrážok do snehovej pokrývky, takže sa ich vplyv prejavuje až pri topení snehu. Tomu zodpovedá aj vysoká priemerná výdatnosť v mesiacoch marec a apríl. V zmysle klasifikácie Kesslera (1963) Helma (in Lukaj et al., 1997) zaradil prameň Bobačka medzi pramene so zlým stupňom stálosti, teda s koeficientom nerovnomernosti (kQ) v rozmedzí 20,2 – 100.

Biela (Vápenná) voda (566)

Merné zariadenie (upravený trojuholníkový Thomsonov priepad) bolo vybudované na úpätí svahu vo vzdialenosti asi 250 m od vlastného výveru. Na úseku medzi výverom a merným objektom nie sú žiadne prítoky povrchovej ani podzemnej vody. Podrobné výsledky režimových meraní sú uvedené v dokumentácii SHMÚ pod číslom 1 908. Prameň sa vodárensky nevyužíva. Najnižšia výdatnosť, v rozmedzí 2,67 až $6,46 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, sa zistila v letných mesiacoch (júl, august, september) a ďalšie vedľajšie minimum ($9,58$ až $13,17 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) je v mesiacoch december až február. Najvyššia priemerná výdatnosť je v mesiacoch marec až máj ($18,55$ – $31,55 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) a v novembri ($25,2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$). Takéto rozdelenie výdatnosti v priebehu roka vyplýva z distribúcie zrážok a výparu a z akumulácie zrážok v snehovej pokrývke. V zmysle klasifikácie Kesslera (1963) Helma (in Lukaj et al., 1997) zaradil prameň Biele vody medzi pramene s veľmi zlým stupňom stálosti, teda s koeficientom nerovnomernosti (kQ) vyšším ako 100. Výsledky kvalitatívno-quantitatívneho monitoringu (Kullman a Vrana, 1988; Kullman, 1996) dokumentujú, že v prípade prameňa Biela voda ide o kanálové systémy (odvodňovanie prostredníctvom krasových kanálov) bez väzby na významné akumulácie podzemnej vody a tým aj bez možnosti významnejšieho riedenia nízko mineralizovanou vodou z topenia snehu. Zmeny vodivosti v tomto prípade odrážajú iba možnosti riedenia vody v rámci sústavy krasových kanálov (väčší alebo menší vplyv vody s dlhším zdržaním v horninovom prostredí).

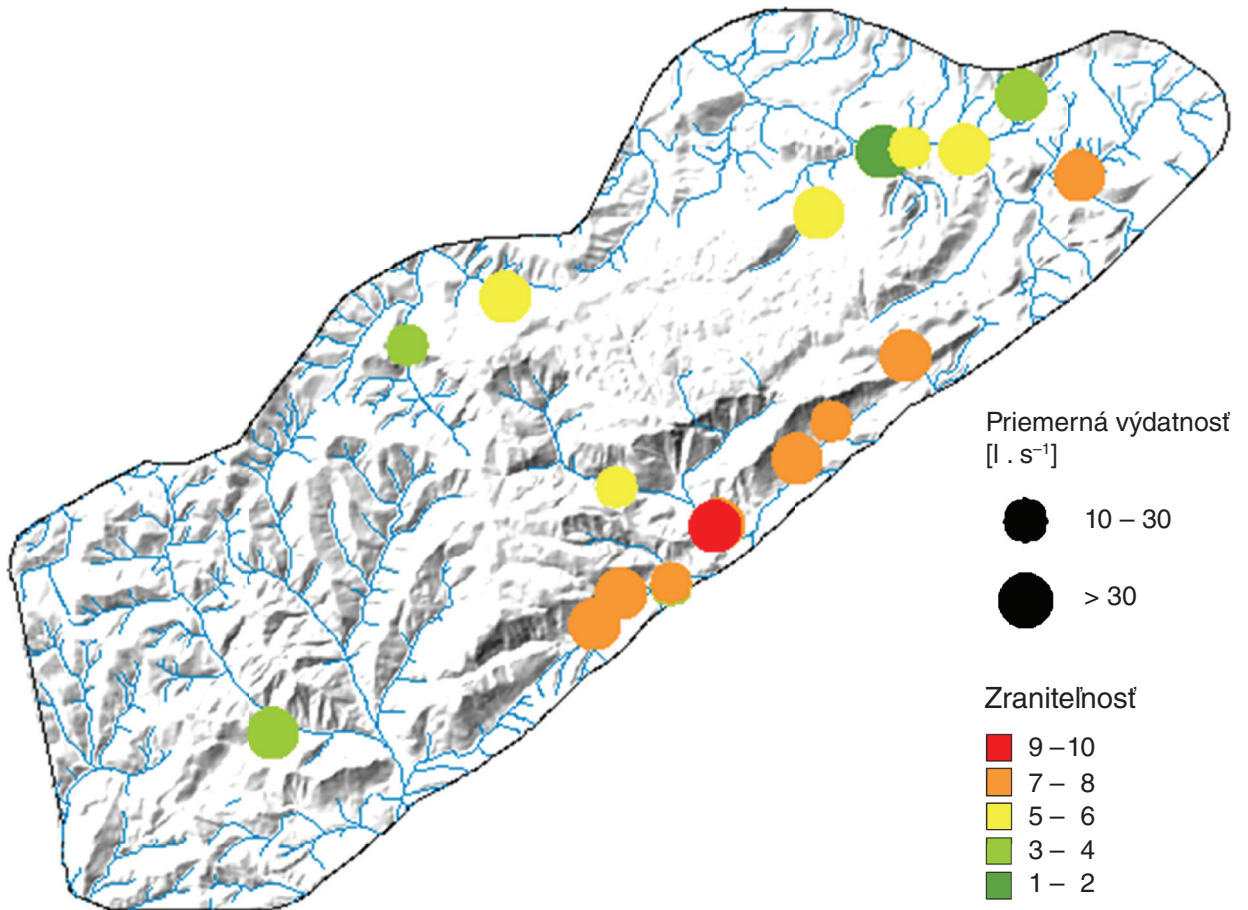
Analýzy výtokových čiar prameňov

Charakter obehu podzemnej vody v heterogénnom geologickom prostredí sa odzrkadľuje v tvare výtokových čiar prameňov odvodňujúcich konkrétnu oblasť. Na základe analýzy výtokových čiar prameňov sme schopní čiastočne identifikovať povahu prúdenia v masíve, a to najmä z pohľadu veľkosti a vzájomného hydraulického prepojenia puklín a krasových kanálov. Skúmalo sa 24 dlhodobo pozorovaných prameňov odvodňujúcich Muránsku planinu. Metodickým návodom boli práce Kullmana (1990, 2000) a Malíka (2005). Na analýzu sa použili všetky dostupné, dostatočne dlhé poklesové rady výdatnosti prameňov. Jednotlivé pramene sme charakterizovali na základe koeficientov α , charakterizujúcich lineárne výtokové režimy, a koeficientov β , ktoré vyjadrujú turbulentné prúdenie. Za integrujúci ukazovateľ odrážajúci všetky čiastkové režimy prúdenia v prostredí môžeme považovať zraniteľnosť (citlivosť) podzemnej vody vo vzťahu k znečisteniu. Bola vyčíslená v prípade jednotlivých prameňov pomocou hodnotiacej škály Kullmana (2000), ktorú upravil Malík (2005). Pri hodnotách zraniteľnosti do 4 režim vyprázdňovania štruktúry tvoria výhradne lineárne subrežimy, pri vyšších hodnotách aj turbulentné. Výsledky analýzy sú v tab. 5.2.12.

Na obrázku 5.2.19 je výsledná zraniteľnosť jednotlivých prameňov zobrazená farebne na mapke. Z nej vidieť, že pramene s najvýraznejším turbulentným režimom sú lokalizované najmä pozdĺž muránskeho zlomu. Tieto pramene odvodňujú oblasti tvorené prevažne vápencami, vysoko dominujúcimi nad dolomitmi. Týka sa to najmä samotnej krasovej planiny (pozri predpokladané infiltračné oblasti prameňov na obr. 5.1.4). V ostatných oblastiach je zastúpenie dolomitov a nekarbonatických hornín väčšie (žltá farba), prípadne úplne prevládajú (zelená farba krúžkov).

Tab. 5.2.12. Rovnice vyprázdňovania prameňov Muránskej planiny a ich odvodená zraniteľnosť vo vzťahu ku kontaminácii.

Prameň	Lokalita	Rovnica vyprázdňovania	Zran.
Biela voda	Muráň	$Q_t = 5 \cdot e^{-0,012 t} + 5 \cdot (1 - 0,019 t) + 22 \cdot (1 - 0,044 t) + 37 \cdot (1 - 0,26 t)$	8
Bobačka	Muránska Huta	$Q_t = 9 \cdot e^{-0,007 t} + 25 \cdot (1 - 0,015 t) + 44 \cdot (1 - 0,058 t) + 81 \cdot (1 - 0,21 t)$	8
Brúsik	Muráň	$Q_t = 27 \cdot e^{-0,023 t} + 154 \cdot (1 - 0,077 t)$	5
Dovalka	Muráň	$Q_t = 10 \cdot e^{-0,005 t} + 110 \cdot (1 - 0,019 t) + 290 \cdot (1 - 0,08 t) + 510 \cdot (1 - 0,5 t)$	8
Machnatá	Závadka n. Hronom	$Q_t = 40 \cdot e^{-0,008 t} + 90 \cdot e^{-0,043 t} + 37 \cdot (1 - 0,0245 t) + 116 \cdot (1 - 0,15 t)$	6
Pastevník, celý	Muráň	$Q_t = 130 \cdot e^{-0,007 t} + 295 \cdot (1 - 0,018 t) + 2120 \cdot (1 - 0,094 t) + 1700 \cdot (1 - 0,25 t)$	8
Pod dielom	Tisovec	$Q_t = 5 \cdot e^{-0,0047 t} + 13 \cdot e^{-0,015 t}$	3,7
Pod hradom	Muráň	$Q_t = 140 \cdot e^{-0,01 t} + 95 \cdot (1 - 0,02 t) + 400 \cdot (1 - 0,084 t) + 1250 \cdot (1 - 0,23 t)$	8
Pri močiari 1	Muránska Lehota	$Q_t = 17 \cdot e^{-0,01 t} + 60 \cdot e^{-0,1 t} + 96 \cdot e^{-0,2 t}$	4
Pri močiari 2	Muránska Lehota	$Q_t = 6 \cdot e^{-0,0088 t} + 12 \cdot (1 - 0,018 t) + 88 \cdot (1 - 0,077 t)$	8
Stožky	Závadka n. Hronom	$Q_t = 22 \cdot e^{-0,0177 t} + 54 \cdot e^{-0,087 t}$	4
Šajba	Tisovec	$Q_t = 3 \cdot e^{-0,0064 t} + 19 \cdot e^{-0,11 t}$	4
Pod viaduktom	Telgárt	$Q_t = 95 \cdot e^{-0,0072 t} + 100 \cdot (1 - 0,016 t) + 350 \cdot (1 - 0,045 t) + 1090 \cdot (1 - 0,134 t)$	8
Teplica	Tisovec	$Q_t = 44 \cdot e^{-0,011 t} + 232 \cdot e^{-0,046 t}$	3,7
Teplica č. 1	Zlatno	$Q_t = 69 \cdot e^{-0,0017 t} + 80 \cdot e^{-0,031 t}$	2,5
Teplica č. 2	Zlatno	$Q_t = 62 \cdot e^{-0,0041 t} + 56 \cdot e^{-0,023 t}$	2,7
V obci	Muráň	$Q_t = 40 \cdot (1 - 0,017 t) + 270 \cdot (1 - 0,04 t) + 1430 \cdot (1 - 0,105 t)$	10
Výver pri strážnom domčeku	Zlatno	$Q_t = 13 \cdot e^{-0,0057 t} + 17 \cdot e^{-0,04 t}$	3,7
Vývierka Železničiar domček	Zlatno	$Q_t = 15 \cdot e^{-0,006 t} + 19 \cdot e^{-0,05 t}$	3,7
Výver pri želez. trati	Šumiac	$Q_t = 41 \cdot e^{-0,0011 t} + 24 \cdot (1 - 0,0081 t)$	5
Výver v záreze	Šumiac	$Q_t = 32 \cdot e^{-0,0014 t} + 22 \cdot (1 - 0,04 t)$	5
Tisovec – dolný	Muráň	$Q_t = 37 \cdot e^{-0,0053 t} + 72 \cdot (1 - 0,0186 t) + 83 \cdot (1 - 0,069 t)$	8
Tisovec – horný	Muráň	$Q_t = 37 \cdot e^{-0,0053 t} + 72 \cdot (1 - 0,0186 t) + 83 \cdot (1 - 0,069 t)$	8
Havraník	Zlatno	$Q_t = 22 \cdot e^{-0,005 t} + 300 \cdot e^{-0,09 t} + 958 \cdot (1 - 0,31 t)$	5,5



Obr. 5.2.19. Zraniteľnosť najvýznamnejších prameňov Muránskej planiny, zvýraznená farbou krúžku.

6. HYDROGEOCHEMICKÉ POMERY

6.1. CHARAKTERISTIKA PROCESOV TVORBY CHEMICKÉHO ZLOŽENIA PODZEMNEJ VODY MURÁNSKEJ PLANINY

Chemické zloženie podzemnej vody Muránskej planiny závisí od dvoch typov základných faktorov:

- primárnych, ktoré sú podmienené prírodnými podmienkami oblasti, ako sú geologické, hydrogeologické, klimatické, morfológické, pôdne, vegetačné a geochemické podmienky,
- sekundárnych, ktoré sú reprezentované činnosťou alebo zásahmi človeka do prirodzených systémov tvorby chemického zloženia podzemnej vody.

V podmienkach študovaného územia Muránskej planiny sa oveľa výraznejšie prejavujú primárne faktory, zatiaľ čo sekundárne faktory ovplyvňujú chemické zloženie podzemnej vody len v obmedzenej miere.

6.1.1. Primárne (prírodné) faktory

Podzemná voda v regióne má vadózny charakter. To znamená, že hlavné zásoby podzemnej vody vznikajú infiltráciou zrážkovej vody do pôdneho a následne horninového prostredia. Z hľadiska dopĺňania podzemnej vody sú rozhodujúce najmä zimné zrážky (vo forme snehu). Tie po roztopení intenzívne infiltrujú do horninového prostredia a tento proces je podporovaný aj nižším výparom a nízkou aktivitou vegetácie. Rozpustené a suspendované látky obsiahnuté v zrážkovej vode pochádzajú hlavne z rozpúšťania vzdušných plynov prírodného pôvodu, aerosólov morského pôvodu, terigénneho prachu a produktov antropogénnej činnosti. V daných geograficko-klimatických podmienkach regiónu Muránskej planiny chemické zloženie snehovej pokrývky odráža predovšetkým pôvod vzduchových hmôt, globálne znečistenie atmosféry a charakter suchého spad.

Chemické zloženie podzemnej vody Muránskej planiny je výsledkom pôsobenia najmä mineralizačných procesov v systéme voda – hornina. Preto ako určujúci faktor formovania základného chemického zloženia podzemnej vody možno označiť mineralogicko-petrografický charakter horninového prostredia. K tomuto základnému faktoru sa pridružujú ostatné prírodné faktory, ktoré ovplyvňujú najmä intenzitu prebiehajúcich procesov na fázovom rozhraní voda – hornina. Vo všeobecnosti k najdôležitejším primárnym faktorom ovplyvňujúcim chemické zloženie vody zaraďujeme:

- množstvo a fyzikálno-chemické vlastnosti zrážkovej vody, resp. povrchovej vody vstupujúcej do podzemného obehu,
- charakter vegetácie a pôdneho pokryvu,
- mineralogicko-petrografické zloženie horninového prostredia a charakter jeho priepustnosti,
- hydrodynamické, termodynamické, resp. oxidačno-redukčné podmienky obehu prírodnej vody a dĺžku ich interakcie s horninami,
- morfológiu a členitosť terénu,
- tektonické pomery,
- činnosť mikroorganizmov,
- druhotné procesy metamorfózy vody – miešanie a ionovýmienné procesy.

Vzhľadom na dominantné zastúpenie karbonatických hornín v geologickej stavbe sledovaného územia prevažujúcim základným mineralizačným procesom je kongruentné rozpúšťanie karbonátov (resp. minerálov kalcit a dolomit). V dôsledku tohto procesu sa do podzemnej vody uvoľňujú najmä ióny Ca^{2+} , Mg^{2+} a HCO_3^- . Kvantitatívny efekt tohto procesu je funkciou teploty a parciálneho tlaku CO_2 , ako aj hydrodynamických podmienok obehu podzemnej vody (Gazda in Kullman a Gazda, 1980). Výrazný vplyv na rozpustnosť kalcitu majú izomorfné prímеси v jeho mriežke. Najvýznamnejšia je prítomnosť horčíka. To znamená, že tzv. Mg-kalcity sú rozpustnejšie. V porovnaní s rozpustnosťou kalcitu je čistý dolomit o niečo menej rozpustný (Gazda, 1965, 1970). Pomer zastúpenia Mg/Ca v podzemnej vode tejto oblasti je odrazom zastúpenia dolomitu a kalcitu v zdrojovom horninovom prostredí obehu podzemnej vody

(Gazda a Kullman, 1964). V podmienkach Muránskeho krasu je tento hydrogeochemický koeficient dôležitý z hľadiska posudzovania zloženia horninového prostredia karbonátov, v ktorom sa formuje chemické zloženie karbonátogénnej podzemnej vody.

Okrem karbonatických minerálnych zložiek obmedzený vplyv na formovanie chemického zloženia podzemnej vody vykazujú aj iné minerálne zložky. Z najdôležitejších je nutné spomenúť rozptýlený sadrovec, resp. autigénny pyrit, ktoré podmieňujú zvýšený obsah zložky SO_4^{2-} v podzemnej vode Muránskej planiny. Spomenuté minerálne zložky prechádzajú do roztoku prostredníctvom rozpúšťania (sadrovec), resp. oxidácie (pyrit). V karbonátogénnej vode neprichádzajúcej do styku so sadrovcovonosnými litofáciami obvykle obsah zložky SO_4^{2-} neprekračuje $50 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (Gazda in Kullman a Gazda, 1980). Malé množstvo ostaných zložiek prítomných v chemickom zložení podzemnej vody oblasti (napr. SiO_2 , Na, K, Al, Ba) je výsledkom hydrolytického rozkladu minoritne zastúpených silikátov.

Ďalším výraznejšie pôsobiacim prírodným faktorom je charakter obehu podzemnej vody, determinovaný najmä typom priepustnosti horninového prostredia. V hodnotenej oblasti Muránskej planiny prevláda krasový až krasovo-puklinový charakter obehu podzemnej vody. Rýchlosť obehu podzemnej vody v tomto type je pomerne značná a závisí od prevládajúceho typu priepustnosti. Dôležitým faktorom je najmä existencia veľkých, dobre prepojených privilegovaných ciest prúdenia. Retardačný faktor medzi infiltráciou vody do horninového prostredia a jej výstupom v prameňoch je časovo veľmi krátky, rádovo ho možno vyjadriť v hodinách až niekoľkých dňoch (Kullman a Vrana, 1988). Z hydrogeochemického hľadiska je čas zdržania podzemnej vody v horninovom prostredí veľmi dôležitý, podobne ako miera rozsahu kontaktu pretekajúcej podzemnej vody s aktívnym horninovým povrchom. Tieto faktory môžu výrazne ovplyvniť možnosť ustálenia rovnovážneho chemického zloženia podzemnej vody vzhľadom na horninové prostredie a ovplyvniť tak hodnotu indexu teoretického nasýtenia, najmä v systéme kalcit – roztok. Výsledkom je obvykle rôzny stupeň nasýtenia, ako aj mineralizácie menších prameňov a väčších krasových vyvieraciek. Menšie pramene sa vyznačujú vyššou mineralizáciou a chemickým zložením, ktoré je bližšie k rovnovážnemu stavu v porovnaní s veľkými krasovými vyvieracikami (Gazda in Kullman a Gazda, 1980).

V záujme komplexnosti prístupu k sledovanej oblasti sa orientačne hodnotila aj podzemná voda v tesnom okolí hornín Muránskej planiny, ktoré tvoria najmä horniny kryštalického charakteru, zastúpené hronským komplexom (najmä muránske žuloruly s vložkami svorov; granaticko-muskoviticko-chloritické svory) a kráľovohol'ským komplexom (najmä stredozrnné až hrubozrnné granity a migmatity, stredozrnné porfyrické biotitické granodiority až kremité diority). V tomto prostredí je dominantným mineralizačným procesom hydrolytický rozklad silikátov. K tomuto základnému procesu sa v menšej miere pridružuje aj oxidácia sulfidov. Výsledkom je zvýšený podiel síranovej zložky v chemickom zložení podzemnej vody a prechod silikátogénnej vody k silikátogénno-sulfidogénnym typom.

6.1.2. Sekundárne (antropogénne) faktory

Vplyv sekundárnych, resp. antropogénnych faktorov je v oblasti Muránskej planiny pomerne nevýrazný a pri tvorbe chemického zloženia podzemnej vody sa uplatňuje v obmedzenej miere. Je to dôsledok geomorfologickej pozície, nízkej hustoty osídlenia a celkovo nízkej antropogénnej aktivity.

Za hlavné zdroje antropogénne podmienenej kontaminácie možno považovať lesné hospodárstvo, poľnohospodársku činnosť (najmä pasenie dobytká), v menšej miere antropogénne znečistenie zrážkovej vody a turistický ruch (včítane sprievodných činností).

Lesné hospodárstvo, a najmä ťažba dreva, predstavuje potenciálny zdroj kontaminácie podzemnej vody. Na jednej strane ide o priame ohrozenie kvality podzemnej vody únikom ropných produktov využívaných v lesnom hospodárstve (lesné mechanizmy, mazanie motorových píl atď.), na druhej strane výraznejšie negatívne zásahy do rovnováhy lesného ekosystému môžu spôsobiť narušenie prirodzeného kolobehu najmä bioprvkov, resp. ich vyplavovanie. Dôsledkom toho sa môže v prírodnej vode zvýšiť podiel niektorých zložiek, napr. dusičnanov. Tieto predpoklady sú potvrdené napríklad v práci Gazdu a Hanzela (1978).

Pasenie dobytká a oviec môže vzhľadom na prírodné podmienky spôsobiť plošne rozptýlenú kontamináciu, najmä bakteriálneho alebo fekálneho charakteru. Rýchly prestup zrážkovej vody v kombinácii s nižšou samočistiacou schopnosťou pôdneho profilu a charakterom prúdenia podzemnej vody môže spôsobiť bakteriologické znečistenie zachytávanej podzemnej vody v krasových vyvieracikách. Tieto poznatky sa v minulosti potvrdili aj experimentálne na príklade vyvieraciek v okolí Tisovca (Kámen, 1964).

Zrážková (vstupujúca) voda

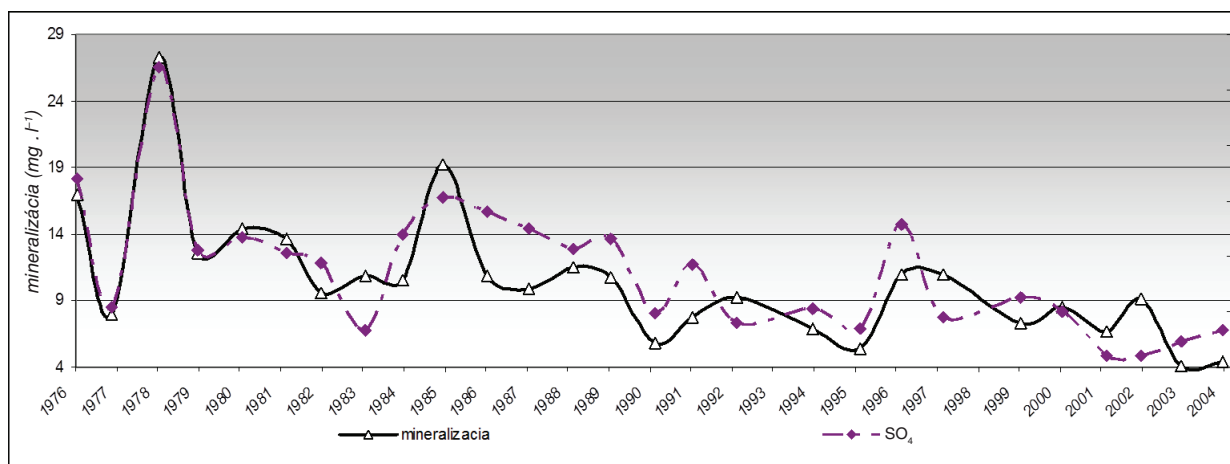
Vzhľadom na nižšiu antropogénnu aktivitu v širšej oblasti, ako aj horský charakter územia je kvalita zrážkovej vody v oblasti pomerne dobrá. Kvalitu zimných zrážok v oblasti je možné priblížiť charakteristikou chemického zloženia zimných zrážok monitorovaných na lokalite Muránska planina (Bodiš et al., 2004). Na tejto lokalite sa monitoruje chemické zloženie zrážok od roku 1976. Celkovo sa odobralo 27 vzoriek snehu. Priemerná hodnota mineralizácie zimnej zrážkovej vody je 10,5 mg · l⁻¹, čo je asi o 35 % nižšia hodnota v porovnaní s celoslovenským priemerom (15,06 mg · l⁻¹). Chemické zloženie zimných zrážok reprezentuje NH₄-Ca-Cl-SO₄ typ vody s variabilným obsahom dusičnanov. Hodnoty pH sú nízke, s priemernou hodnotou 4,88. Priemerné hodnoty prakticky všetkých sledovaných zložiek zimných zrážok v porovnaní s celoslovenským priemerom sú nižšie (tab. 6.1.1), čo svedčí o nízkej zaťaženosti oblasti.

Tab. 6.1.1. Porovnanie chemického zloženia zimných zrážok lokality Muránska planina s celoslovenskými hodnotami (údaje získané z práce Bodiša et al., 2004), hodnoty okrem pH sú v mg · l⁻¹.

	Muránska planina				Celé Slovensko			
	N	priemer	št. odch.	medián	N	priemer	št. odch.	medián
pH	27	4,88	0,79	4,6	1 154	4,91	0,93	4,6
Na	27	0,14	0,09	0,13	1 154	0,36	1,06	0,17
K	27	0,087	0,062	0,069	1 154	0,171	0,438	0,093
Mg	27	0,41	0,36	0,28	1 154	0,29	0,4	0,18
Ca	27	0,88	0,67	0,73	1 154	1,51	2,16	0,85
Sr	27	0,027	0,027	0,017	1 154	0,03	0,029	0,021
NH ₄	27	0,51	0,37	0,46	1 154	0,75	1,02	0,52
Fe	27	0,092	0,07	0,08	1 154	0,204	0,319	0,104
Mn	27	0,007	0,005	0,007	1 154	0,032	0,089	0,012
Zn	27	0,019	0,023	0,014	1 154	0,036	0,099	0,018
Cu	27	0,001 9	0,001	0,001 8	1 154	0,004 3	0,015 1	0,002 4
Al	24	0,075	0,065	0,059	1 041	0,224	0,382	0,098
Cl ⁻	27	1,22	1,11	0,8	1 154	1,92	2,61	1,12
NO ₂ ⁻	27	0,004 6	0,009 9	0,000 5	1 154	0,006 8	0,019 1	0,000 5
NO ₃ ⁻	27	1,99	1,11	1,55	1 154	2,52	1,9	2,15
SO ₄ ²⁻	27	3,47	2,34	3,7	1 154	4,46	4,33	3,5
PO ₄ ³⁻	27	0,013	0,025	0,003	1 154	0,024	0,085	0,003
HCO ₃ ⁻	27	1,15	1,53	0,6	1 154	1,84	4,63	0,31
Pb	25	0,007	0,009	0,004	1 082	0,011	0,016	0,006
As	12	0,002	0,003 5	0,000 9	541	0,008 4	0,046 5	0,001 1
Cd	16	0,000 4	0,000 8	0,000 3	697	0,000 5	0,001	0,000 3
Cr	13	0,000 7	0,001 1	0,000 3	584	0,001 4	0,003 9	0,000 5
Hg	12	0,000 2	0,000 2	0,000 2	542	0,000 3	0,000 3	0,000 2
Se	10	0,000 3	0,000 4	0,000 1	443	0,000 3	0,000 5	0,000 1
SiO ₂	27	0,4	0,2	0,4	1 154	0,7	0,7	0,5
ChSK _{Mn}	25	1,08	0,86	0,89	1 066	1,36	1,32	1,18
Mineral.	27	10,5	4,87	9,91	1 154	15,06	13,37	11,12

Časový vývoj hodnôt mineralizácie a síranov je prezentovaný na obr. 6.1.1. Na grafe je badateľný pokles hodnôt v priebehu monitorovaného obdobia, najmä od začiatku deväťdesiatych rokov minulého storočia s minimom v roku 2003 (mineralizácia) a 2002 (síran). Podobný vývoj je charakteristický aj pre hodnoty obsahu NO_3 a NH_4 . Tieto pozorovania naznačujú pokles zaťaženia atmosféry (reprezentovaný najmä emisiami SO_x a NO_x), ktoré od roku 1989 postupne klesá. Dôvodom je pravdepodobne redukcia priemyselnej výroby v širšej oblasti Muránskej planiny, prípadne zavádzanie účinnejších opatrení na zníženie zaťaženia atmosféry (napr. používanie filtrov). Podobné trendy pozorujeme aj v rámci celého Slovenska (Bodiš et al., 2000).

Časť látok vstupujúcich do prostredia prostredníctvom zrážok môže po interakciách s vegetačným a pôdnym pokryvom vstupovať až do horninového prostredia a podieľať sa tak na formovaní chemického zloženia podzemnej vody. Ide najmä o chloridy, v menšej miere alkálie, sírany a dusičnany. Pomer zastúpenia prvku atmosférického pôvodu a pôvodu z horninového prostredia je variabilný, v závislosti od lokálnych prírodných podmienok.



Obr. 6.1.1. Časový vývoj hodnôt mineralizácie a obsahu síranov v zrážkovej vode, lokalita Muránska planina, spracované na základe údajov Bodiša et al., 2004.

6.2. CHARAKTERISTIKA A KLASIFIKÁCIA CHEMICKÉHO ZLOŽENIA PODZEMNEJ VODY

Podzemná voda študovaného územia má vadózny pôvod (resp. je to tzv. atmosférogénna voda). Chemické zloženie podzemnej vody je tesne späté najmä s charakterom horninového prostredia. Medzi najvýznamnejšie faktory patrí mineralogicko-petrografický charakter, hydrogeologické a hydraulické vlastnosti, prípadne klimatické podmienky. Z tohto hľadiska možno konštatovať, že v študovanej oblasti absolútna väčšina podzemnej vody patrí k petrogénnym podzemným vodám v zmysle klasifikácie Gazdu (1974).

Chemické zloženie základných iónov a ich pomer je teda na celom území ovplyvňovaný najmä horninovým zložením a podmienkami obehu podzemnej vody. Najviac mineralizovaná voda sa vyskytuje v miestach vplyvu sadrovcovonosných spodnotriasových vrstiev. Mineralizácia podzemnej vody môže v extrémoch dosiahnuť až $2,0 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$. Výskyt takejto vody je však relatívne vzácny.

Menej mineralizovaná je voda karbonátov mezozoika ($250 - 470 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), ktorá sa zaraďuje k hlavným geochemickým typom podzemnej vody hodnotenej oblasti. Obsah hlavných prvkov a ich vzájomný pomer je daný typom karbonátov (vápence – dolomit) a podmienkami obehu (väčšie vyvieracky sú zväčša menej mineralizované).

Najmenej mineralizovaná je podzemná voda kryštalinika, ktorá sa na povrchu vyskytuje v okolí samotnej Muránskej planiny (s výnimkou Hrdzavej doliny). Mineralizácia dosahuje rozmedzie $170 - 270 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Tieto tri hlavné typické druhy podzemnej vody sa často vzájomne miešajú, čím vznikajú prechodné typy. Podrobnejšie je chemické zloženie jednotlivých geochemických typov opísané v ďalšom texte.

Tab. 6.1.2. Základné vzťahy medzi zložkami v celom hodnotenom regióne.

	pH	Na	K	Ca	Mg	Sr	SO ₄	HCO ₃	SiO ₂	Heyer	Mineral.
Na	-0,49										
K	-0,31	0,66									
Ca	0,23	-0,25	-0,24								
Mg	0,04	0,1	0,02	0,63							
Sr	0,07	0,14	0,02	0,79	0,84						
SO ₄	-0,01	0,18	0,04	0,78	0,75	0,96					
HCO ₃	0,41	-0,57	-0,4	0,59	0,34	0,12	0,05				
SiO ₂	-0,47	0,76	0,51	-0,35	-0,02	0,04	0,06	-0,62			
Heyer	-0,51	0,63	0,41	-0,55	-0,26	-0,11	-0,09	-0,82	0,66		
Mineral.	0,21	-0,17	-0,18	0,96	0,79	0,84	0,81	0,62	-0,3	-0,52	
rNa + rK/ rMg + rCa	-0,47	0,73	0,52	-0,53	-0,22	-0,1	-0,06	-0,77	0,73	0,78	-0,5

Základné vzťahy medzi chemickými zložkami sú uvedené v tabuľke 6.2.1. Korelácia je pozorovaná najmä medzi týmito zložkami:

- Ca, Mg, HCO₃ a mineralizácia,
- Ca, Mg, SO₄, Sr a mineralizácia,
- Na, K, SiO₂, Heyerova skúška, index rNa + rK/rCa + rMg a pH.

Tieto vzťahy vyjadrujú generálnu hydrogeochemickú situáciu opísanú v ďalšom texte – existenciu troch základných geochemických procesov v študovanom území (rozpúšťanie sulfátov a karbonátov a hydrolytický rozklad silikátov).

Obsah stopových prvkov v skúmanom území je menej významný. Väčšinou je nižší ako detekčný limit (najmä v karbonátoch). Výskyt mierne zvýšeného obsahu je pravdepodobnejší vo vymedzenom kryštaliniku.

6.2.1. Petrogénna podzemná voda

Túto základnú genetickú skupinu podzemnej vody možno ďalej rozdeliť na ďalšie typy podľa charakteru horninového prostredia a prebiehajúcich mineralizačných procesov, a to na karbonátogénne, sulfátogénne, silikátogénne (resp. silikátogénno-sulfidogénne) a ich zmiešané alebo prechodné typy – karbonátogénno-sulfátogénne a karbonátogénno-silikátogénne. Prechodné typy predstavujú podzemnú vodu formujúcu sa vo viacerých (najčastejšie dvoch) rozdielnych hydrogeochemických podmienkach, pričom získavajú hydrogeochemické znaky oboch prostredí. Kvantitatívny pomer vplyvu pôsobenia rôznych hydrogeochemických prostredí a hydrogeologických podmienok je príčinou zvýšenej variability chemického zloženia podzemnej vody najmä v okrajových častiach geologických prostredí.

Karbonátogénna podzemná voda

Tento typ podzemnej vody je prevažujúcim genetickým typom Muránskej planiny. Podzemná voda sa viaže najmä na prostredie karbonátov mezozoika stredného a vrchného triasu a spodnej jury. Zastupujú ich rozličné typy vápencov (najmä dachsteinské vápence, tisoovské – furmanské – vápence, svetlé vápence „wettersteinského typu“, steinalmské vápence atď.), dolomitov, prípadne spodnotriasových tektonitov karbonatických hornín – bunkovité karbonáty „rauvaky“.

Podľa zastúpenia dolomitickej zložky (resp. pomeru vápencovej a dolomitickej zložky reprezentovanej indexom rMg/rCa) v obehovom horninovom prostredí možno karbonátogénne typy podzemnej vody rozdeliť na tri skupiny:

- prevažne vápencového charakteru (index menej ako 0,25),
- zmiešaného vápencovo-dolomitického charakteru (0,25 – 0,7),
- dolomitického charakteru (viac ako 0,7).

Podľa zhodnotenia distribúcie typu vôd na základe získaných kompletných analýz je najrozšírenejšia karbonátogénna podzemná voda zmiešaného vápencovo-dolomitického charakteru (asi 58 % hodnotených vzoriek), menej vápencového charakteru (42 % vzoriek) a prevažne dolomitického charakteru len dva pramene. Kompletné analýzy však pokrývajú len menšiu časť všetkých prameňov Muránskej planiny (asi 150 objektov). Naproti tomu, výsledky skrátených analýz poskytujú informácie z 301 vzoriek odobraných z objektov počas plošného hydrogeologického mapovacieho prieskumu. Analýza týchto informácií spresnila odhad pomerného zastúpenia jednotlivých podtypov karbonátogénnej podzemnej vody:

- prevažne vápencového charakteru 35 %,
- zmiešané 54 %,
- prevažne dolomitického charakteru 10 %.

Karbonátogénna voda vápencov sa vyznačuje prevažne základným výrazným charakterom A2 s Ca-HCO₃ typom chemického zloženia. Priemerný obsah rozpustených látok dosiahol hodnotu 353,59 mg · l⁻¹ s priemernou hodnotou pH 7,75. Bližšia charakteristika chemického zloženia je uvedená v tabuľke 6.2.1. V rámci tohto typu podzemnej vody neboli pozorované výraznejšie rozdiely v chemickom zložení podzemnej vody rozdelenej podľa geologického zaradenia výverovej oblasti jednotlivých prameňov. V tabuľke 6.2.2 sú uvedené charakteristiky troch typov vápencov s vyšším počtom výskytu prameňov, ktoré potvrdzujú malú variabilitu chemického zloženia. Dôvodom je na jednej strane veľmi blízke chemické a mineralogicko-petrografické zloženie vápencových komplexov, na druhej strane problematickosť určenia prameňov s obehom výlučne v jednom type vápencov. Určité náznaky rozdielov je možné pozorovať v miernom zvýšení celkového obsahu rozpustených látok, ako aj niektorých iných chemických zložiek (napr. Na, K a Sr) reprezentujúcich cudzie prímеси, prípadne čiastočne zmiešaný obeh prameňov vo svetlých vápencoch „wettersteinského typu“ v porovnaní s dachsteinskými a tisoovsko-furmanskými vápencami. Dôvodom by mohla byť rozdielna pozícia vrstiev v stratigrafickom slede, resp. rozdielna geometria a hydrogeologické podmienky spomenutých vápencových vrstiev.

Karbonátogénna voda zmiešaných vápencovo-dolomitických komplexov sa v sledovanom území vyskytuje najčastejšie. Je to odrazom premenlivosti v zastúpení vápencovej a dolomitickej zložky v priestore, najmä vo vertikálnom smere. Zrážková voda prestupujúca do horninového komplexu totiž prechádza cez karbonatické vrstvy s rôznym zložením, čo sa odráža na jej chemickom zložení. Podobne ako karbonátogénna voda vápencov je základného výrazného typu A2, ale s chemickým zložením Ca-(Mg)-HCO₃ až Ca-Mg-HCO₃ typu, čo znamená, že sa zvyšuje podiel Mg zložky v pomere k Ca. Naďalej však prevláda vplyv vápencového prostredia nad dolomitickou zložkou. Prejavuje sa to pomerne nízkymi hodnotami koeficientu rMg/rCa. Priemerný obsah rozpustených látok, ako aj hodnota pH sú prakticky rovnaké ako v karbonátogénnej vode vápencov. V tabuľke 6.2.3 sú uvedené charakteristiky chemického zloženia tohto typu podzemnej vody. Pramene s podzemnou vodou zmiešaného charakteru sa najčastejšie vyskytujú v prostredí svetlých wettersteinských vápencov, ale aj v iných karbonátových jednotkách (napr. tektonity karbonatických hornín: bunkovité karbonáty – rauvaky, stredotriasové dolomity). Výraznejšie rozdiely v chemickom zložení sa nezistili, je možné badať mierne zvýšenie mineralizácie a obsahu Na, Mg, SO₄²⁻ a SiO₂ najmä vo vode prameňov s výverom v prostredí tektonických karbonátov – rauvakov. Vysvetlenie súvisí s priestorovou a stratigrafickou pozíciou tohto súvrstvia, v pomerne komplikovaných podmienkach na báze karbonatických vrstiev.

Karbonátogénna voda s obehom v prevažne v čistom dolomitickom prostredí je v oblasti Muránskej planiny relatívne vzácna. Kompletnou analýzou sú zdokumentované len dva pramene vykazujúce charakteristiky dolomitickej karbonátogénnej vody (tab. 6.2.4). Je to voda základného výrazného typu A2 s Ca-Mg-HCO₃ chemickým typom. Obsah horčíka je vysoký a dosahuje hodnoty vyššie ako 40 meq % (23 a 31 mg · l⁻¹). Pramene sa viažu na horninové prostredie stredno- až vrchnotriasových dolomitov (ladin – karn) a spodnotriasových rauvakov.

Tab. 6.2.2. Chemické zloženie karbonátogénnej podzemnej vody – vápence.

	Karbonátogénna podzemná voda – vápence														
	Spolu						wvT21 (75 vzoriek)			dvT3 (20 vzoriek)			wxT3 (106)		
	Počet vz.	Aritm. priemer	Medián	Štand. odch.	Min.	Max.	Geom. priemer	Aritm. priemer	Medián	Aritm. priemer	Medián	Aritm. priemer	Medián	Aritm. priemer	Medián
O ₂	50	8,45	8,95	2,18	3,7	11,3	8,11	7,73	7,55	8,95	10,04	9,92	10,35		
pH	214	7,75	7,75	0,69	6,7	17	7,74	7,61	7,65	7,81	7,92	7,9	7,85		
ChSK _{Mn}	62	1,55	1,27	1,12	0,24	7,68	1,25	1,48	1,2	1,54	1,32	1,63	1,38		
Li	90	0,005	0,002	0,011	0,001	0,06	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,005	0,002		
Na	218	0,65	0,55	0,33	0,05	2,6	0,58	0,77	0,77	0,72	0,71	0,54	0,49		
K	218	0,39	0,3	0,37	0,05	4,9	0,33	0,53	0,48	0,36	0,34	0,29	0,27		
Ca	218	76,23	76,67	9,25	47,29	103,2	75,66	77,22	78	77,27	77	77,01	73,95		
Mg	218	6,42	5,96	3,17	0,6	19,14	5,66	7,53	7,72	4,37	3,5	5,67	5		
Sr	93	0,08	0,062	0,078	0,005	0,6	0,06	0,084	0,075	0,072	0,06	0,063	0,055		
Fe	111	0,024	0,018	0,034	0,002	0,25	0,015	0,033	0,02	0,022	0,02	0,021	0,02		
Mn	104	0,006	0,003	0,012	0,001	0,11	0,004	0,005	0,003	0,01	0,004	0,006	0,004		
NH ₄	104	0,028	0,003	0,103	0,001	0,85	0,001	0,059	0,015	0,008	0,003	0,008	0,001		
F	58	0,07	0,05	0,135	0,003	0,91	0,033	0,09	0,05	0,078	0,048	0,052	0,042		
Cl	218	2,1	1,96	1,14	0,6	10,5	1,92	2,33	2,2	1,75	1,74	2,01	1,85		
SO ₄	218	27,22	27,16	9,11	1,07	88,76	25,6	26,56	28	23,66	25,28	28,26	27,68		
NO ₂	104	0,447	0,005	0,651	0,005	1,5	0,007	0,542	0,016	0,281	0,005	0,137	0,005		
NO ₃	218	5,08	4,9	2,35	0,03	14,26	4,34	4,24	4,1	7,77	8,05	5,43	5,2		
PO ₄	93	0,008	0,003	0,013	0,005	0,056	0,001	0,007	0,005	0,011	0,005	0,006	0,005		
HCO ₃	218	230,04	231,89	28,48	150,71	377,34	228,29	237,25	244,06	218,04	213,55	231,27	233,65		
SiO ₂	209	3,44	2,88	1,74	0,5	13,27	3,14	3,59	3,56	3,94	3	3,07	2,76		

Pozn.: spolu – všetka podzemná voda s karbonátogénnou mineralizáciou (vápence), wvT21 – svetlé vápence („wettersteinský typ“), dvT3 – dachsteinské vápence, wxT3 – fúrnorské – fúrnorské – vápence (hodnoty, okrem pH, geochem. indexov a uvedených inak, sú v mg · l⁻¹).

Tab. 6.2.2 – pokračovanie.

		Karbonátogénna podzemná voda – vápence															
		Spolu												dvT3 (20 vzoriek)		wxT3 (106)	
		Počet vz.	Aritm. priemer	Medián	Štand. odch.	Min.	Max.	Geom. priemer	Aritm. priemer	Medián	Aritm. priemer	Medián	Aritm. priemer	Medián	Aritm. priemer	Medián	
	Vofný CO ₂	103	10,96	10,79	4,9	0	25,96	0	12,62	13,17	7,63	7,64	10,93	10,04			
	Heyerova sk.	95	0,67	0	2,48	0	15,18	-	1,25	0	0,55	0	0,1	0			
	Cr	54	0,001 1	0,000 6	0,001 4	0,000 1	0,008	0,000 6	0,001	0,000 3	0,001 5	0,001 2	0,001 5	0,000 5			
	Cu	106	0,002 4	0,001 5	0,004 6	0,000 1	0,038	0,001 3	0,001 6	0,001	0,002	0,002	0,003 3	0,002			
	Zn	92	0,012 2	0,005	0,024 1	0,000 1	0,178	0,004 8	0,015 9	0,007 5	0,021 6	0,008 8	0,006 3	0,003 9			
	As	57	0,000 6	0,000 5	0,000 4	0,000 1	0,002	0,000 5	0,000 7	0,000 5	0,000 6	0,000 5	0,000 6	0,000 5			
	Cd	56	0,000 5	0,000 3	0,000 6	0,000 1	0,001 5	0,000 3	0,000 5	0,000 3	0,000 8	0,000 3	0,000 6	0,000 2			
	Se	54	0,000 6	0,000 5	0,000 4	0,000 1	0,002 4	0,000 5	0,000 6	0,000 5	0,000 6	0,000 5	0,000 6	0,000 5			
	Pb	57	0,001	0,000 5	0,000 7	0,000 1	0,002	0,000 7	0,001	0,000 6	0,001 2	0,001 3	0,001 1	0,000 9			
	Hg	57	0,000 7	0,000 1	0,002 7	0,000 1	0,02	0,000 2	0,000 5	0,000 1	0,002 3	0,000 5	0,000 3	0,000 4			
	Al	98	0,031	0,014	0,056	0,001	0,48	0,015	0,034	0,015	0,029	0,023	0,03	0,025			
	Sb	43	0,000 2	0,000 2	0,000 1	0,000 1	0,000 8	0,000 2	0,000 3	0,000 3	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 1			
	Mineralizácia	209	353,59	358,04	39,84	238,67	511,73	351,34	361,94	367,34	338,85	332,94	354,57	357,31			
	Vodivosť μS . cm ⁻¹	160	359,32	398,5	113	30	534	313,78	369,15	404	301,83	351	366,23	396,5			
	Ca + Mg mmol . l ⁻¹	218	2,17	2,2	0,26	1,44	2,98	2,15	2,24	2,26	2,11	2,07	2,16	2,24			
	rMg/rCa	218	0,14	0,13	0,08	0,01	0,42	0,12	0,16	0,16	0,1	0,08	0,12	0,1			
	rNa + rK / rMg + rCa	218	0,009	0,008	0,005	0,001	0,042	0,008	0,011	0,01	0,01	0,01	0,007	0,007			

Pozn.: spolu – všetka podzemná voda s karbonátogénnou mineralizáciou (vápence), wvT21 – svetlé vápence („wettersteinský typ“), dvT3 – dachsteinské vápence, wxT3 – tisoenské – furmanské – vápence (hodnoty, okrem pH, geochem. indexov a uvedených inak, sú v mg . l⁻¹).

Tab. 6.2.3. Chemické zloženie karbonátogénnej podzemnej vody – zmiešané vápence a dolomity.

	Karbonátogénna podzemná voda – zmiešané vápence a dolomity														
	Spolu (306 vz.)														
	N	Aritm. priemer	Medián	Štand. odch.	Min.	Max.	Geom. priemer	Aritm. priemer	Medián	rwT2a1 (4 vz.)	Aritm. priemer	Medián	wdT2lk (3 vz.)	Aritm. priemer	Medián
O ₂	30	8,67	9,25	2,5	3,8	14,4	8,27	7,51	7,97	9	10,1	8,89	9,3		
pH	300	7,79	7,8	0,64	6,7	18	7,78	7,65	7,65	7,67	7,6	7,8	7,8		
ChSK _{Mn}	57	1,61	1,44	0,75	0,42	3,92	1,45	1,57	1,6	2,46	3,2	1,57	1,44		
Li	64	0,005	0,002	0,012	0,001	0,06	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,006	0,002		
Na	306	0,75	0,61	0,38	0,34	3,5	0,69	1,25	1,1	1,22	1,45	0,73	0,61		
K	306	0,35	0,3	0,23	0,05	2,49	0,32	0,39	0,3	0,43	0,29	0,35	0,3		
Ca	306	70,22	68,81	6,88	50,9	94,3	69,89	67,94	62,73	71,83	70,54	70,42	68,81		
Mg	306	11,45	10,14	4,91	3,58	32,2	10,48	18,54	16,78	20,42	19,46	11,08	10,14		
Sr	65	0,092	0,085	0,041	0,02	0,25	0,084	0,14	0,15	0,061	0,04	0,085	0,08		
Fe	96	0,037	0,021	0,079	0,003	0,66	0,021	0,018	0,015	0,05	0,07	0,04	0,023		
Mn	92	0,006	0,004	0,011	0,005	0,098	0,004	0,003	0,003	0,015	0,018	0,006	0,004		
NH ₄	92	0,011	0,003	0,024	0,005	0,156	0,001	0,025	0,025	0,034	0,026	0,008	0,003		
F	54	0,05	0,05	0,05	0,01	0,28	0,03	0,07	0,05	0,06	0,05	0,04	0,04		
Cl	306	2,47	2,1	1,36	0,53	13,5	2,24	2,17	2,04	3,63	1,95	2,48	2,1		
SO ₄	306	29,1	28,27	8,73	8,27	79,67	28	35,33	22,78	23,4	25,5	29,09	28,39		
NO ₂	92	0,287	0,003	0,566	0,001	1,5	0,003	1,5	1,5	1,116	1,5	0,1	0,003		
NO ₃	306	6,7	6,8	2,57	0,01	26,6	5,91	3,84	2,75	2,6	3,65	6,86	6,85		
PO ₄	77	0,009	0,003	0,017	0,001	0,089	0,001	0,01	0,008	0,024	0,01	0,008	0		
HCO ₃	306	238,48	231,9	27,92	152,55	353,92	236,93	260,99	261,78	272,15	266,04	237,7	231,9		
SiO ₂	301	3,16	2,84	1,69	0,8	19,87	2,9	7,61	8,05	4,36	3,7	2,95	2,82		
Vofný CO ₂	88	11,43	10,87	4,62	2,2	29,04	10,58	11,66	11,22	8,07	8,8	11,7	10,94		
Heyerova sk.	86	0,07	0	0,49	0	3,96	-	0	0	0	0	0,03	0		

Pozn.: spolu – všetka podzemná voda s karbonátogénnou mineralizáciou (zmiešaná), wwT2l – svetlé vápence („wettersteinský typ“), wdT2lk – dolomity, rwT2a1 – tektonity karbonatických hornin: bunkovité karbonáty – rauvaky (hodnoty, okrem pH, geochem. indexov a uvedených inak, sú v mg . l⁻¹).

Tab. 6.2.3 – pokračovanie.

		Karbonátogénna podzemná voda – zmiešané vápence a dolomity																	
		Spolu (306 vz.)												rwT2a1 (4 vz.)		wdT2lk (3 vz.)		wvT2l (291 vz.)	
		N	Aritm. priemer	Medián	Štand. odch.	Min.	Max.	Geom. priemer	Aritm. priemer	Medián	Aritm. priemer	Medián	Aritm. priemer	Medián	Aritm. priemer	Medián			
Cr	38	0,002 8	0,001 5	0,005 6	0,000 1	0,033	0,001	0,011 3	0,000 5	0,000 6	0,000 3	0,002 5	0,002 8	0,002 5					
Cu	81	0,002 3	0,001 3	0,004 1	0,000 1	0,033 4	0,001 4	0,002 3	0,002 1	0,001 4	0,001 4	0,001 2	0,002 6	0,001 2					
Zn	64	0,009 7	0,006 5	0,011 9	0,000 5	0,07	0,006 2	0,010 3	0,008	0,002 2	0,002	0,007	0,011	0,007					
As	42	0,000 7	0,000 5	0,000 7	0,000 1	0,004	0,000 5	0,000 5	0,000 5	0,000 6	0,000 5	0,000 5	0,000 8	0,000 5					
Cd	42	0,000 7	0,000 3	0,000 6	0,000 1	0,001 9	0,000 4	0,000 8	0,000 3	0,000 2	0,000 3	0,001 5	0,000 9	0,001 5					
Se	38	0,000 7	0,000 5	0,000 8	0,000 1	0,005	0,000 5	0,000 5	0,000 5	0,000 4	0,000 5	0,000 5	0,000 8	0,000 5					
Pb	42	0,001 5	0,001	0,001 6	0,000 1	0,008	0,000 9	0,000 5	0,000 5	0,000 4	0,000 5	0,002	0,002	0,002					
Hg	42	0,000 6	0,000 4	0,001 7	0,000 1	0,01	0,000 3	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 5	0,000 9	0,000 5					
Al	66	0,036 8	0,02	0,050 7	0,001 7	0,27	0,016 6	0,055	0,06	0,096 1	0,013 3	0,01	0,032 3	0,01					
Sb	25	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 4	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 2	0,000 2	0,000 1	0,000 1	0,000 1					
Mineralizácia	301	363,81	354,13	41,74	278,9	542,47	361,59	400,15	376,96	398,79	397,29	351,84	362,78	351,84					
Vodivosť $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	261	394,31	387	83,45	31,3	621	373,61	482,67	445	322,63	456	386	395,08	386					
Ca + Mg $\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$	306	2,22	2,12	0,29	1,69	3,42	2,21	2,46	2,26	2,63	2,56	2,11	2,21	2,11					
rMg/rCa	306	0,27	0,25	0,12	0,08	0,76	0,25	0,44	0,44	0,47	0,45	0,25	0,26	0,25					
rNa + rK / rMg + rCa	306	0,009	0,008	0,004	0,005	0,042	0,009	0,012	0,012	0,012	0,014	0,008	0,009	0,008					

Pozn.: spolu – všetka podzemná voda s karbonátogénnou mineralizáciou (zmiešaná), wvT2l – svetlé vápence („wettersteinský typ“), wdT2lk – dolomity, rwT2a1 – tektonity karbonatických hornín; bunkovité karbonáty – rauvaky (hodnoty, okrem pH, geochem. indexov a uvedených inak, sú v $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$).

Tab. 6.2.4. Chemické zloženie karbonátogénnej podzemnej vody – dolomity.

	Číslo vzorky			Číslo vzorky	
	252_1	137_1		252_1	137_1
O ₂	4,2	4,6	SiO ₂	3,24	7,39
pH	7,35	8,15	Voľný CO ₂	22	11
ChSK _{Mn}	0,96	2,48	Heyerova sk.	0	0
Li	0,001	0,002	Cr	0,000 25	0,019 5
Na	0,6	1,2	Cu	0,000 25	0,001 8
K	0,2	0,7	Zn	0,012	0,003
Ca	64,73	52,91	As	0,000 5	0,000 5
Mg	31,74	23,35	Cd	0,000 25	0,000 25
Sr	0,03	0,21	Se	0,000 5	0,000 5
Fe	0,005	0,005	Pb	0,000 5	0,001
Mn	0,002 5	0,002 5	Hg	0,000 1	0,000 1
NH ₄	0,025	0,025	Al	0,04	0,11
F	0,05	0,05	Sb	0,000 1	0,000 1
Cl	2,84	1,06	Mineralizácia	449,593	405,736
SO ₄	13,09	41,93	Vodivosť μS . cm ⁻¹	529	413
NO ₂	1,5	1,5	Ca + Mg mmol . l ⁻¹	2,921	2,281
NO ₃	5,1	0,25	rMg/rCa	0,81	0,73
PO ₄	0,005	0,005	rNa + rK/rMg + rCa	0,005	0,015
HCO ₃	327,06	274,59			

Pozn.: hodnoty, okrem pH, geochem. indexov a uvedených inak, sú v mg . l⁻¹.

Karbonátogénno-sulfátogénna podzemná voda

Miešaním karbonátogénnej a sulfátogénnej vody, resp. prestupom (obehom) podzemnej vody z karbonátových vrstiev do sadrovcovonosných vrstiev (prípadne opačne) vzniká karbonátogénno-sulfátogénna podzemná voda. Hlavným rozdielom oproti sulfátogénnej, resp. karbonátogénnej vode je premenlivosť intenzity pôsobenia hlavných mineralizačných procesov (rozpúšťanie sadrovca a karbonátov), pričom ani jeden nie je prevládajúci. Výsledkom je prítomnosť znakov oboch procesov – výraznejšie zvýšenie obsahu síranov pri súčasnom zachovaní možnosti identifikácie karbonátogénneho charakteru podzemnej vody.

Pramene vyznačujúce sa týmto typom podzemnej vody sú lokalizované najčastejšie na okrajoch muránskych karbonátových vrstiev v blízkosti spodnotriasových sadrovcovonosných vrstiev (pieskovce, pestré bridlice a ílovce). Geograficky sú zdokumentované napr. v oblasti Hrdzavej doliny, hornej časti doliny Za Nehovým a v oblasti Hradovej. V prevažnej miere ide o základné nevýrazné typy A2. Podľa prevládajúcich iónov sú to Ca–Mg–SO₄–HCO₃ až Ca SO₄–HCO₃ chemické typy podzemnej vody. Hodnoty mineralizácie sú v rozmedzí od 300 do 685 mg . l⁻¹, s priemernou hodnotou 430 mg . l⁻¹. Hodnoty pH sú mierne posunuté do alkalického oblasti (7,7) a pohybujú sa medzi hodnotami typickými pre karbonátogénnu a sulfátogénnu vodu. Podobné sú aj hodnoty obsahu ostatných sledovaných chemických zložiek, ktoré sú výraznejšie rozdielne v karbonátogénnej a sulfátogénnej vode (najmä Ca, SO₄ a Sr). Detailnejšie sú obsah chemických zložiek a hodnoty vybraných hydrogeochemických parametrov uvedené v tabuľke 6.2.5.

Sulfátogénna podzemná voda

Podzemná voda zaradená do tejto skupiny je prevažne spätá so spodnotriasovými sadrovcovonosnými vrstvami verfenu, ktoré reprezentujú najmä pestré ílovce, bridlice a pieskovce.

Podzemná voda sa vyznačuje základným výrazným typom S₂(SO₄). Kvôli prevládajúcim chemickým zložkám Ca, Mg, SO₄ a HCO₃ sa zaraďuje k chemickým typom Ca–Mg–SO₄ až Ca–HCO₃–SO₄, pričom sírany vždy tvoria podstatnú časť zastúpených aniónov. Priemerná hodnota pH sa pohybuje v mierne alkalického oblasti (7,6), s typickým vysokým obsahom rozpustených látok. Priemerná hodnota mineralizácie je 1 030 mg . l⁻¹. Hlavným mineralizačným procesom je rozpúšťanie sadrovca a anhydritu.

Tab. 6.2.5. Chemické zloženie karbonátogénno-sulfátogénnej podzemnej vody.

	N	Aritm. priemer	Medián	Štand. odchýl.	Min.	Max.	Geom. priemer
O ₂	10	9,52	9,87	1,35	7,1	11	9,43
pH	19	7,69	7,76	0,4	7	8,27	7,68
ChSKMn	17	1,32	1,04	0,91	0,49	3,75	1,12
Li	12	0,008	0,002	0,021	0,001	0,075	0,003
Na	19	1,05	1	0,52	0,4	2,5	0,93
K	19	0,53	0,4	0,7	0,05	3,32	0,35
Ca	19	82,61	76,37	24,24	56,11	137,88	79,68
Mg	19	18,97	18,93	9,19	4,64	41,34	16,8
Sr	12	0,535	0,443	0,302	0,19	1,14	0,465
Fe	18	0,066	0,01	0,142	0,003	0,57	0,016
Mn	17	0,006	0,003	0,008	0,003	0,037	0,004
NH ₄	17	0,027	0,025	0,03	0,003	0,128	0,016
F	17	0,09	0,05	0,12	0,01	0,4	0,05
Cl	19	2,39	1,77	1,51	0,89	7,09	2,06
SO ₄	19	96,1	86	58,92	24,28	277,35	82,57
NO ₂	17	0,74	0,291	0,743	0,005	1,5	0,137
NO ₃	19	4,22	4,3	2,62	0,05	9,87	2,26
PO ₄	11	0,007	0,005	0,007	0,003	0,021	0,006
HCO ₃	19	209,9	199,53	39,52	158,64	278,24	206,5
SiO ₂	18	6,6	4,13	5,52	2,72	23,83	5,33
Voľný CO ₂	14	9,22	8,54	3,99	4,4	17,6	8,55
Heyerova sk.	15	0,73	0	2,3	0	8,8	0
Cr	16	0,003 2	0,002	0,006 1	0,000 3	0,026	0,001 7
Cu	18	0,002 5	0,001 7	0,002	0,000 3	0,007	0,001 7
Zn	18	0,047 3	0,004	0,112 5	0,000 5	0,44	0,006 4
As	17	0,000 6	0,000 5	0,000 2	0,000 5	0,001	0,000 6
Cd	17	0,000 7	0,000 3	0,000 6	0,000 1	0,001 5	0,000 4
Se	16	0,000 6	0,000 5	0,000 3	0,000 1	0,001 2	0,000 5
Pb	17	0,001 1	0,000 5	0,001	0,000 1	0,004	0,000 8
Hg	17	0,000 5	0,000 1	0,001 2	0,000 1	0,005	0,000 2
Al	16	0,044 1	0,017 2	0,081 1	0,001 6	0,319 1	0,015 6
Sb	11	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 3	0,000 1
Mineralizácia	18	430,37	385,13	110,43	301,03	685,21	418,32
Vodivosť $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	17	385,75	406	197,44	39,5	748	301,32
Ca + Mg mmol $\cdot \text{l}^{-1}$	19	2,84	2,53	0,77	2,04	4,79	2,75
rMg/rCa	19	0,4	0,41	0,18	0,09	0,68	0,35
rNa + rK/rMg + rCa	19	0,011	0,01	0,006	0,004	0,03	0,009

Pozn.: hodnoty, okrem pH, geochem. indexov a uvedených inak, sú v mg $\cdot \text{l}^{-1}$.

Konkrétne množstvo rozpustených síranov kolíše v závislosti od hydrogeochemických podmienok (najmä dĺžky a intenzity kontaktu so sadrovcovonosnými vrstvami, resp. od pomeru miešania s vodou neovplyvnenou sadrovcom) v rozpätí od 265,25 až do 1 228,2 mg . l⁻¹. Posledná uvedená hodnota sa už blíži k teoretickej rovnovážnej koncentrácii (pri 0 °C a 1 atm tlaku), ktorá je zhruba 1 300 mg . l⁻¹ (Kullman a Gazda, 1980). Priemerná zistená hodnota obsahu síranov však dosahuje okolo 550 mg . l⁻¹. Spolu s vysokým obsahom síranov je typický aj vysoký obsah vápnika (priemerne 215 mg . l⁻¹) a stroncia (2,2 mg . l⁻¹), ktorý je tu najvyšší v rámci celého regiónu a všetkých typov podzemnej vody. Typická je aj zvýšená priemerná hodnota indexu rMg/rCa (0,41). Na základe toho možno konštatovať zvýšený podiel dolomitického materiálu pri tvorbe chemického zloženia vody, resp. uplatnenie procesu tzv. dedolomitizácie vplyvom zvýšenia rozpustnosti dolomitu pri súčasnom výskyte sadrovca (Kullman a Gazda, 1980). Pomerne nízky počet prameňov so zdokumentovanou, prevažne sulfátogénnou mineralizáciou svedčí o malom plošnom rozsahu sadrovcovonosných vrstiev.

Tab. 6.2.6. Chemické zloženie sulfátogénnej podzemnej vody.

	N	Aritm. priemer	Medián	Štand. odch.	Min.	Max.	Geom. priemer
O ₂	8	7,1	7,3	2,06	4,2	9,73	6,82
pH	8	7,59	7,63	0,38	7,18	8,25	7,58
ChSK _{Mn}	7	1,9	1,12	2,43	0,56	7,36	1,25
Li	8	0,008	0,007	0,006	0,001	0,019	0,006
Na	8	2,46	2,35	1,28	0,9	4,08	2,13
K	8	0,81	0,8	0,14	0,66	1	0,8
Ca	8	214,96	172,12	112,17	95,79	427	191,94
Mg	8	49,08	43,91	22,57	26,19	99,6	45,46
Sr	8	2,216	1,595	1,877	0,15	6,486	1,544
Fe	8	0,109	0,013	0,248	0,005	0,719	0,021
Mn	7	0,007	0,003	0,008	0,003	0,025	0,004
NH ₄	7	0,072	0,025	0,118	0,003	0,33	0,024
F	7	0,05	0,05	0,01	0,04	0,08	0,05
Cl	8	2,53	1,48	2,34	0,85	7,62	1,86
SO ₄	8	544,91	363,25	333,32	265,25	1 228,2	474,56
NO ₂	7	1,123	1,5	0,645	0,131	1,5	0,809
NO ₃	8	0,96	0,25	1,61	0,25	4,9	0,48
PO ₄	7	0,006	0,005	0,003	0,003	0,01	0,005
HCO ₃	8	205,72	209,62	50,8	100,07	274,6	198,7
SiO ₂	8	6,56	6,62	2,5	3,2	10,28	6,12
Voľný CO ₂	8	17,05	15,4	9,82	4,4	33	14,4
Heyerova sk.	7	2,23	0	5,9	0	15,62	–
Cr	7	0,004 4	0,001 8	0,008	0,000 3	0,022 2	0,001 4
Cu	8	0,002 2	0,000 9	0,004 4	0,000 3	0,013	0,000 8
Zn	8	0,009 6	0,009	0,007	0,000 5	0,022	0,006 4
As	7	0,000 7	0,000 5	0,000 8	0,000 1	0,002 4	0,000 4
Cd	7	0,000 2	0,000 3	0,000 1	0,000 1	0,000 3	0,000 2
Se	7	0,000 7	0,000 5	0,000 6	0,000 1	0,002	0,000 4
Pb	7	0,000 7	0,000 5	0,000 6	0,000 1	0,001 8	0,000 5
Hg	7	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 4	0,000 1
Al	7	0,029 4	0,010 4	0,041 9	0,005	0,12	0,014 6
Sb	7	0,000 2	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 4	0,000 1
Mineralizácia	8	1 029,16	824,48	486,41	505,7	2 007,07	942,55
Vodivosť μS . cm ⁻¹	7	851,57	899	401	213	1 495	744,33
Ca + Mg mmol . l ⁻¹	8	7,38	5,81	3,64	3,47	14,75	6,71
rMg/rCa	8	0,41	0,42	0,11	0,24	0,53	0,39
rNa + rK/rMg + rCa	8	0,01	0,008	0,007	0,005	0,028	0,009

Pozn.: hodnoty, okrem pH, geochem. indexov a uvedených inak, sú v mg . l⁻¹.

Karbonátogénno-silikátogénna podzemná voda

Podzemná voda prestupujúca z jedného hydrogeochemického typu hornín do druhého sa vyznačuje znakmi oboch prostredí. K tejto vode sa zaraďuje aj karbonátogénno-silikátogénna voda Muránskej planiny. Ide najmä o podzemnú vodu prestupujúcu z prostredia kryštalinika (granitov, granitoidov, prípadne muránskych ortorúl) do karbonátových komplexov Muránskej planiny, prípadne sa miešajú rôzne typy vody (silikátogénna a karbonátogénna) vplyvom kombinovanej zberovej oblasti prameňa zasahujúcej kryštalinikum aj karbonáty. Takáto voda sa vyskytuje v okrajových častiach Muránskej planiny, napríklad v oblasti doliny Župkov, Plačkovej doliny, Dlhej doliny a v časti Čertovej doliny.

Táto voda sa vyznačuje základným výrazným až nevýrazným typom A2 a podľa prevládajúcich iónov chemickým typom Ca–HCO₃ až Ca–Mg–HCO₃. Hodnoty mineralizácie sú pri tomto type výrazne variabilné v závislosti od podielu vplyvu karbonátovej a silikátovej zložky, a to od 140 do 480 mg · l⁻¹, s priemernou hodnotou okolo 260 mg · l⁻¹. Hodnoty pH sa pohybujú v neutrálnej oblasti s miernym posunom priemeru smerom do alkalickéj časti (7,4).

Pre karbonátogénno-silikátogénnu vodu je typické zvýšenie obsahu prvkov skupiny alkalických kovov (najmä Na a K). Prejavuje sa posunom hodnôt geochemického indexu $rNa + rK/rMg + rCa$ smerom hore v porovnaní s čistými karbonátmi. V prípade tejto vyčlenenej skupiny podzemnej vody má tento index priemernú hodnotu 0,04, s rozsahom od 0,02 do 0,07 (tab. 6.2.7).

Špeciálnu časť karbonátogénno-silikátogénnej vody predstavuje voda aluviálnych náplavov. V skúmanom území sú rozsiahlejšie alúviá vyvinuté len vo veľmi malej časti územia, v oblasti náplavov rieky Hron, resp. v oblasti tokov Muráň a Rimava. V rámci získaného dokumentačného hydrogeochemického materiálu na reprezentatívne charakterizovanie tejto skupiny podzemnej vody nie je dostatočné množstvo údajov. Detailnejšia chemická charakteristika týchto vôd pravdepodobne závisí od chemického typu infiltrujúcej vody z okolia. K tomuto typu by bolo možné priradiť len niektoré vzorky, napríklad vzorku odobranú z objektu číslo 246 (studňa v oblasti Muráňa). Určitým špecifikom môže byť zvýšená pravdepodobnosť sekundárneho ovplyvnenia vzhľadom na relatívne zvýšenú antropogénnu aktivitu v týchto oblastiach. Ako príklad slúži vzorka zo studne v Muráni, kde bol nameraný mierne zvýšený obsah dusičnanov (15,7 mg · l⁻¹). Vplyv povrchovej vody na kvalitu a chemické zloženie podzemnej vody okolitých alúvií je pravdepodobne len časovo a priestorovo obmedzený v závislosti od hydrologických podmienok povrchového toku. Zároveň možno predpokladať silný vplyv infiltrujúcej podzemnej vody z okolitých hydrogeologických jednotiek na celkové chemické zloženie fluviogénnej vody spomenutých alúvií. V určitých špeciálnych prípadoch výraznejšieho vplyvu povrchového toku možno o tejto vode uvažovať ako o polygénnej (zmiešanom type fluviogénnej a petrogénnej vody).

Silikátogénna podzemná voda

Tento genetický typ v rámci samotnej Muránskej planiny nie je priamo zastúpený. Vyskytuje sa však v bezprostrednom okolí vápencových súvrství Muránskej planiny. Prevažujúcim mineralizačným procesom je hydrolytický rozklad silikátových minerálov. Je to voda základného nevýrazného typu A2 a Ca–HCO₃ chemického typu. Voda sa vyznačuje nízkou mineralizáciou, v okolí Muránskej planiny je priemerná hodnota mineralizácie silikátogénnej vody asi 120 mg · l⁻¹. Priemerná hodnota pH je takmer neutrálna, 7, 24. Táto voda sa viaže na kryštalické komplexy vyskytujúce sa v okolí prevažne karbonátových vrstiev Muránskej planiny. Reprezentujú ich najmä strednozrnné a hrubozrnné granity a migmatity, biotitické granodiority až tonality a ortoruly muránskeho komplexu.

V tabuľke 6.2.8 je uvedená charakteristika priemerného chemického zloženia silikátogénnej vody okolia Muránskej planiny. Hodnoty základných štatistických parametrov silikátogénnej podzemnej vody ju charakterizujú ako celok. Uvedené sú aj hodnoty aritmetického priemeru a mediánu z dvoch najvýznamnejších horninových typov kryštalinika – strednozrnných a hrubozrnných granitov a migmatitov a muránskych ortorúl. Z hľadiska chemického zloženia podzemnej vody sú badateľné mierne rozdiely medzi týmito dvoma typmi silikátogénnej vody. Voda muránskych ortorúl je viac mineralizovaná, s priemernou hodnotou 143 mg · l⁻¹, zatiaľ čo voda granitoidov má nižšiu priemernú mineralizáciu, 105 mg · l⁻¹. Ďalšie rozdiely sú v obsahu alkalických kovov (Na, K), Fe, Mn, Mg, SiO₂ a Al, ktorý je vyšší v podzemnej vode muránskych ortorúl. Naopak, vo vode granitoidov je vyšší obsah agresívneho CO₂. Tieto rozdiely súvisia s rozdielnymi mineralogicko-petrografickými, ako aj hydrogeologickými charakteristikami a z nich vyplývajúcimi hydrogeochemickými charakteristikami.

Tab. 6.2.7. Chemické zloženie karbonátogénno-silikátogénnej podzemnej vody.

	N	Aritm. priemer	Medián	Štand. odchýlka	Min.	Max.	Geom. priemer
O ₂	29	8,42	9,07	2,14	4,3	10,9	8,1
pH	35	7,41	7,44	0,33	6,8	7,95	7,4
ChSK _{Mn}	26	1,09	0,93	0,64	0,32	2,64	0,94
Li	30	0,003	0,002	0,004	0,001	0,02	0,002
Na	35	2,03	1,8	0,77	0,8	4,31	1,91
K	35	1,24	0,9	1,25	0,39	7,4	0,98
Ca	35	46,41	46,41	15,64	23,57	87,33	43,96
Mg	35	9,8	9,44	4,45	2,29	23,35	8,8
Sr	30	0,123	0,09	0,131	0,04	0,67	0,093
Fe	33	0,084	0,009	0,208	0,001	0,88	0,013
Mn	27	0,006	0,003	0,016	0,001	0,084	0,004
NH ₄	26	0,02	0,025	0,017	0,003	0,077	0,013
F	26	0,04	0,05	0,01	0,03	0,05	0,04
Cl	35	2,81	2,48	1,94	0,71	7,45	2,27
SO ₄	35	26,53	21,4	15,08	9,63	80,9	23,86
NO ₂	26	0,971	1,5	0,632	0,173	1,5	0,691
NO ₃	35	6,18	4,45	6,52	0,25	35,3	3,93
PO ₄	30	0,066	0,021	0,17	0,003	0,94	0,024
HCO ₃	35	153,27	151,32	48,31	72	266,65	145,82
SiO ₂	31	7,77	7,77	2,33	1,54	12,5	7,33
Voľný CO ₂	35	9,71	6,95	6,6	2,64	30,8	8,25
Heyerova sk.	26	7,45	4,4	9,66	0	33,88	0
Cr	26	0,000 7	0,000 4	0,000 6	0,000 1	0,002 3	0,000 5
Cu	30	0,004 7	0,000 8	0,012 9	0,000 2	0,052 9	0,001 1
Zn	30	0,007 9	0,002 8	0,012	0,000 1	0,053	0,002 8
As	26	0,000 6	0,000 5	0,000 5	0,000 1	0,002 2	0,000 5
Cd	26	0,000 2	0,000 3	0,000 1	0,000 1	0,000 3	0,000 1
Se	26	0,000 6	0,000 5	0,000 4	0,000 1	0,001 7	0,000 5
Pb	26	0,000 7	0,000 5	0,000 7	0,000 1	0,003	0,000 4
Hg	26	0,000 2	0,000 1	0,000 2	0,000 1	0,000 8	0,000 2
Al	26	0,167 8	0,011 7	0,469 7	0,001 1	2,31	0,019 1
Sb	26	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 3	0,000 1
Mineralizácia	31	261,41	241,54	80,58	137,73	483,18	250,05
Vodivosť μS . cm ⁻¹	26	203,92	208,5	171,57	22	574	118,11
Ca + Mg mmol . l ⁻¹	35	1,56	1,45	0,48	0,81	2,89	1,49
rMg/rCa	35	0,37	0,36	0,17	0,08	0,82	0,33
rNa + rK/rMg + rCa	35	0,039	0,038	0,013	0,021	0,068	0,037

Pozn.: hodnoty, okrem pH, geochem. indexov a uvedených inak, sú v mg . l⁻¹.

Tab. 6.2.8. Chemické zloženie silikátogénnej podzemnej vody.

	Spolu (14 vz.)						Granitoidy (9 vz.)		Ortoruly (3 vz.)	
	Aritm. priemer	Medián	Štand. odch.	Min.	Max.	Geom. priemer	Aritm. priemer	Medián	Aritm. priemer	Medián
O ₂	7,99	7,15	1,99	5,1	11,3	7,76	8,27	7,3	7,2	5,6
pH	7,24	7,28	0,55	6,35	7,95	7,22	7,29	7,45	7,05	6,9
ChSK _{Mn}	2,13	2	1,15	0,37	4,48	1,82	1,9	1,44	2,11	1,84
Li	0,001	0,001	0	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Na	3,24	2,7	1,73	1,7	7,6	2,92	2,37	2,3	6,07	6,3
K	1,44	0,9	1,24	0,4	4,9	1,1	1,43	0,8	1,8	2,3
Ca	18,16	12,31	12,31	4,01	47,72	14,8	16,56	12,59	15,18	12,02
Mg	3,78	2,6	2,69	1,41	9,46	3,07	3,05	2,2	5,63	4,13
Sr	0,072	0,04	0,066	0,02	0,25	0,053	0,068	0,04	0,063	0,05
Fe	0,116	0,015	0,213	0,005	0,73	0,025	0,043	0,008	0,158	0,08
Mn	0,018	0,003	0,045	0,003	0,169	0,005	0,003	0,003	0,058	0,003
NH ₄	0,05	0,025	0,075	0,003	0,3	0,03	0,053	0,025	0,025	0,025
F	0,05	0,05	0,01	0,04	0,1	0,05	0,05	0,05	0,07	0,05
Cl	2,69	1,33	2,84	0,89	9,93	1,89	1,44	1,24	4,85	3,72
SO ₄	16,45	12,76	12,09	4,16	47,55	13,42	14,91	12,76	11,94	12,06
NO ₂	1,324	1,5	0,453	0,077	1,5	1,115	1,384	1,5	1,5	1,5
NO ₃	1,94	0,58	2,77	0,25	9,9	0,82	1,62	0,25	3,68	0,9
PO ₄	0,021	0,008	0,031	0,005	0,1	0,011	0,029	0,01	0,005	0,005
HCO ₃	59,02	53,39	34,41	16,47	122,05	49,43	52,34	43,32	67,53	63,46
SiO ₂	12,31	10,49	5,42	6,35	23,88	11,42	10,34	9,92	20,65	23,77
Voľný CO ₂	11,94	9,9	9,71	4,4	39,6	9,32	10,51	8,8	18,33	11
Heyerova sk.	22,47	24,86	11,83	0	42,24	–	23,71	26,84	19,14	20,46
Cr	0,000 6	0,000 5	0,000 4	0,000 3	0,001 7	0,000 5	0,000 5	0,000 5	0,000 8	0,000 5
Cu	0,000 8	0,000 8	0,000 6	0,000 3	0,002 1	0,000 6	0,000 9	0,000 9	0,000 4	0,000 3
Zn	0,005 5	0,005	0,005 5	0,000 1	0,017	0,002 6	0,004 1	0,004	0,011 7	0,016
As	0,000 6	0,000 5	0,000 3	0,000 2	0,001 3	0,000 5	0,000 6	0,000 5	0,000 7	0,000 5
Cd	0,000 2	0,000 3	0,000 1	0,000 1	0,000 3	0,000 2	0,000 2	0,000 3	0,000 3	0,000 3
Se	0,000 7	0,000 5	0,000 4	0,000 5	0,001 9	0,000 6	0,000 7	0,000 5	0,000 5	0,000 5
Pb	0,000 8	0,000 5	0,000 8	0,000 1	0,003	0,000 6	0,001	0,000 5	0,000 5	0,000 5
Hg	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 4	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 1
Al	0,183 2	0,085	0,216 7	0,002 1	0,66	0,07	0,088	0,03	0,446 7	0,6
Sb	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 3	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 1	0,000 1
Mineralizácia	121,24	119,05	54,71	56,85	231,99	109,92	105,69	93,51	143,35	126,52
Vodivosť μS . cm ⁻¹	107,05	96,5	63,5	19,6	234	87,85	103,29	88	151	143
Ca + Mg mmol . l ⁻¹	0,61	0,45	0,38	0,17	1,46	0,51	0,54	0,43	0,61	0,47
rMg/rCa	0,39	0,36	0,19	0,1	0,7	0,34	0,35	0,36	0,61	0,62
rNa + rK/ rMg + rCa	0,201	0,187	0,137	0,049	0,498	0,158	0,186	0,185	0,296	0,337

Pozn.: hodnoty, okrem pH, geochem. indexov a uvedených inak, sú v mg . l⁻¹.

6.3. CHARAKTERISTIKA KVALITATÍVNYCH VLASTNOSTÍ PODZEMNEJ VODY

Kvalitatívne vlastnosti podzemnej vody sú vo všeobecnosti podmienené prírodnými a antropogénnymi podmienkami. Pod prírodnými podmienkami sa rozumie predovšetkým charakter horninového, v menšej miere pôdneho prostredia, ktoré vytvára geochemické podmienky formovania podzemnej vody. Antropogénne podmienky sa vytvárajú ľudskou činnosťou. V súvislosti s kvalitou podzemnej vody ide najmä o negatívne pôsobenie ľudskej činnosti prostredníctvom ovplyvňovania prostredia najmä priemyselnou a poľnohospodárskou činnosťou, prípadne zlou prevádzkou odpadového hospodárstva.

Pri posudzovaní kvality podzemnej vody vychádzame zo súčasne platných legislatívnych noriem na hodnotenie vody vo vzťahu k definovaným kritériám, najmä z vyhlášky MZ SR o požiadavkách na pitnú vodu (2004) týkajúcej sa podzemnej vody, ako aj z metodiky zostavovania hydrogeochemických máp (Rapant a Bodiš, 2003).

V skúmanom území je vo všeobecnosti kvalita podzemnej vody na veľmi dobrej úrovni. V užšom vymedzení územia (len územie Muránskej planiny) je kvalita vody takmer na sto percent vyjadrená triedou A, ktorá predstavuje vodu najvyššej kvality. V celom sledovanom území (včítane okolitého kryštalinika) boli plošne vymedzené dve triedy kvality – A a B. Obe triedy predstavujú vodu s veľmi dobrou kvalitou. Presné plošné zastúpenie tried kvality v kilometroch štvorcových, ako aj v percentách z celého územia je uvedené v tabuľke 6.3.1.

Tab. 6.3.1. Plošné vymedzenie tried kvality v území.

Trieda kvality	km ²	%
A	211,74	66,55
B	106,41	33,45
Spolu	318,15	

Z hľadiska začlenená jednotlivých vzorkovaných objektov (prevažne prameňov) do tried kvality možno konštatovať, podobne ako v plošnom vymedzení, dobrú kvalitu podzemnej vody. Celkovo bolo vyčlenených šesť tried kvality v rozsahu od A po F. Z toho triedy C až F sú vzhľadom na svoje okolie anomálne. Konkrétne zastúpenie jednotlivých tried kvality v hodnotenom súbore vzorkovaných objektov je uvedené v tabuľke 6.3.2.

Tab. 6.3.2. Zastúpenie tried kvality vo vzorkovaných objektoch územia.

Trieda kvality	Počet objektov	% z celk. počtu objektov
A	88	57,52
B	39	25,49
C	2	1,31
D	10	6,53
E	5	3,27
F	9	5,88
G	0	0
H	0	0
Spolu	153	

Z tabuľky je zrejmé, že takmer 80 % vzorkovaných objektov má vyhovujúcu triedu kvality podzemnej vody A alebo B. Mierne zhoršenú kvalitu vody má zvyšok podzemnej vody sledovaného územia, prevažne však ide len o menej závažné zhoršenie kvality. Najčastejšie prekročeným parametrom zapríčínujúcim posun k horším triedam kvality je nízky obsah vápnika a horčíka, prípadne naopak, vysoký obsah síranov, hliníka, dusitanov, resp. celkových rozpustených látok.

Vzhľadom na charakter územia a mieru antropogénnej činnosti medzi faktory zapríčiňujúce zhoršenie kvality vody patria najmä prírodné faktory. Medzi plošne najvýraznejšie pôsobiace faktory možno zaradiť nízku geochemickú aktivitu prostredia kryštalinika, ktorá zapríčiňuje zvýšenie agresivity vody prameňov kryštalinika, a najmä nízky obsah vápnika a horčíka (ale aj celkovo obsah rozpustených látok). Obsah týchto zložiek sa tak dostáva pod odporúčanú minimálnu hodnotu. Častým faktorom je aj nízka hodnota pH, resp. zvýšený obsah hliníka, ktorý môže byť v kyslom prostredí mobilizovaný do podzemnej vody vo zvýšenej miere.

Ďalším negatívne pôsobiacim faktorom je výskyt prameňov podzemnej vody, ktoré pretekajú cez sadrovcovonosné vrstvy spodného triasu. Tieto pramene sú charakteristické zvýšeným obsahom rozpustených látok. Táto hodnota je ovplyvnená najmä vysokým obsahom síranov a sumárnym obsahom vápnika a horčíka, ktorý často prekračuje maximálnu limitnú hodnotu. Ostatné sledované ukazovatele prevažne vyhovujú požadovaným kvalitatívnym kritériám. Použitie tejto vody na pitné účely by si však vyžiadalo špecifické posúdenie potenciálneho negatívneho vplyvu.

V menšej časti novoodobraných vzoriek sa prejavilo zvýšené množstvo dusitanov, prekračujúce limitnú hodnotu obsahu tejto zložky. Vzhľadom na konkrétne hodnoty, ako aj charakter tejto zložky však predpokladáme, že skôr ide o časovo a lokálne obmedzené pôsobenie náhodných faktorov, ako je napr. zrážková činnosť či lokálne prechodné znečistenie produktmi rozkladu prírodných organických látok. Tento kontaminant sa v niekoľkých prípadoch opakovaných odberov nepotvrdil, ani prípadné zvýšenie hodnôt kontaminantov podobného charakteru (napr. NH_4^+). Preto sa takéto vzorky hodnotia prevažne ako anomálne.

V archívnych analýzach, ako aj predchádzajúcich prácach (Kullman a Gazda, 1980; Vrana et al., 1990) sa často uvádzajú zhoršené kvalitatívne vlastnosti krasových prameňov v oblasti mikrobiálneho oživenia. Tieto prípady sú zdokumentované najmä v súvislosti so zvýšeným prietokom prameňov vplyvom zvýšenej zrážkovej činnosti, resp. jarného topenia snehu. V tomto období je rýchlosť prúdenia značne vysoká, retardačný faktor od infiltrácie po výver v prameni môže dosahovať rádovo hodiny až dni (Vrana et al., 1990). Vzhľadom na charakter prúdenia v krasovej oblasti, ako aj na slabú ochrannú funkciu pôdneho profilu sa tak môžu nedostatočne rozvinúť samočistiace procesy. Dôsledkom toho je výskyt bakteriálnej kontaminácie vo vode. Z tohto hľadiska je dôležitá dôsledná ochrana infiltračnej oblasti v najviac zraniteľných pramenných štruktúrach.

7. ÚDAJE O MNOŽSTVE A ODBEROCH PODZEMNEJ VODY

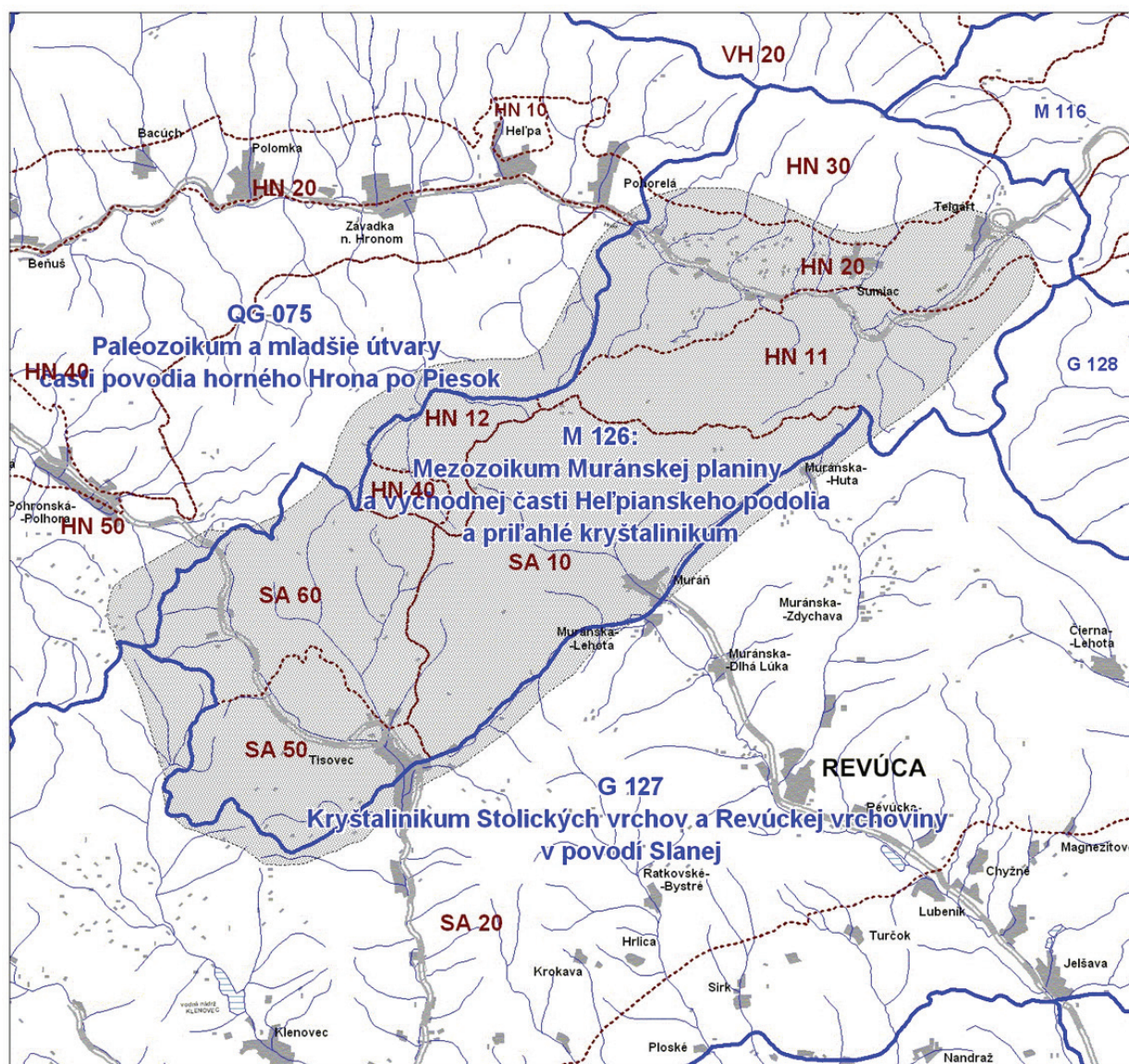
Prírodné zdroje a využiteľné množstvo podzemnej vody, ako aj využívanie podzemnej vody v rámci skúmaného územia je bilancované v rámci *Štátnej vodohospodárskej bilancie – časť Podzemné vody*, ktorú každoročne publikuje Hydrofond SHMÚ. Skúmané územie tvorí predovšetkým hydrogeologický rajón *M 126 Mezozoikum Muránskej planiny a východnej časti Hel'pianskeho podolia a príľahlé kryštalinikum*.

Hydrogeologický rajón M 126 má podľa údajov *Štátnej vodohospodárskej bilancie* (za rok 2002) plochu 310,9 km² a skladá sa z viacerých čiastkových rajónov, resp. subrajónov v zmysle príslušnosti k hlavným povodiam. Najsevernejší čiastkový rajón hydrogeologického rajónu M 126 je čiastkový rajón kryštalinika Kráľovej hole (HN 30), ktorý však už svojou polohou nepatrí do skúmaného územia. Na severe samotného skúmaného územia sa nachádza čiastkový rajón HN 20 – čiastkový rajón mezozoika Hel'pianskeho podolia. Tento čiastkový rajón pokračuje aj ďalej na SV mimo hodnoteného územia. Južnejšie od čiastkového rajónu HN 20 vystupuje čiastkový rajón HN 11 – čiastkový rajón Muránskej planiny medzi Tisovcom a Telgártom – s. časť, ktorý smerom na západ pokračuje čiastkovým rajónom HN 12 (čiastkový rajón Muránskej planiny medzi Tisovcom a Telgártom – z. časť). K povodiu Hrona ešte patrí čiastkový rajón kryštalinika Fabovej hole (označený ako HN 40). Centrálnu časť Muránskej planiny zaberá čiastkový rajón mezozoika Muránskej planiny medzi Muráňom a Muránskou Hutou (SA 10), ktorý už podľa formálneho priebehu povrchovej rozvodnice patrí k povodiu Slanej. Západnú časť skúmaného územia tvorí čiastkový rajón SA 60 (čiastkový rajón kryštalinika povodia Slanej) a jeho juhozápadný cíp je čiastkovým rajónom Tisovského krasu (SA 50).

Zo severozápadu hraničí hydrogeologický rajón M 126 s rajónom *QG 75 Paleozoikum a mladšie útvary časti povodia horného Hrona po Piesok*, v oblasti skúmaného územia s jeho čiastkovými rajónmi HN 50 (čiastkový rajón granodioritov) a HN 20 (čiastkový rajón terciéru a kvartéru v Hel'pianskom podolí). Na juhu a juhovýchode je mezozoický hydrogeologický rajón ohraničený kryštalinickým rajónom *G 127 Kryštalinikum Stolických vrchov a Revúckej vrchoviny v povodí Slanej*, resp. jeho čiastkovým rajónom SA 20 paleozoika Revúckej vrchoviny. Na východe sa nachádza hydrogeologický rajón *G 128 Paleozoikum Revúckej vrchoviny a Volovských vrchov v povodí Slanej*, ktorý tu zastupuje čiastkový rajón paleozoika SA 10. Ako sme už uviedli, severne od hodnoteného územia vystupuje ešte pokračovania hydrogeologického rajónu M 126 ako čiastkové rajóny HN 20 a HN 30. Celková poloha hydrogeologických rajónov a čiastkových rajónov v skúmanej oblasti je znázornená na obr. 7.1.

Prírodné zdroje a využiteľné množstvo podzemnej vody v hydrogeologickom rajóne *M 126 Mezozoikum Muránskej planiny a východnej časti Hel'pianskeho podolia a príľahlé kryštalinikum* v *Štátnej vodohospodárskej bilancii (ŠVHB) Slovenskej republiky za rok 2002* sú takéto: Celkové prírodné zdroje neboli v rámci hydrogeologického rajónu M 126 vyčíslené, rovnako ani využiteľné množstvo podzemnej vody v kategóriách A a B. V kategórii C1 bolo v tomto rajóne vypočítané využiteľné množstvo 246 l . s⁻¹ a v kategórii C2 197 l . s⁻¹. V nižších kategóriách, ktoré neschvaľovala Komisia pre klasifikáciu množstiev podzemných vôd (KKMPV, predtým Komisia pre klasifikáciu zdrojov a zásob podzemných vôd – KKZZ), ale boli určené na základe expertného posúdenia SHMÚ na bilancovanie podzemnej vody, bolo do kategórie I zaradené množstvo 1,2 l . s⁻¹, do kategórie II 125 l . s⁻¹, do kategórie III 45 l . s⁻¹ a do kategórie „odhad“ 20 l . s⁻¹. Spolu tvoria využiteľné množstvo podzemnej vody v hydrogeologickom rajóne M 126 634,2 l . s⁻¹, z toho schválené KKMPV 443 l . s⁻¹ a zdokumentované množstvo v kategóriách I, II, III a „odhad“ spolu 191,2 l . s⁻¹.

Krátky prehľad celkového využívania podzemnej vody v hydrogeologickom rajóne M 126 je v tabuľke 7.1, kde sú uvedené sumárne odbery za roky 1994, 1995, 2001 a 2002. Z tejto tabuľky jasne vyplýva klesajúci trend využívania podzemnej vody v tomto, zdrojmi podzemnej vody inak značne oplývajúcom hydrogeologickom rajóne. Pokles odberov na celom území Slovenska sa začal v roku 1991 a vyplýva z transformácie hospodárstva, zníženia výroby, zavádzania nových výrobných postupov, ale najmä z uplatňovaných ekonomických opatrení u malospotrebiteľov v súvislosti so zvyšovaním poplatkov za každý m³ odobranej vody, ale aj z povinného zavedenia merania spotreby vody. Nie je však jasné, či sa na značnom skoku po roku 1995 nepodpísala aj zmena v povinnosti spoplatňovania odberaného množstva voči štátu.



Obr. 7.1. Priestorová pozícia hydrogeologických rajónov a čiastkových rajónov v skúmanej oblasti.

Tab. 7.1. Celkové využívanie podzemnej vody v hydrogeologickom rajóne M 126 za roky 1994, 1995, 2001 a 2002 (podľa údajov SHMÚ).

Rok	1994	1995	2001	2002
Celkový odber [$l \cdot s^{-1}$]	270,7	269,2	93,99	81,49

Štruktúra využívania podzemnej vody (podľa účelu využitia) je v hydrogeologickom rajóne M 126 zameraná na odbery pre verejné vodovody, ktoré doteraz aj pri celkových viac ako trojnásobných zníženiach odberov od roku 1995 reprezentujú v každom období viac ako 97 % všetkých odberov. Odbery pre živočíšnu poľnohospodársku výrobu a sociálne potreby tvoria menej ako 1 %, resp. 2 %. Ostatný priemysel vrátane potravinárskeho a rastlinná výroba v poľnohospodárstve spolu so závlahami sa na odberoch z hydrogeologického rajónu M 126 vôbec nezúčastňujú. Vývoj štruktúry využívania podzemnej vody podľa účelu využitia v rokoch 1995, 2001 a 2002 je uvedený v tab. 7.2.

Využitelné množstvo podzemnej vody v jednotlivých subrajónoch a čiastkových rajónoch hydrogeologického rajónu M 126 je uvedené v tabuľke 7.3. Údaje o špecifikácii využiteľného množstva podzemnej vody v každom hydrogeologickom rajóne (2. riadok 3. stĺpca tabuľky) sú v nej rozdelené do kategórií podľa nasledujúcej schémy: množstvo schválené v KKMPV v kategóriách A, B, C₁, C₂/zdokumento-

vané množstvo v kategóriách I, II, III, odhad. V tabuľke sú uvedené aj celkové odbery podzemnej vody z jednotlivých subrajónov a čiastkových rajónov v roku 2002 a hodnotenie bilančného stavu (pomery medzi využiteľným množstvom a odbermi podzemnej vody) podľa metodiky používanej SHMÚ pri zostavovaní *Štátnej vodohospodárskej bilancie*.

Tab. 7.2. Štruktúra využívania podzemnej vody v hydrogeologickom rajóne M 126 v rokoch 1995, 2001 a 2002 (podľa údajov SHMÚ).

Odbery/rok	1995		2001		2002	
Verejný vodovod	267,70	99,4 %	91,59	97,6 %	79,27	97,3 %
Potravinársky priemysel	0,00		0,00		0,00	
Ostatný priemysel	0,00		0,00		0,00	
Živočíšna poľnohospodárska výroba	1,00	0,4 %	0,76	0,8 %	0,52	0,6 %
Rastlinná výroba v poľnohospodárstve spolu so závlahami	0,00		0,00		0,00	
Sociálne potreby	0,50	0,2 %	1,46	1,6 %	0,32	0,4 %
Iné využitie	0,00		0,00		1,38	1,7 %
SPOLU	269,20	100,0 %	93,81	100,0 %	81,49	100,0 %

Ako vidno z prehľadu uvedeného v tab. 7.3, spomedzi čiastkových rajónov hydrogeologického rajónu M 126 je z hľadiska výskytu využiteľného množstva podzemnej vody najvýznamnejší čiastkový rajón mezozoika Muránskej planiny medzi Tisovcom a Muránskou Hutou v subrajóne povodia Slanej (SA 10). Využiteľné množstvo podzemnej vody v ňom predstavuje takmer polovicu využiteľného množstva celého hydrogeologického rajónu. Odber podzemnej vody z čiastkového rajónu SA 10 dokonca tvoril dve tretiny (66 %) odberov podzemnej vody z celého hydrogeologického rajónu M 126. Využívanie podzemnej vody v tomto čiastkovom rajóne bolo sústredené predovšetkým na zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou a na pramene v oblasti Muráňa (jz. časť Muránskej planiny), a to pramene Tisovec – dolný (označovaný niekedy aj ako Vyvieracka I), Tisovec – horný (Vyvieracka II), prameň Bobačka nad Muránskou Hutou, a najmä vyvieracka Pod hradom ako prameň s doteraz najvyššou nameranou jednorazovou výdatnosťou na území Slovenska.

Tab. 7.3. Využiteľné množstvo a odbery podzemnej vody v jednotlivých subrajónoch a čiastkových rajónoch hydrogeologického rajónu M 126 v roku 2002 (podľa údajov SHMÚ).

Subrajón/čiastkový rajón	Skratka subrajónu/čiastkového rajónu	Využiteľné množstvo podzemnej vody [$l \cdot s^{-1}$] (rozdelenie podľa kategórií)	Odber podzem. vody r. 2002 [$l \cdot s^{-1}$]	Bilančný stav v roku 2002	Plocha celku [km^2]
Subrajón povodia Slanej	SA	367,2 (0-0-246-60/1,2-30-10-20)	62,48	dobrý	156,8
Čiastkový rajón mezozoika Muránskej planiny medzi Tisovcom a Muránskou Hutou	SA 10	309,2 (0-0-246-60/1,2-0-2-0)	53,67	dobrý	77,4
Čiastkový rajón Tisovského krasu	SA 50	50,0 (0-0-0-0/0-30-0-20)	8,81	dobrý	32,6
Čiastkový rajón kryštalinika povodia Slanej	SA 60	8,0 (0-0-0-0/0-0-8-0)	8,00	dobrý	46,8
Subrajón povodia Hrona	HN	267,0 (0-0-0-137/0-95-35-0)	19,01	dobrý	154,1
Čiastkový rajón Muránskej planiny medzi Muránskou Hutou a Telgártom – sv. časť	HN 11	112,0 (0-0-0-87/0-0-25-0)	0,17	dobrý	53,1
Čiastkový rajón Muránskej planiny medzi Tisovcom a Telgártom – z. časť	HN 12	50,0 (0-0-0-50/0-0-0-0)	7,02	dobrý	10,7
Čiastkový rajón mezozoika Hel'pianskeho podolia	HN 20	95,0 (0-0-0-0/0-95-0-0)	8,52	dobrý	50,2
Čiastkový rajón kryštalinika Kráľovej hole	HN 30	10,0 (0-0-0-0/0-0-10-0)	3,30	uspokojivý	35,9
Čiastkový rajón kryštalinika Fabovej hole	HN 40	0,0	0,0	dobrý	4,2

Všetky využívané zdroje podzemnej vody v hodnotenej oblasti, resp. v hydrogeologickom rajóne M 126 pochádzajú z krasovo-puklinových zvodnencov mezozoika (prevažne stredno a vrchnotriasových vápencov a dolomitov muránskeho príkrovu silicika). Vzhľadom na antropogénne doteraz málo narušený charakter oblasti, ochraňovanej v rámci Národného parku Muránska planina, si doteraz zachovávajú vynikajúce kvalitatívne vlastnosti odoberanej podzemnej vody.

Okrem zdrojov podzemnej vody v oblasti Muráňa (už spomínaných prameňov Tisovec – dolný, Tisovec – horný, Bobačka nad Muránskou Hutou, a najmä vyvierajúce Pod hradom) bolo využívanie podzemnej vody v hydrogeologickom rajóne M 126 sústredené aj do okolia Tisovca (pramene Teplica a Periodická vyvierajúca), Červenej skaly a Závadky nad Hronom – doliny Dudlavky (prameň Machnatá). Ďalšie registrované odbery podzemnej vody mali len menší lokálny význam. Poloha vodársky využívaných zdrojov podzemnej vody v oblasti Muránskej planiny a Tisovského krasu je znázornená na obr. 7.2. Využívanie individuálnych zdrojov podzemnej vody v regióne dokumentuje aj tabuľka 7.4. Odráža tento stav v roku 1994, teda v období pred spolplatením využívaného množstva, podľa údajov SHMÚ a v roku 2003 podľa najnovších údajov Výskumného ústavu vodného hospodárstva.

Využívanie individuálnych zdrojov podzemnej vody v poslednom období vyjadrené v tabuľke 7.4 neodráža skutočnosť vysokého vodohospodárskeho potenciálu oblasti. Preto v tabuľke 7.5 uvádzame aj využiteľné množstvo jednotlivých zdrojov, ak boli vyčíslené Komisiou pre klasifikáciu množstiev podzemných vôd (KKMPV, predtým KKZZ), resp. príslušným výmerom, alebo boli určené na základe expertného posúdenia SHMÚ. V tej istej tabuľke uvádzame aj bilančný stav využívania (pomer medzi využiteľným množstvom a odbermi podzemnej vody) podľa metodiky používanej SHMÚ pri zostavovaní *Štátnej vodohospodárskej bilancie za rok 2002*.

Tab. 7.4. Individuálne zdroje podzemnej vody v oblasti Muránskej planiny a Tisovského krasu a ich využívanie v rokoch 1994 (zdroj: Hydrofond SHMÚ Bratislava) a 2003 (zdroj: VÚVH Bratislava).

Číslo prameňa na mape	Kód Hydrofondu	Lokalita odberu	Názov zdroja	Priemerná výdatnosť 1994 [l . s ⁻¹]	Priemerný odber 1994 [l . s ⁻¹]	Priemerný odber 2003 [l . s ⁻¹]
411	129 604	Muráň	pram. Tisovec – horný	79,07	26,24	3,25
423	129 605	Muráň	pram. Tisovec – dolný	157,52	37,08	5,61
555	129 606	Muráň	vyvierajúca Pod hradom	562,29	119,34	39,54
598	129 616	Muránska Huta	pram. Bobačka	76,30	0,12	0,22
vert	129 624	Muráň	vert SHM 1A	1,40	1,40	2,15
???	139 201	Muránska Huta	Kráľ. prameň Javorina	3,53	3,53	–
560	159 101	Muráň	pram. Veľká lúka – žrebčín	0,06	0,06	–
368	159 102	Muráň	pram. Paseky – žrebčín	0,01	0,01	–
???	159 104	Muráň	pram. Predná hora – hájovňa	0,00	0,00	–
642	350 201	Červená skala	prameň 1, 2	0,40	0,40	–
580	354 008	Pohorelá – Vaľkovňa	pram. Zlatnica 1 – 3	3,98	3,36	1,87
500	354 009	Pohorelská Maša	pram. Pod Gindurou 1	1,72	1,70	–
	354 010	Pohorelská Maša	pram. Studňa kráľa Matyáša	9,86	9,86	–
500	354 011	Pohorelská Maša	pram. Pod Gindurou 2	0,00	0,00	–
331	354 171	Závadka	pram. Machnatá	43,40	36,82	10,31
207	371 301	Tisovec-Rejkovo	prameň č. 4	0,12	0,12	–
149	372 803	Tisovec	pram. Periodická vyvierajúca	16,80	14,77	8,48
123	372 804	Tisovec	pram. Teplica	2,31	2,31	0,00

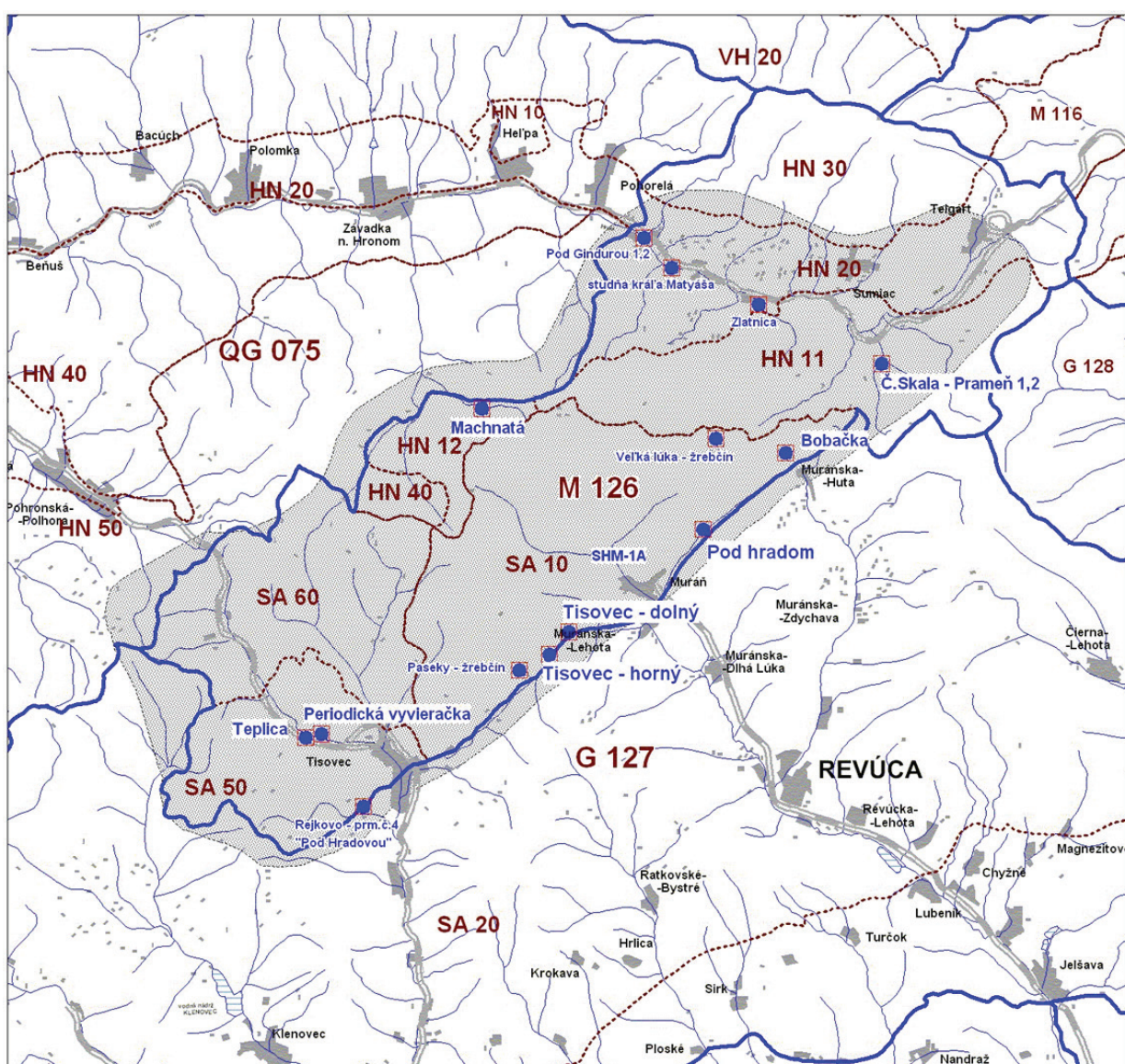
Tab. 7.5. Zdroje podzemnej vody v hydrogeologickom rajóne M 126 a ich využiteľné množstvo v jednotlivých kategóriách, ako boli vypočítané a uvedené v rámci *Štátnej vodohospodárskej bilancie – časť Podzemné vody*, a ich využívanie v roku 2002 (zdroj: SHMU Bratislava).

Číslo pram. na mape	Lokalita	Názov prameňa	Patrí do subrajónu/čiastkového rajónu	Využiteľné množstvo podzemnej vody – kategória	Využiteľné množstvo podzemnej vody [l . s ⁻¹]	Spolu využitelné množstvo [l . s ⁻¹]	Odber podz. vody r. 2002 [l . s ⁻¹]	Bilančný stav v roku 2002
423	Muráň	Tisovec – dolný (Vývieračka I)	SA 10	C1	33,00	37,30	3,05	dobrý
				C2	4,30			
411	Muráň	Tisovec – horný (Vývieračka I)	SA 10	C1	25,40	31,80	5,64	dobrý
				C2	6,40			
497, 501, 502	Muráň	Pastevník* (+ vrt SHM 1A)	SA 10	C1	82,90	99,40	0,33	dobrý
				C2	16,50			
492	Muráň	Dovalka	SA 10	C2	4,70	4,70	0,00	dobrý
455, 456	Muránska Lehota	Pri močiari 1, Pri močiari 2	SA 10	C1	6,50	10,10	0,00	dobrý
				C2	3,60			
555	Muráň	Pod hradom**	SA 10	C1	80,10	100,20	42,87	uspokojivý
				C2	20,10			
419	Muráň	Brúsik	SA 10	C1	3,30	4,20	0,00	dobrý
				C2	0,90			
566	Muránska Huta	Biele vody	SA 10	C1	2,20	2,90	0,00	dobrý
				C2	0,70			
598	Muránska Huta	Bobačka	SA 10	C1	12,70	15,40	1,63	dobrý
				C2	2,70			
560	Muráň	Veľká lúka – žrebčín	SA 10	III	2,00	2,00	0,15	dobrý
316	Tisovec	Šajba	SA 10	I	1,20	1,20	0,00	dobrý
123, 149	Tisovec	Teplica, Periodická vývieračka	SA 50	II	30,00	30,00	8,80	dobrý
1	Tisovec-Bánovo	Pod dielom	SA 60	III	4,00	4,00	0,00	dobrý
650	Červená skala	Pod viaduktom	HN 11	C2	28,00	28,00	0,00	dobrý
601, 617	Vaľkovňa	Strážny dom, V záreze	HN 11	C2	37,40	37,40	0,00	dobrý
561	Šumiac	Havraník	HN 11	C2	21,60	21,60	0,00	dobrý
642	Červená skala	prameň 1, 2	HN 11	III	25,00	25,00	0,17	dobrý
	dolina Dudlavky	prestup do toku	HN 12	C2	27,00	27,00	0,00	dobrý
331	dolina Nehovo	Machnatá	HN 12	C2	23,00	23,00	7,02	dobrý
500	Vaľkovňa, Pohorelská Maša	Kráľ Matyáš	HN 20	II	17,20	17,20	4,15	dobrý
SPOLU VO VÄČŠÍCH PRAMEŇOCH						522,40		
Rozptýlené pramene v čiastkovom rajóne			SA 50	odhad	20,00	20,00	0,00	dobrý
Tisovec – lokalita Strieborná – rozptýlené pramene v čiastkovom rajóne			SA 60	III	4,00	4,00	0,00	dobrý
Šumiac – viacero prameňov (mimo hodnoteného územia)			HN 20	II	42,20	42,20	1,87	dobrý
Telgárt – viacero prameňov (mimo hodnoteného územia)			HN 20	II	25,60	25,60	2,50	dobrý
Rozptýlené pramene v čiastkovom rajóne			HN 20	II	10,00	10,00	0,00	dobrý
Šumiac – viacero prameňov (mimo hodnoteného územia)			HN 30	III	10,00	10,00	3,30	uspokojivý
SPOLU V ROZPTÝLENÝCH PRAMEŇOCH						111,80		
SPOLU V CELOM HYDROGEOLOGICKOM RAJÓNE M 126						634,20		

Poznámka: * V súlade s doplnkom výmeru KKZZ č. 1 (20/2000 KKZZ) je skupina Pastevník tvorená prameňmi Za MNV, V záhrade a V obci.

** Pri prameni Pod hradom sa s ohľadom na doplnok výmeru KKZZ č. 20/2000 KKZZ pri sumárnom výpočte C1 zaokrúhľuje hodnota 80,1 l . s⁻¹ na 80,0 l . s⁻¹ a pri výpočte C2 hodnota 20,1 l . s⁻¹ na 20,2 l . s⁻¹.

Celkové využiteľné množstvo podzemnej vody jednotlivých zdrojov v tabuľke 7.5 predstavuje 634,20 l . s⁻¹, teda množstvo uvedené v úvode tejto kapitoly za celý hydrogeologický rajón M 126. Z toho môže byť zhruba do 20 sústredených zdrojových oblastí (horná časť tabuľky 7.5) lokalizovaných 522,40 l . s⁻¹ a v menších rozptýlených zdrojoch sa dopočítava ďalších 111,80 l . s⁻¹. Vysoký stupeň sústredenia významného množstva podzemnej vody zodpovedá krasovo-puklinovému charakteru priepustnosti horninového prostredia Muránskej planiny a Tisovského krasu. Ako vyplýva z tabuľky 7.5, najvyššie využiteľné množstvo (okolo 100 l . s⁻¹) je v zdrojoch prameniska Pastevník v Muráni a vyvieracky Pod hradom medzi Muráňom a Prednou horou. V prípade prvého prameniska však ide o zdroj nachádzajúci sa priamo v obci Muráň, kde je len veľmi ťažké zabezpečiť jeho adekvátnu ochranu. V prípade vyvieracky Pod hradom, ktorá v maximách dosahuje výdatnosť až viac ako 6 000 l . s⁻¹, ide o typický krasový prameň s vysokou rozkolísanosťou (minimálna výdatnosť v suchých obdobiach klesá až na 4,00 l . s⁻¹). Hoci je potom jeho priemerná výdatnosť 260 l . s⁻¹, s ohľadom na zabezpečenie využiteľnosti aj v dlhších suchých periódach bolo využiteľné množstvo stanovené iba vo výške 100,20 l . s⁻¹. Poloha významných lokalít sústredených zdrojov podzemnej vody v skúmanej oblasti je na obr. 7.2.



Obr. 7.2. Poloha významných lokalít sústredených zdrojov podzemnej vody v oblasti Muránskej planiny a Tisovského krasu.

V ďalšom texte sa budeme venovať spôsobu zachytenia a využívania významnejších zdrojov podzemnej vody nachádzajúcich sa v oblasti Muránskej planiny a Tisovského krasu, resp. v rámci relevantného územia hydrogeologického rajónu M 126.

Vyvieračka Pod hradom

Vyvieračka Pod hradom sa nachádza medzi Muráňom a Prednou horou, kde asi 2,6 km sv. od Muráňa pri štátnej ceste Muráň – Muránska Huta a asi 200 m v. od kóty 439,1 vyviera sústredeným výverom z tisoovských vápencov (karn – norik) na východnom okraji Muránskej planiny, na okrajovom muránskom zlome, na ktorom sa stýkajú uvedené triasové vápence s kryštalinikom tvoreným „muránskymi žulorulami“. „Muránske žuloruly“ tvoria na zlome bariéru krasovej vode (Kullman, 1980). Ide o hlavný zdroj muránskeho skupinovného vodovodu, ktorý zásobuje oblasť pozdĺž údolia riečky Muráň až po Jelšavu. Prameň je zachytený asi 40 m dlhou štôľňou. Zachytenie prameňa sa v minulosti realizovalo tak, že počas dlhého obdobia nebolo možné meranie odoberaného množstva. Značnú časť roka bolo zatopené prakticky celé záchytné zariadenie a zachytená voda odtekala plným profilom odtokovej rúry. V lete 1991 pracovníci VVaK Revúca upravili systém priehradiek vnútri odberového zariadenia tak, že bolo možné osadiť merný priepad na meranie množstva odoberanej vody v čase, keď nie je odberná rúra celkom zatopená (Helma in Lukaj et al., 1997). Odoberá sa vždy celé množstvo, ktoré je schopné odvieť odtoková rúra ($140 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), alebo pri menšej výdatnosti celý prítok do zdroja. V prípade prebytku vody sa množstvo odoberané zo zdroja reguluje až v Muránskej Dlhej Lúke vo vzdialenosti asi 6 km od záchyty. Do muránskeho skupinovného vodovodu sú z ďalších výverov na muránskej zlomovej línii zachytené pramene Vyvieračka I (vodohospodármi uvádzaná aj ako prameň Tisovec – dolný alebo ako Vyvieračka pri ceste 1) a Vyvieračka II (vodohospodármi uvádzaná aj ako prameň Tisovec – horný alebo ako Vyvieračka pri ceste 2). Už Kullman (in Kullman a Gazda, 1980) v roku 1980 uviedol, že „... z hľadiska meraní je možné sústavne merať len odpad z prameňa, nakoľko odber je meraný spolu s odbermi z prameňov Vyvieračka I a Vyvieračka II“.

Vyvieračka I (Tisovec – dolný)

Vyvieračka I (vodohospodármi vedená aj ako prameň Tisovec – dolný, resp. Vyvieračka pri ceste I) sa nachádza tesne nad štátnou cestou Muráň – Tisovec pri kóte 415,3. Vyteká zo strednotriasových (wettersteinských) vápencov na muránskej zlomovej línii, za ktorou vystupujú nepriepustné „muránske žuloruly“ tvoriace nepriepustnú bariéru vode prameňa (Kullman, 1980). Je zachytená betónovou záchytkou s prehĺbeným dnom a v dne je ešte vyhlbený záchytný vrt. Možný je teda tak voľný odber pri vyššej výdatnosti, ako aj odber čerpaním. Prameň je zachytený už niekoľko desaťročí, ale na tento spôsob odberu bol prebudovaný v druhej polovici osemdesiatych rokov minulého storočia (1987 – 1988). Využíva sa celoročne. Odberné zariadenie je vybavené vodomerom, ktorý zaznamenáva odoberané množstvo vody za určitý čas. Pomerne stabilné odoberané množstvo vyplýva z toho, že pri minimách výdatnosti sa odčerpávajú akumulované zásoby podzemnej vody. Intenzita tohto odčerpávania sa udáva aj ako minimálna výdatnosť, čo však nezodpovedá skutočnosti. Minimálna výdatnosť (voľný odtok bez čerpania) je v skutočnosti nižšia, nie je však možné ju zistiť, keďže v čase mínim sa vždy čerpala voda zo zdroja do vodovodnej sústavy (Helma in Lukaj et al., 1997).

Vyvieračka II (Tisovec – horný)

Vyvieračka II (horná, t. j. vyššie položená na ceste z Muráňa do Tisovca), je vodohospodármi vedená aj ako prameň Tisovec – dolný, resp. Vyvieračka pri ceste I. Nachádza sa pod štátnou cestou Muráň – Tisovec asi 500 m jv. od kóty 718,8. Hydrogeologické podmienky jej výveru sú obdobné ako v prípade prameňa Tisovec – dolný (Kullman, 1980). Je tak isto zachytená do betónovej záchytky s prehĺbeným dnom, čím získala drenážnu funkciu, a teda aj tu sa využívajú akumulované zásoby podzemnej vody. Helma (in Lukaj et al., 1997) uvádza, že odbery vody sa evidujú prietokomerom, kým Kullman (1980) sa zmieňuje o tom, že je možné sústavne merať len odpad z prameňa, pretože sa meria len spoločný odber z prameňov Pod hradom, Vyvieračka I a Vyvieračka II.

Pastevník

Výdatná pramenná sústava na muránskej zlomovej línii, prameň Pastevník v intraviláne obce Muráň, sa zatiaľ nevyužíva napriek tomu, že o jeho využívaní sa uvažuje už niekoľko desaťročí. Pramenná oblasť sa nachádza v obci Muráň asi 500 m zsz. od kostola. Podľa Kullmana (1980) prameň vyviera na celkovej rozlohe $100 \times 100 \text{ m}$ v troch výverových oblastiach meraných na 4 merných objektoch, a to:

I. výverová oblasť – merné objekty Za MNV a V záhrade,

II. výverová oblasť – merný objekt V obci,

III. výverová oblasť – merný objekt Dovalka* [* Pozn.: v prílohe správy Kullmana a Gazdu (1980) sa mylne namiesto „Dovalky“ uvádza „Bobačka“].

Podzemná voda pochádza zo stredotriasových wettersteinských vápencov a vyteká na ich kontakte na muránskej zlomovej línii, za ktorou sa nachádza nepriepustná bariéra tvorená „muránskymi žulorulami“ (Kullman, 1980).

V rokoch 1990 – 1991 bol v oblasti prameniska Patevník dokonca vybudovaný aj záchytný objekt pozostávajúci zo záchytného drénu (zachytáva časť pramennej oblasti V záhrade) a betónovej záchytky vybudovanej na pramenisku Za MNV, do ktorej je zvedená aj voda z drénu. Časť vody z tejto pramennej sústavy však naďalej voľne odteká (časť pramennej oblasti V záhrade – meraná ako Patevník-obtok, ako aj vývery z pramenných oblastí V obci a Dovalka). Helma (in Lukaj et al., 1997) uvádza, že napriek vybudovanej záchytky sa však prameň (jeho zachytená časť) nevyužíva, pretože nie je doriešený spôsob hygienickej ochrany záchyty. Pramenisko sa totiž nachádza približne v strede obce, je obklopené obývanými domami a v obci, navyše, nie je vybudovaná ani kanalizácia. Tento stav pretrvával aj v roku 2004, keď vznikala naša správa o tomto pramenisku. Režimovo sa sleduje výdatnosť všetkých častí tejto pramennej sústavy, a to v štyroch objektoch. Množstvo podzemnej vody zachytenej vo vybudovanej záchytky sa udáva ako Patevník-odpad. Je to preto, lebo zatiaľ sa všetka zachytená voda odvádza ako odpad do povrchového toku Hrdzavý potok. Nezachytená voda z pramenných častí Za MNV a V záhrade sa v dokumentácii uvádza ako Patevník-obtok. V oboch prípadoch ide o kontinuálne merania limnigrafom.

Okrem týchto zdrojov sú v obci Muráň na využívanie vybudované aj vrty SHM 1A a SHM 3. Z nich sa v kritických obdobiach (nedostatok vody v zásobovacom systéme) využíval iba vrt SHM 1A nachádzajúci sa na okraji Muráňa. Toto množstvo je však možné priradiť k celkovému množstvu podzemnej vody pochádzajúcej z prameniska Patevník.

Bobačka

Na zásobovanie obce Muránska Huta a ako doplnkový zdroj na zásobovanie rekreačných a liečebných zariadení na Prednej hore sa využíva prameň Bobačka. Odberný objekt je vybudovaný ešte vnútri pôvodného výveru z jaskynného systému pred jeho vyústením na povrch. Približne v polovici vzdialenosti medzi výverom a Muránskou Hutou je vybudovaný menší vodojem, v ktorom je rozvodné zariadenie na odber do Muránskej Huty a na Prednú horu. Až v septembri 1993 bolo odberné a rozvodné zariadenie upravené na účely vyhládavacieho hydrogeologického prieskumu (Lukaj et al., 1997) tak, že sa do systému dostávala iba skutočne odoberaná voda, ktorá sa merala vodomermi v týždenných intervaloch. Prebytočná odoberaná voda dovtedy voľne odtekala z vodojemu a až do konca októbra 1992 tento voľný odtok prakticky nebolo možné merať. Z výveru v jaskyni sa dovtedy dostávalo množstvo zodpovedajúce kapacite systému a tlakovým pomerom na jeho ústí (Helma in Lukaj et al., 1997). Z prameňa Bobačka sa využíva iba malá časť. Ide však o lokálny vodovodný systém bez prepojenia so širšou oblasťou, a preto skutočne odoberané množstvo je iba malé a nevyužíva sa ani kapacita odberného systému.

Machnatá

Významný krasový prameň na severe Muránskej planiny, prameň Machnatá, sa nachádza v katastri obce Závadka nad Hronom v doline pravostranného prítoku doliny Dudlavky (pretekajúcej oblasťou Stožiek) v doline Nihovo asi 600 m vjv. od kóty 822,0 v ľavostrannej bočnej dolinke (asi 350 m južne od hlavnej doliny) a zhruba 225 m severne od vápencových brál (Kullman, 1980). Ide o vrstvomý prameň zo stredotriasových dolomitov (anis) na sz. okraji Muránskej planiny na ich styku s nepriepustným súvrstvom spodného triasu. Voda v minulosti vyvierala sústredeným výverom na dĺžke asi 2 m (Kullman, 1980). Zachytená bola v osemdesiatych rokoch 20. storočia. Zo zdokumentovaného využiteľného množstva $23 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ sa v súčasnosti využíva len okolo $7 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

Teplica a Periodická vyvieracia

Oblasť Tisovského krasu je najdôležitejšia zásobáreň podzemnej vody pre mesto Tisovec. Podstatná časť významných prameňov tejto hydrogeologickej štruktúry je zachytená a využíva sa najmä v tisovskom mestskom skupinovom vodovode a čiastočne aj na iné vodárenské zásobovanie. Pre tisovský mestský skupinový vodovod sa využívajú najmä dve vyvieracky. Najvyužívanejšia je Periodická vyvieracia, ktorá sa využíva od roku 1959. Ako náhradný vodný zdroj slúži vyvieracia Teplica, ktorá je napojená na vodovodnú sieť len v čase nízkej výdatnosti Periodickej vyvieracky. Denná spotreba pitnej vody v meste Tisovec je od $1\,100 - 1\,200 \text{ m}^3$ (Wiesengängerová, 2000).

Rejkovo – prameň č. 4 Pod Hradovou

V hydrogeologickej štruktúre Tisovského krasu s. s. sa využíva ešte jeden vodný zdroj, a to vyvieracia Pod Hradovou (v rámci vodohospodárskych výkazov vedená často aj ako Tisovec-Rejkovo – prameň č. 4), ktorá zásobuje pitnou vodou areál rodinných domov Tisovec-Rejkovo a má výdatnosť až $23,03 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (Wiesengängerová, 2000).

Tisovec – V meste

Ďalšou vyvieraczkou je v minulosti využívaný vodný zdroj pre mesto Tisovec, vyvieracka Tisovec – v meste. V súčasnosti je mimo prevádzky. Tento vodný zdroj zásoboval pitnou vodou závod Vápenka Tisovec, no pri povodniach v roku 1984 bol znečistený, pretože je situovaný len zhruba 3 m od toku riečky Rimavy. V súčasnosti všetka voda preteká priepadovou rúrou priamo do Rimavy. Jej zdokumentovaná výdatnosť bola $2,77 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (Wiesengängerová, 2000).

8. BANSKÁ VODA

Severozápadne od mesta Tisovec vo vzdialenosti 5,5 km na severnom úbočí vrchov Magnet a Pacherka sa nachádzajú skarnové a polymetalické zrudnenia, ktoré boli v minulosti predmetom záujmu baníkov. Najstaršie údaje o tisovskom baníctve sú z roku 1611, keď Steger Octavio prepustil banskému eráru svoj Bleiwerk (olovený závod; už vtedy museli existovať pri Tisovci železiarne). Od tohto historického zápisu nielo viac zmienok o baniach na Magnetovom vrchu po celé storočia. Ďalší údaj pochádza z roku 1698, keď bane spravovali taviarne mesta Banská Bystrica. V čase povstania Rákocziho, keď banské mestá obsadili kuruci, sa v železiarňach v Tisovci vyrábala vojenský materiál. Rákoczi ich v r. 1705 od mesta odkúpil za 14 000 zlatých. Po povstaní v r. 1737 sa erár znovu stal majiteľom Tisovských baní a železiarní, ktoré spravovala Železiareň Hronec a administratívne patrili Kammerverwalteru Banská Bystrica. V 19. storočí sa v oblasti Magnetového vrchu intenzívne ťažilo a posledné bane Mašna a Imrich boli v r. 1893 pre nedostatok kvalitnej rudy zatvorené (Bergfest, 1955).

Režim podzemnej vody v masíve Magnetového vrchu a Pacherky je ovplyvnený banskou činnosťou. Opustené staré banské diela majú okrem akumuláčnej funkcie aj významnú komunikačnú funkciu.

Prameň (7) vyteká z ryhy, ktorá je veľmi pravdepodobne ústím dnes už zavalenej a neprístupnej štôlne Martin (*Márton tárna*). V tejto štôlni sa ťažila železná ruda. Ústie štôlne je situované v pyroxenických andezitoch, ale podľa mapky Bacsó a Valka (1969) štôlna postupne prechádza cez kontakt s kryštalickými vápencami (pôvodne wettersteinské vápence a dolomity) a končí sa v nich po 150 m. Halda štôlne Martin v dnes prístupných častiach obsahuje čierne, miestami svetlozelené celistvé horniny s vtrúseným magnetitom. Polymetalické zrudnenie nie je dostatočne vyvinuté (Bergfest, 1955).

Prameň 8 vyteká zo štôlne Leopold (*Lipót tárna*). V tejto štôlni sa tiež ťažila železná ruda (magnetit, limonit...). Ústie štôlne je v pyroxenických dioritoch a banské dielo postupne prechádza cez kontaktné metamorfované porfýrické granodiority a skarnové horniny do amfibolicko-pyroxenických andezitov, kde sa po 150 m aj končí (Bacsó a Valko, 1969). Ústie tejto štôlne je tiež zavalené blokmi hornín. Toto banské dielo pravdepodobne nikdy nevošlo do kontaktné metamorfovaných karbonátov, ktoré sú situované blízko neho, asi 65 m (Bacsó a Valko, 1969). Štôlna Leopold má na halde andezit, zrnité a hojne železité kusy rudy zložené z pyrotínu a pyritu a niektoré z nich obsahujú aj magnetit. Polymetalické zrudnenie je zhruba v rovnováhe so skarnovým (Bergfest, 1955).

Prameň 9 vyteká zo závalu štôlne Imrich (*Emerich*), ktorej ústie je v amfibolicko-pyroxenických andezitoch a banské dielo postupne prechádza cez kontaktné metamorfované porfýrické granodiority a končí sa v kryštalických wettersteinských karbonátoch. Dĺžka štôlne je 300 m (Bacsó a Valko, 1969). Táto štôlna bola v tisovskom rudnom poli v prevádzke najdlhšie a bola opustená v roku 1893. Haldový materiál štôlne Imrich obsahuje oligonit a limonit, ktorý tvorí hniezda hrubé 1,5 m, a vtrúseninový pyrit. Okrem týchto skarnových minerálov sa v tejto štôlni vyskytuje aj polymetalická Pb-Zn (Cu) mineralizácia reprezentovaná týmito minerálmi: sfalerit (marmatit), galenit, chalkopyrit a iné nemenované minerály, hlavne s Mn zložením. Výtok z tejto štôlne má silné oranžové zafarbenie, ktoré je spôsobené vylúhovaním hornín bohatých na Fe, pravdepodobne zvetrávaním pyritu na limonit (Bergfest, 1955; Bacsó, 1964).

9. MINERÁLNA A GEOTERMÁLNA VODA

V rámci hodnoteného územia Muránskej planiny a blízkeho okolia nie je zdokumentovaný výskyt väčšieho počtu významnejších minerálnych prameňov. Prakticky jediným zdrojom minerálnej vody v regióne je prameň lokalizovaný na východnom okraji mesta Tisovec, nazývaný Šťavica (na mape č. 101). Prameň obyvatelia pravidelne využívajú na pitie. Z tohto zdroja sa odobrala jedna vzorka na skrútený rozbor a jedna vzorka na kompletný anorganický rozbor. V databáze je uvedená aj archívna analýza vzorky z roku 1980 (pozri prílohu).

Prameň sa viaže na tektonický kontakt mezozoika Muránskej planiny a kryštalinika. Z hľadiska normy STN 80 8000 pre minerálne vody je to minerálna voda stredne mineralizovaná, hypotonická, studená, uhličitá, vápenato-hydrogenuhličitanová.

Z hydrogeochemického hľadiska je voda minerálneho prameňa Ca-SO₄-HCO₃ typu s celkovou mineralizáciou 2,7 g · l⁻¹. Hodnota pH je posunutá do slabo kyslej oblasti (okolo 6). Tento posun je podmienený najmä zvýšeným obsahom CO₂. Podľa získaných údajov obsah voľného CO₂ varíruje v rozmedzí od 1,3 do 1,5 g · l⁻¹. Z kationov je zdokumentovaný najmä vysoký obsah Ca²⁺ (asi 550 mg · l⁻¹), menej Mg²⁺ (asi 110 mg · l⁻¹). Z aniónov má vysoký obsah HCO₃⁻ (1,5 g · l⁻¹) a SO₄²⁻ (0,57 g · l⁻¹). Minerálnu vodu prameňa Šťavica je možné priradiť k základnému výraznému karbonátogénno-sulfátogénnemu typu A2.

Predpokladaným prostredím tvorby chemického zloženia sú karbonáty mezozoika v kombinácii so sadrovcovonosnými vrstvami spodného triasu (zvýšený obsah SO₄²⁻). Hlavným mineralizačným procesom je rozpúšťanie karbonátov, pravdepodobne vápencového charakteru. Pridruženým procesom je rozpúšťanie sulfátov, ktorého vplyv je však menej výrazný. K zvýšeniu mineralizácie a obsahu základných iónov prispieva vplyv voľného CO₂, vystupujúceho pravdepodobne z väčšej hĺbky, ktorý podmieňuje zvýšenú rozpúšťaciu kapacitu vody vzhľadom na okolité horninové prostredie. Zvýšený obsah stopových prvkov sa nezaznamenal.

10. ZÁVER

Na zostavenie hydrogeologickej mapy Muránskej planiny a Tisovského krasu sa vykonávalo hydrogeologické mapovanie na ploche 193,4 km². Dokumentovali sa prirodzené výstupy podzemnej vody zväčša s výdatnosťou vyššou ako 0,05 l . s⁻¹. Hydrogeologické mapovanie sa vykonávalo na sklonku leta a na začiatku jesene roku 2002 v krátkom časovom rozsahu, od 10. 9. 2002 do 21. 9. 2002. Počas terénnych prác sa zdokumentovalo spolu 671 prameňov. Pri každom z týchto prameňov sa zaznamenávala nadmorská výška výveru, dátum dokumentovania zdroja, teplota vyvierajúcej vody, jej merná elektrická vodivosť v $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$, výdatnosť výveru, teplota vzduchu počas merania, horninové prostredie obeh vyvierajúcej podzemnej vody, typ prameňa, lokalita a prípadné ďalšie pozorovania. Výdatnosť výverov sa merala v zhruba 64 % prípadov, zvyšok tvoria odhadované hodnoty. Merania výdatnosti sa robili pomocou zachytávacej rúry, stopiek a odmernej nádoby s pevne stanoveným objemom. V ojedinelých prípadoch veľmi výdatných prameňov sa výdatnosť prameňa stanovila meraním prietoku.

Počas nesystematických pozorovaní v rámci hydrogeologického mapovania sa zistila sumárna výdatnosť všetkých prameňov 2 182,1 l . s⁻¹. Sumárna výdatnosť všetkých významných prameňov (s výdatnosťou vyššou ako 3,0 l . s⁻¹) bola vyčíslená na 1 886,2 l . s⁻¹, čo je viac ako 86 % celkovej sumárnej výdatnosti prameňov, v prípade výdatnosti vyššej ako 1,0 l . s⁻¹ je to 1 993,2 l . s⁻¹. V danej oblasti to svedčí o schopnosti horninového prostredia sústreďovať väčšie množstvo podzemnej vody. Zdokumentované významné a doteraz nezachytené zdroje podzemnej vody s výdatnosťou vyššou ako 3,0 l . s⁻¹ predstavujú spolu na Muránskej planine sumárnu hodnotu 992,7 l . s⁻¹. Zdokumentované menej významné a doteraz nezachytené zdroje podzemnej vody s výdatnosťou vyššou ako 1,0 l . s⁻¹ sú v celkovej hodnote 1 050,5 l . s⁻¹. Zachytené množstvo s výdatnosťou vyššou ako 3 l . s⁻¹ bolo sumárne vyčíslené na 835,7 l . s⁻¹ (44,3 % výdatnosti všetkých zdrojov s výdatnosťou vyššou ako 3,0 l . s⁻¹). Zachytené množstvo s výdatnosťou vyššou ako 1 l . s⁻¹ má sumárnu hodnotu 838,1 l . s⁻¹ (44,4 % výdatnosti všetkých zdrojov s výdatnosťou vyššou ako 1,0 l . s⁻¹). Treba zdôrazniť, že ide o aritmetické sčítanie nesystematických pozorovaní, vykonaných za rôznych stavov výdatnosti a zaťažených chybami merania, takže uvedený sumár nemožno použiť na stanovenie využiteľného množstva podzemnej vody.

V rámci zostavovania hydrogeologickej mapy Muránskej planiny a Tisovského krasu sa okrem dokumentácie prameňov urobila aj inventarizácia vykonaných hydrogeologických technických prác v uvedenej oblasti na základe spracovania údajov archivovaných v archíve ŠGÚDŠ (geofonde). Výsledky vrtných prác v tomto území boli spracované podľa záväznej metodiky (Malík a Jetel, 1994).

V oblasti Muránskej planiny a Tisovského krasu sa vo viacerých prípadoch hydrogeologické štruktúry budované karbonatickými horninami stredného a vrchného triasu odvodňujú priamo do povrchových tokov, takže prirodzené výstupy podzemnej vody nie sú v teréne pozorovateľné voľným okom. Vo vytypovaných oblastiach pretínania vápencov a dolomitov povrchovými tokmi sa preto realizovali termometrické a rezistivimetrické merania s krokom 1 a 2 m a s meraniami na oboch brehoch, prípadne aj v strede vodného toku v závislosti od jeho šírky a prietoku. Geofyzikálne termometrické a rezistivimetrické merania na toku Rimavy, Furmanca a Hrdzavého potoka robili spoluautori týchto vysvetliviek Mgr. Silvia Vojtková a Mgr. Rastislav Vojtko.

V nadväznosti na výsledky termometrických a rezistivimetrických prác v totožných úsekoch tokov Rimavy, Furmanca a Hrdzavého potoka, ale aj v oblasti Lehotského potoka, Muránskeho potoka a Dudlavky, sa vykonali merania prietoku na kvantitatívne stanovenie množstva prestupujúcej podzemnej vody. V období od 4. 9. 2003 do 12. 9. 2003 sa uskutočnilo celkovo 111 meraní prietoku.

Na zostavenie hydrogeochemickej mapy Muránskej planiny a Tisovského krasu sa v rokoch 2002 až 2004 odobralo spolu 478 vzoriek podzemnej vody. Z toho sa v čase od 17. 2. 2002 do 26. 6. 2002 v rámci režimových pozorovaní významných prameňov odobralo 126 vzoriek na skrátenú chemickú analýzu. V septembri 2002 sa odobralo 308 vzoriek na skrátenú chemickú analýzu a analýzu obsahu izotopu ¹⁸O. Na úplnú chemickú analýzu sa v období 17. 2. 2003 – 1. 6. 2004 odobralo 44 vzoriek a 8 vzoriek v auguste až septembri 2003. Okrem toho sa použili výsledky vzorkovania vykonaného v rámci zostavovania *Geochemického atlasu Slovenskej republiky, časti Podzemné vody*.

V rámci skúmaného širšieho okolia územia Muránskej planiny sa sledovalo chemické zloženie a kvalitatívne vlastnosti podzemnej vody. Hydrogeochemické práce pozostávali zo spracovania dostupných archívnych materiálov, odberu nových vzoriek podzemnej vody, vytvorenia digitálnej databázy chemických analýz vzoriek vody a zostavenia hydrogeochemickej mapy v mierke 1 : 50 000 a textových vysvetliviek k nej.

Z hľadiska chemického zloženia, resp. prevládajúceho iónového zloženia sa priamo v oblasti Muránskej planiny môžeme stretnúť najmä s Ca-HCO₃ (menej Ca-Mg-HCO₃) typom podzemnej vody. Tento základný chemický typ prechádza v niektorých prípadoch až do Ca-SO₄ chemického typu (s početnými prechodnými typmi).

Z genetického hľadiska delíme podzemnú vodu celého hodnoteného územia na tieto typy:

- karbonátogénna: viaže sa najmä na prostredie karbonátov mezozoika stredného a vrchného triasu a spodnej jury; podľa pomeru vápencovej a dolomitckej zložky, reprezentovanej indexom rMg/rCa, sa voda môže rozdeliť na tri skupiny:
- prevažne vápencového charakteru – základný výrazný typ A2 s chemickým zložením Ca-HCO₃, priemerná mineralizácia je 353,59 mg · l⁻¹,
- zmiešaného vápencovo-dolomitckého charakteru – základný výrazný typ A2 s chemickým zložením Ca-(Mg)-HCO₃ až Ca-Mg-HCO₃, priemerná mineralizácia je 363,81 mg · l⁻¹,
- dolomitckého charakteru – základný výrazný typ A2 s chemickým zložením Ca-Mg-HCO₃, je najmenej rozšírený;
- karbonátogénno-sulfátogénna: vzniká miešaním karbonátogénnej a sulfátogénnej vody, resp. prestupom (obehom) podzemnej vody z karbonátových vrstiev do sadrovcovonosných vrstiev (prípadne opačne); základný nevýrazný typ A2, chemické zloženie Ca-Mg-SO₄-HCO₃ až Ca-SO₄-HCO₃, hodnoty mineralizácie sú v rozmedzí od 300 do 685 mg · l⁻¹;
- sulfátogénna: je prevažne spätá so spodnotriasovými sadrovcovonosnými vrstvami verfenu, predstavuje základný výrazný S₂(SO₄) genetický typ podzemnej vody, chemické zloženie Ca-Mg-SO₄ až Ca-HCO₃-SO₄, priemerná mineralizácia 1 030 mg · l⁻¹, výskyt je obmedzený;
- karbonátogénno-silikátogénna: podzemná voda prestupujúca z prostredia kryštalinika (granitov, granitoidov, prípadne muránskych ortorúl) do karbonátových komplexov Muránskej planiny, prípadne miešanie vody (silikátogénnej a karbonátogénnej) vplyvom rôznorodej zberovej oblasti prameňa; základný výrazný až nevýrazný typ A2, podľa prevládajúcich iónov chemické zloženie Ca-HCO₃ až Ca-Mg-HCO₃; hodnoty mineralizácie sú variabilné, od 140 do 480 mg · l⁻¹;
- silikátogénna: vyskytuje sa v okolí vápencových súvrství Muránskej planiny, viaže sa na kryštalinikum; základný nevýrazný typ A2, chemické zloženie Ca-HCO₃, priemerná hodnota mineralizácie zhruba 120 mg · l⁻¹.

V skúmanom území je vo všeobecnosti kvalita podzemnej vody na veľmi dobrej úrovni. V užšom vymedzení územia (len územie Muránskej planiny) je kvalita vody takmer na sto percent v triede A, ktorá predstavuje vodu najvyššej kvality. V celom sledovanom území (včítane okolitého kryštalinika) boli plošne vymedzené dve triedy kvality – A (67 %) a B (33 %). Obe triedy predstavujú vodu s veľmi dobrou kvalitou.

Posun časti jednotlivých anomálnych vzorkovaných objektov k horším triedam kvality (B až F) zapríčiňujú prekračujúce parametre: nízky obsah vápnika a horčíka, prípadne, naopak, vysoký obsah síranov, hliníka, dusitanov, resp. celkových rozpustených látok. V archívnych analýzach, ako aj predchádzajúcich prácach (Kullman a Gazda, 1980; Vrana et al., 1990) sa často uvádzajú zhoršené kvalitatívne vlastnosti krasových prameňov v oblasti mikrobiálneho oživenia.

11. LITERATÚRA

A

- Adam, L., 1955: Geologické a rudné pomery okolia Magnetového vrchu pri Tisovci. Dipl. práca. Manuskript. Košice, Vysoká škola technická.
- Adam, L., Pták, J. a Šalát, J., 1956: Zpráva o geologickom mapovaní územia SZ od Tisovca vzhľadom na rudný výskyt na vrchu Magnetová. Geol. Práce, Zpr. (Bratislava), 9, 120 – 123.
- Andrusov, D., 1935: Stratigrafia triasu Slovenských Karpát. Věst. St. geol. Úst. (Praha), XI.
- Andrusov, D., 1936: Subtatranské příkrovy Západních Karpat. Carpathica, Ř. B (Praha), 3 – 33.
- Andrusov, D., 1976: Neue Rudistenfauna aus den Westkarpaten und vom Ochridsee. Geol. Zbor. Geol. carpath. (Bratislava), 27, 1, 11 – 43.
- Atlas krajiny Slovenskej republiky, 2002. 1. vyd. Bratislava, MŽP SR, Banská Bystrica, SAŽP, 344 s., ISBN 80-88833--27-2.

B

- Bacsó, Z. a Valko, P., 1969: Závěrečná správa a výpočet zásob, I. časť Horehronie z lokality Tisovec – Hnúšťa – vyhľadávaci prieskum, surovina Fe, stav k 1. XI. 1968. GP Sp. N. Ves – GS Rožňava. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 200.
- Bacsó, Z., 1964: Protriasové skarnové ložiská pri Tisovci. Geol. Práce, Zpr. (Bratislava), 31, 13 – 45.
- Bacsó, Z., 1973: Vznik potriasového skarnového ložiska pri Tisovci. Rigorózná práca. Sp. N. Ves – Košice. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 108 s.
- Bajanik, Š., Hanzel, V., Ivanička, J., Mello, J., Pristaš, J., Reichwalder, P., Snopko, L., Vozár, J. a Vozárová, A., 1983: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského rudohoria-východná časť (1 : 50 000). Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 223.
- Bajo, I., Škuthan, B. a Szabová, A., 1974: Muráň – záchyt prameňa Pasterník, I. etapa, predbežný HGP. IGHP Košice. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 13 s.
- Bajo, I., 1980: Muráň – záchyt prameňa Pasterník – II. etapa, predbežný HGP, účel: posúdenie možnosti zachytiť krasové vody. IGHP Košice. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 45 s.
- Bergfest, A., 1955: Tisovec (banskohistorický výskum). Banská Štiavnica, ÚVR, Ústr. ban. archív, 1 – 20.
- Bezák, V. a Hraško, L., 1992: Základné geologické členenie granitoidov západnej časti Slovenského rudohoria. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 95, 25 – 31.
- Bezák, V., 1982: Komplexy metamorfítov a granitoidov v kohútskom pásme veporíd (Západné Karpaty). Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 78, 65 – 70.
- Bezák, V., 1988: Tektonický vývoj juhozápadnej časti veporika. Miner. slov. (Bratislava), 20, 131 – 142.
- Bezák, V., 1994: Návrh nového členenia krystalinika Západných Karpát na základe rekonštrukcie hercýnskej tektonickej stavby. Miner. slov. (Bratislava), 26, 1 – 6.
- Bezák, V., Hraško, L., Kováčik, M., Lexa, O., Plašienka, D., Pristaš, J., a Siman, P., 1996: Geologická mapa 1 : 25 000 a vysvetlivky. Listy 36-244, 36-442. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bezák, V., Hraško, L., Kováčik, M., Madarás, J., Siman, P., Pristaš, J., Dublan, L., Konečný, V., Plašienka, D., Vozárová, A., Kubeš, P., Švasta, J., Slavkay, M. a Liščák, P., 1999: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského rudohoria – západná časť (M 1 : 50 000). Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 178 s.
- Biely, A. a Papšová, J., 1983: Vrchnotriasové vápence Dudlavej skaly (Horehronské podolie). Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 79, 267 – 272.
- Biely, A. a Salaj, J., 1966: K problematike vrchnokriedových uloženín na Horehroní. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 40, 172 – 174.
- Biely, A., 1955: Geologické pomery v okolí Lovinobane. Geol. Práce, Zpr. (Bratislava), 2, 125 – 131.
- Biely, A., 1956: Príspevok ku geológii okolia Dobšinej. Geol. Práce, Zpr. (Bratislava), 5, 37 – 60.
- Biely, A., 1961: Poznámky ku geológii mezozoika „koreňových zón“ vo veporidách. Geol. Práce, Zpr. (Bratislava), 21, 109 – 125.
- Biely, A., 1962: Niekoľko stratigrafických a tektonických poznatkov z východnej časti Nízkych Tartier a Trábeča. Geol. Práce, Zpr. (Bratislava), 62, 205 – 218.
- Biely, A., 1966: K problému hranice gemeríd a chočského príkrovu. Geol. Práce, Zpr. (Bratislava), 40, 170 – 171.
- Biely, A., Beňuška, P., Bezák, V., Bujnovský, A., Halouzka, R., Ivanička, J., Kohút, M., Klinec, A., Lukáčik, E., Maglay, J., Miko, O., Pulec, M., Putiš, M. a Vozár, J., 1992: Geologická mapa Nízkych Tatier (1 : 50 000). Bratislava, SGÚ – Geol. Úst. D. Štúra.
- Biely, A., Bezák, V., Elečko, M., Gross, P., Kaličiak, M., Konečný, V., Lexa, J., Mello, J., Nemčok, J., Potfaj, M., Rakús, M., Vass, D., Vozár, J. a Vozárová, A., 1996: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenska (M 1 : 500 000). Bratislava, MŽP SR a GS SR, 1 – 77.
- Biely, A., Bujnovský, A., Vozárová, A., Klinec, A., Miko, O., Halouzka, R., Vozár, J., Beňuška, P., Bezák, V., Hanzel, V., Kubeš, P., Liščák, P., Lukáčik, E., Maglay, J., Molák, B., Pulec, M., Putiš, M. a Slavkay, M., 1997: Vysvetlivky ku geologickej mape Nízkych Tatier M 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, 232 s.
- Bodiš, D., Lopašovská, M., Lopašovský, K. a Rapant, S., 2000: Chemické zloženie snehovej pokrývky na Slovensku – výsledky 25-ročného pozorovania. Podzemná voda (Bratislava), VI, 2, 162 – 173.
- Bodiš, D., Lopašovská, M., Slaninka, I. a Kordík, J., 2004: Monitoring kvality zimných zrážok. In: Klukanová, A. (ed.): Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov životného prostredia, Závěrečná správa za rok 2004. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.

- Bolfík, J. (ed.), 1990: Gemer – Malohont 1 (Príroda). Monografia. Martin, Osveta, 1 – 760.
- Borza, K., 1977: Cyklická sedimentácia dachsteinských vápencov Muránskej planiny. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 67, 23 – 52.
- Buday, T., Kodým, O., Maheľ, M., Máška, M., Matějka, A., Svoboda, J. a Zoubek, V., 1961: Tektonický vývoj Československa. Praha, ČSAV, 1 – 232.
- Bukovanská, M., 1956: Tisovecký kras a jeho genese. Ochrana prírody, 11, 109 – 115.
- Bystrický, J., 1959: Príspevok ku stratigrafii muránskeho mezozoika. Geol. Práce, Zoš. (Bratislava), 56, 1 – 53.
- Bystrický, J. (ed.), 1973: Triassic of the W. Carpathians. Guide to excursion D. X-th Congr. of CBGA. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 137.

C

- Cebecauer, I. a Liška, M., 1974: Princíp funkcie občasných a periodických prameňov. Slov. Kras (Martin), 12, 194 – 207.

D

- Dorčík, G., 1992: Pohorelská Maša – studňa Krivý potok – návrh pásiem hygienickej ochrany. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, nestr.
- Ďuriančík, M., 1977: Šumiac – FD JRD, HGP, cieľ: zásobovanie farmy pitnou a úžitkovou vodou. Pôdohospodársky projektový ústav Banská Bystrica. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 12 s.
- Ďuriančík, M. a Majerská, D., 1978: JRD Tisovec-Rejkovo – odchovňa mladého dobytky, HGP, cieľ: výdatný zdroj pitnej a úžitkovej vody. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 12 s.

E

- Eisner, H. a Šimko, K., 1971: Tisovec (prameň Teplica) – 2.vodný zdroj – provizórny (hydrogeologické posúdenie možnosti získania pramenných vôd okolia Tisovca pre vodovodné využitie). Hydroconsult. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 11.
- Elek, T. a Kollár, E., 1980: Muráň – návrh ochranného pásma I. a II. stupňa prameňa „Pastovník“ za účelom zabezpečenia hygienickej ochrany vodného zdroja. Manuskript. Bratislava, archív VÚVH.

F

- Fendeková, M. a Fendek, M., 1999: Killeho metóda – teória a prax. Podzemná voda (Bratislava), V, 2, 77 – 87.

G

- Gazda, S. a Hanzel, V., 1978: Problematika ochrany podzemných vôd TANAPu z hľadiska súčasných hydrogeologických a geochemických poznatkov. In: Zborník prác Tatranský národný park 20.
- Gazda, S. a Kullman, E., 1964: Hydrogeochemia podzemných vôd vápencovo-dolomitických komplexov mezozoika Západných Karpát. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 32, 29 – 46.
- Gazda, S., 1965: Rozpúšťacia schopnosť vody a jej význam pre tvorbu chemického zloženia podzemných vôd a roztokov. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra. Gazda, S., 1970: Porovnanie chemického zloženia podzemných vôd mezozoika Západných Karpát. In: Zachytávanie a využívanie krasových vôd. Považská Bystrica, SVTS.
- Gazda, S., 1974: Chemizmus podzemných vôd Západných Karpát a jeho genetická klasifikácia. Zborník z III. celoslovenskej geologickej konferencie, II. časť. Bratislava, SGÚ.
- Gedeon, M., 1999: Vyčlenenie podzemného odtoku modifikovanou Fosterovou metódou. Podzemná voda (Bratislava), V, 2, 88 – 93.
- Gross, P., 1978: Paleogén pod stredoslovenskými neovulkanitmi. In: Paleogeografický vývoj Západných Karpát. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 121 – 145.

H

- Havrila, M., 1997: Vzťah hronika a silicika. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 31 s.
- Hók, J., Kováč, P. a Madarás, J., 1993: Extensional tectonics of the western part of the contact area between Veporicum and Gemericum (Western Carpathians). Miner. slov. (Bratislava), 25, 172 – 176 (in Slovak, with English summary).

J

- Jetel, J., 1985: Metody regionálního hodnocení hydraulických vlastností hornin. Praha, Ústř. Úst. geol., 1 – 147.

K

- Kámen, S., 1953a: Jazerná jaskyňa a periodická vyvierajúca pri Tisovci. Geogr. Čas. (Bratislava), 90 – 91.
- Kámen, S., 1953b: Periodická vyvierajúca a Jezerná jaskyňa u Tisovce. Čs. Kras (Praha), 6, 219 – 223.
- Kámen, S., 1953c: Prieskum Jazernej jaskyne pri Tisovci. Krásy Slov. (Bratislava), 30, 17 – 18.
- Kámen, S., 1953d: Nové jaskyniarske výskumy v okolí Tisovca. Cest. ruch, 9 – 10.
- Kámen, S., 1954a: Krasové územie v Tisovci. Krásy Slov. (Bratislava), 31, 24 – 27.
- Kámen, S., 1954b: Ochrana periodickej vyvierajúcej pri Tisovci na Slovensku. Ochr. Přír. (Praha), 9, 176 – 178.
- Kámen, S., 1954c: Periodická vyvierajúca pri Tisovci. Krásy Slov. (Bratislava), 31, 21 – 22.
- Kámen, S., 1955a: Jaskyňa Michňová. Krásy Slov. (Bratislava), 32, 151 – 154.
- Kámen, S., 1955b: Tisovský kras a okolie. Geogr. Čas. (Bratislava), 7, 163 – 178.
- Kámen, S., 1956: Tepelné hodnotenie jaskýň. Ochr. Přír. (Praha), 11, 303 – 306.
- Kámen, S., 1957a: Muránsky a Tisovský kras. Slov. Kras (Martin), 1, 99 – 105.
- Kámen, S., 1959a: Periodická vyvierajúca pri Tisovci. Krásy Slov. (Bratislava), 36, 228 – 230.

- Kámen, S., 1959b: Pokus s farbením Teplice. Slov. Kras (Martin), 2, 115 – 120.
- Kámen, S., 1963a: Jaskyňa Okno v Tisoveckém krasu. Čs. Kras (Praha), 15, 155 – 156.
- Kámen, S., 1963b: Príspevok k poznaniu hydrologických pomerov Muránskeho a Tisovského krasu. Slov. Kras (Martin), 4, 34 – 45.
- Kámen, S., 1964: Čertova jaskyňa (Tisovský kras). Slov. Kras (Martin), 5, 37 – 41.
- Kámen, S., 1967: Prieskum podzemného systému Michňová – Teplica. Čs. Kras (Praha), 125 – 128.
- Kámen, S., 1978: Odkryté tajomstvo jaskyne Teplica. Krásy Slov. (Bratislava), 55, 324 – 325.
- Kámen, J., 1964: Sú krasové vody vhodné pre vodovod? Ochr. Přír. (Praha), 19, 6.
- Kamenický, J., 1951: O hadci pri Dankovej. Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied (Bratislava), 2, 3 – 30.
- Kantorová, V., 1956: Mikrobiostratigrafia podtatranského a breznianskeho paleogénu. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Kettner, R., 1938a: Geologická stavba severného svahu Kráľovky Holy v okolí Liptovskej Tepličky (Nízke Tatry). Rozpr. Čes. Akad. Vědy Slovesn. Umění, Tř. II (Praha), 47 (1937), 7, 1 – 18.
- Kettner, R., 1938b: Geologické pomery okolí Vernáru na Slovensku. Rozpr. Čes. Akad. Věd Umění, Tř. II (Praha), 47 (1937).
- Kettner, R., 1958: Die Tektonik des Gebirges Nízke Tatry (Niedere Tatra). Geol. Jahr. Hft. (Berlin), 7, 3 – 6.
- Klinec, A., 1966: K problémom stavby a vzniku veporského kryštalinika. Sbor. geol. Vied, Západ. Karpaty (Bratislava), 6, 7 – 28.
- Klinec, A., 1971: Hlavné tektonické elementy východných veporíd. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 57, 105 – 109.
- Klinec, A., 1976: Geologická mapa Slovenského rudohoria a Nízkyh Tatier (1 : 50 000). Slovenské rudohorie-stred, Nízke Tatry-východ. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Klinec, A., 1980: Continuous zone of Gemerides and Veporides enlightened by well near Rochovce. Geol. Zbor. Geol. carpath. (Bratislava), 31, 4, 537 – 540.
- Kodym, O., Dvořák, J. a Bukovanská, M., 1956: Zpráva o geologickém výzkumu v okolí Tisovce na Slovensku. Geol. Práce, Zpr. (Bratislava), 7, 154 – 158.
- Kolektív autorov, 1991: Zborník prác SHMÚ v Bratislave. Zv. 33/I. Klimatické pomery na Slovensku. Vybrané charakteristiky. Bratislava, Alfa, 208 s.
- Kovařík, J., Kužvart, M. a Pouba, Z., 1955: Zpráva o geologickém mapování v okolí Tisovce a Muráně. Zpr. geol. Výzk. v r. 1954. Praha, Ústř. Úst. geol.
- Kullman, E., ml., Malík, P. a Patschová, A., 2004: Transpozícia rámcovej smernice o vodách 2000/60/ES a jej dopad na hodnotenie podzemných vôd na Slovensku. Podzemná voda (Bratislava), X.
- Kullman, E., Kissane, S. a Šalaga, I., 1997: Evaluation of Groundwater Resources in Slovakia. PHARE Project No. EU/95/WAT/31. PM Consulting Engineers. Manuskript. Bratislava, Ministerstvo život. prostr. Slov. republiky, 459 s.
- Kullman, E. (ed), 1978: Základná hydrogeologická mapa ČSSR v mierke 1 : 200 000, list 36 Banská Bystrica, textové vysvetlivky. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 72.
- Kullman, E. a Gazda, S., 1980: Základný hydrogeologický výskum Muránskej planiny – čiastková záverečná správa, názov úlohy: Základný hydrogeologický výskum SSR. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 146 s.
- Kullman, E. a Vrana, K., 1988: 1991: Vzťah kvantitatívnych a kvalitatívnych parametrov podzemných vôd krasovo-puklinových obehov. Vodohosp. Čas. (Bratislava), 39, 3 – 4, 293 – 304.
- Kullman, E., 1981: Zhodnotenie výsledkov hydrogeologického výskumu hydrogeologickej štruktúry Stožky – Kľak so zreteľom na zásoby jej podzemných krasových vôd. ŠGÚDŠ Bratislava. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 21 s.
- Kullman, E., ml., 1986: Ocenenie zásob podzemných vôd južnej a juhovýchodnej časti Muránskej planiny, prirátajúcej povodiu Slanej. Manuskript. Bratislava, archív Hydrofondu SHMÚ.
- Kullman, E., st. a Kullman, E., ml., 2004: Vodohospodárska využiteľnosť podzemných vôd na Slovensku so zohľadnením limitujúcich faktorov ich exploatacie. Podzemná voda (Bratislava), X.
- Kullman, E., 1956: Hydrogeologické pomery niektorých lokalít v oblasti Malých Karpát a Muránskej plošiny (periodická vyvierajúca, Teplica). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 60.
- Kullman, E., 1987: Hodnotenie podzemných vôd puklinovo-krasových hydrogeologických štruktúr bilančnými metódami. Čiastková záverečná správa, doba riešenia: 1985 – 1987, názov čiastkovej úlohy: Základné problémy režimu, využívania a ochrany puklinových a puklinovo-krasových vôd západných karpát. Názov štátnej úlohy: Hydrogeológia SSR – zdroje podzemných vôd, ich využitie a ochrana. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 104 s.
- Kullman, E., 1990: Krasovo-puklinové vody. Monografia. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 184.
- Kullman, E., 2000: Nové metodické prístupy k riešeniu ochrany a ochranných pasiem zdrojov podzemných vôd v horninových prostrediach s krasovo-puklinovou a puklinovou priepustnosťou. Podzemná voda (Bratislava), VI, 2, 31 – 40.

L

- Lukaj, M., Helma, J., Cicmanová, S., Malík, P., Komoň, J. a Kolačná, Z., 1997: Muránska planina – J a JZ časť, stav k 31. 10. 1995, vyhľadávací HGP. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 226 s.
- Lukniš, M., 1948: Tisovský kras. Čs. Kras (Brno), 1/4, 85 – 93.
- Lukniš, M., 1972: Slovensko, Príroda. Monografia. Bratislava, Obzor, 1 – 920.

M

- Madarás, J. a Ivanička, J., 2001: Tektonická pozícia mladopaleozoického-mezozoického komplexu hornín na východných svahoch Kráľovej hole v Nízkyh Tatrách. Miner. slov. (Bratislava), 33, 15 – 28.
- Madarás, J., Hók, J., Kováč, P., Mello, J., Ivanička, J., Vozár, J., Vozárová, A., Hraško, L., Lexa, O., Kucharič, L. a Grand, T., 1995: Geologicko-štruktúrna analýza styčnej zóny gemerika a veporika v oblasti Rochovce – Dobšiná. Čiastk. záver. správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 101 s.

- Madarás, J., Ivanička, J. a Vojtko, R., 2000: New interpretation of the tectonic position of the Late Paleozoic – Mesozoic rock sequence in the Nízke Tatry Mts. – Eastern part (Western Carpathians). *Slovak Geol. Mag. (Bratislava)*, 6, 2 – 3, 281 – 286.
- Maheľ, M., 1947: Geologický posudok prameňov pri Tisovci. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 2.
- Maheľ, M., 1953: Niektoré problémy severogemeridnej synklinály. *Geol. Sbor. (Bratislava)*, 4, 221 – 254.
- Maheľ, M., 1957: Geológia Stratenskej hornatiny. *Geol. Práce, Zoš. (Bratislava)*, 48, 1 – 201.
- Maheľ, M., Buday, T., Cicha, I., Fusán, O., Hanzlíková, E., Chmelík, F., Kamenický, J., Koráb, T., Kuthan, M., Matějka, A., Nemčok, J., Pícha, F., Roth, Z., Seneš, J., Scheibner, E., Stráňík, Z., Vaškovský, I. a Žebera, K., 1968: Regional geology of Czechoslovakia. Part II: The West Carpathians. Praha, Academia, 723 s.
- Maheľ, M., Kamenický, J., Fusán, O. a Matějka, A., 1967: Regionální geologie ČSSR. Díl II – Západní Karpaty, sv. 1. Praha, Academia, 1 – 486.
- Malík, P. a Jetel, J., 1994: Návrh metodiky zostavovania základných hydrogeologických máp v mierke 1 : 50 000. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 48.
- Malík, P., 2005: Senzitivita podzemných vôd voči kontaminácii podľa výtokových čiar prameňov v oblasti Tlstej, jz. časti Veľkej Fatry. *Podzemná voda (Bratislava)*, XI, 1, 36 – 48.
- Malík, P., Fendek, M., Vrana, K., Witkowski, A. in Brahana et al. (eds.), 1998: Groundwater vulnerability map of the Muránska planina Plateau. *Gambling with Groundwater – Physical, Chemical, and Biological Aspects of Aquifer – Stream Relations. Proceedings of the XXVIII Congress of the International Association of Hydrogeologists, Las Vegas, October 1998*, 623 – 628.
- Mapa ochrany vôd Slovenska, 1996: 36-24 Pohronská Polhora; 36-42 Hnúšťa. Bratislava, VÚVH.
- Marschalko, R., 1968: Facies distribution, paleocurrents and paleotectonics of paleogene flysch of Central Western Carpathians. *Geol. Zbor. Geol. carpath. (Bratislava)*, XIX.
- Mazúr, E. a Jakál, J. (eds.), 1980: Atlas Slovenskej socialistickej republiky. Bratislava, Slov. Akad. Vied, 1 – 296.
- Mazúr, E. a Lukniš, M., 1986: Geomorfologické členenie SSR a ČSSR (mapa). Bratislava, Slovenská kartografia.
- Melioris, L., Mucha, I. a Pospíšil, P., 1987: Podzemná voda – metódy výskumu a prieskumu. Monografia. Bratislava, Alfa, 1 – 432.
- Mello, J., 1979: Sú tzv. vyššie subtatranské príkrovy a silický príkrov súčasťou gemerika? *Miner. slov. (Bratislava)*, 11, 3, 279 – 281.
- Michalík, J., 1980: Paleoenvironmental and paleoecological analysis of the West Carpathians part of the Northern Tethyan near-shore region in the latest Triassic time. *Riv. ital. Paleont. Stratigr. (Milano)*, 85, 3 – 4, 1 047 – 1 064.
- Michalík, J., 1977: Paläogeographische untersuchungen der Fatra-Schichten (Kössen-formation) des nördlichen teiles des patrikums in den Westkarpaten. *Geol. Zbor. Geol. carpath. (Bratislava)*, 28, 71 – 94.
- Mišík, I., 1953: Návrh na ochranu periodického prameňa pri Tisovci na Slovensku. *Ochr. Přír. (Praha)*, 8, 54 – 55.
- Mitter, P., 1975: Geomorfológia Muránskej planiny a Švermovského hrdla. *Slov. Kras (Martin)*, 13, 131 – 165.
- O**
- Orvan, J. et al., 1963: Hydrogeologický prieskum riečnych náplavov v povodí Slanej – časť 1: Údolie Rimavy, Rimavice, Gortvy a Mačkáša. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 102.
- P**
- Pacl, J., 1949: O periodickom prameni pri Furmanci. *Príroda (Martin)*, 4, 85 – 91.
- Padúch, F., 1995: Technické riešenie úpravy meracieho objektu na zachytenom prameni Periodická vyvieracia v Tisovci. *Práce a Štúd. Slov. Hydrometeorol. Úst. (Bratislava)*, 51, 5 – 11.
- Padúch, F., 1998: Zaujímavosti hydrologického režimu Periodickej vyvieracky v Tisovci. *Práce a Štúd. Slov. Hydrometeorol. Úst. (Bratislava)*, 57, 7 – 17.
- Papšová, J., 1984: Biostratigrafické vyhodnotenie vybraných profilov mezozoika Nízkyh Tatier – konodonty. Čiastková záver. spr. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 35 s.
- Pavlarčík, S., 1986: Podzemné hydrologické systémy Vysokých Tatier. *Spravodaj Slov. Speleol. Spol.*, 1 – 2, 51 – 56.
- Pavlarčík, S., 1994: Indikácia podzemných vôd v Alabastrovej jaskyni v krasovom masíve Bujačieho vrchu v Belianských Tatrách. *Spravodaj Slov. Speleol. Spol.*, 2, 16 – 18.
- Planderová, E., 1966: Palynologické vyhodnotenie terciéru vo vnútorných kotlinách centrálnych Západných Karpát. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Plašienka, D., 1984: Príkrov Markušky – vzájujúci element veporika a gemerika? *Miner. slov. (Bratislava)*, 16, 187 – 193.
- Plašienka, D. a Soták, J., 2001: Stratigrafické a tektonické postavenie karbónskych sedimentov v doline Furmanca (Muránska planina). *Miner. slov. (Bratislava)*, 33, 29 – 44.
- Plašienka, D., 1981: Tektonické postavenie niektorých metamorfovaných mezozoických sérií veporika. *Kand. dizert. práca. Manuskript. Bratislava, archív Geol. Úst. Slov. Akad. Vied*, 1 – 153.
- Plašienka, D., 1993: Structural pattern and partitioning of deformation in the Veporic Foederata cover unit (Central Western Carpathians). In: Rakús, M. a Vozár, J. (eds.): *Geodynamický model a hlbinná stavba Západných Karpát. Konferencie – Sympóziá – Semináre. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra*, 269 – 277.
- Plašienka, D., 1999: Tektochronológia a paleotektonický model jursko-kriedového vývoja Centrálnych Západných Karpát. Bratislava, Veda, Vyd. Slov. Akad. Vied, 125 s.
- Plašienka, D., Janák, M., Hacura, A. a Vrbatovič, P., 1989: Prvé údaje o kryštalinite illitu z alpsky metamorfovaných hornín veporika. *Miner. slov. (Bratislava)*, 21, 43 – 51.
- Polák, B., 1955: Periodická vyvieracia. *Ochr. Přír. (Praha)*, 10, 181 – 183.
- Pouba, Z., 1951: Geologie střední části Muránské plošiny. *Sbor. Ústř. Úst. geol. (Praha)*, 28, 273 – 300.

Pouba, Z., 1953: Oloveno-zinkové rudy ze severního úpatí Muránské plošiny (Střední Slovensko). Rozpr. Čes. Akad. Věd Umění, Tř. II (Praha), 61 (1951), 41, 1 – 24.

R

Rapant, S., Vrana, K., Bodiš, D., Doboš, V., Hanzel, V., Kordík, J., Slaninka, I., Repčoková, Z. a Zvara, I., 1996: Geochemický atlas Slovenska, časť 1 – Podzemné vody. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 1 – 127.

Rapant, S. a Bodiš, D., 2003: Metodika zostavovania základných hydrogeochemických máp v mierke 1 : 50 000. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 108, 11 – 22.

Rebro, A., 1968: Rekonštrukcia minerálneho prameňa Šťavica v Tisovci. IGHP Žilina. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 6.

Ročenka Národného parku Muránska planina, 1988: Revúca, Správa NP MP, 1 – 38.

Rozhodnutie č. 241/1986 Okresného národného výboru Rimavská Sobota, odboru poľnohospodárstva, lesného a vodného hospodárstva.

Rozlosznik, P., 1935: Die geologischen Verhältnisse der Gegend von Dobsina. Geol. Hung., Ser. Geol. (Budapest), 5, 1 – 118.

S

Schönenberg, R., 1946: Geologische Untersuchungen an nord-westerland des Zips-Gomorer Erzgebirges (Karpaten). Z. Dtsch. geol. Gesell. (Hannover), 98, 70 – 120.

Sitár, V., 1965: Paläogene flora in dem becken von Brezno (Mittelslowakei), Geol. Sbor. (Bratislava), XVI, 2, 299 – 302.

Straka, P., 1981: O veku série foederata. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 75, 57 – 62.

Struňák, V. a Bergerová, H., 1988: Hydrogeologické posúdenie minerálnych vôd v okrese Rimavská Sobota – štúdiá o možnosti využitia minerálnych vôd. IGHP Žilina. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 27.

Š

Šuba, J., Bujalka, P., Cibulka, L., Frankovič, J., Hanzel, V., Kullman, E., Porubský, A., Pospíšil, P., Škvarka, L., Šubová, A., Tkáčik, P. a Zakovič, M., 1984: Hydrofond 14. Hydrogeologická rajonizácia Slovenska. 2. vyd. Bratislava, SHMÚ, 308 s.

Šubjak, K., Gálová, P., Mach, C., Mach, M., Polák, R., Šelmek, P. a Broďáni, V., 1989: Tisovec – komplexné posúdenie stupňa nutnej ochrany podzemných vôd v podmienkach k. p. Benzínol, čiastková záverečná správa. JRD Oblík, Hanušovce nad Topľou. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, nestr.

T

Tereková, V., 1988: ŠPR Suché Doly (inventarizačný výskum – hydrológia). Záver. správa. Manuskript. Revúca, archív NP Muránska planina, 1 – 14.

Tomek, Č., 1993: Deep crustal structure beneath central and inner West Carpathians. Tectonophysics (Amsterdam), 226, 417 – 431.

Tomlain, J., 1997: Rozloženie evapotranspirácie na území Slovenska za obdobie 1961 – 1990. Podzemná voda (Bratislava), III, 1, 5 – 23.

Tulis, J., 1972: Správa o geologicko-prieskumných prácach robených v r. 1972. Manuskript. Spišská Nová Ves, archív UP.

Tůma, W., 1965: Správa o hydrogeologických prieskumných prácach na lokalite Tisovec, okres Rimavská Sobota. Vodné zdroje Prešov. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 6.

V

Vass, D., Began, A., Gross, P., Kahan, Š., Köhler, E., Lexa, J. a Nemčok, J., 1988: Regionálne geologické členenie Západných Karpát a výbežkov Panónskej panvy na území ČSSR. M 1 : 500 000. Bratislava, Slov. Geol. Úrad – Geol. Úst. D. Štúra – Geofond.

Vojtko, R., 1999: Geológia a tektonika Tisovského krasu a okolia. Dipl. práca. Manuskript. Bratislava, archív Kat. geol. a paleont., PriF UK, 1 – 77.

Vojtko, R., 2000: Are there tectonic units derived from the Meliata-Hallstatt trough incorporated into the tectonic structure of the Tisovec Karst? (Murán karstic plateau, Slovakia). Slovak Geol. Mag. (Bratislava), 6, 4, 335 – 346.

Vojtko, R., Hók, J., Kováč, P., Madarás, J. a Filová, I., 2000: Geological structure and tectonic evolution of the Southern Veporicum. Slovak. Geol. Mag. (Bratislava), 6, 2 – 3, 287 – 292.

Vojtko, R., Tomašových, A., Ožvoldová, L. a Soták, J., 2002: Complex internal structure of the Silicic Nappe system in the Muránska planina Mts. Abstrakt Book, Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. Evelopment of Central Europe, ESSE WECA conf., Bratislava, 72 – 73.

Vojtková, S. a Malík, P., 2002: Prestup krasových vôd do tokov Rimavica a Furmanec v hydrogeologickej štruktúre Tisovského krasu. Podzemná voda (Bratislava), VIII, 2, 141 – 149.

Vojtková, S. a Malík, P., 2005: Vzájomná komunikácia podzemných krasových vôd a povrchového toku Hrdzávka. Podzemná voda (Bratislava), IX, 2, 145 – 150.

Vološčuk, I. a Pelikán, V., 1991: Chránená krajinná oblasť Muránska planina. Monografia. Bratislava, Obzor, 1 – 340.

Vozár, J., Tomek, Č., Vozárová, A., Mello, J. a Ivanička, J., 1996: Seismic section G1. Geol. Práce, Spr. (Bratislava), 101, 32 – 34.

Vozárová, A. a Vozár, J., 1988: Late Paleozoic in West Carpathians. Monografia. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 314.

Vrábľová, M., 1976: Šumiac – hydrochemické zhodnotenie vôd, HGP, účel: posúdenie kvality vody pre pitné účely a jej agresívne vlastnosti na základové betóny. IGHP Žilina. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 3 s.

Vrana, K., Malík, P., Michalko, J., Kullman, E. a Zajac, L., 1990: Vybrané problémy tvorby a ochrany podzemných vôd v puklinovom a puklinovo-krasovom prostredí, čiastková záverečná správa. Názov úlohy: Základné problémy režimu, využívania

a ochrany puklinových a puklinovo-krasových vôd Západných Karpát. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, nestr.

Vyhláška Ministerstva zdravotníctva SR z 26. januára 2004 o požiadavkách na pitnú vodu a kontrolu kvality pitnej vody. Zbierka zákonov č. 151/2004, 1 687 – 1 703.

W

Wiesengangerová-Vojtková, S., 2000: Hydrogeologické pomery Tisovského krasu. Dipl. práca. Manuskript. Bratislava, archív Kat. hydrogeol., PriF UK.

Witkowski, A., Bím, M., Malík, P. a Vrana, K. et al., 1997: PHARE PROJECT EC/90/WAT/11b Master plan for drinking groundwater protection in fissure and karst-fissure rock environment. Final report. Manuskript. Bratislava, archív Ministerstva život. prostr. SR.

Z

Zákon NR SR č. 259/1997 Z. z., ktorým sa vyhlasuje Národný park Muránska planina.

Zorkovský, B., 1959a: Zpráva o petrograficko-chemickom štúdiu tzv. „melafýrov“ vo verfene v okolí Veľkej Stošky na západnom okraji Muránskej plošiny. Geol. Práce, Zpr. (Bratislava), 16.

Zorkovský, B., 1959b: Zpráva o petrograficko-chemickom štúdiu tzv. „melafýrov“ vystupujúcich vo verfene severne od Švermova (býv. Telgárt). Geol. Práce, Zpr. (Bratislava), 16.

Zoubek, V., 1936: Poznánky o krystaliniku Západných Karpát. Věst. St. geol. Úst. (Praha), XII, 212 – 227.

Zoubek, V. a Gorek, 1953: Předběžná zpráva o výzkumu mesozoika v okolí Heřpy. Věst. Ústř. Úst. geol. (Praha), 28, 43 – 46.

Zoubek, V., 1931: Tektonická skizka širšieho okolí Brezna nad Hronom. Věst. St. geol. Úst. (Praha), 7, 182 – 191.

Zoubek, V., 1928: Geologické studie z pohoří Veporu na Slovensku. Věst. St. geol. Úst. (Praha), IV, 152 – 158.

Zoubek, V., 1930: Geologické studie z kořeňové oblasti subtatranské a zon sousedících jižně od Podbrezové. Věst. St. geol. Úst. (Praha), 6, 190 – 214.

Zoubek, V., 1932: Předběžná zpráva o mapování na listu V. Revúca. Věst. St. geol. Úst. (Praha), VIII, 136 – 142.

Zoubek, V., 1935: Tektonika Horehroní a její vztahy k vývěřům minerálních zřídél. Věst. St. geol. Úst. (Praha), 11, 85 – 115.

Zoubek, V., 1955: Předběžná zpráva o výzkumu oblasti západního ukončení muránského příkrovu. Zpr. geol. Výzk. v r. 1954. Praha, Ústř. Úst. geol., 204 – 207.

Zoubek, V., 1957: Zpráva o geologických výzkumech pohoří Veporu v okolí Tisovce. Zpr. geol. Výzk. v r. 1956. Praha, Ústř. Úst. geol., 201 – 203.

Zvara, I., 1991: Zlatno – Nová Maša, hydrogeofyzikálny prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.

12. SUMMARY

The Muránska planina geomorphological unit is a karstic plateau built mainly of Middle and Late Triassic limestones and dolomites, forming two main tectonic units thrust one over the other. The 1 : 50,000 scale basic hydrogeological and hydrogeochemical maps of this complicated geological structure were constructed based on detailed mapping of the area encompassing more than 190 km². The mapping and sampling took part in years 1998, 1999, 2002 to 2004, during which all groundwater discharges larger than approximately 0.05 l . s⁻¹ were registered. In total 671 springs have been documented and 478 groundwater samples have been taken and analysed for chemical and/or isotopical composition. For every spring a set of information was recorded and later input into a spatial database: date and time, locality, altitude, geomorphology, geology, genetic type of a spring, temperature of air and water, electric conductivity of water, discharge and utilisation. Discharge was measured in 67% cases with a bowl and stopwatch, alternatively with use of current meter, the rest was estimated.

The momentary discharge of all springs of Muránska planina plateau, observed during a non-systematic mapping totals 2,182.1 l . s⁻¹, from which major springs (larger than 3 l . s⁻¹) amount to 1,886.2 l . s⁻¹, which is more than 86% of the total discharge. This confirms a very high capacity of the rock environment to concentrate groundwater flow. The mapping revealed 992.7 l . s⁻¹ of groundwater discharged from major springs that are still not utilized for water supply.

The works on construction of hydrogeological map of Muránska planina plateau included also inventory of all hydrogeological drillings in the area from the archive of State Geological Institute of Dionýz Štúr (Geofond).

In the area of Muránska planina plateau and adjacent Tisovský kras, hydrogeological structures build up from Middle and Late Triassic carbonates are often discharged directly into surface streams, so that natural springs are not visible to naked eye. Therefore a screening campaign of temperature and resistivity profiling along streams Rimava, Furmanec and Hrdzavý potok have been conducted. Based on its results of temperature and electrical conductivity profiling on Rimava, Furmanec and Hrdzavý potok streams, as well Lehotský potok, Muránsky potok and Dudlavka streams, flow measurements with propeller current meters have been made to quantify groundwater drainage directly into surface water. Between 4th March 2003 and 12th September 2003 together 111 measurements have been carried out.

The character of groundwater circulation in heterogeneous geologic conditions is reflected in a shape of recession curves of springs discharging the area. With the help of springs recession curves analysis it is possible to identify to some extent the nature of groundwater flow in a rock massif, in terms of mutual hydraulic connections between pores, fractures and channels. For this goal 24 springs with a long history of discharge monitoring have been analysed. Each spring was characterised by coefficients of linear and turbulent discharge sub-regimes, which were integrated into a groundwater pollution vulnerability rating. The results revealed that most vulnerable areas are those where limestones dominate over dolomites, which occupy the central part of the area – the karstic plateau.

All the hydrogeological information gained either by field work or processing of archives enabled to characterise individual rock types and lithostratigraphic units in terms of hydrogeologic function, specific runoff and/or transmissivity. Based on these characteristics and geologic set up, six major hydrogeologic complexes are distinguished, possessing typical hydrophysical properties of rocks, groundwater circulation and regime as well as physical and chemical properties of groundwater. These are the following:

- Hydrogeologic complex of Crystalline and early Paleozoic;
- Hydrogeologic complex of varied sedimentary Mesozoic;
- Hydrogeologic complex of Triassic carbonates;
- Hydrogeologic complex of Tertiary neovolcanites;
- Hydrogeologic complex of Tertiary sediments;
- Hydrogeologic complex of Quaternary.

For the sake of hydrogeochemical map of Muránska planina plateau 126 groundwater samples have been taken within for basic chemical analysis between 17th and 26th February 2002 to help understand the chemical regime of selected groundwater sources. In September 2002 another 308 basic chemical analyses together with analyses of isotope ¹⁸O have been made. For complete chemical analyses 44 samples have been taken between 17th February 2003 and 1st July 2004 and 8 samples between August and September 2003. Additionally, results of groundwater sampling for *Geochemical Atlas of Slovak Republic*, part *Groundwater*, were used too. Altogether, 676 analyses from 386 objects (springs, wells, streams) have been collected.

Chemical composition and qualitative properties of groundwater was investigated within a wider surroundings of Muránska planina plateau. Hydrogeochemical work consisted of processing of available archive documents, new sampling of groundwater, developing of digital data bank of chemical analyses of groundwater samples, constructing of hydrogeochemical map in the scale of 1:50,000 and its explanatory textbook.

From the point of view of chemical composition or content of major ions the major chemical type of groundwater, which can be found in Muránska planina plateau, is Ca HCO₃, to lesser extent also Ca Mg HCO₃. This basic chemical type can in some cases shift towards Ca SO₄ type, with numerous transitional types.

Based on the origin, groundwater of the whole investigated area can be divided into following groups:

- Groundwater bound chiefly to carbonates of Middle and Late Triassic and Early Jura. Ratio of limestone and dolomitic component, expressed by index rMg/rCa, further divides water of this group into:
 - watermostly from limestones (Ca HCO₃ chemical type), with mean mineralisation 353.59 mg . l⁻¹;
 - water from both limestones and dolomites [Ca (Mg) HCO₃ to Ca Mg HCO₃ type], with mean mineralisation 363.81 mg . l⁻¹;
 - water mostly from dolomites (Ca Mg HCO₃ chemical type), is less frequent;
- Groundwater originating from mixing of waters from carbonates and waters from sulphates, or by inflow of groundwater from carbonates to gypsum bearing strata (or vice versa); chemical type is Ca Mg SO₄ HCO₃ to Ca SO₄ HCO₃, mineralisation ranges between 300 and 685 mg . l⁻¹;
- Groundwater bound mostly to Early Triassic gypsum bearing Verfenian strata; chemical type is SO₄ or Ca Mg SO₄ to Ca HCO₃ SO₄, mineralisation is around 1030 mg . l⁻¹, occurrence is very limited;
- Groundwater with origin in carbonates and silicates: water from crystalline (granites, granitoides, or shists) penetrating carbonatic complexes, eventually mixing of waters from silicates and waters from carbonates at the discharge point. Chemical type is Ca HCO₃ to Ca Mg HCO₃, mineralisation varies from 140 to 480 mg . l⁻¹;
- Groundwater from silicates, occurring along limestone sequences of Muránska planina plateau, which are bound purely to crystalline, with mineralisation around 120 mg . l⁻¹.

The overall quality of groundwater is very good in the whole area researched. Within the central carbonatic body of the plateau the quality is the best possible. Only few springs exhibit lower quality rating, which is due to either lower content of calcium and magnesium, or higher content of sulphates, aluminium, nitrites or total mineralisation. Archive analyses or earlier works (Kullman and Gazda, 1980; Vrana et al., 1990) often show lowered quality of waters from karstic spring due to amplified microbial presence.

NA ZÁVER O PRILOŽENOM CD/DVD K PUBLIKOVANÝM VYSVETLIVKÁM

Textové vysvetlivky k základnej hydrogeologickej a hydrogeochemickej mape pohoria Muránskej planiny v mierke 1 : 50 000 predstavujú organickú súčasť diela pozostávajúceho z príslušných máp, hydrogeologických rezov, textových vysvetliviek a dokumentačného materiálu. Všetky súčasti boli zostavené podľa *Smernice Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky na zostavovanie základných hydrogeologických máp v mierke 1 : 50 000 č. 8/2004 – 7* a *Smernice Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky na zostavovanie základných hydrogeochemických máp v mierke 1 : 50 000 č. 9/2004 – 7*.

Zámerom edície základných hydrogeologických a hydrogeochemických máp v mierke 1 : 50 000 bolo zhotovovať dokumentované mapy, a preto tieto mapy neboli publikované tlačou, ale v digitálnej forme na priloženom CD/DVD. Podkladové hydrogeologické a hydrogeochemické mapy boli spracované v GIS-ovom formáte, publikované sú však vo forme jednoduchého informačného systému, dostupného každému užívateľovi PC využívajúceho ľubovoľný internetový prehliadač. Jednoduchým kliknutím na bodový údaj (prameň, vrt) je možné zobrazíť v tabuľkovej forme aj jeho parametre (napr. výdatnosť či kvalitu vody). Pri kliknutí na príslušný index horninového prostredia je zas možné z textového hydrogeologického opisu prostredia plynule prejsť do znázornenia legendy hydrogeologickej alebo hydrogeochemickej mapy.

Po otvorení súboru „START.HTML“ sa objaví okno so zoznamom príloh. Hlavná hydrogeologická a hydrogeochemická mapa daného regiónu (v prílohách 1 a 2) je rozdelená na štyri podrobnejšie mapy, označené názvami mapa1 až mapa4. Pri podržaní kurzora nad územím podrobnej mapy (ale mimo hydrogeologických objektov) sa tieto názvy objavajú na informačnom štítku tesne pod kurzorom. Jednoduchým kliknutím sa potom táto podrobná mapa otvorí. Podrobná mapa, ako aj všetky ostatné okná sa vždy otvárajú v ľavom hornom rohu, na presun do ďalších častí okna je potrebné používať posuvníky v ráme okna.

Podľa uvedených smerníc sú so základnou hydrogeologickou mapou v mierke 1 : 50 000 a jej textovou časťou spojené nasledujúce dátové prílohy, ktoré sú taktiež na priloženom CD/DVD v digitálnej forme:

- zoznam zdokumentovaných vrto, ktorý môže byť doplnený tabuľkou s výsledkami pozorovaní hladín, resp. piezometrických úrovní vo vrtoch, ak sa v zobrazovanej oblasti takéto vrty nachádzajú;
- mapa (mapy) hydrogeologickej dokumentácie zobrazujúca(e) všetky dokumentačné body. V mnohých prípadoch nie je účelné a ani technicky možné zobrazovať na základnej hydrogeologickej mape všetky dokumentačné body, a preto sú znázornené len na mape dokumentačných bodov.

S hydrogeochemickou mapou a jej textovou časťou je neoddeliteľne spojená aj príloha obsahujúca dokumentačný materiál použitý pri jej zostavovaní – analýzy vzoriek vody, kde má každá analýza číslo zhodné s číslom uvedeným na hydrogeochemickej mape.

Na CD/DVD priloženom k týmto textovým vysvetlivkám opisujúcim hydrogeologické a hydrogeochemické pomery pohoria Muránskej planiny sa nachádza jednak digitálna základná hydrogeologická a hydrogeochemická mapa (prílohy 1 a 2), jednak príslušné zoznamy dokumentačných bodov, dokumentačné mapy a ďalšie dokumentačné prílohy. V prípade pohoria Muránskej planiny ide o nasledujúce prílohy:

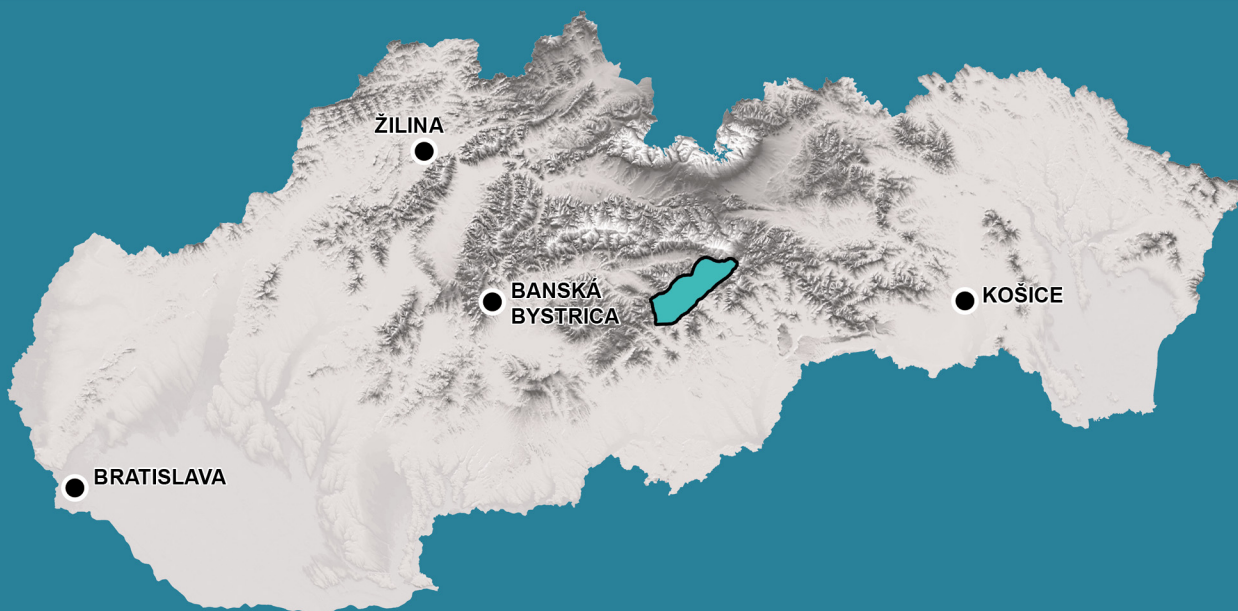
- Príloha 1. Základná hydrogeologická mapa Muránskej planiny v mierke 1 : 50 000.
- Príloha 2. Základná hydrogeochemická mapa Muránskej planiny v mierke 1 : 50 000.
- Príloha 3. Zoznam dokumentovaných výverov podzemných vôd s jednorazovým zameraním výdatnosti a vybraných fyzikálno-chemických parametrov.
- Príloha 4. Zoznam dokumentovaných výverov podzemných vôd s dlhodobým zameraním výdatnosti a vybraných fyzikálno-chemických parametrov.
- Príloha 5. Zoznam dokumentovaných hydrogeologických vrto.
- Príloha 6. Mapy hydrogeologickej dokumentácie 1 : 25 000.
- Príloha 7. Chemické analýzy podzemných vôd.
- Príloha 8. Výsledky analýzy – makroprvky (1. časť).
- Príloha 9. Výsledky analýzy – makroprvky (2. časť), skrátené.
- Príloha 10. Výsledky analýzy – stopové prvky.

**VYSVETLIVKY K ZÁKLADNEJ HYDROGEOLOGICKEJ A HYDROGEOCHEMICKEJ
MAPE MURÁNSKEJ PLANINY 1 : 50 000**

Vydal Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava 2016

Vedúci odd. Vydavateľstva ŠGÚDŠ a propagácie: RNDr. Ladislav Martinský
Jazyková redaktorka: Ing. Janka Hrtusová
Grafická úprava a technické spracovanie: Slávka Žideková
Návrh obálky: Mgr. František Bottlík
Tlač a knižárske spracovanie: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava

ISBN 978-80-8174-011-4



ISBN 978-80-8174-011-4