



Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku /
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ



Agentúra
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
pre štrukturálne fondy EÚ

AKTIVITA 3.5

PROJEKT GEOLOGICKÝCH PRÁC

BRATISLAVSKÝ SAMOSPRÁVNÝ KRAJ:

DEVÍN - STUDŇA PRE NÁHRADNÉ ZÁSOBOVANIE
OBYVATEĽSTVA PITNOU VODOU

PROJEKT GEOLOGICKÝCH PRÁC

RNDr. Peter Malík, CSc.

Bratislava, január 2012

OBSAH

1	Úvod	2
2	Spôsob riešenia geologickej úlohy (geologická časť)	2
2.1	Východiskové údaje	2
2.2	Vzťah k tvorbe a ochrane životného prostredia	3
2.3	Prehľad doteraz realizovaných geologických prác a ich výsledkov	4
2.4	Stručná charakteristika prírodných pomerov územia	7
2.5	Postup riešenia a jeho odôvodnenie.....	19
2.6	Druh, špecifikácia a rozsah geologických prác s časovou nadväznosťou ich realizácie	20
2.7	Kvalitatívne požiadavky na vykonávanie geologických prác.....	24
2.8	Prínos riešenia	24
3	Zabezpečenie riešenia geologickej úlohy	24
4	Časový harmonogram prác	25
5	Rozpočet geologickej úlohy	25
6	Zájmy chránené osobitnými predpismi	25
7	Osobitné náležitosti projektovej dokumentácie.....	26
8	Zoznam použitej literatúry	26

1 Úvod

Cieľom predloženého projektu geologických prác „Bratislavský samosprávny kraj: Devín - studňa pre náhradné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou“ (ďalej len „projekt“) je vyhládanie a zabezpečenie požadovaného množstva podzemnej vody pre náhradné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou ($1,0 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$) na pozemkoch patriacich mestskej časti Devín v katastrálnom území Devín. Projekt má za úlohu určiť spôsob získania podzemnej vody, charakter studne (odberného objektu – hydrogeologického vrtu), jeho umiestnenie v rámci územia, hĺbku a predpokladanú výdatnosť na základe výsledkov v minulosti vykonaných geologických prieskumov v oblasti dotknutého územia.

Projekt bol vypracovaný riešiteľským kolektívom úlohy Agentúry Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR pre štrukturálne fondy EÚ (ASFEU) s názvom „Ekotechnológia vyhládavania a hodnotenia náhradných zdrojov pitných podzemných vôd, pilotné územie BSK“ (ITMS kód: 26240220003), resp. členmi oddelenia hydrogeológie, geotermálnej energie a geochemie životného prostredia Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra, ktorý túto úlohu ASFEU riešil. Zhotoviteľ projektu RNDr. Peter Malík, CSc. je zároveň držiteľom preukazu o odbornej spôsobilosti pre geologický výskum, hydrogeologický prieskum a geologický prieskum životného prostredia, vydaného Ministerstvom životného prostredia Slovenskej republiky (MŽP SR) pod číslom 79/1994 z dňa 22. 07. 2007 podľa § 9 ods. 4 Zákona č. 569/2007 Z. z. v znení § 10 ods. 1 až 8 a § 11 ods. 1 až 14 Vyhlášky č. 51/2008 Z. z. ktorou sa vykonáva geologický zákon.

Projekt geologických prác „Bratislavský samosprávny kraj: Devín - studňa pre náhradné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou“ je vypracovaný v súlade so zákonom NR SR č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) a Vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z. ktorou sa vykonáva geologický zákon.

2 Spôsob riešenia geologickej úlohy (geologická časť)

2.1 Východiskové údaje

Názov úlohy:	Bratislavský samosprávny kraj: Devín - studňa pre náhradné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou
Číslo úlohy:	04 09
Vymedzenie geologických prác:	geologický prieskum
Etapa geologických prác:	podrobný hydrogeologický prieskum
Dátum vyhotovenia:	27. 01. 2012
Objednávateľ geologických prác:	Agentúry Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR pre štrukturálne fondy EÚ (ASFEU)
Zhotoviteľ geologických prác:	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava

Doba riešenia:

01. 03. 2011 – 31. 03. 2012

Názov a kód okresu:

Skúmané územie sa nachádza v okrese Bratislava IV (identifikačné číslo okresu 104).

Názov a kód katastrálneho územia :

Skúmané územie sa nachádza na katastrálnom území Devín (kód KÚ 2904, identifikačné číslo 805 301).

Cieľ geologickej úlohy:

Vyhľadanie, geologické vyhodnotenie, hydrodynamické odskúšanie a stanovenie využiteľných množstiev podzemných vôd v kategórii B pre náhradné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou v širšom okolí obce Devín.

2.2 Vzťah k tvorbe a ochrane životného prostredia

Cieľom projektu geologických prác „Bratislavský samosprávny kraj: Devín - studňa pre náhradné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou“ (ďalej len „projektu“) je vyhľadanie a zabezpečenie požadovaného množstva podzemnej vody pre náhradné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou o veľkosti $1,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, samotný cieľ slúži k podpore a udržaniu dobrého stavu životného prostredia v oblasti. Práce je však potrebné vykonávať tak, aby nedošlo k poškodeniu životného prostredia v bezprostrednom okolí studne, najmä však k znečisteniu podzemných vôd v okolí studní únikom mazív a tekutých palív z hnacích mechanizmov vrtnej súpravy a agregátu v prípade hĺbenia vrtaných studní strojným zariadením. Prípadné výplachové hospodárstvo vrtnej súpravy je potrebné zabezpečiť tak, aby čo najmenej narušovalo okolie a prípadnú jamu výplachového hospodárstva po realizácii prác zlikvidovať prírodným zásypom. Zároveň je potrebné dbať na údržbu okolia hĺbenej studne – hydrogeologického vrtu, zvoliť vhodné miesto pre ukladanie a deponovanie vyhlbeného materiálu po dohode s odberateľom prác tak, aby tento netvoril prekážku a prípadne mohol byť integrálne zahrnutý do okolitého terénu. Skúmané územie sa nachádza v blízkosti národnej prírodnej rezervácie Devínska Kobyla a južne, resp. západne od chránenej krajinej oblasti (CHKO) Malé Karpaty. Juhojuhozápadným smerom sa v alúviu Dunaja nachádzajú Bratislavské luhy – prirodzené eutrofné a mezotrofné stojaté vody s vegetáciou plávajúcich a/alebo ponorených cievnatých rastlín typu Magnopotamion alebo Hydrocharition, kde sú priamo na území hlavného mesta Bratislavy zachované posledné vzácne lokality biotopov lužných lesov na dunajských ostrovoch a mokradií ramenného systému Dunaja. Z prírodovedného a krajinárskeho aspektu sú to významné plochy so vzácnymi biocenózami, ktoré z iných oblastí strednej Európy už vymizli. Tieto majú byť chránené v zmysle európskej rámcovej smernice o vodách EC/60/2000 ako na podzemnú vodu viazané terestrické ekosystémy. Bratislavské luhy pokračujú smerom na jv., cca 1,5 km od hodnotenej lokality, chráneným vtáčím územím Dunajské luhy.

Skúmané územie sa zároveň nachádza cca 0,25 km ssz. od chránenej prírodnej pamiatky Devínska lesostep a 0,8 km sz. od prírodnej rezervácie Fialková dolina. Národná prírodná pamiatka Devínska hradná skala sa týči 0,9 km západne až západoseverozápadne od hodnotenej lokality. Cca 1,0 km sz. smerom sa tiež nachádza chránený areál Devínske alúvium Moravy. Zároveň samotná rieka Morava je súčasťou RAMSAR-skej lokality a predstavuje významné územie v rámci celého Slovenska. Je biotopom pre veľké množstvo vzácnych a ohrozených živočíchov, zaraduje sa medzi prirodzené eutrofné a mezotrofné stojaté vody s vegetáciou plávajúcich a/alebo ponorených cievnatých rastlín typu Magnopotamion alebo Hydrocharition - 10%, medzi rieky s bahňitými až piesočnatými brehmi s vegetáciou zväzov Chenopodion rubri p.p.

Hoci sa v širšom okolí hodnoteného územia nachádza množstvo ochraňovaných prírodných i kultúrnych prvkov, samotná lokalita sa priamo nenachádza v chránených územiach prírody, na ktoré by sa vzťahovali vyššie stupne ochrany (2. a vyšší) podľa zákona NR SR 287/1994 Z.z. o ochrane prírody a krajiny.

2.3 Prehľad doteraz realizovaných geologických prác a ich výsledkov

Hydrogeologické pomery v širších súvislostiach boli potom hodnotené vo vysvetlivkách ku hydrogeologickej mape 1:200 000 list Bratislava - Viedeň (E. Kullman et al., 1969) a vo vysvetlivkách k základnej hydrogeologickej mape 1:200 000 list 44 Bratislava („nový“ listoklad, t.j. listoklad máp JTSK) (E. Kullman et al., 1973). Neskôr sa v širšom, regionálnom meradle, zaoberali touto oblasťou v rámci hydrogeologického výskumu severozápadných svahov Pezinských Karpát V. Hanzel, K. Vrana et. al. (1993).

V katastri obce Devín boli pre lokálne zásobovanie pitnou a úžitkovou vodou od šesťdesiatych rokov 20. storočia realizované hydrogeologické práce nasledovnými autormi, resp. riešiteľmi: M. Říha (1962), E. Hýroššová (1967), E. Jendraššák (1970), E. Jedraššák (1971), P. Pospíšil (1996), a D. Senko (2002).

M. Říha realizoval v roku 1962 31 m hlboký hydrogeologický vrt D-1 cca 120 m jv. od hradieb hradu Devín. Vrt overil pod 1,7 m navážky terasové štrky Dunaja, resp. Moravy (do hĺbky 6,4 m) pod ktorými sa až do hĺbky 31 m nachádzali neogénne íly, piesky a štrky sandbergských vrstiev. Podzemná voda bola zistená v úrovni 5,7 m pod terénom a z vrtu sa čerpalo $0,28 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ podzemnej vody pri znížení hladiny o 24 m oproti pôvodnému ustálenému stavu.

V analogickej morfolologickej a geologickej situácii bol v predmetnej lokalite realizovaný iba vrt STD-1 (Senko, 2002). Tento 140 m hlboký hydrogeologický vrt, realizovaný na jz. svahoch Devínskej Kobyly v relatívne vysokej pozícii nad miestnou eróznou bázou overil do hĺbky 16,75 m jemnozrnné piesky a až do konečnej hĺbky pieskovce a zlepené sandbergských vrstiev (neogén – stredný bádén). Na neogénnom podloží sa nachádzala iba 0,55 m hrubá vrstva pokryvných hlín. Narazená hladina podzemnej vody tu bola podľa záverečnej správy až v hĺbke 109 m, statická hladina potom vystúpila n

úroveň 72,05 m pod terén. Autor odporúchal pre využívanie vody čerpané množstvo o veľkosti $0,15 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$.

Ostatné hydrogeologické práce E. Hýroššová (1967), E. Jendraššák (1970), E. Jednaššák (1971), a P. Pospíšil (1996) boli zamerané na aluviálne náplavy Dunaja, najmä na oblasť Sedlačkovho ostrova, kde sa dnes nachádzajú významné zdroje podzemnej vody využívané pre hromadné zásobovanie obyvateľstva Devína, Devínskej Novej Vsi a Záhorskej Bystrice pitnou vodou.

Hydrogeologické vrtý HVD-4 (Hýroššová, 1967), HŠD-4 (Jendraššák, 1971), CHD-1, CHD-2/1, CHD-7, CH-9, CHD-11 a CHD-12 (všetko Pospíšil, 1996) overovali štrkový kolektor dunajských náplavov, ktorý je vo svojej spodnej časti geometricky obmedzený kryštalinickým podloží (granitoidy a kryštalické bridlice v hĺbkach 8,3 až 14,7 m pod terénom) a z vrchnej časti prikrytý 1,0 až 3,6 m hrubou vrstvou holocénnych náplavových piesčitých hĺn, pieskov, a hlinitých pieskov. Narazená hladina podzemnej vody sa tu pohybovala v rozpätí od 2,3 do 8,0 m p.t. v závislosti na morfolologickej pozícii vrtu, statická hladina bola zistená v intervale 2,8 do 8,0 m p.t. Ako už bolo skôr povedané, tieto vrtý boli hĺbené s cieľom využívania ich kvalitnej vody pre hromadné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou. V súčasnosti (2005) sa z lokality Sedlačkov ostrov využíva priemerne ročne zo 4 studní okolo $13,5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ podzemnej vody (Slovenský hydrometeorologický ústav – Štátna vodohospodárska bilancia – Časť podzemné vody, 2005).

Vrt HDK-1 bol lokalizovaný už v oblasti mimo Sedlačkovho ostrova, v oblasti kameňolomu na ľavom brehu Dunaja na úpätí kóty 263 Breh. V jeho profile boli overené balvany žuly až do veľkosti 40-50cm, zvrchu zahlinené, medzi balvanmi sa nachádzal jemnozrnný piesok v objeme cca 20% celkového množstva. Pri polohe narazenej i statickej hladiny podzemnej vody 4,0 m p.t. mal tento hydrogeologický vrt značnú vodárenskú produktivitu – až $5,0 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ pri znížení iba 0,7 m (Jendraššák, 1970).

Dosiahnuté výsledky výskumných a prieskumných prác sú uvedené v tabuľke č. 1. Situovanie vrtov jednotlivých hydrogeologických prieskumných prác je vyznačené v mape na obr. č. 1. Ako je z obrázku zrejmé, priamo na skúmanom území nebol dosiaľ realizovaný hydrogeologický vrt, v bezprostrednom okolí boli realizované doposiaľ 4 hydrogeologické vrtý.

Tab. č. 1: Výsledky hydrogeologických prieskumných prác v oblasti skúmanej lokality.

označenie vrtu	hĺbka vrtu [m]	stručný profil vrtu	narazená hladina podzem. vody [m]	statická hladina podzem. vody [m]	Q [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$]	s [m]	autor	rok
D - 1	31,0	1,7 - navážka 2,1 - hĺna piesčitá 6,4 - štrk piesčitý 8,2 - íl piesčitý 10,0 - bridlica ílovitá 10,2 - piesok ílovitý 17,1 - pieskovec hrubozrnný 17,5 - íl piesčitý 18,2 - pieskovec hrubozrnný 22,2 - íl 22,5 - piesok hrubozrnný 27,0 - íl piesčitý 31,0 - štrk ílovito-piesčitý	5,7	5,7	0,28	24	Říha, M.	1962

označenie vrtu	hĺbka vrtu [m]	stručný profil vrtu	narazená hladina podzem. vody [m]	statická hladina podzem. vody [m]	Q [l·s ⁻¹]	s [m]	autor	rok
STD-1	140,0	0,6 - hlina 16,8 - piesok jemnozrnný 140,0 - pieskovec a zlepenec	109,0	72,1			Senko, D.	2002
HVD-4	11,5	2,8 - piesok jemnozrnný 11,5 - štrk piesčitý	2,3	3,0	27,4	2	Hýroššová, E.	1967
HŠD-4	10,2	1,0 - hlina piesčitá 1,7 - piesok 3,2 - piesok jemnozrnný 10,2 - štrk piesčitý	3,2	2,8			Jednaššák, E.	1971
CHD-11	11,0	1,5 - hlina 2,4 - piesok ílovitý 4,0 - štrk 9,0 - štrk piesčitý 10,0 - štrk 10,7 - piesok hrubozrnný 11,0 - granitoid	4,4	4,5			Pospíšil, P.	1996
CHD-9	14,7	1,0 - piesok jemnozrnný 2,0 - piesok 3,0 - piesok ílovitý 4,0 - štrk piesčitý 9,0 - štrk 14,5 - štrk piesčitý 14,7 - granitoid porušený	8,0	8,0			Pospíšil, P.	1996
CHD-1	9,2	2,0 - piesok jemnozrnný 9,0 - štrk piesčitý 9,2 - bridlica	6,0	6,0			Pospíšil, P.	1996
CHD2/1	10,4	0,7 - piesok jemnozrnný 3,6 - piesok ílovitý 10,3 - štrk piesčitý 10,4 - bridlica	5,6	5,8			Pospíšil, P.	1996
CHD-7	10,1	1,0 - piesok jemnozrnný 9,6 - štrk piesčitý 10,1 - granitoid porušený	5,0	5,0			Pospíšil, P.	1996
CHD-12	8,3	2,2 - navážka 3,7 - piesok jemnozrnný 8,2 - štrk piesčitý 8,3 - bridlica	5,7	6,0			Pospíšil, P.	1996
HDK-1	10,0	10,0 - štrk balvanitý	4,0	4,0	5	0,7	Jendraššák, E.	1970

Obr. č. 1: Lokalizácia hydrogeologických prieskumných prác v oblasti skúmanej lokality.



2.4 Stručná charakteristika prírodných pomerov územia

Širšie záujmové územie, pre ktoré je vypracovaný projekt geologických prác, je ohraničené polohou katastrálneho územia Devín – z geomorfologických dominant riekou Moravou a Dunajom, samotné územie je časťou Devínskych Karpát.

2.4.1 Geomorfologické pomery

V zmysle geomorfologického členenia Slovenska (Mazúr a Lukniš, 1980) patrí bezprostredné okolie celku Malé Karpaty, podcelku Devínske Karpaty a časti Devínska Kobyla.

Devínska Kobyla má homolovitý tvar s najvyšším vrcholom vo výške 514 m n.m. Územie sa vyznačuje pestrým reliéfom, čo je podmienené geologickou stavbou, ktorú tvoria tektonicky porušené horninové komplexy paleozoika a mezozoika, ako aj sedimenty neogénu a kvartéru.

Absolútna nadmorská výška hodnoteného územia je 180 až 200 m nad morom, hladina Dunaja má pod uvedenou oblasťou výšku cca 135 m n.m (nulové čítanie vodočtu vodomernej stanice Bratislava – Devín je v úrovni 132,87 m n.m. B.p.v.). Relatívna výška záujmového územia nad riekou Dunajom je teda okolo 45 až 65 m.

2.4.2 Klimatické pomery

Z klimatického hľadiska patrí celé študované územie v zmysle členenia M. Končeka (Atlas SSR, 1980) k teplej oblasti. Nachádza sa v okrsku teplom, mierne vlhkom s miernou zimou. Priemerná

teplota vzduchu nameraná v meteorologickej stanici Devínska Nová Ves za obdobie 1931 - 60 je uvedená v tabuľke č. 2.

Tab. č. 2: Priemerná teplota vzduchu za obdobie 1931 - 1960

Stanica	Teplota v °C (obdobie 1931-1960)												
	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Rok
Devínska Nová Ves	4,9	0,6	-1,8	-0,1	4,3	10,0	14,8	18,0	19,8	19,3	15,8	10,0	9,6
Bratislava - Koliba	2,0	-2,0	-5,1	-3,5	0,0	5,5	10,9	14,3	16,2	15,5	12,2	7,0	6,1

Zrážkové pomery v dlhodobom priemere dostatočne charakterizujú v hodnotenom území priemerné mesačné a ročné úhrny zrážok za obdobie 1931 - 1960 uvedené v tabuľke č. 3. Priemerné mesačné a ročné teploty vzduchu namerané v meteorologickej stanici Bratislava - Koliba za obdobie 1951 - 1980 sú uvedené v tabuľke č. 4 a priemerné mesačné a ročné úhrny zrážok za roky 1951 - 1980 sú uvedené v tabuľke č. 5. Na základe údajov v tabuľkách je zrejmé, že na zrážky je v prevažnej miere najbohatšie obdobie máj – august a najmenej zrážok spadne v záujmovom území v jarých a jesenných mesiacoch.

Tab. č. 3: Priemerné mesačné a ročné úhrny zrážok za obdobie 1931 - 1960

Stanica	Nadm. výška m	Zrážky v mm (obdobie 1931-1960)												
		XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Rok
Devínska Nová Ves	154	56	48	37	39	41	43	74	74	84	72	40	56	664
Bratislava - vodáreň	140	56	51	44	44	41	41	68	63	75	62	37	57	639
Bratislava - Koliba	286	60	53	45	45	46	43	69	66	79	67	40	63	676

Tab. č. 4: Priemerná teplota vzduchu za obdobie 1951 - 1980

Stanica	Teplota °C												
	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Rok
Bratislava - Koliba	4,2	0,1	-2,0	0,0	4,3	9,6	14,3	17,8	19,3	18,9	15,3	10,0	9,3

Tab. 5: Priemerné mesačné a ročné úhrny zrážok za obdobie 1951 - 1980

Stanica	Zrážky v mm												
	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Rok
Bratislava - letisko	53	49	38	37	38	39	53	75	67	61	36	42	587
Bratislava - Koliba	59	51	43	40	43	55	62	82	74	69	41	49	669

Hodnota priemerného ročného výparu z povrchu pôdy zo stanice Bratislava v období 1931 - 1960 dosahuje 529 mm, záujmovej oblasti je to 450 - 500 mm. Hodnota potenciálneho výparu je v Bratislave 787 mm, v SZ okraji 700 - 800 mm. V študovanom území prevládajú vetry SZ, Z a SV smeru. Zhodnotenie výparu z povrchu pôdy a rastlín za hydrologický rok 1992 urobil J. Tomlain aplikáciou metódy, ktorú navrhli M.H. Budyko a L.J. Zubenoková, ktoré vychádza zo spoločného riešenia rovníc energetickej a vodnej bilancie povrchu ako aj experimentálne zistenej závislosti rýchlosti evapotranspirácie od vlhkosti pôdy. Vypočítané mesačné a ročné sumy výparu pre hodnotené územie sú uvedené v tabuľke č. 6. Ročný úhrn potenciálnej evapotranspirácie v Bratislave na Kolibe

dosiahol 845 mm, čo predstavuje 125 % normálu. Priemerný ročný úhrn potenciálnej evapotranspirácie za obdobie 1951 - 1980 činí 675 mm. Skutočný výpar z povrchu pôdy a rastlín za hydrologický rok dosiahol v Bratislave na Kolibe 52 %, v Stupave 51 %.

Úhrny evapotranspirácie za celý hydrologický rok 1992 tvorili v Bratislave na Kolibe 72 %, v Stupave 74 % ročných úhrnov zrážok. V tabuľke č. 5 sú uvedené aj úhrny evapotranspirácie z lesnej cenózy, ktorá bola stanovená metódou navrhnutou J. L. Raunerom. Z tejto tabuľky vidno, že v priemere za rok je evapotranspirácia z lesa približne o 11 % väčšia ako z lúky. V teplom polroku pomer les / lúka dosahuje 1,06 až 1,10. V chladnom polroku tento pomer činí okolo 1,10 v nižších polohách a 1,2 v polohách nad 500 m.

Tab. 6: Mesačné a ročné sumy potenciálneho výparu (V_o) v mm, skutočného výparu (V) v mm, V/V_o v % a V/Z v % za hydrologický rok 1992

Stanica		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Rok	XI-IV	V-X
Bratislava -Koliba 286 m	V	13	2	13	21	48	72	89	68	59	22	17	14	438	169	269
	V_o	13	2	14	21	49	74	119	119	151	165	86	32	845	173	672
	V/V_o	100	100	93	100	98	97	75	57	39	13	20	44	52	98	40
	Z	121	84	31	30	77	30	23	73	22	6	45	64	606	373	233
	V/Z	11	2	42	70	62	240	387	92	268	367	38	22	72	45	115
	V_{les}	13	18	17	22	49	74	93	78	61	22	20	15	474	185	289
Stupava 182 m	V	11	2	6	14	35	59	74	66	64	25	16	14	386	127	259
	V_o	13	2	8	16	39	61	107	107	132	157	84	32	758	139	619
	V/V_o	85	100	75	88	90	97	69	62	48	16	19	44	51	91	42
	Z	97	54	19	24	75	35	24	63	21	1	47	63	523	304	219
	V/Z	11	4	32	58	47	169	308	105	305	2500	34	22	74	42	118
	V_{les}	11	2	8	16	38	61	77	74	66	25	18	15	411	136	275

2.4.3 Hydrologické pomery

Územie patrí hlavnému povodiu Dunaja. Oblasti v okolí záujmového územia odvodňuje malý miestny občasný tok – bezvýznamný ľavostranný prítok Dunaja. Dunaj je na stanici Bratislava - Devín pozorovaný od r. 1926, s maximálnymi prietokmi $9429,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a minimálnymi prietokmi $754,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Nulové čítanie vodočtu tejto vodomernej stanice je v úrovni 132,87 m n.m., maximálne povodňové stavy dosahujú úroveň hladiny o cca 10,0 m vyššiu.

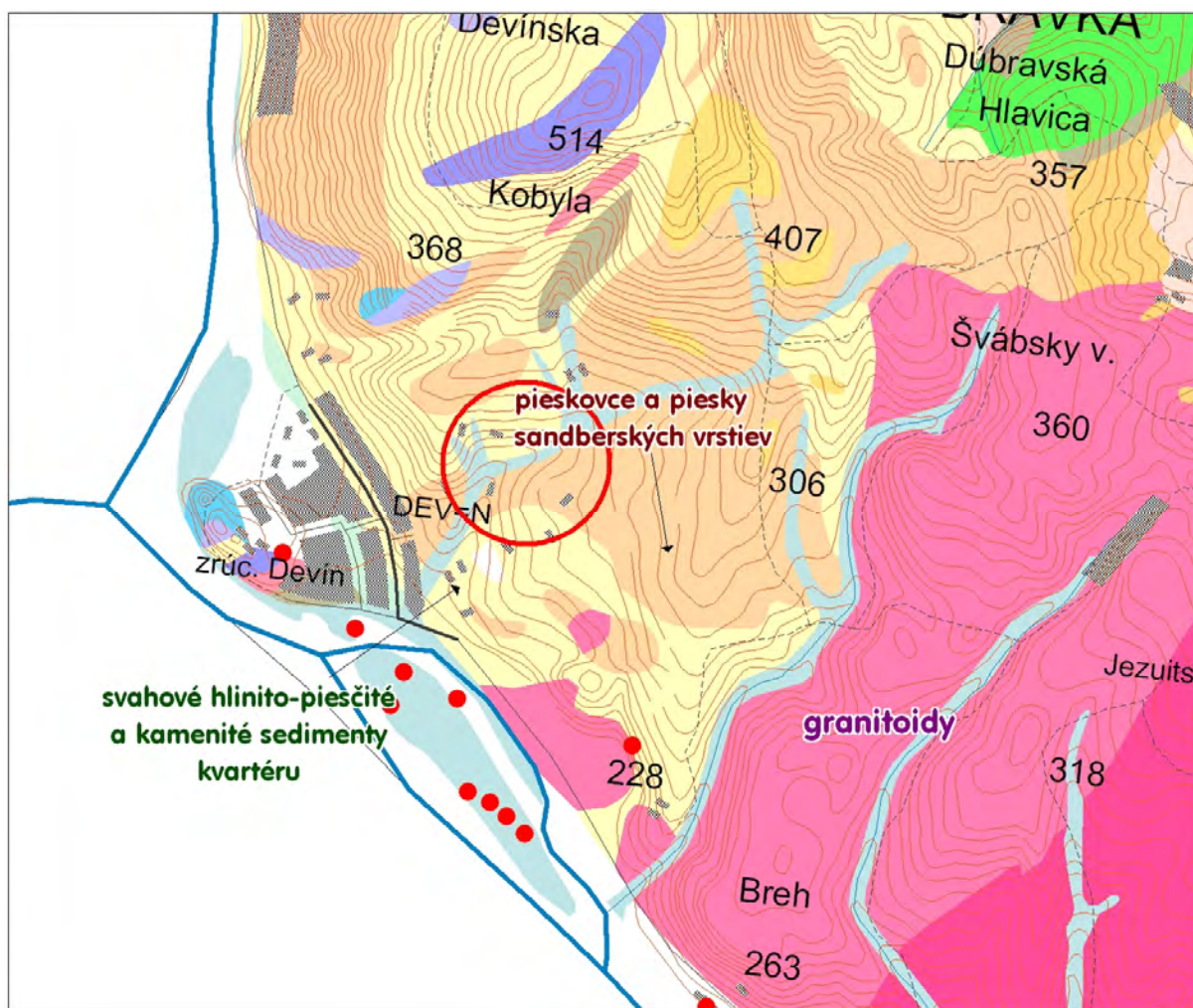
3.4. Geologické a tektonické pomery

V zmysle geologického členenia Slovenska (Vass et al., 1988) patrí skúmané územie k Malým Karpatom. Malé Karpaty sú úzkou hrasťou predneogénneho podložia vynárajúcou sa medzi hrubými uloženinami mladotretihorných panví Záhorskej a Podunajskej nížiny. Hrasť má charakter členitej, hoci nevysokiej hornatiny, najvyššie vrchy presahujúce 700 m sú len v severnej časti pohoria v Bielych vrchoch. Malokarpatská elevácia sa začala individualizovať v spodnom miocéne, v dnešnej forme však hlavne až v bádene a po panóne, kedy bol aj do rôznej výšky vyzdvihnutý a rozrušený pôvodný pediplanárny reliéf, vyskytujúci sa dnes už len v zvyškoch. Malé Karpaty majú veľmi pestrú, zložitú geologickú stavbu, na ktorej sa podieľajú základné centrálnokarpatské jednotky – tatrický fundament a jeho mezozoický sedimentárny pokryv a mezozoické superfaciálne príkrovy. Senónske, paleogénne a spodnomiocénne pokryvné útvary sa vyskytujú hlavne v severnej časti pohoria, vrchnomiocénne a pliocénne uloženiny lemujú malokarpatskú hrasť vo viedenskej a podunajskej panve. Výrazným rysom Malých Karpát je aj polygenetický, miestami značne hrubý kvartérny pokryv (Hanzel et al., 1999).

Z hornín **kryštalinika** vystupujú na skúmanom území **granitoidné horniny bratislavského masívu**. Rozloženie jednotlivých typov granitoidov v bratislavskom masíve je paralelné so smerom pretiahnutia kryštallického jadra (sv.-jz.). Tri základné skupiny granitoidných hornín vo vertikálnom reze reprezentujú pravdepodobne rôzne úrovne masívu. V rámci geologickej mapy Veľkej Bratislavy (Vaškovský et al., 1988) boli vyčlenené nasledovné typy granitoidov: (a) strednozrnné a hrubozrnné muskoviticko-biotitické granity až granodiority, (b) jemno až strednozrnné biotitické a dvojsľudné granodiority a granity a (c) strednozrnné leukokrátne muskovitické a dvojsľudé granity, menej granodiority, ktorými je lemovaná západná časť masívu medzi Záhorskou Bystricou a Prepadlým. Koutek & Zoubek (1936, in Hanzel et al., 1999) pokladali tieto granitoidy za okrajovú fáciu bratislavského masívu, Cambel (in Buday et al., 1962) ich označuje za mladšiu leukokrátne intrúziu. Podľa Viliňoviča (1981, in Hanzel et al., 1999) tieto granitoidy nespĺňajú kritérium magmatického vzniku a usudzuje o metasomatickom ovplyvnení ich minerálnej asociácie. Na základe terénneho a petrografického štúdia sa možno domnievať, že tieto horniny vznikli dislokačným postihnutím granitoidov spojeným s metasomatizmom, ku ktorému dochádza pri metamorfóze strižných zón. Tieto granity majú často porfyroklastickú štruktúru, lokálne sú zbridličnatelé. Plagioklasy sú značne deštruované za vzniku sericitu, z ktorého vykryštalizovali miestami neoblastické muskovity a tieto sú usmernené.

Peliticko-psamitické metamorfované horniny sa vyskytujú sa v oboch častiach kryštalinika Malých Karpát – bratislavskom i modranskom, pričom na jz. bratislavského masívu tvoria v oblasti Dúbravská hlavica – Hrubá Pleš – Borinka súvislé pásma, metamorfný plášť bratislavského masívu. Okrem toho tieto metamorfity tvoria rozsiahle bloky v granitoidoch v oblasti Železnej studničky a Mlynskej doliny. Z hľadiska litologicko-petrografického možno vyčleniť tieto horninové typy: *biotitické svorové ruly a pararuly* – ktoré vystupujú na styku s bratislavským granitoidným telesom (sú metamorfované v staurolit-chloritovej a staurolit-sillimanitovej zóne). Ďalšími členmi sú *metamorfované pieskovce – metakvarcity*, v menšej miere v harmónskej sérii *grafitické metakvarcity*. Z vulkanosedimentárnych členov tejto skupiny boli popísané *metatufy a metatufity – zelené bridlice – chloriticko-aktinolitické bridlice a aktinolitické metakvarcity*. Charakter metamorfózy kryštalinika Malých Karpát bol v posledných rokoch študovaný (Cambel, Korikovskij et al., 1984, Janák, 1980, Dyda, 1981 in Hanzel et al., 1999). Metamorfná zonálnosť, ako výsledok hercýnskej regionálno-periplutonickej metamorfózy, je jednou zo základných charakteristík malokarpatského kryštalinika. Zachovaná je veľmi dobre pri západnom okraji bratislavského masívu v rámci hercýnskeho štruktúrneho horizontu v úseku Devín – jv. od Marianky. **Amfibolity – metamorfované bazické vulkanity** – tvoria dobre odlíšiteľné bloky, najmä uprostred granitoidných hornín Železná studnička, Veľká Baňa, ako aj súvislé polohy v rámci metamorfného plášťa – Dúbravská hlavica a Záhorská Bystrica. Vyskytujú sa homogénne, mandlovcovité, ale aj škvrnité typy. Štruktúru majú lepidogranoblastickú, nematoblastickú, mandlovcovitú a granoblastickú.

Obr. č. 2: Schematická geologická situácia v oblasti skúmanej lokality.



Mezozoické komplexy malokarpatského tatrika Plašienka (1989 in Hanzel et al., 1999) zaraďuje do šiestich litostratigrafických sukcesí – borinskej, orešianskej, devínskej, kuchynskej, kadlubskej a solírovskej. Za tieto sukcesie však považuje iba spodnojurské – spodnokriedové časti mezozoického sledu, triasové a vrchnopermské sedimenty v jednotlivých sukcesiach majú podobný charakter, a preto ich nerozčleňuje do samostatných sledov. Predjurské sedimenty sú v tatriku zastúpené týmito súvrstviami: **Devínske súvrstvie** (vrchný perm?) tvorí hrubolavicovitý komplex bazálnych brekcií, polymiktných konglomerátov a strednozrnných pieskovcov a bridlíc. V oblasti hradného vrchu Devína dosahuje hrúbku 60-80 m, v orešianskej a modranskej jednotke maximálne do niekoľko desiatok metrov. Spodný trias je zastúpený **lúžnianskym súvrstvom**. Tvoria ho kremenné pieskovce a sporadicky zlepenec. Hrúbka súvrstvia na Devínskej Kobyle je cca 100-150 m, severne od Pezinka vyše 200 m. V borinskej sukcesii vystupujú kremence iba vo forme olistolitov v jurských súvrstviach. Spodnotriasové sedimenty vystupujú okrem solírovskej vo všetkých sukcesiach. Stredný trias je zastúpený **dolomitmi, vápencami a dolomitickými vápencami**. Celková hrúbka karbonátového komplexu je až okolo 500 m Karbonáty stredného triasu sa nachádzajú v devínskom úseku Malých Karpát, nevystupujú v kuchynskej a kadlubskej sukcesii Malých Karpát.

Devínsku sukcesiu, ktorou sú zastúpené mezozoické členy vystupujúce v oblasti Devínskej Kobyly, Plašienka (1989 in Hanzel et al., 1999) zahrňuje spolu s kuchynskou, kadlubskou a solírovskou do jednej tektonickej jednotky – bratislavskej. Jursko-kriedové sedimenty devínskej sukcesie sa nachádzajú väčšinou ako nevelké odkryvy roztrúsené hlavne na sz. svahoch Devínskej Kobyly. Transgresívne, na erodovanom substráte - mocnom komplexe stredotriasových karbonátov a celkove v autochtónnej pozícii voči predalpínskemu fundamentu bratislavskej tektonickej jednotky, ležia brekciovité biodetritické a kalové vápence liasu. Stredná a vrchná jura je zastúpená kremitými vápencami a silicitmi. Spodnú kriedu predstavujú rohovcové vápence. Vystupujú v lome v obci Devínska Nová Ves pri rybníku. Tu sa nachádzajú i slienité bridlice patriace asi albu?

Neogénne sedimenty sa podieľajú na geologickej stavbe Malých Karpát v malom rozsahu. Na povrch však vystupujú najmä v oblasti Bratislavy a to v oblasti hodnoteného územia. Všetky sedimenty predstavujú okrajové ekvivalenty panvových vývojov neogénnej výplne Viedenskej a Podunajskej panvy.

Pieskovce, zlepence stredného bádenu – hruboklastické okrajové sedimenty vystupujúce na západnom okraji Pezinských Karpát od Borinky až do sv. oblasti Perneku – predstavujú **devínskonovoveské vrstvy** (Vass et al., 1988, 1989 in Hanzel et al., 1999). Úpätne klastiká tvoria sutinové a múrové kužele a aluviálne kužele s materiálom slabo opracovaným krátkym transportom. Usadené sedimenty tak vznikli zo sutinového materiálu, ktorý sa na okrajoch pohoria akumuloval, alebo sa vo forme podmorských gravitačných sklzov zosunul do hlbších častí roztvárajúcej sa Viedenskej panvy. Matrix, ktorá obklopuje bloky hornín je štrkovito-piesčitá. Piesky sú hrubozrnné a obsahujú klasty hornín. Devínskonovoveské vrstvy potvrdzujú existenciu strmého reliéfu okrajov pohoria a dokumentujú otváranie sa Viedenskej panvy systémom pull-apart počas stredného bádenu. Keďže ide o minimálny transport, petrografická náplň kopíruje horniny blízkeho okolia. Aj hrúbky sedimentov na okrajoch pohoria nepresahujú rádovo prvé desiatky metrov.

Okrajové morske sedimenty vrchnobádenského veku, vystupujúce najmä v južnej časti územia a sporadicky na západnom okraji pohoria, predstavujú **sandbergské vrstvy** (Baráth et al., 1994, 1989 in Hanzel et al., 1999). Podľa faciostratotypovej lokality Sandbeg pri Bratislave, nad bazálnymi klastikami premenlivej hrúbky nasledujú šikmozvrstvené slúdnaté, hrubozrnné piesky a drobnozrnné štrky. Smerom do nadložia sa zrnitosť pieskov znižuje. Vo vrchnej časti cca 90 m hrubého vrstvovného sledu sa nachádzajú lavice vápnitých pieskovcov, organodetritických a biohermných vápencov litavského typu s častou ílovitou prímесou. Striedajú sa s foraminiferovými vápnitými ílmi malých hrúbok. Sandbergské vrstvy odzrkadľujú transgresívnu etapu morskej sedimentácie na východnom okraji Viedenskej panvy. Spočívajú s erozívnym kontaktom na predneogénnych horninách, ktoré dodávali klastický materiál z lokálnych zdrojov. Ich hrúbka nepresahuje 100 m.

Na severných svahoch Devínskej Kobyly, na masívnych, miestami dolomitických a doskovitých vápencoch s polohami dolomitov, sa vyskytujú lokálne "in situ" usadené neopracované usadeniny. Ostrohranné klasty vápencov tvoria výplne erozívných nerovností predsedimentárneho členitého povrchu. Vylúčené roztoky bohaté na vápnik, stmelili klasty "sintrom" podobnými zlúčeninami pravdepodobne v období miocénu, počas cyklu nízkej hladiny mora, keď sa uplatnilo zrejme

suchozemské prostredie. Usadeniny nie sú plošne rozsiahle a ich nerovnomerná hrúbka dosahuje 1-3 m (Vaškovský et al., 1988 in Hanzel et al., 1999). Organogénne vápence, piesky, pieskovce, zlepenec sarmatu. Sarmatské brakické sedimenty vystupujú na povrch len v okolí Bratislavy a predstavujú **karloveské vrstvy** (Nagy et al., 1994 in Hanzel et al., 1999). Sú marginálnym vývojom sarmatu východného okraja Viedenskej apnvy. V bazálnej časti vystupujú hruboklastické konglomeráty až brekcie zložené hlavne z granitoidov a spodnotriasových hornín. Nad nimi sú drobno až strednozrnné, prevažne kremité piesky so šošovkami drobnozrnných, dobre opracovaných zlepenčov s vápnitým tmelom a piesčitými organodetritickými vápencami. Piesky a pieskovce majú miestami oolitický charakter. Piesky prechádzajú do lumachelových vápencov s piesčitou primesou. V karbonátovej vrchnej časti sedimentácie sú prítomné aj šošovky nubekuláriových vápencov a machovkovo-serpulové bochníkové rify (Mišík et al., 1974; Koutek & Zoubek, 1936 in Hanzel et al., 1999).

Priestorové rozloženie **kvartérnych sedimentov** Malých Karpát je plošne i objemovo veľmi premenlivé a nerovnomerné, pretože ich úložné pomery, faciálna pestrosť a samotná hrúbka úzko súvisia s charakterom iniciálneho reliéfu i charakterom často premenlivých dominantných sedimentotvorných procesov. Vplyvom intenzívnej erózo-denudačnej činnosti podmienenej na jednej strane výraznou pozitívnu neotektonickou aktivitou morfoštruktúry Malých Karpát ako bloku voči poklesovým štruktúram Záhorskej a Podunajskej nížiny a na druhej strane vplyvom špecifického charakteru pleistocénnej klímy, došlo k vzniku nestabilného, stredne hlboko až hlboko fluviálne rezaného planačno-rázsochového reliéfu s pomerne vysokou energiou odnosu (Mazúr & Jakál, 1982 in Hanzel et al., 1999).

Fluviálne sedimenty – prevážne štrky, piesčité štrky a piesčitohlinité štrky (pleistocén) – dnovej akumulácie a terás majú v danom území najpodstatnejšie rozšírenie len v oblasti laterálneho dosahu Dunaja a Moravy, t. j. v Lamačskej a Devínskej bráne, ako aj na území Bratislavy. Piesčité štrky dnovej akumulácie Dunaja majú charakteristické pestré polymiktné petrografické zloženie alpskej i moravskej proveniencie, pričom prevládajú kremence, kremenné pieskovce a granitoidy, menej hojné sú vápence, pieskovce, kryštalické bridlice a silicity. Pokiaľ ide o zrnitosť prevládajú frakcie stredné až hrubé, miestami až veľmi hrubé (\varnothing 10-15 cm). Okruhliaky sú dobre opracované a jednotlivé polohy štrkov, piesku a piesčitého štrku sú výraznejšie oddelené. Hrúbka piesčitých štrkov Dunaja len mierne kolíše, smerom od západu na východ narastá, ale v priemere sa pohybuje okolo 12 m. Najväčšie hrúbky dosahuje v Bratislave po vyústení toku z Devínskej brány (16 m). Piesčité štrky priamo v nive Dunaja na predmetnom území na povrch nevystupujú.

Staršie fluviálne sedimenty v **terasovom vývoji** sa zachovali najmä na ľavobreží Dunaja medzi Devínom a Bratislavou a čiastočne v Lamačskej bráne. V priestore medzi Karloveskou a Mlynskou dolinou na kryhe Starého gruntu sa na jedinom mieste zachovala úplná svahová postupnosť riečnych terás kvartéru (10 úrovní). terasy sú tvorené akumuláciami od piesčitých štrkov i pieskov počnúc až po štrkové rezíduá i roztratené štrky, ktoré sa podľa Halouzku (1993 in Hanzel et al., 1999) vekovo pohybujú od vrchného do spodného pleistocénu s bázou 1,8-1,9 mil. rokov. Petrograficky v štrkoch prevládajú mierne navetrané (stredné terasy) granitoidy, patinované až rozpukané kremence a

kryštalické bridlice, ostatné štrky sú zvetrané v závislosti od veku terás. Väčšina starších terás je pokrytá sprašami, resp. sprašovými hlinami s prímесou delúvií.

Deluviálne sedimenty – hliny, hlinité sutiny, hlinítokamenité i kamenité sutiny, kôry zvetrávania (kvartér nečlenený) – a ich kombinácie majú z celkovej škály zachovaných genetických typov kvartérnych sedimentov v pohorí Malých Karpát, čo do objemu hmoty, najväčšie rozšírenie. Ich súčasný stav a rozšírenie je výsledkom pôsobenia širokej škály geomorfologických, hlavne svahových gravitačných procesov (opadávanie, soliflukcia, kongeliflukcia a i.) v podmienkach kvartérnej klímy, sprevádzaných často zvýšenou energiou odnosu. To zapríčinilo, že v súčasnosti je tento typ sedimentov viazaný hlavne na úpätné časti svahov, tak na okrajových úbočiach pohoria v prechode do nížin, ako aj priamo v pohorí, kde sú okrem aluviálnej výplne dna dolín často jediným reprezentantom kvartérnej akumulácie. Piesčítokamenité sutiny obyčajne nasledujú po kamenitých sutinách a tvoria vlastne ich prechodné štádium k svahovinám iného druhu. Popri chaoticky uložených skalných úlomkoch sa vyznačujú aj pomerne bohatou prítomnosťou hrubozrnného piesku v celom profile. Deluviálne soliflukčné hlinítokamenité sutiny sú najrozšírenejšie a v premenlivej hrúbke pokrývajú všetky svahy v pohorí, okrem priameho výstupu podložia, alebo miest s prítomnosťou iných genotypov kvartérnej akumulácie. Pestrý materiál sedimentov je zväčša petrograficky priamo závislý od materského horninového prostredia. Hrubý úlomkovitý materiál je nevytriedený. Hlinitá alebo hlinítopiesčitá frakcia sa nachádza v celom profile, najviac však na povrchu, kde je jej prítomnosť závislá od postgenetických pôdotvorných procesov. Najviac hlín obsahujú svahoviny po obvode pohoria a na horninách v slienitom, resp. v ílovcovom vývpji. Na kryštaliniku tvoria tieto svahoviny tiež často soliflukčnú dnovú výplň dolín, pričom recentný tok s aluviálnou nivou je vrezaný v nich. Sedimenty takto vzniknutých pseudoterás dosahujú často hrúbku 10-15 m.

Alpínske tektonické jednotky tatrika Malých Karpát možno zdeliť do dvoch skupín (Plašienka, 1989 in Hanzel et al., 1999) – na subautochtónne s neznámym vzťahom voči hlbšiemu podložiu (orešianska a borinská jednotka) a na alochtonné jednotky, typické príkrovy fundamentu modranský a bratislavský. Tieto jednotky ako geometrické telesá sú superponované jedno na druhé, vznikli počas prvého alpínskeho deformačného štádia, z ktorého v záverečných etapách boli presunuté aj superfaciálne subatranské príkrovy. Bratislavský príkrov tatrika je najrozsiahlejšou jednotkou celých Malých Karpát. Buduje hrebeňovú časť strednej a južnej časti pohoria, podstatný podiel jeho vlastného kryštalického jadra. Jej fundament je tvorený celým bratislavským plutónom, podstatnou časťou tzv. pezinsko-perneckého kryštalinika a severnou (baďurskou) časťou modranského granitoidného masívu. Mezozoický pokryv budujú od jz. na sv. sukcesie devínska (tá je zastúpená práve v nami hodnotenom území), kuchynská, kadlubska a solírovská. Na západných svahoch pohoria sú hlavne mezozoické komplexy bratislavského príkrovu často prekryté neogénnymi a kvartérnymi sedimentmi Viedenskej panvy.

Tektonický únik Západných Karpát z oblasti východoalpskej kolízie v karpate smerom na severovýchod, spôsobil štruktúrnu prestavbu regiónu styku alpského orogénu s platformou. Hlavná kompresia orientovaná v centrálnych Západných Karpatoch v smere s-j umožnila laterálny pohyb a tektonickú subsidenciu pozdĺž sv.-jz. orientovaných sinistrálnych horizontálnych posunov, ktoré v

tomto období mali hlavnú úlohu pri otváraní paniev. Postupný výzdvih flyšových príkrovov pred čelom centrálnych Západných Karpát bol spätý s čiastočnou eróziou spodnomiocénnych morských usadenín. Počas vrchného bádenu sa usadili aluviálne vejáre doľanských a devínskonovoveských konglomerátov. Zo začiatku obdobia sarmatu je z oblasti alpsko-karpatského styku doložený pokles morskej hladiny spojený s eróziou bádenských marginálnych sedimentov (Baráth, 1993 in Hanzel et al., 1999). Brakický charakter sarmatského mora spôsobila dezintegrácia bádenských morských spojení s mediteránnou oblasťou. Vo východnej časti Viedenskej panvy sa začína sarmatská sedimentácia na báze s transgresívnymi konglomerátmi prechádzajúcimi smerom do nadložia do transgresívneho piesčitoorganodetritického vápenca (Nagy et al., 1993 in Hanzel et al., 1999). V tomto období sa hlavná tektonická aktivita viazala na poklesové zlomy smeru sv.-jz.

K osobitnostiam Malých karpát patrí, že väčšina tektonických jednotiek je ohraničená pozdĺžnymi prešmykmi smeru sv.-jz. až vsv.-zjz. Horizontálne sinistrálne posuny smeru ssz.-jjv. sú štruktúrnymi elementmi málokde v tatriku takými významnými, ako sú najmä tie, ktoré nachádzame v Malých Karpatoch. Poloha Malých Karpát uprostred neogénnych kotlín – Viedenskej panvy od západu a Podunajskej nížiny od východu – je jednou z príčin početnosti priečných neogénnych zlomov, so značným vplyvom na morfoštruktúrny charakter pohoria. Zvlášť častý je smer z.-v., niekde sa pripája na zlomy smeru sz.-jv., rozvetvujú ich, prípadne ohýbajú zlomy s.-j. Priečne zlomy segmentujú celé pohorie.

2.8 Hydrogeologické pomery

V zmysle hydrogeologickej rajonizácie Slovenska (Šuba et al., 1984) bezprostredné okolie skúmanej oblasti do hydrogeologického rajónu MG 055 Kryštalinikum a mezozoikum juhovýchodnej časti Pezinských Karpát, čiastkového rajónu kryštalinika DN 20. Územia zároveň patrí útvaru podzemných vôd SK200010FK, vyčlenenému v zmysle európskej rámcovej smernice o vodách EC/60/2000, s názvom „Útvar puklinových a krasovo-puklinových podzemných vôd Pezinských Karpát oblasti povodí Dunaj“ (Kullman et al., 2005).

Kryštalinikum – predmezozoický fundament jadrového pohoria Malých Karpát je tvorený dvoma samostatnými celkami – bratislavskou jednotkou a modranskou jednotkou. Má znaky intenzívneho tektonického prepracovania, ktoré podmienilo jeho puklinovú priepustnosť. Z hydrogeologického hľadiska sú najvýznamnejšie priečne pukliny a trhliny, ktoré sú otvorenejšie a teda aj priepustnejšie. V granitoidných horninách priečna tektonika má účinky intenzívnejšie ako v kryštalických bridliciach. Kryštalinikum v území je z dvoch tretín budované granitoidnými horninami a z jednej tretiny metamorfovanými horninami. Z granitoidov, i keď predstavujú hydrogeologicky priaznivejšie prostredie pre pohyb a akumuláciu podzemných vôd, nevyvierajú významnejšie pramene ani v bratislavskom, ani v modranskom masíve. Výdatnosti prevažnej väčšiny puklinových a sutinovo-puklinových prameňov sú od 0,01 do 0,3 l·s⁻¹, ojedinele sú 0,5-1,0 l·s⁻¹. Dobrá rozpukanosť, dosah zóny zvetrávania a zóny pripovrchového rozvoľnenia so systémom puklín priečnej tektoniky sú dominujúcimi prvkami. Zóna pripovrchového rozvoľnenia a zvetrávania reprezentuje zónu zvýšených priepustností. Týmto sú podmienené vysoké maximálne výdatnosti prameňov, ktoré sa

u pozorovaných prameňov pohybovali až do $10,0 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, ojedinele i viac. V priebehu roka však výdatnosť týchto prameňov môže klesnúť až na nulu. Vyššia priepustnosť horninového masívu v tejto zóne je podmienená ďalej tým, že puklinový systém tejto zóny nadväzuje na systém puklín priečnej tektoniky, ktoré sú rozhodujúce pre obeh podzemných vôd v granitoidoch. Obdobné podmienky sú i v horninovom prostredí migmatitov, rúl a amfibolitov. Ich hydrogeologický charakter možno posúdiť na základe merného odtoku podzemných vôd. V území bol dlhodobo pozorovaný odtok z kryštalinika (v rokoch 1981-92) na potoku Vydrica v stanici Spariská (Hanzel et al., 1999) budovaného granitoidmi. Merný odtok podzemných vôd, stanovený metódou Fosteru sa pohyboval od $1,69$ do $6,97 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$, v priemere $3,76 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$. Metódou Killeho bol vypočítaný merný odtok $4,58 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$. S týmito údajmi korešpondujú poznatky o mernom odtoku z 9 povodí budovaných granitoidmi, kde sústavné merania prebiehali iba v rokoch 1992-95 a pohybujú sa od $3,22$ do $5,78 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$, stanovený metódou Fosteru. Priemerný odtok podzemných vôd z granitoidov na základe uvedeného hodnotenia Hanzela in Hanzel et al., 1999, je $4,66 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$. Pre zónu zvetrávania a pripovrchového rozvoľnenia v granitoidoch, ktorá siaha do hĺbky cca 30 až 50 m, bolo urobené aj štatistické vyhodnotenie hydraulických parametrov (Hanzel et al., 1999). Priemerná hodnota indexu prietočnosti Y z 37 vrtov bola 4,63, odhadnutý koeficient prietočnosti $4,26\cdot 10^{-5} \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$, čo odpovedá nízkej prietočnosti.

Komplex hornín **mezozoika tatrika, fatrika a hronika** je charakterizovaný veľmi pestrú litológiou hornín, zahrňujúcich bridličnato-pieskovcové súvrstvie a bazaltové vulkanity, kremence, dolomity, rôzne varianty vápencov od čistých cez detritické, až po vápence s rôznym podielom slienitej zložky až sliene. Od ich litologického charakteru ovplyvneného štruktúrno-tektonickými podmienkami závisí odlišnosť jednotlivých súvrství z hľadiska ich zvodnenia. Z tohto aspektu ich môžeme rozdeliť na dve základné skupiny, a to na hydrogeologické izolátory, resp. hydrogeologické poloizolátory, tvorené prevažne nepriepustnými horninami a hydrogeologické kolektory, ktoré sú charakterizované rôznou intenzitou priepustnosti.

Významnými hydrogeologickými *izolátormi v horninách mezozoika* sú hlavne bridlice, pieskovce, ílovce mladšieho paleozoika až spodného triasu chočského príkrovu a obalovej sekvencie, bridlice a pieskovce vrchného triasu križňanského a chočského príkrovu, ílovité bridlice, čierne bridlice a manganolity spodnej a strednej jury obalovej sekvencie, bridlice, vápence, pieskovce, silicity spodnej a strednej jury obalovej sekvencie a križňanského príkrovu, slienité vápence, sliene, slieňovce a striedanie pieskovcov a ílovcov spodnej a strednej kriedy obalovej sekvencie a križňanského príkrovu. Tento súbor hornín je prevažne odvodňovaný sutinovými prameňmi s výdatnosťami do $0,1$ - $0,2 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, viazanými hlavne na zónu zvetrávania. Z hydrogeologického hľadiska ich možno charakterizovať ako veľmi slabo priepustné až nepriepustné. Vo väčšine prípadov usmerňujú cirkuláciu podzemných vôd nadložným karbonátom a na ich kontakte podmieňujú výstup podzemnej vody vo forme vrstvových prameňov.

Najvýznamnejšími *mezozoickými kolektormi* sú vápence a dolomity stredného a vrchného triasu a borinské vápence liasu v borinskej sukcesii. V závislosti na charaktere a stupni porušenia vyskytuje sa tu celá škála kolektorských hornín, od hornín blízkych homogénnym a izotropným až po horniny s významnou heterogenitou a anizotropiou. Vyznačujú sa puklinovou a krasovo-puklinovou

priepustnosťou. Pri určovaní hydraulických parametrov v krasovo-puklinovom prostredí sa vyskytuje rad problémov vyplývajúcich z nehomogenity, anizotropie a vnútornej štruktúry horninového prostredia. Vzhľadom na veľkú priestorovú variabilitu hydraulických vlastností skúmaných kolektorov, počet, rozmiestnenie a hĺbku vrtov nie je možné objektívne charakterizovať hydraulické vlastnosti karbonátov – index prietočnosti Y z 24 hydrogeologických vrtov odvrátených v karbonátoch mezozoika Pezinských Karpát sa pohyboval od 3,84 do 8,18, priemerný index prietočnosti $Y = 5,61$ (Hanzel et al., 1999). V zmysle klasifikácie Krásného (1986) sú karbonáty mezozoika charakterizované s veľmi vysokou prietočnosťou, avšak v zónach s nízkym stupňom porušenia a s nerozvinutým krasom veľmi nízkou prietočnosťou.

Podľa D. Marcina a E. Kullmana (1995) možno **neogénne sedimenty** – vápnité íly, ílovce vrchného bádenu (devínskonovoveských a sandbergských vrstiev) na základe vrtných prác realizovaných v južnej časti Záhorskej nížiny charakterizovať ako hydrogeologický izolátor. Ostatné sedimenty piesky, pieskovce, štrky a zlepenice stredného a vrchného bádenu devínskonovoveských a sandbergských vrstiev možno v tejto časti územia charakterizovať strednou a miestami i nízkou prietočnosťou. Štandardná merná výdatnosť vrtov sa v rámci vrchnobádenských sedimentov celej oblasti južného Záhoria pohybovala od 0,02 do 3,62 l·s⁻¹·m⁻¹, index prietočnosti od 4,0 do 6,5, a teda možno predpokladať rozsah hodnôt prietočnosti (koeficientu transmisivity) od 1,0·10⁻⁵ m²·s⁻¹ do 3,2·10⁻⁵ m²·s⁻¹, čo predstavuje pomerne široký diapazón hodnôt. Výdatnosti vrtov boli zaznamenané v rozmedzí od 0,13 l·s⁻¹ do 4,5 l·s⁻¹. Na základe zhodnotenia výsledkov z 18 hydrogeologických vrtov Marcin a Kullman (1995) potom uvádzajú priemerný index prietočnosti $Y = 5,21$, čomu zodpovedá odhadnutý koeficient prietočnosti $T = 1,62 \cdot 10^{-4}$ m²·s⁻¹. Sú to sedimenty so strednou prietočnosťou, kde smerodajná odchýlka hodnôt $S_{\log T} = 0,29$, čo predstavuje mierne nehomogénne hydrogeologické prostredie. V oblasti Stupavy a Devína na povrch tiež vystupujú vápnité brekcie a organogénne vápence, ktoré sú charakterizované vysokou priepustnosťou. Vzhľadom na veľmi malú rozlohu a morfológickú polohu však vápnité brekcie a organogénne vápence nevytvárajú vhodné podmienky pre akumulovanie významnejších zdrojov podzemných vôd. Preto v oblasti Devínskej Kobyly je iba niekoľko menších prameňov s výdatnosťami pod 0,1 l·s⁻¹. Celkove zo sedimentov neogénu v hodnotenom území vyviera iba niekoľko menších prameňov s výdatnosťami od 0,01 do maximálne 2,0 l·s⁻¹. Najmladšími sedimentami neogénu, ktoré vystupujú na povrch len v okolí Bratislavy, sú piesky, pieskovce, zlepenice, organogénne vápence sarmatu. Na základe jedného vrtu je index prietočnosti tohto súvrstvia $Y = 5,61$, čomu zodpovedá odhad koeficienta prietočnosti $T = 4,07 \cdot 10^{-4}$ m²·s⁻¹ (Hanzel et al., 1999).

Kvartérne deluviálne sedimenty – hlinito-kamenité a kamenité sutiny, kôra zvetrávania v spojení s eluviálnymi zvetralinovými kôrami na kryštaliniku medzi Pezinkom a Bratislavou sú objemovo a plošne najrozsiahlejším typom kvartérnych sedimentov. Priemerne dosahujú hrúbky 8,0 m na západných svahoch a vo východnej časti často i hrúbku 10-15 m. V miestach terénnych depresii bývajú hrúbky i viac ako 30 m (oblasť Stupavy). Hydraulické vlastnosti boli V. Hanzelom et al. (1999) posúdené na základe 4 hydrogeologických vrtov, ktorými boli prevažne overené vlastnosti elúvia v južnej časti kryštalinika Pezinských Karpát. Priemerný index prietočnosti Y bol 4,77, z toho

odhadnutý koeficient prietochnosti T bol $5,88 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Hydrogeologicky sú to sedimenty s nízkou prietochnosťou. Smerodajná odchýlka $s_y = 0,40$, t.j. jedná sa o prostredie mierne až dosť nehomogénne. Marcin & Kullman (1995) pre deluviálne sedimenty na západných svahoch Malých Karpát uvádzajú z 8 hydrogeologických vrtov priemerný index prietochnosti $Y = 5,22$, odhadnutý koeficient prietochnosti $1,65 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a $s_y = 0,54$.

Z vodárenského hľadiska sú v území najvýznamnejšie **fluviálne sedimenty Dunaja**. Vytvárajú 2 vodárenský významné úseky – Sedlačkov (Devínsky) ostrov a ostrov Sihoť nad Karlovou Vsou. Z fluviálnych sedimentov Sedlačkovho (Devínskeho) ostrova boli vyhodnotené 3 hydrogeologické vrty. Priemerný index prietochnosti $Y = 7,12$; odhadnutý koeficient prietochnosti $T = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, čo je prostredie s veľmi vysokou prietochnosťou (trieda I.). Pre fluviálne sedimenty ostrova Sihoť bolo vyhodnotených 16 hydrogeologických vrtov (Hanzel et al., 1999). Priemerný index prietochnosti Y bol zistený o veľkosti 7,04; odhadnutý koeficient prietochnosti $T = 1,09 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, čo je veľmi vysoká prietochnosť (I. triedy). Smerodajná odchýlka $s_y = 0,56$ však odpovedá dosť nehomogénnemu horninovému prostrediu. Hrúbka piesčitých štrkov dnovej akumulácie Dunaja mierne kolíše, v smere od západu na východ narastá, v priemere je 12,0 m. Najväčšie hrúbky dosahuje pri vyústení Dunaja z Devínskej brány v Bratislave, kde je hrúbka 16,0 m. Staršie fluviálne sedimenty v terasovom vývoji sa zachovali na ľavom brehu Dunaja medzi Devínom a Bratislavou a čiastočne v Lamačskej bráne. Na **Sedlačkovom** (Devínskom) **ostrove** sú priepustné štrky a piesky uložené priamo na granitoidoch bratislavskej jednotky. Ich hrúbka je do 10,0 m. Hladina podzemnej vody pri priemerných vodných stavoch Dunaja býva 2,3 m pod terénom. Podzemná voda je v priemernej hydraulikej spojitosti s vodou v Dunaji. Režim podzemných vôd ostrova okamžite reaguje na priebeh zmien hladiny vody v Dunaji. Tri hydrogeologické vrty dokumentovali výdatnosti 14,0 až $37,4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ podzemných vôd s priemernou mernou výdatnosťou až $14,52 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Sedlačkov (Devínsky) ostrov je významným vodárenským územím s dobrými podmienkami pre doplňovanie zásob podzemných vôd. Zabudované sú tu štyri širokopriemerové studne, z ktorých sa odoberá okolo $97,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ podzemných vôd pre zásobovanie Devína, Devínskej Novej Vsi a Záhorskej Bystrice. Porubský (1973) uvádza, že je možné z ostrova odoberať 250,0 až $300,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ vôd. Ďalším vodárensky významným je ostrov **Sihoť**, ktorý je vodárenským územím bratislavského vodovodu. Ostrov je tvorený štrkami a pieskami o hrúbke 12,0 – 16,0 m, ktoré sú uložené na nepriepustných íloch sarmatu a čiastočne aj priamo na granitoidoch Malých Karpát. Pre infiltráciu vody z Dunaja sú rozhodujúcim činiteľom čisté štrky a piesky, vytvárajúce súvislú vrstvu po celom ostrove. Ich priepustnosť je veľmi dobrá, koeficient filtrácie je $6,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ až $6,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (Porubský, 1969, Pospíšil, 1971, Jendraššák, 1975 in Hanzel et al., 1999). Smery prúdenia podzemných vôd, ako aj ich hladina sú závislé na hladine Dunaja a v jeho ramene. Šestnástimi hydrogeologickými vrtmi tu boli dokumentované vysoké výdatnosti od 5,3 do $101,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, pričom priemerná merná výdatnosť vrtov je $10,4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ (Pospíšil, 1971, Jendraššák, 1975, 1976 in Hanzel et al., 1999). Režim podzemných vôd sa tu formuje vplyvom Dunaja. Na základe hydroizohýps pre minimálne a maximálne stavy hladiny podzemných vôd (Pospíšil, 1971) možno konštatovať, že Dunaj prakticky po celý rok dotuje podzemné vody ostrova. Je to spôsobené aj tým, že čerpaním niekoľkých exploatačných studní sa na ostrove vytvorila jedna veľká depresia, ku ktorej

prúdi voda z celého obvodu ostrova. Iba v období keď dochádza k rýchlemu poklesu hladiny v Dunaji a pokles hladiny podzemných vôd je pomalší, v dôsledku retardácie potom za takéto krátke obdobie prúdi voda smerom od stredu ostrova k jeho okraju. Ostrov je najstarším a najvýznamnejším vodárenským územím mesta Bratislavy. Čerpané množstvo sa pohybovalo v rozpätí od 950,0 do 1 300,0 l·s⁻¹.

Hydrogeologické pomery samotnej lokality uvažovanej pre hĺbenie hydrogeologického vrtu sú dané morfológickou pozíciou na jz. exponovanom miernom plochom svahu Devínskej Kobyly. Podzemné vody sú tu dotované iba infiltrovanými zrážkovými vodami. Povrch lokality pokrývajú deluviálne hliny a íly, ktoré boli inžinierskogeologickými vrtmi overené do hĺbky 8,0 m. V ich podloží možno očakávať buď pieskovce, íly a zlepenice bádenského sanbergskeho súvrstvia (analóg hornín odkrytých a viditeľných na chránenom území Sandberg pri Devínskej Novej Vsi), alebo – v závislosti od lokálnej tektonickej situácie – aj granitoidy, t.j. žuly aké vystupujú na povrch a sú ťažené v Devínskom kameňolome v oblasti kóty 283 Breh. Pravdepodobné môže byť i uloženie niekoľko desiatok metrov hrubej vrstvy pieskovcov, ílov a zlepenčov na granodioritoch. Miestne úložné pomery sú však ťažko predvídateľné, nakoľko je širšie okolie lokality prekryté hrubou vrstvou deluviálnych hlin a riečnych terasových sedimentov starého toku Dunaja. (Pozri obr. č. 2 – schematickú geologickú situáciu).

Prevažne piesčité v litologické zloženie sedimentov, resp. prítomnosť pieskovcov a pieskov vo vrchnobádenskom podloží kvartérnych deluviálnych hlin však dáva nádej na zvýšenie lokálnu priepustnosť kolektorov. Pre zabezpečenie požadovaného dostatočného množstva vody (1,0 l·s⁻¹) však bude potrebné overiť hydraulické parametre kolektorských hornín, ako aj postupne overiť kvalitatívne parametre odoberanej vody v zmysle v súčasnosti platného Nariadenia vlády č. 496/2010 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 354/2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu, resp. duchu staršej vyhlášky MZ SR č. 151/2004 Z.z. o požiadavkách na pitnú vodu a kontrolu kvality pitnej vody.

2.5 Postup riešenia a jeho odôvodnenie

Navrhované geologické práce majú slúžiť pre zabezpečenie vyhládanie a zabezpečenie požadovaného množstva pitnej podzemnej vody (1,0 l·s⁻¹) pre náhradné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou v širšom okolí obce Devín. S tohto dôvodu sa budú realizovať všetky skúšky – chemické, bakteriologické, mikrobiologické a rádiologické analýzy – v najväčšom možnom rozsahu pre posúdenie kvality vody s ohľadom na ľudskú spotrebu.

Pre vyhládanie a zabezpečenie požadovaného množstva podzemnej vody (1,0 l·s⁻¹) navrhujeme pri daných prírodných geologických podmienkach realizovať hydrogeologický prieskum spočívajúci vo vyhlíbení, zabudovaní a odčerpaní 150 m hlbokého hydrogeologického vrtu BSKM-1 v oblasti nachádzajúcej sa v červenom kruhovom označení na obr. č. 2 a určenej podľa vlastníckych práv

k pozemkom (potrebný pozemok vo vlastníctve mestskej časti Devín). Na základe archívnych zistení z okolia je treba rátať s hĺbkou hladiny podzemnej vody v úrovni okolo 20 až 40 m pod terénom. Po jeho vyhlbení a prečistení je potrebné vrt odčerpať, čím sa zistí jeho výdatnosť a pritom sa odoberú aj vzorky vody.

2.6 Druh, špecifikácia a rozsah geologických prác s časovou nadväznosťou ich realizácie

Pre realizáciu geologickej úlohy „Bratislavský samosprávny kraj: Devín - studňa pre náhradné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou“ je potrebné odvrtnie, zabudovanie a odčerpanie jedného hydrogeologického vrtu BSKM-1 o hĺbke 150 m. Lokalizácia vrtu BSKM-1 je predbežne navrhnutá na obr. č. 2 (v oblasti vymedzenej červenou kružnicou), presné lokalizovanie polohy vrtu v teréne bude určené riešiteľom projektu na mieste na základe detailnej rekognoskácie a podľa vlastníckych práv k pozemkom (potrebný pozemok vo vlastníctve mestskej časti Devín). Objednávateľ – investor zabezpečí zároveň stretý záujmov tak, aby vrtnými prácami nebolo ohrozené alebo poškodené žiadne diaľkovodné vedenie (vodovod, kanalizácia, plynovodný rozvod, elektrické vedenia, telefónne rozvody, rozvody káblovej televízie a pod.).

Vrt BSKM-1 je projektovaný ako plne jadrový vrt, počas jeho hĺbenia nie je prípustné používať iné výplachové médium ako čistú vodu.

Hĺbenie vrtu BSKM-1 sa predpokladá do úrovne 150,0 m pod úroveň terénu pre priemer 275 mm pre prvých 15,0 bežných metrov (bm) vrtania a následne vrtanie priemerom 220 mm po definitívnu hĺbku vrtu 150,0 m.

Po odvrtní prvých 15 bm vrtu priemerom 275 mm bude vrt prepažený úvodnou kolónou priemeru 267 mm a následne bude táto zacementovaná s povinným dodržaním dĺžky cementačného pokoja (bez ďalšieho vrtania) najmenej 24 hodín. Až potom môžu byť realizované ďalšie vrtné práce. Počas celého trvania vrtných prác je osádka povinná viesť záznamy o zistení hladiny podzemnej vody a prípadnej úrovni vrtania ak by nastal preliv podzemnej vody z vrtu, ako aj ukladať jadro do vopred pripravených debničiek s označovaním hĺbky, z akej bolo jadro vytiahnuté. Debničky je osádka povinná udržiavať v zakrytom stave, bez kontaktu so zrážkovou vodou a bez rizika ich mechanického poškodenia. Všetky záznamy o priebehu vrtania hydrogeologického vrtu BSKM-1 je osádka povinná zaznamenávať do vrtného denníka.

Po dosiahnutí každých 25 bm vrtania je osádka povinná realizovať krátkodobú čerpáciu a stúpaciú skúšku v rozsahu 24 hodín (12 hodín stupňovitej čerpacej skúšky na tri úrovne zníženia podľa dosiahnutých prítokových pomerov do vrtu, 12 hodín stúpacej skúšky. Pri čerpaní sa zapustí ponorné čerpadlo do vrtu tak, aby bolo možné čerpaním vytvoriť stanovené zníženia hladín vody vo vrte, treba čerpadlo zapustiť aspoň 2 - 3 m pod úroveň najväčšieho zníženia hladiny vody vo vrte. Počas čerpania je potrebné každú hodinu merať hladinu vody vo vrte, pomocou nádoby a stopiek čerpané množstvo vody, a zároveň merať aj teplotu vody a teplotu vzduchu. Všetky údaje

zaznamenávať do priloženého tlačiva. Pri vykonaní každej etážovej čerpacej skúšky sa tesne pred ukončením čerpania odoberie vzorka z vrtu čerpanej vody na skrátenú fyzikálno-chemickú analýzu. Po ukončení čerpania, t.j. po 12 hodinách začína stúpacia časť. Vypne sa čerpadlo, čas jeho vypnutia sa zapíše do záznamu (tlačiva) a od tohto momentu prebieha pozorovanie hladiny vody vo vrte v týchto časových intervaloch: 10 x po 1 min; 10 x po 2 min; 10 x po 5 min; 10 x po 10 min; 10 x po 30 min; 4 x po 1 hodine. Namerané hladiny bude osádka zaznamenávať do priloženého tlačiva, ktoré bude zostavené podľa uvedených intervalov.

Po ukončení vrtných prác sa na celom úseku vrtu pred jeho definitívnym prepažením, po vytiahnutí všetkých prevádzkových pažníc budú realizovať merania hydrokarotáže s cieľom lokalizácie miest prítoku podzemnej vody do vrtu. Rozsah hydrokarotážných prác je nasledovný: kavernometrické merania, inklinometria, rezistivimetrické merania vo vrte (RM-riedenie/RM-nálev), temometrické a rezistivimetrické merania vo vrte (statické merania a počas začerpania) a reometria (statické merania a merania počas začerpania).

Až po realizácii všetkých požadovaných hydrokarotážných meraní sa realizuje následné definitívne paženie inertnou polyetylénovou výstrojou priemeru 216 mm na celom intervale vrtania, t.j. od úrovne +1,0 m po -150,0 m p.t. Otvorený úsek vrtu, t.j. perforovaná časť výstroje vrtu sa zabuduje v úrovni počas vrtania zistených prítokov, pod úrovňou narazenej hladiny podzemnej vody, v rozsahu 50 bm až 75 bm (t.j. pomer preforovanej a neperforovanej časti paženia 1:2 až 1:1, resp. 33 % až 50 % celkovej dĺžky pažníc). Predpoklad perforácie je pravdepodobný v úseku od 50,0 m pod terénom (m p.t.) do 125 m p.t., resp. od 75,0 m p.t. do 125,0 m p.t.; podľa zistení hydrokarotáže je však možné rozdelenie týchto úsekov na niekoľko častí. Najspodnejší úsek vrtu v hĺbkovom rozsahu posledných najmenej 10,0 m bude ponechaný s plným pažením ako kalník, t.j. priestor pre usadzovanie prípadných kalov postupne priplavovaných do vrtu počas čerpania. Definitívne paženie bude obsypané jemným štrčíkom priemeru 4 až 8 mm do úrovne 10 m nad preforáciu, resp. narazenú hladinu podzemnej vody. Týmto obsypom musí byť vyplnený celý priestor medzi pažnicou a horninovým prostredím na všetky strany. Zvyšná časť priestoru medzi horninou a pažením sa zatesní až po úroveň terénu ílovaním, ktorého úlohou je zabrániť preniknutiu znečistenia priestorom medzi pažnicou a horninou. Najvyššia časť vrtu sa zabezpečí ochrannou ocelovou rúrou (ocelovou chráničkou) s uzamykatelným uzáverom v úrovni +1,0 m nad terénom až -2,0 m (pod úrovňou terénu).

Po odvrtaní a zabudovaní vrtu BSKM-1 sa uskutoční 35-dňová poloprevádzková hydrodynamická skúška s cieľom stanovenia využiteľných množstiev podzemných vôd v kategórii B v zmysle Vyhlášky č. 51/2008 Z. z. Dlhodobá čerpacia skúška sa bude skladať z dvoch rôzne vykonávaných častí: (1) stupňovitá čerpacia skúška na konštantné zníženie + stúpacia skúška (dĺžka trvania 7 + 3 dni), a čerpacia skúška na konštantnú výdatnosť + stúpacia skúška (dĺžka trvania 21 + 4 dni).

Prvá fáza čerpacej skúšky – s postupným zvyšovaním čerpanej výdatnosti – bude slúžiť pre odpieskovanie vrtu, ako aj pre zistenie vhodného čerpaného množstva podzemnej vody. Jej trvanie je

plánované v dĺžke 7 dní. Počas čerpacej skúšky sa budú sledovať a do denníka zaznamenávať: čerpané množstvo a teplota vody z vrtu, hladiny podzemnej vody v samotnom čerpanom vrte, ako aj hladiny podzemnej vody v okolitých vrtoch (ak už boli na tejto lokalite vyhlbené). Všetky merania budú vykonávané v 60-minútových intervaloch, a takto budú vedené aj záznamy na zvlášť pripravenom tlačíve. Stupňovité znižovanie hladiny bude robené postupne na 4 depresie od ustálenej pred čerpaním, o veľkosti 2,0 m až 5,0 m zníženia každej depresie (veľkosť depresie bude určená na mieste podľa typu čerpadla, vlastností vrtu a hydraulických vlastností horninového prostredia). Čerpadlo bude potrebné osadiť minimálne v hĺbke 40 až 50 m p.t., resp. podľa konzultácie so zodpovedným riešiteľom. Osádka musí byť vybavená presnými stopkami, dvoma teplomerami - na meranie teploty vody a vzduchu, elektrickým hladinomerom alebo rangovou píšťalou na meranie hladiny vody vo vrte, pásmom o dĺžke 50 m s delením po 1 cm. Pred začatím čerpania sa premeria hĺbka a priechodnosť vrtu a hodnoty sa zaznamenajú do tlačíva a denného hlásenia. 24 hodín pred začatím čerpania (po zapustení ponorného čerpadla a príprave vrtu na čerpanie) sa v dvojhodinových intervaloch bude merať ustálená hladina podzemnej vody vo vrte. V zázname o čerpacej skúške sa zaznačí typ a výkon čerpadla; presné hĺbkové osadenie čerpadla; dĺžka odpadového potrubia odvádzajúceho z vrtu čerpanú vodu, spôsob merania výdatnosti a hladiny a teploty podzemnej vody a uvedie sa odmerný bod hladiny vody vo vrte (pažnica) a jeho výška nad terénom. Pre meranie výdatnosti sa zabezpečí merná nádoba s minimálnym objemom 50 l. Čerpanú vodu je potrebné odvádzať odpadovým potrubím do najbližšieho recipientu povrchových vôd, resp. do miestnej kanalizácie. Hladina podzemnej vody musí byť meraná a zaznamenávaná s presnosťou najmenej 1,0 cm. Pri prerušení čerpacej skúšky na viac ako 8 hodín (napríklad pre výpadok elektrického prúdu a pod.) je nutné celú čerpaciu skúšku odznova zopakovať.

Prvá časť hydrodynamických testov – čerpacia skúška na konštantné zníženia – bude trvať 7 dní. Stupňovité znižovanie hladiny bude robené postupne na 6 depresí od hladiny ustálenej pred čerpaním, a to nasledovne: 1. depresia - hĺbka hladiny 5 m od ustálenej hladiny pred čerpaním - trvanie 24 hodín (1 deň), 2. depresia - hĺbka hladiny 10 m od ustálenej hladiny pred čerpaním - trvanie 24 hodín (1 deň), 3. depresia - hĺbka hladiny 15 m od ustálenej hladiny pred čerpaním - 24 hodín (1 deň), 4. depresia - hĺbka hladiny 20 m od ustálenej hladiny pred čerpaním - 24 hodín (1 deň), 5. depresia - hĺbka hladiny 25 m od ustálenej hladiny pred čerpaním - 24 hodín (1 deň), 6. depresia - hĺbka hladiny 30 m od ustálenej hladiny pred čerpaním - trvanie 48 hodín (2 dni). Meranie hladiny, výdatnosti, teploty vody a vzduchu sa bude vykonávať každé 2 hodiny a výsledky zapisovať do hlásenia o čerpacej skúške. Údaje o hladine, výdatnosti, teplote vody a vzduchu a zmenách počas výsledky je takisto potrebné zapisovať do hlásenia o čerpacej skúške. Tesne pred ukončením čerpania (pred koncom 6. depresie) je potrebné odobrať vzorku čerpanej vody o objeme 15,0 l na úplnú chemickú analýzu v zmysle Nariadenia vlády č. 496/2010 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 354/2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu (t.j. okrem kompletnej analýzy anorganických komponentov sa budú analyzovať aj organické látky, rádioaktívna, bakteriologické a

mikrobiologické parametre vody). Po ukončení čerpacej skúšky na konštantné zníženia sa uskutoční stúpacia skúška.

Druhá časť hydrodynamických testov – stúpacia skúška po čerpacej skúške na konštantné zníženia – bude trvať 3 dni. Tesne pred vypnutím čerpadla je potrebné zmerať a zapísať hladinu vody vo vrte, a po vypnutí čerpadla je potrebné merať a zapisovať hladinu vody vo vrte v týchto časových intervaloch od vypnutia čerpadla: 10 x po 1 minúte, 10 x po 2 minútach, 10 x po 5 minútach, 10 x po 10 minútach, 10 x po 30 minútach a potom v intervale každej jednej hodiny do 12 hodín od ukončenia čerpania a od 12 do 72 hodín (do ukončenia 3. dňa) od vypnutia čerpadla sa bude hladina vody vo vrte merať a zaznamenávať v intervale 2 hodín. Po ukončení stúpacej skúšky nasleduje čerpacia skúška na konštantnú výdatnosť.

Tretia časť hydrodynamických testov – čerpacia skúška na konštantnú výdatnosť – bude trvať 21 dní. Predpísané množstvo čerpanej vody stanoví zodpovedný riešiteľ úlohy až po ukončení stupňovitej čerpacej skúšky (na konštantné zníženia). Po začatí čerpania je potrebné čo najrýchlejšie ustáliť čerpané množstvo na predpísanej veľkosti. Po začiatku čerpania sa bude hladina podzemnej vody vo vrte merať v nasledovných intervaloch, zhodných s intervalmi predchádzajúcej stúpacej skúšky: 10 x po 1 minúte, 10 x po 2 minútach, 10 x po 5 minútach, 10 x po 10 minútach, 10 x po 30 minútach a potom v intervale každej jednej hodiny do 12 hodín od začatia čerpania a od 12 hodín až do jeho ukončenia po 21. dni čerpania sa bude hladina vody vo vrte merať a spolu s počasím, teplotou vzduchu a teplotou vody a zaznamenávať v intervale 2 hodín. V denných hláseniach musia byť uvedené i prestávky v čerpaní a zmeny čerpaného množstva, čo je podstatným faktorom správneho vyhodnotenia čerpacích skúšok. Po 10. dni od začiatku čerpania je potrebné odobrať vzorku čerpanej vody o objeme 15,0 l na úplnú chemickú analýzu v zmysle Nariadenia vlády č. 496/2010 Z. z. (kompletná analýza anorganických komponentov + organické látky, rádioaktivita, bakteriologické a mikrobiologické parametre vody). Rovnaká vzorka sa potom odoberie 1 deň pred ukončením čerpania, t.j. na 20. deň od jeho začiatku. Po ukončení čerpacej skúšky na konštantnú výdatnosť nasleduje opäť stúpacia skúška v dĺžke trvania 4 dni.

Posledná (štvrtá) časť hydrodynamických testov – stúpacia skúška po čerpacej skúške na konštantnú výdatnosť – bude trvať 4 dni. Tesne pred vypnutím čerpadla je potrebné zmerať a zapísať hladinu vody vo vrte, a po vypnutí čerpadla je potrebné merať a zapisovať hladinu vody vo vrte v týchto časových intervaloch od vypnutia čerpadla: 10 x po 1 minúte, 10 x po 2 minútach, 10 x po 5 minútach, 10 x po 10 minútach, 10 x po 30 minútach a potom v intervale každej jednej hodiny do 12 hodín od ukončenia čerpania a od 12 do 96 hodín (do ukončenia 4. dňa) od vypnutia čerpadla sa bude hladina vody vo vrte merať a zaznamenávať v intervale 2 hodín. Táto časť hydrodynamického testovania vrtu bude zároveň poslednou. Po ukončení tejto poslednej stúpacej skúšky je potrebné po vytiahnutí čerpadla premerať hĺbku a priechodnosti vrtu, tesne pred odchodom osádky sa vykoná posledné zmeranie hladiny podzemnej vody vo vrte a jej zaznamenanie do zápisu ku ostatným hláseniam, vykoná sa kvalitné uzatvorenie vrtu a úprava pracoviska do pôvodného stavu pred začatím prác podrobného hydrogeologického prieskumu.

Počas hydrodynamickej skúšky sa spolu odoberú 3 vzorky čerpanej podzemnej vody na úplný rozbor z hľadiska posúdenia jej využívania podľa súčasných štandardov pre pitnú vodu, teda Nariadenia vlády č. 496/2010 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 354/2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu (t.j. okrem kompletnej analýzy anorganických komponentov sa budú analyzovať aj organické látky, rádioaktivita, bakteriologické a mikrobiologické parametre vody).

2.7 Kvalitatívne požiadavky na vykonávanie geologických prác

Počas hĺbenia vrtov sa do vrtného denníka bude zaznamenávať: postup vŕtania, navŕtaný materiál, prípadný výnos jadra, narazenie hladiny podzemnej vody a prípadné straty výplachu.

Počas čerpacej skúšky sa budú v stanovených intervaloch (v rámci kapitoly 2.7) sledovať a do denníka zaznamenávať: čerpané množstvo a teplota vody z vrtu, hladiny podzemnej vody v samotnom čerpanom vrte, ako aj hladiny podzemnej vody v okolitých vrtoch a studniach.

Počas stúpacích hydrodynamických skúšok sa budú sledovať a zaznamenávať v intervaloch 10 x po 1 minúte, 10 x po 2 minútach, 10 x po 5 minútach, 10 x po 10 minútach, 10 x po 30 minútach a potom v intervale každej jednej hodiny a po 12 hodinách každých dvoch hodín od začiatku konkrétneho testu: čerpané množstvo a teplota vody z vrtu, hladiny podzemnej vody v samotnom čerpanom vrte, ako aj hladiny podzemnej vody v okolitých studniach a vrtoch.

2.8 Prínos riešenia

Prínosom geologických prác má byť vyhľadanie a zabezpečenie požadovaného množstva pitnej podzemnej vody ($1,0 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$) pre náhradné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou v širšom okolí obce Devín.

3 Zabezpečenie riešenia geologickej úlohy

Riešenie tejto geologickej úlohy bude zabezpečené objednávatel'om geologických prác Agentúry Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR pre štrukturálne fondy EÚ (ASFEU), resp. zhotoviteľom geologických prác Štátnym geologickým ústavom Dionýza Štúra, Bratislava náležitou formou tak, aby postup riešenia a samotné riešenie geologickej úlohy odpovedalo jeho požiadavkám, ale aj NR SR č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) a Vyhláske MŽP SR č. 51/2008 Z. z. ktorou sa vykonáva geologický zákon.

Podľa § 17 Vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z., ods. 2 časti a) až h) zabezpečenie riešenia geologickej úlohy v technickej časti projektu obsahuje a) určenie technologických postupov a technických parametrov projektovaných geologických prác vrátane zabezpečenia kvalitatívnych podmienok na vykonávanie geologických prác, b) určenie technických prostriedkov na riešenie geologickej úlohy, c) spôsob prípravy pracoviska, dopravy a prívodov vody a energie a ďalších

súvisiacich prác potrebných na vykonávanie geologických prác, d) určenie miesta a spôsobu ukladania vzoriek, vrtnej drviny, použitého vrtného výplachu, prípadného vypúšťania minerálnych vôd vrátane termálnych vôd a iných látok získaných pri vykonávaní geologických prác, e) riešenie likvidačných, prípadne zabezpečovacích a rekultivačných prác, f) opatrenia na zabezpečenie vstupov na pozemky, opatrenia na zabezpečenie záujmov chránených osobitnými predpismi a opatrenia na zamedzenie vzniku škôd pri vykonávaní geologických prác, spôsob náhrady škôd a opatrenia na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a bezpečnosti prevádzky, protipožiarne opatrenia, sociálne a hygienické vybavenie, g) mapy, rezy, výkresy, ktoré vyjadrujú cieľ geologickej úlohy a spôsob jej riešenia, h) doklady o spôsobe riešenia stretu záujmov, ak ide o stret záujmov.

Technická časť projektu obsahujúca požiadavky bodov a) až f) a bodu h) môže byť vypracovaná až po definitívnom vytýčení vrtu BSKM-1, kde je hlavnou požiadavkou vlastníctvo pozemku, na ktorom sa predmetný podrobný hydrogeologický prieskum bude realizovať, obcou, mestskou časťou alebo Bratislavským samosprávnym krajom.

Po definitívnom vytýčení hydrogeologického vrtu BSKM-1 bude tvoriť projektovú dokumentáciu aj jeho Príloha č. 1, kde bude následne po určení miesta vrtania v teréne na katastrálnej mape v mierke 1 : 1000 vyznačená poloha hydrogeologického vrtu BSKM-1. Príloha č. 1 bude odpovedať požiadavkám časti g) ods. 2 § 17 Vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z.

4 Časový harmonogram prác

Celková doba riešenia úlohy sa odhaduje na 6 až 12 týždňov, v závislosti na geologických podmienkach. V tejto dobe nie je započítané projektovanie a etapa vyhodnocovania geologických prác.

5 Rozpočet geologickej úlohy

Cena projektovaných geologických prác bude závisieť od dosiahnutej hĺbky hydrogeologického vrtu BSKM-1, celkovej dĺžke trvania hydrodynamických skúšok a počtu a rozsahu analýz podzemnej vody. Cena bude určená na základe prípadnej víťaznej ponuky v procese verejného obstarávania.

6 Záujmy chránené osobitnými predpismi

Záujmy chránené osobitnými predpismi pri riešení geologických úloh sú definované v § 12 Zákona č. 569/2007 Z. z. a § 13 Vyhlášky 51/2008 MŽP SR Z. z. Skúmané územie v rámci katastrálneho územia Devín sa nenachádza v chránených územia prírody, na ktoré by sa vzťahovali vyššie stupne ochrany (2. a vyšší) podľa zákona NR SR 287/1994 Z.z o ochrane prírody a krajiny.

Lokalizácia vrtu bude určená riešiteľom projektu na mieste. Objednávateľ – investor – zabezpečí zároveň strety záujmov tak, aby vrtnými prácami nebolo ohrozené alebo poškodené žiadne diaľkovodné vedenie (vodovod, kanalizácia, plynovodný rozvod, elektrické vedenia, telefónne rozvody, rozvody káblovej televízie a pod.).

Ak v priebehu riešenia úlohy vyvstanú nové skutočnosti, ktoré budú v konflikte s realizáciou projektu, pracovník ktorý na ne narazí, informuje o tom zodpovedného riešiteľa a ten zabezpečí ich riešenie.

7 Osobitné náležitosti projektovej dokumentácie

V zmysle § 20 Vyhlášky MŽP SR 51/2008 Z. z. sú v prípade hydrogeologického prieskumu osobitnými náležitosťami projektu údaje o množstvách podzemných vôd v záujmovom území a údaje o súčasných odberoch, ako aj očakávané množstvá podzemných vôd a ich kvalita podľa kategórií, ak je cieľom geologickej úlohy overenie množstiev a kvality podzemných vôd.

Údaje o doteraz zistených množstvách podzemných vôd v záujmovom území sú uvedené v časti 2.3 „Prehľad doteraz realizovaných geologických prác a ich výsledkov“. Hodnotenú územie patrí do hydrogeologického rajónu MG 055 Kryštalinikum a mezozoikum juhovýchodnej časti Pezinských Karpát, čiastkového rajónu DN-20 (Šuba et al., 1984). pre celý tento hydrogeologický rajón boli vypočítané využiteľné množstvá podzemných vôd o veľkosti spolu $152,76 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. V roku 2009 sa využívalo spolu $131,46 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, čo vytvára kritický bilančný stav pre celý hydrogeologický rajón – jedná sa však najmä o vysoké odbery podzemných vôd z čiastkového rajónu mezozoika VH-10 z oblasti Pezinok – Horné Orešany ($119,46 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ oproti $105,89 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ vypočítaných využiteľných množstiev). Pre čiastkový rajón kryštalinika DN-20 boli pre rozptýlené lokálne zdroje stanovené využiteľné množstvá $10,00 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, a zaznamenané odbery tu boli iba $0,26 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ (Čaučík et al., 2010).

Pre hydrogeologický rajón Q 051 Kvartér západného okraja Podunajskej roviny nachádzajúci sa v najbližšom susedstve, boli vyčíslené celkové využiteľné množstvá podzemných vôd o veľkosti $3850,00 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, pričom v roku 2009 sa využívalo spolu $1775,11 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Pre lokalitu Devín - Sedláčkov ostrov odhaduje Slovenský hydrometeorologický ústav využiteľné množstvo $100,00 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, z ktorého sa v roku 2009 využívalo iba $19,36 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ (Čaučík et al., 2010).

8 Zoznam použitej literatúry

- Čaučík, P., Mihálik, F., Leitmann, Š., Gavurník, J., Sopková, M., Možiešiková, K., Stojkovová, M., Molnár, L., Bodácz, B., Lehotová, D. & Juráčková D., 2010: Vodohospodárska bilancia SR. Vodohospodárska bilancia množstva podzemnej vody za rok 2009. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava, 319 s.
- Hanzel, V., Vrana, K., Čimborová, E. 1993: Podzemné vody západných svahov Devínskych a Pezinských Karpát. Čiastková záverečná správa. Manuskript – archív odboru Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, arch. č. 78745
- Hanzel, V., Vrana, K., Švasta, J., Kohút, M., Nagy, A., Maglay, J., Bujnovský, A., Malík, P. 1999: Hydrogeologická a hydrogeochemická mapa Pezinských Karpát v mierke 1:50 000. Manuskript – archív ŠGÚDŠ Bratislava, 179 s., arch. č. 84395/II,
- Hýroššová, E. 1967: Devín - Sedláčkov ostrov, hydrogeologický prieskum. Manuskript – archív odboru Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, arch. č. 17672
- Jendraššák, E. 1970: Devín-kameňolom, vyhodnotenie širokopriemerového vrtu. Manuskript – archív odboru Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, arch. č. 24474

- Jendraššák, E. 1971: Vyhodnotenie definitívnych širokopriestorových vŕtaných studní HŠD-až HŠD-4. Manuskript – archív odboru Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, arch. č. 25570
- Jetel, J. 1985: Metody regionálního hodnocení hydraulických vlastností. Ústř. Ústav Geologický, Praha, 147 s.
- Kolektív autorov, 1980: Atlas SSR, SAV Bratislava
- Kolektív autorov, 2002: Atlas krajiny Slovenskej republiky, Ministerstvo životného prostredia SR, Slovenská agentúra životného prostredia & Esprit Banská Štiavnica 2002. ISBN 80-88833-27-2.
- Krásný, J. 1986: Klasifikace transmisivity a její použití. Geologický průzkum 6 / 1986, Praha
- Kullman, E., Porubský, A., Gazda, S. 1969: Hydrogeologická mapa 1:200 000, list Bratislava – Viedeň. Manuskript – archív odboru Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, 101 s., arch. č. 32462
- Kullman, E., Pospíšil, P., Gazda, S., Krippel, E. 1973: Hydrogeologická mapa 1:200 000 list Bratislava. Manuskript – archív odboru Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, arch. č. 32812
- Kullman, E. ml., Malík, P., Patschová, A., Bodiš, D. 2005: Vymedzenie útvarov podzemných vôd na Slovensku v zmysle rámcovej smernice o vodách 2000/60/ES. Podzemná voda XI. / 2005 č. 1, Slovenská asociácia hydrogeológov, Bratislava, ISSN 1335-1052, s. 5-18
- Marcin, D., Kullman, E., Bodiš, D., Kordík, J. & Zakovič, M. 1996: Hydrogeologická a hydrogeochemická mapa južnej časti Záhorskej nížiny v mierke 1:50 000. Manuskript – archív odboru Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, 101 s., arch. č. 83323
- Mazúr, E., Lukniš, M. 1980: Regionálne geomeorofologické členenie. Geograf. Úst. SAV, Bratislava
- Porubský, A. 1969: Hydrológia a geomorfológia vodárensky výmenných dunajských ostrovov. Geografický časopis, roč. XXI., č. 1, Bratislava
- Porubský, A. 1973: Podzemné vody Bratislavy a jej okolia. Geografický časopis, č. 3, roč. XXV., Bratislava
- Pospíšil, P. 1971: Hydrogeologický prieskum vodárenského ostrova Bratislava – Karlova Ves. Vodné zdroje, Bratislava – manuskript.
- Pospíšil, P. 1996: Sedláčkov Ostrov - Devín - doplnenie pozorovacích objektov. Manuskript – archív odboru Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, arch. č. 80262
- Říha, M. 1962: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu v Devíne. Manuskript – archív odboru Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, arch. č. 10346
- Senko, D. 2002: Bratislava - Devín - chatová oblasť Dolné koruny, obec, rodinný dom, Bratislava - Lamač - rodinný dom, Bratislava - Dúbravka - rodinný dom, hydrogeologický prieskum. Manuskript – archív odboru Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, arch. č. 83948
- Šuba, J., Bujalka, P., Cibulka, L., Frankovič, J., Hanzel, V., Kullman, E., Porubský, A., Pospíšil, P., Škvarka, L., Šubová, A., Tkáčik, P., Zakovič, M. 1984: Hydrofond 14. Hydrogeologická rajonizácia Slovenska. 2. vydanie. SHMÚ Bratislava, 308 s.
- Vass, D., Began, A., Gross, P., Kahan, Š., Köhler, E., Lexa, J., Nemčok, J. 1988: Regionálne geologické členenie Západných Karpát a sverných výbežkov Panónskej panvy na území ČSSR 1 : 500 000. Slovenský geologický úrad – Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava
- Vaškovský, I. a kol., 1988: Geologická mapa Bratislavy a okolia. SGÚ - GÚDŠ, Bratislava.