



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:

**PLAVECKÝ ŠTVRTOK - 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	8
2.5	Postup riešenia a jeho odôvodnenie.....	23
2.6	Druh, špecifikácia a rozsah geologických prác s časovou nadväznosťou ich realizácie	23
2.7	Kvalitatívne požiadavky na vykonávanie geologických prác.....	27
2.8	Prínos riešenia	28
3	Zabezpečenie riešenia geologickej úlohy	28
4	Časový harmonogram prác	29
5	Rozpočet geologickej úlohy	29
6	Zájmy chránené osobitnými predpismi	29
7	Osobitné náležitosti projektovej dokumentácie.....	29
8	Zoznam použitej literatúry	30

1 Úvod

Cieľom predloženého projektu geologických prác „Bratislavský samosprávny kraj: Plavecký Štvrtok - 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 obci Plavecký Štvrtok v katastrálnom území Plavecký Štvrtok. 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: Plavecký Štvrtok - 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: Plavecký Štvrtok - 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 Malacky (identifikačné číslo okresu 106).

Názov a kód katastrálneho územia :

Skúmané územie sa nachádza na katastrálnom území Plavecký Štvrtok I (kód KÚ 2279, identifikačné číslo 846 813).

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 Plavecký Štvrtok.

2.2 Vzťah k tvorbe a ochrane životného prostredia

Cieľom projektu geologických prác „Bratislavský samosprávny kraj: Plavecký Štvrtok - studňa pre náhradné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou“ (ďalej len „projekt“) 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. Práca 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 vŕtaných 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 zrážkym. 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 (cca 4 km východne, resp. východojuhovýchodne) od chránenej krajinskej oblasti (CHKO) Záhorie. Približne v rovnakej vzdialenosti ako vo vyššie uvedenom prípade je aj poloha voči chránenému vtáčiemu územiu „Morava“ a v prostredí alúvia rieky Moravy sa nachádzajú aj prirodzené eutrofné a mezotrofné stojaté vody s vegetáciou plávajúcich a/alebo ponorených cievnatých rastlín typu Magnopotamion alebo Hydrocharition Šipoltova. Táto lokalita predstavuje v rámci Záhoria významný mokradňový biotop so zastúpením vegetácie vysokých ostríc a trstinových spoločenstiev s výskytom vzácných a ohrozených druhov. Pozdĺž toku Močiarky cca 1,5 km južne od lokality sa nachádza významný biotop nížinných až horských vodných tokov s vegetáciou zväzu Ranunculion fluitantis a Callitriche-Batrachion a v ich okolí fragmentárne vyvinutých tvrdých lužných lesov. Územie je biotopom pre množstvo vzácných druhov, ktoré sú viazané na prostredie lužných vrbovo-topoľových a jelšových lesov a lužných dubovo-brestovo-jaseňových lesov okolo nížinných riek. Bezprostredné okolie Močiarky je považované za

terestrický ekosystém, viazaný na podzemnú vodu, s evidenčným kódom SKUEV0218. Prirodzené dystrofné stojaté vody, nížinné až horské vodné toky s vegetáciou zväzu *Ranunculion fluitantis* a *Callitricho-Batrachion*, bezkolencové lúky, prechodné rašeliniská a trasoviská sú charakteristické pre lokalitu Bezedné. Táto lokalita predstavuje v rámci Slovenska jedinečnú ukážku biotopov slatinných jelšín, pramenísk a fragmentárne vyvinutých prechodných rašelinísk a trasovísk vyvinutých v medzidunovej depresii s výskytom charakteristických vzácných a ohrozených druhov. Je typickým terestrickým ekosystémom, viazaným na podzemnú vodu, evidovaným pod kódom SKUEV0167. Z hydrogeologického hľadiska je Bezedné veľkým plošným prameniskom – prirodzeným výverom podzemných vôd **Zohorsko-marcheggskej** depresie. Nachádza sa najbližšie, t.j. cca 1,0 až 1,5 km od lokality plánovaného hydrogeologického vrtu BSKM-3.

Hoci sa v širšom okolí hodnoteného územia nachádza viacero ochraňovaných prírodných území a objektov, samotná lokalita sa priamo 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.

2.3 Prehľad doteraz realizovaných geologických prác a ich výsledkov

Záhorská nížina ako súčasť viedenskej panvy patrí medzi pomerne dobre geologicky i hydrogeologicky preskúmané územia. Hlavne v jej západnej časti bolo vykonaných množstvo prieskumných prác na ropu a plyn, na ktoré v ďalšom nadväzovali i mnohé hydrogeologické prieskumy.

Prvý komplexnejší pohľad na hydrogeologické pomery Záhorskej nížiny je zachovaný v posudku Porubského (1958), v ktorom podáva doterajšie poznatky o geologickej stavbe, tektonike a charakterizuje hydrogeologické pomery hornín kvartéru a neogénu. Na základe jemu známych skutočností vymedzil 5 oblastí (oblasť Šaštín, Lakšárska N. Ves - Borský Sv. Mikuláš, Borský Sv. Jur - Čáry, Plavecký Sv. Mikuláš - Studienka, Láb - Zohor - Lozorno) s najvhodnejšími hydrogeologickými pomermi pre vodárenské zachytenie podzemných vôd. Pri rozdelení týchto oblastí vychádzal zo znalostí hydrogeologickej stavby, z technických možností získať podzemnú vodu a z jej vtedajšej kvality.

Základný hydrogeologický výskum kvartérnych sedimentov realizoval v tejto oblasti od roku 1958 E. Kullman st. (1966). V rámci tohto prieskumu boli na základe geologicko-tektonickej stavby územia vyčlenené jednotlivé nádrže podzemných vôd. Tieto boli potom hydrogeologicky overované 26 prieskumnými vrtmi a na nich realizovanými čerpacími skúškami. Aj na základe zhodnotenia starších archívnych prác a sporadických hydrologických meraní boli vyčíslené prognózne množstvá podzemných vôd nádrží (spolu cca 1 100 až 1 200 l·s⁻¹ dynamických zdrojov podzemných vôd bez uvažovania nevyčíslených množstiev v zohorsko-marcheggskej nádrži. Celkové akumulované statické zásoby podzemných vôd v štyroch zhodnotených nádržiach predstavovali 1 565 002 380 m³. Pre kútsku kvartérnu nádrž podzemných vôd stanovil tento autor jej „zásoby“ podzemných vôd –

v súčasnej terminológii využiteľné množstvá – o veľkosti $130 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Kullmanova práca (1966) obsahuje i orientačné hodnotenie plytkých neogénnych zvodnencov. Autor sa v rámci tejto úlohy zaoberal aj vývojom riečnej siete v oblasti Záhorskej nížiny. Z tejto práce ako najucelenejšieho elaborátu vychádzali viacerí autori pri projektovaní ďalších prác v tejto oblasti. Sám autor jej výsledky publikoval neskôr v monografickej forme (Kullman, 1980). V rámci týchto prác sa hydrogeochemickými pomermi Záhorskej nížiny detailne zaoberal S. Gazda (1980).

Na území zohorsko-lábskej nádrže podzemných vôd v rámci úlohy Malina - niva Moravy - odvodnenie Otepka et al. (1967) zisťovali geologické pomery na trasách jednotlivých vodohospodárskych liniových stavieb a bodových objektov v podloží hrádze a fyzikálno-mechanické vlastností zemin, vyskytujúcich sa v záujmovom území. V súvislosti s tým sa zisťovali aj základné hydrogeologické parametre jednotlivých zemín a bolo vykonané aj stanovenie priepustnosti materiálov v podloží hrádze a v priestore novoprojektovaných objektov. Z výsledkov krátkodobých čerpacích skúšok uskutočnených na hydrogeologických vrtoch HV-1 až HV-10 vypočítali hodnoty koeficientu filtrácie (ktoré sa pohybovali od $3,72\cdot 10^{-4}$ až $9,05\cdot 10^{-4} \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$) pri jednotlivých zníženích hladiny podzemnej vody v úplných aj neúplných vrtoch umiestnených v blízkosti povrchového toku.

Pri riešení úlohy Záhorská nížina II., sološnická a zohorská nádrž podzemných vôd - pitné vody (Šubová et al., 1973) boli na základe získaných poznatkov urobené výpočty množstiev podzemných vôd v kategórii C_2 a C_1 . Pre sološnickú nádrž podzemných vôd bola zostavená bilančná rovnica, v rámci ktorej sa vyčíslili prítoky podzemných vôd z oblasti Malých Karpát, ďalej bol stanovený merný odtok podzemných vôd z územia a množstvo povrchových vôd podieľajúcich sa na dotácii podzemných vôd. Pre komplikovanosť hydrogeologických pomerov zohorsko-marcheggskej nádrže sa bilančné hodnotenie tohto územia nerealizovalo. V sološnickej nádrži boli vypočítané množstvá podzemných vôd z amplitúdy kolísania hladín a ich veľkosť bola stanovená na $227 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ v kategórii C_2 . Výpočet využiteľných množstiev podzemných vôd bol realizovaný metódou reálnych a fiktívnych studní ($125 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ v kategórii C_1). Z bilančnej rovnice bola vyčíslená veľkosť prítoku podzemných vôd z Malých Karpát vo výške $101,5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Merný odtok podzemnej vody z územia tvorený infiltrovanými zrážkovými vodami na celú plochu nádrže (bez prítoku z Malých Karpát) bol vyčíslený na $4,5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^2$. Na základe tejto bilancie sa zistilo, že sološnická nádrž je v priemernom hydrologickom roku dotovaná v množstve cca $480 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Hodnotu $227,94 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, zistenú z amplitúdy kolísania hladín, ktorá bola zaradená do kategórie C_2 , považovali autori za nízku, preto pre ďalšie úvahy odporučili hodnotu $480 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ získanú na základe bilancie územia. Z kvalitatívneho hľadiska boli podzemné vody tohto územia bez úprav pre pitné účely nevhodné, a to ako po chemickej, tak aj po bakteriologicko-biologickej stránke. Pre zohorskú nádrž vypočítali množstvá podzemných vôd z amplitúdy kolísania hladín na $142,09 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Túto hodnotu nepovažoval autorský kolektív za reálnu a preto ju neodporučil zaradiť do kategórie C_2 , pretože toto množstvo považoval za značne ovplyvnené zmenou prirodzeného režimu. Výpočtom z reálneho radu studní odčerpaných spoločnou čerpacou skúškou vyčíslili cca $400 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ využiteľného množstva a zaradili ho do kategórie C_1 . Hodnotu $400 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, zaradenú do kategórie C_1 však autori považovali za reálnu, nakoľko ju overili spoločnou čerpacou skúškou na hydrogeologických vrtoch HVZ-2 až HVZ-5. Z kvalitatívneho hľadiska ani vody zohorskej nádrže už v tom čase nebolo možné

využívať bez úprav ako pitné vody, a to pre ich zvýšený obsah mangánu, železa, amoniaku, zvýšenú oxidovateľnosť a často sa vyskytujúce koliformné baktérie.

Ďalšie regionálne prehľadné zhodnotenie hydrogeologických pomerov Záhorskej nížiny na úrovni mierky 1:200 000 bolo súčasťou textových vysvetliviek k základnej hydrogeologickej mape 1:200 000 list 34 Znojmo (Krásný et al., 1987) pre jej severnú časť, resp. pre jej južnú časť v práci Kullman a Pospíšil (1973, list 44 Bratislava).

Pri riešení úlohy Láb - Plavecký Štvrtok - hydrogeologický prieskum (Polák, 1982) bolo vybudovaných 5 vrtov a 2 piezometre, ktoré zistili, že zvodnenec je budovaný kvartérnymi viatymi pieskami a fluvialnými pieskami a jeho priepustnosť je približne rovnaká (koeficient filtrácie sa pohyboval okolo $1 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). Hrúbka kvartérnych priepustných sedimentov prevládala nad neogénymi sedimentmi. Využitelné množstvá podzemných vôd boli sumárne stanovené na $15 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ z 5 vrtov. Voda po kvalitatívnej stránke nevyhovovala kritériám kladeným v tom čase na pitnú vodu, a to pre nežiaduce fyzikálne vlastnosti: zákal, zápach po H_2S , obsahy Fe a Mn.

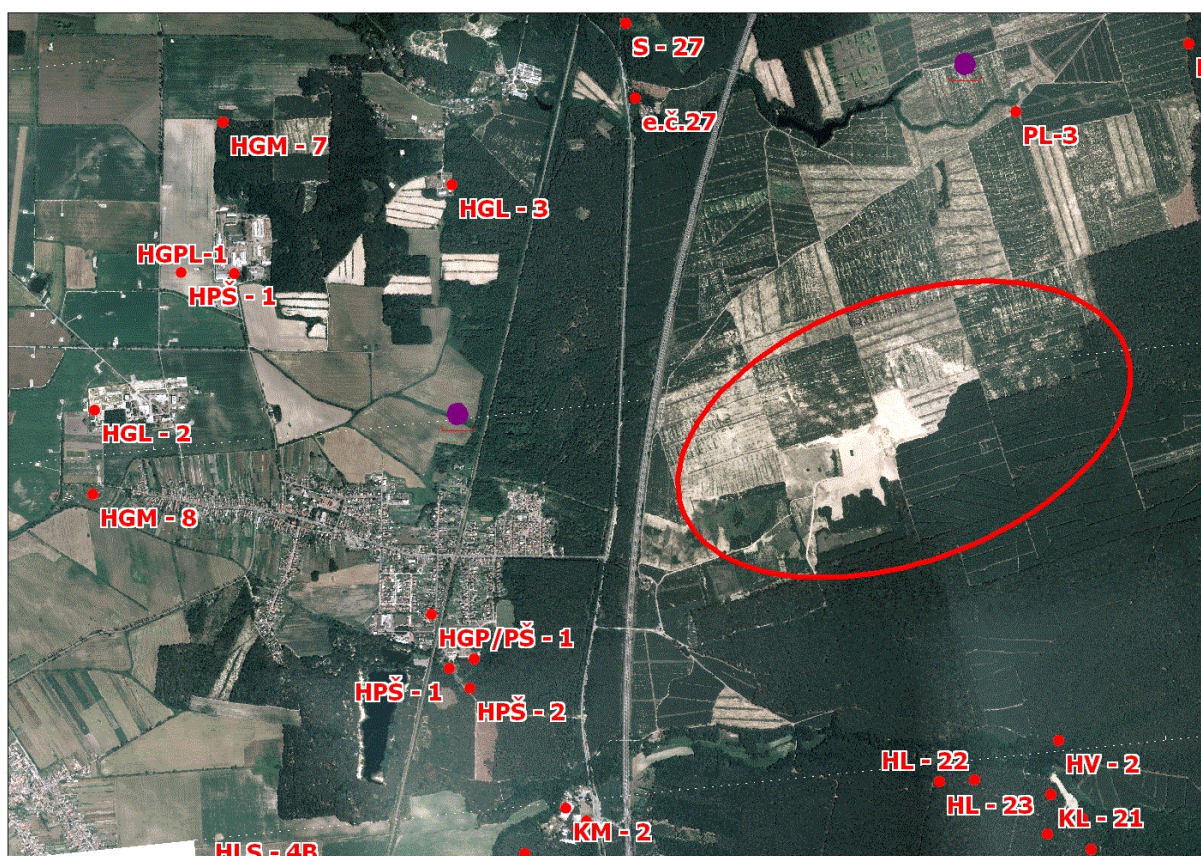
Tab. č. 1: Výsledky ďalších hydrogeologických prieskumných prác v oblasti skúmanej lokality.

označenie vrtu	hlbka 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
HGM - 8	136	-0,50 - ornica -4,50 - piesok -16,50 - íl -25,50 - piesok -28,00 - íl -31,50 - piesok -37,50 - íl -49,00 - piesok -64,00 - íl -73,00 - piesok -79,00 - íl -100,00 - piesok -106,00 - íl uhol'ný -118,00 - íl -133,00 - piesok -136,00 - íl	3,18	3,18	9,60 11,9 0	4,00 10,7 0	Arva J., Bačová Z.	1981
	42	-0,50 - ornica -1,80 - piesok zahlinený -4,00 - piesok ílovitý -29,00 - íl piesčitý -40,00 - piesok ílovitý -42,00 - íl	1,7	3,5	3,1	11,3 5	Everling	1966
HPŠ - 1	31,3	-1,00 - piesok zahlinený -1,90 - piesok s valúnmi štrkov -7,00 - piesok ílovitý -8,10 - piesok ílovitý -17,00 - íl piesčitý -21,50 - štrk piesčitý -31,50 - íl piesčitý	17	5,25	12,2	6,31	Pekař, Tartal	1969
HO - 1	100,5	-0,50 - ornica -4,00 - štrk -25,00 - íl -33,30 - pieskovec (ng) -35,00 - piesok -40,50 - íl -42,00 - piesok -46,50 - íl -57,80 - piesok -68,00 - pieskovec -81,20 - íl	0	5,38	2,00 3,00 6,05	2,91 4,22 10,4 2	Polák R.	1978

označenie vrtu	hlbka vrtu [m]	stručný profil vrtu	narazená hladina podzem. vody [m]	statická hladina podzem. vody [m]	Q [l·s ⁻¹]	s [m]	autor	rok
		-83,30 - piesok -88,00 - íl -92,50 - piesok -100,50 - íl						
HPŠ - 1	25	-1,30 - piesok zahlinený -5,00 - piesok jemný -16,00 - piesok jemný až stredný -24,00 - piesok zahlinený -25,00 - íl modrosivý	1,35	0,49	5,00 10,0 0 15,0 0	1,35 2,76 4,21	I. Kraus	1990
HLS - 4A	26,5	-2,50 - piesok jemný -3,00 - piesok zahlinený -25,00 - piesok jemný až stredný -26,50 - íl sivý	3	3,23	1,00 2,00 3,00 5,00 7,00	0,63 1,26 1,85 2,86 4,84	R. Polák	1982
HPŠ - 3	22	-0,30 - piesok zahlinený -6,00 - piesok jemný až stredný -8,00 - piesok zahlinený -10,00 - štrk piesčitý -19,00 - piesok jemný až stredný -20,00 - piesok zahlinený -22,00 - íl modrosivý	1,35	1,47	5,00 10,0 0 15,0 0	1,65 3,36 5,73	I. Kraus	1990
HPŠ - 2	25	-0,30 - piesok zahlinený -2,30 - piesok s organickou prímiesou -6,80 - piesok jemný až stredný -9,00 - štrk piesčitý -22,00 - piesok jemný až stredný -24,00 - piesok ílovitý -25,00 - íl modrosivý	1,35	0,67	5,00 10,0 0 15,0 0	1,25 2,11 3,53	I. Kraus	1990
KM - 2	25	-3,50 - piesok zahlinený -17,60 - piesok -18,30 - íl -23,00 - piesok jemný -25,00 - íl	3,5	3,7	3,33	1,01	Pekař	1969
HKM - 3	31,5	-1,80 - piesok zahlinený -4,40 - piesok -5,50 - íl -10,00 - piesok -11,50 - íl -13,60 - piesok -15,00 - íl -20,00 - piesok -20,50 - íl -22,30 - piesok -25,00 - íl -26,50 - piesok -28,40 - štrk -31,50 - íl	2,8	2,8	0,91 1,63 2,12	3,00 4,00 6,69	Bátory	1976
KH - 1	34	-28,20 - piesok jemný -33,00 - íl s valúnmi -34,00 - íl piesčitý	7,2	3	3	4,54	Pekař	1964
HKM - 4	35	-0,40 - hlina piesčitá -3,50 - piesok jemný až stredný -4,80 - hlina piesčitá -13,00 - piesok stredný až hrubý -13,80 - hlina ílovito-piesčitá -23,50 - piesok stredný -28,00 - íl sivý -30,00 - íl hnedý -30,70 - piesok ílovitý -35,00 - íl tvrdý	2	2	1,00 2,00 3,00 5,70	0,74 1,41 2,62 3,33	Lipovská	1982
HGP/ /PŠ - 1	150	-2,50 - navážka -19,00 - piesok hrubý -27,00 - íl -28,00 - piesok -33,00 - íl			2,00 4,50 6,00	3,5 22,0 32,0	R. Husár	1987

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
		-36,00 - štrk piesčitý -44,00 - íl zelený -46,00 - piesok so štrkom -59,00 - íl zelený -60,00 - pieskovec (neogén) -150,00 - piesok s prepl. ílov						

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 Plavecký Štvrtok – z geomorfologických dominánt riekou Moravou, na juhu tokom Močiarky a zo severu tokom Tančibockého potoka.

2.4.1 Geomorfologické pomery

V zmysle geomorfologického členenia Slovenska (Mazúr a Lukniš, 1980) patrí bezprostredné okolie do Západopanónskej panvy, Viedenskej kotliny, oblasti Záhorskej nížiny, celku Borská nížina. V záujmovom území sú vyčlenené tri geomorfologické podcelky: Záhorské pláňavy v jeho najzápadnejšej časti, Podmalokarpatská zníženina n najjužnejšej časti a podcelku Bor na väčšine územia.

Územie sa vyznačuje relatívne plochým reliéfom, čo je podmienené geologickou stavbou, ktorú tvoria neogénne a kvartérne sedimenty. Absolútna nadmorská výška hodnoteného územia je 150 až 205 m nad morom.

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. Priemerné teploty vzduchu nameraná v meteorologickej stanici Malacký a Devínska Nová Ves za obdobie 1931-1960 sú uvedené v tabuľke č. 2 a za obdobie 1951–1980 v tabuľke č. 4 (len pre stanicu Malacký).

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

Stanica	Teplota v °C (obdobie 1931-1960)												Rok
	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	
Malacký	-4,6	-3,1	1,0	6,8	12,3	15,4	17,2	16,4	12,1	7,1	2,3	-1,8	6,8
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

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 Malacký 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 jarných a jesenných mesiacoch.

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

Stanica	Zrážky v mm (obdobie 1931-1960)												Rok
	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	
Devínska Nová Ves	56	48	37	39	41	43	74	74	84	72	40	56	664
Malacký	35	33	36	41	65	75	82	72	41	54	48	39	621
Zohor	33	33	33	39	61	71	81	69	40	55	48	39	602
Vysoká pri Morave	32	35	32	35	61	64	74	68	41	54	42	36	573
Stupava	39	37	38	40	67	68	82	66	43	56	50	43	629

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

Stanica	Teplota °C												Rok
	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	
Malacký	-1,7	0,2	4,1	9,5	14,2	17,8	19,2	18,5	14,9	9,4	4,6	0,4	9,3

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

Stanica	Zrážky v mm												Rok
	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	
Malacký	30	30	32	47	55	85	85	61	35	41	45	36	583
Zohor	32	35	35	50	56	75	76	61	40	44	47	39	589

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

Hodnotené územie patrí do povodia Moravy. Rieka Morava má charakter nížinného toku s maximálnymi prietokmi v období topenia sa snehovej pokrývky. Vodné diela na hornom toku Moravy čiastočne pozmeňujú prietokové pomery. Rieka Morava je v hodnotenom území uzavretá hrádzami. Malina je od Malaciek umelým kanálom. Do Maliny sa JZ od Lábu vlievajú potoky Močiarka a Oliva. Močiarka zbiera vody zo svahov Malých Karpát medzi Pernekom a Jablonovým a nižšie drénuje podzemné vody viatych pieskov perneckej nádrže. Oliva vyviera medzi Ládom a Plaveckým Štvrtkom a zbiera prevažne podzemné vody perneckej nádrže. Priemerný mesačný prietok Močiarky na stanici Láb je podľa Kullmana a Krásného (1974) a Kullmana et al. (1973) $0,250 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

3.4. Geologické a tektonické pomery

V zmysle geologického členenia Slovenska (Vass et al., 1988) patrí skúmané územie do záhorsko-dolnomoravskej časti Viedenskej panvy. Viedenská panva patrí k predoblúkovým panvám Západných Karpát. Z tektonického hľadiska možno jej neogénnu sedimentárnu výplň rozdeliť na dve štruktúrne etáže. Starsia výplň panvy leží v severnej časti na prikrovoch flyšových Karpát. Počas svojho vývoja bola transportovaná spolu so svojím podloží. Pritom sa vrásnila a postihla ju epigenetická zlomová tektonika. Mladá výplň panvy vznikla ako naložená štruktúra typu pull-apart s

relatívne plytkým zásahom generujúcich zlomov (thin-skinned pull-apart basin, Royden, 1985). Viedenská panva sa skladá zo sústavy hrástí a čiastkových grábenov (Vass, 1998; Kováč, 2000). Vyzdvihnuté bloky pozdĺž západného a východného okraja panvy sú oddelené od depresii zlomami so značnou amplitúdou pohybov, pričom maximálna hrúbka sedimentov dosahuje až 5 500 m. Neogénne sedimenty sú vo výplni Viedenskej panvy reprezentovanéorskými a brakickými spodno- a strednomiocénnymi sedimentami a brakickými až sladkovodnými vrchnomiocénnymi a pliocénnymi usadeninami.

Sedimenty egenburského a otnanského veku reprezentuje vo Viedenskej panve **lužické súvrstvie**. Marginálne sedimenty uvedeného súvrstvia egenburského veku tvoria **chropovské zlepenice** a **winterberské pieskovce**. Panvovú fáciu reprezentujú ílovito-piesčité usadeniny. Na hranici egenburgu a otnangu sa usadzovali hodonínske piesky, ktoré sa nachádzajú na báze sedimentov otnanského veku a rozdeľujú tak ílovito-piesčité sedimenty lužického súvrstvia na časť egenburskú a otnanskú (Jiříček, 1988).

Lužické súvrstvie (egenburg-otnang) tvoria usadeniny, ktoré sa vznikli v rôznych prostrediach. Okrajovú plytkovodnú fáciu súvrstvia tvoria pestré vápnité íly so zlepenčovými polohami a sivé vápnité íly, ktoré sa usadzovali v brakickom až sladkovodnom deltovom prostredí a morské klastické sedimenty chropovských zlepenčov a winterberských pieskovcov, ktoré sa usadzovali v plytkovodnom prostredí v priebehu egenburgu. Panvovú fáciu reprezentujú pelitické sedimenty, ktoré vznikli počas egenburgu až otnangu. nevystupujú na povrch. Brakické sedimenty sú reprezentované pestrými vápnitými ílmi so zlepenkami. V nadložných sivých vápnitých íloch bol paleontologickým výskumom zistený výskyt fauny, ktorá poukazuje na sublitorálne brakické prostredie (Jiříček in Gaža et al., 1983). Pelitické sedimenty lužického súvrstvia v panvovom vývoji sa usadzovali v priebehu egenburgu až otnangu. Tvorené sú sivými, tmavosivými vápnitými siltovcami a ílovcami s bridličnatým rozpadom, jemnou vrstevnatosťou a ojedinelými polohami vápnitých pieskovcov. Na rozhraní pelitických sedimentov egenburského a otnanského veku ležia hodonínske piesky.

Lakšárske súvrstvie (spodný karpát) sa nachádza na celom území slovenskej časti Viedenskej panvy. Uvedené súvrstvie má faciálne odlišný vývoj v juhovýchodnej a v severozápadnej časti panvy. V jv. časti sa uvedené súvrstvie vyznačuje monotónnym pelitickým vývojom, ktorý je reprezentovaný sivými dokonale vrstevnatými jemne piesčitými vápnitými ílmi šlirového charakteru. Uvedené sedimenty sa usadzovali v kludných podmienkach neritickej zóny. Vyznačujú sa málo premenlivou mikrofaunou, v sz. časti panvy je však litologický a faunistický vývoj súvrstvia vertikálne rozčlenený. Súvrstvie je tvorené prevažne zelenavo sivými, sivozelenými až zelenosivými piesčitými vápnitými ílmi, silne slúdnatými, ktoré sú nevrstevnaté alebo len nedokonale vrstevnaté (Špička & Zapletalová, 1964). Sedimenty lakšárskeho súvrstvia sa usadzovali v hlbokomorskom batyálnom dobre vetranom prostredí, bohatom na živiny (Kováč & Hudáčková, 1997).

Závodské súvrstvie (vrchný karpát) je tvorené sivými, dokonale vrstevnatými vápnitými ílmi a bridlicami, miestami s časťami vrstvičkami bielosivého vápenca, ktoré sa nepravidelne striedajú s rôzne hrubými vrstvami svetlosivých vápnitých pieskovcov. Na báze súvrstvia sa nachádzajú šaštínske piesky. V južnej časti panvy sú prítomné vysladené lábske vrstvy. Závodské súvrstvie je faunisticky

takmer sterilné, alebo obsahuje netypické a málo charakteristické spoločenstvá mikrofauny. Polohy typicky morskej mikrofauny sa vzhľadom k celkovej hrúbke súvrstvia vyskytujú len nepatrnej miere. Závodské súvrstvie sa najpravdepodobnejšie usadzovalo v plytkovodnom brakickom až sladkovodnom prostredí s prevažne nepriaznivými podmienkami pre rozvoj mikrofauny. Len v širšom okolí lakšárskej elevácie a v oblasti Šaštína boli zistené v tesnom nadloží šaštínskych pieskov a v jednej polohe vo vyššej časti súvrstvia bohaté asociácie morskej mikrofauny (Špička & Zapletalová, 1964).

Šaštínske piesky (vrchný karpát) sú tvorené pieskmi s polohami pelitických hornín. Naopak, **lábske vrstvy** (vrchný karpát) sú tvorené pestrými, väčšinou nazelenalými, sivými a tmavosivými muskovitickými "šlirmi" s polohami pieskov (Jiříček, 1988). V uvedených vrstvách boli zistené dve biofácie: brakická a sladkovodná (Buday & Cicha, 1956; Jiříček in Gaža et al., 1983). Lábske vrstvy sú vyvinuté na juhu slovenskej časti Viedenskej panvy v okolí Malaciek, Lábu, Jakubova, Suchohradu, Vysokej a Lozorna.

Lanžhotské súvrstvie (spodný bádén) reprezentuje spodnobádenské sedimenty Viedenskej panvy, na báze ktorých sa nachádzajú transgresívne kútske vrstvy tvorené variabilným zastúpením zlepcov, pieskovcov rôznej zrnitosti a pestrých pelitov. Panvové sedimenty lanžhotského súvrstvia reprezentujú nazelenalé sivé vápnité íly, ktoré v oblasti Malacky – Kúty dosahujú hrúbku až 600 m (Jiříček in Gaža et al., 1983). V nich sa nachádzajú len ojedinelé polohy pieskov, prevažne vo forme šošoviek.

Kútske vrstvy (spodný bádén) sú reprezentované zlepcami, štrkami a pieskovecami, v ktorých sa nachádzajú pestré íly alebo vyššie uvedené klastické sedimenty prechádzajú do pestrých ílov (tzv. anhydritovej fácie). Pomerné zastúpenie jednotlivých litologických typov sa v jednotlivých častiach panvy mení. Severne od Malaciek sú kútske vrstvy tvorené vápnitými pieskovecami, zlepcami a zelenosivými a pestrými vápnitými ílovcami, ktorých hrúbka dosahuje 250 m. Juhozápadne, južne a východne od Malaciek sú vyvinuté zlepenice. Ležia diskordantne na lábskych vrstvách karpatského veku. Reprezentované sú hrubozrnnými až drobnozrnnými zlepcami prechádzajúcimi do pieskovcov. Zriedkavo sa v nich vyskytujú polohy pestrých pelitov. V oblasti Studienky a Levár sú kútske vrstvy tvorené prevažne sedimentmi, ktoré sa vyznačujú častým striedaním rôznych facií, zvlášť sivých a pestrých červenohnedoškrvnitých vápnitých ílov a ílovcov, vápnitých pieskovcov a pieskov, nepravidelne zvrstvených (krížové a diagonálne zvrstvenie) zlepcov a štrkov. V terminálnej časti uvedených sedimentov boli zistené sivé pelitické polohy so spodnobádenskou mikrofaunou (Špička & Zapletalová, 1965). Tieto sedimenty postupne prechádzajú do nadložných pelitov lanžhotského súvrstvia. Kútske vrstvy v tejto oblasti ležia transgresívne na pelitoch závodského súvrstvia (Špička, 1966).

Jakubovské súvrstvie (stredný bádén) je tvorené na báze hruboklastickými a pestro sfarbenými usadeinami žižkovských vrstiev, v nadloží ktorých sa nachádzajú prevažne piesčité sedimenty - stupavské vrstvy s morskou sublitorálnou faunou. Uvedené piesky prechádzajú smerom do nadložia do sivých a nazelenalosivých vápnitých ílov (téglov). Na elevačných štruktúrach (lábska klenba) sú súčasťou stupavských vrstiev aj litotamniové vápenice (v zmysle Budaya, 1955).

Žižkovské vrstvy (stredný bádén) sa nachádzajú v podloží stupavských vrstiev v oblasti Studienky a medzi Studienkou a Malackami. Na báze žižkovských vrstiev sa nachádzajú zlepenice, ktoré prechádzajú do pieskov rôznej zrnitosti a pestrých ílov. Polohy pieskov vytvárajú šošovky. Uvedené vrstvy majú výraznú transgresívnu hranicu s podložnými ílmi lanžhotského súvrstvia. Dosahujú hrúbku až 150 m. Prechod žižkovských vrstiev do stupavských vrstiev je litologicky a faunisticky pozvolný (Špička & Zapletalová, 1965).

Studienčanské súvrstvie (vrchný bádén) je reprezentované okrajovými sandberskými vrstvami a panvovými pelitickými usadeninami.

Sandberské vrstvy sa nachádzajú pri východnom okraji Viedenskej panvy. Tvorené sú bazálnymi zlepenkami a pieskovcami, ktoré smerom do panvy i nadložia prechádzajú do slabo piesčitých mikritických litavských vápencov. Okruhlíky v zlepenkoch sú nedokonale zaoblené. Ich petrografické zloženie je relatívne monotónne. Zastúpené sú predovšetkým svetlosivé a tmavosivé vápence wetersteinského typu, strednotriasové dolomity a ojedinele i žltosivé krasové sintre, poukazujúce na skrasovatenie paleopobrežia. Obliaky ako i predneogénne podložie sú často perforované vrtavými lastúrníkmi a hubkami. Chaoticky usporiadané zlepenice sa smerom do nadložia striedajú s vrstvami pieskovcov s ojedinelými obliakmi s priemerom 1-2 cm a úlomkami hrubostenných lastúr. Matrix zlepenčov je tvorený prevažne organodetritickým piesčitým vápencom. Tieto sedimenty prechádzajú laterálne smerom do panvy a čiastočne i vertikálne smerom do nadložia do litavských vápencov reprezentujúcich typický rífový komplex viazaný na tektonicky aktívnu pobrežnú líniu, kde karbonátová sedimentácia prebiehala v úzkom pruhu pozdĺž pobrežia. Vápence patria z mikroskopického hľadiska medzi biolity s prevahou koralinných rias. (Baráth, 1993; Baráth et al., 1994).

Skalické súvrstvie (vrchný sarmat) je tvorené sivými a hnedoškvrnitými vápnitými ílmi s bohatou faunou mäkkýšov (Švagrovský, 1971) ako i sivými, sivožltými drobnými a strednozrnnými pieskami a pieskovcami s horizontálnym, čerinovým s šikmým zvrstvením. Uvedené sedimenty obsahujú bohatú faunu bivalvií, foraminifer a ostrakódov (Fordinál & Zlinská, 1998). Skalické súvrstvie vzniklo v prostredí delty progradujúcej do brakického mora (Elečko & Vass, 2001).

Bzenecké súvrstvie (spodný-stredný panón) je tvorené na báze zelenavosivými vápnitými ílmi prechádzajúcimi až do ílovitých pieskov s polohou drobnozrnného štrku. Uvedené sedimenty prechádzajú do ílov zóny B panónu. V ich nadloží sa nachádzajú prevažne piesčité sedimenty zóny C a sivé a nazelenalé sivé vápnité íly zóny D panónu (Jiříček, 1985). Sedimenty zóny E panónu reprezentujú záhorské vrstvy. Tvorené sú sivými ílmi s polohami pieskov.

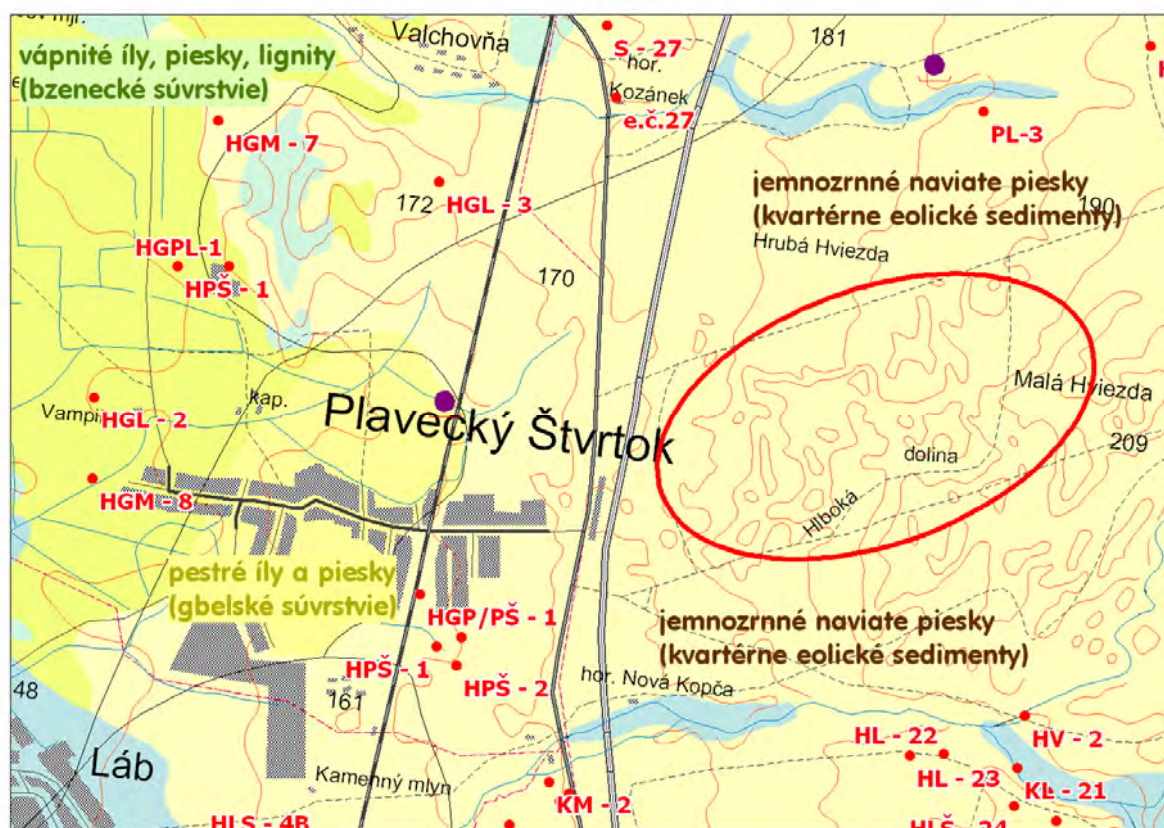
Čárske súvrstvie (vrchný panón) reprezentuje sedimenty zóny F panónu. Súvrstvie je tvorené ílmi, piesčitými ílmi a pieskami s niekoľkými polohami lignitov. Rozčlenené je do jánskych, dubníanskyh a sekulských vrstiev (Bartek, 1989).

Sekulské vrstvy sú tvorené sivými ílmi a piesčitými ílmi s preuhoľnatými rastlinnými zvyškami a drobnozrnnými pieskami. Tesne nad bázou vrstiev, alebo na hranici sekulských vrstiev zo záhorskými vrstvami sa nachádza poloha lignitu dosahujúca hrúbku do 1 m.

Dubnianske vrstvy sú tvorené polohami lignitov, ktorých hrúbka je 0,3 až 6,0 m. Medzi lignitmi sa nachádzajú sivé íly, piesčité íly a piesky s preuhoľnatými rastlinnými zvyškami.

Jánske vrstvy tvoria vrchnú časť čárskeho súvrstvia. Báza jánskych vrstiev je tvorená pieskami, ktoré smerom do nadložia prechádzajú do ílov s preuhoľnatými rastlinnými zvyškami. V íloch sa vyskytujú i tenké slojky lignitu.

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



Gbelské súvrstvie (vrchný panón) reprezentuje sedimenty zón G až H panónu. Na jeho báze nachádzajú drobné- až strednozrnné štrky. V ich nadloží sa nachádzajú íly, ktoré majú svetlozelenavosivú a svetlozelenosivú farbu a vyznačujú sa intenzívnou hrdzavohnedou a hrdzavočervenou až červenou škvrnitosťou. V nich sa vyskytujú polohy rýchlo sa vyklíňujúcich svetlosivých drobné- až strednozrnných pieskov (Hromec, 1959; Janáček, 1957).

Sološnické súvrstvie (pliocén) je vyvinuté v zohorsko-plaveckej priehlbine. Na jeho báze sa vyskytuje 10 m hrubá vrstva kremenných štrkov. V ich nadloží sa nachádza 7 m hrubá poloha ílov, z väčšej časti hrdzavoškvrnitá. Nad ňou sa vyskytujú hrubozrnné štrky, valúny ktorých sú tvorené hlavne mezozoickými karbonátmi. Hrúbka týchto štrkov je 24 m (Jiříček, 2002). V nadloží štrkov sa nachádza 3 m hrubá poloha ílov. Uvedený sled sedimentov by podľa Jiříčka (l.c.) mohol byť dáckeho veku. V nadloží týchto sedimentov sa nachádzajú hrubozrnné štrky s polohami zelenosivých ílov, ktoré v terminálnej časti tohto 80 m hrubého vrstevného sledu prevládajú. Tieto sedimenty patria pravdepodobne do rumanu. Terminálna časť súvrstvia bola navrátna bola tvorená sivými, zeleno- i

modrosivými a pestroškrvnými ílmi, v ktorých sa nachádzali polohy čiernej a hnedočiernej rašeliny (max. hrúbka 1,8 m; Kullman, 1966).

Vývoj a hlavne hrúbku kvartérnych sedimentov v čiastkových depresiách výrazne ovplyvnila kvartérna poklesová tektonika, ktorá v podhorí Malých Karpát formovala tvorbu náplavových kužeľov. Kým na čiastkových eleváciách kužele tvoria iba zvyšky malých mocností, v čiastkových depresiách sa za okrajovým zlomom v dôsledku poklesávania v priebehu kvartéru hromadil prolúviálny materiál a tak sa vytvorili mocné súvrstvia klastických kvartérnych sedimentov, a to v sološnickej depresii s hrúbkami až do 50 m, v perneckej depresii až do 60 m. Prolúviá malokarpatských tokov zaplňali poklesávajúce depresie z juhovýchodu. Zo západu a severozápadu boli depresie v dôsledku intenzívnej eolickej činnosti zaplňané viatymi pieskmi v plnom rozsahu. V ich západných častiach to bolo až do hrúbky 60 - 80 m. V stredných častiach depresií došlo v dôsledku prevládajúcich vplyvov buď prolúviálnej alebo eolickej sedimentácie k striedaniu prolúviálnych a eolických sedimentov (Kullman, 1980)

Odlíšny charakter majú kvartérne sedimenty v najjužnejšej čiastkovej zohorsko-marcheggskej depresii, v ktorej boli overené 85 - 92 m hrúbky zvodnených kvartérnych štrkov a pieskov. Veľké hrúbky kvartérnych sedimentov v tejto čiastkovej depresii vytvorené náplavami Moravy a sčasti eolickou činnosťou sú podobne ako v predchádzajúcich čiastkových depresiách, dôsledkom súčinnosti intenzívnej sedimentácie a mladej poklesovej tektoniky územia (Kullman, 1980).

Lábsko-malacká hrášt' je voči zohorskej depresii obmedzená lábsko-plaveckými zlomami a zo severozápadu malackými zlomami. Je to oblasť konsolidovaná už v staršom neogéne s vysokopoloženými neogénnymi sedimentami (Buday et al., 1962) v podloží kvartéru. Lábsko-malackú hrášt' budujú sedimenty neogénu, pričom najmladšie z nich prináležia čárskemu súvrstviu pontského veku. Jeho maximálna hrúbka na hrásti je 400 m južne od Studienky, do 100 m v oblasti Malaciek, okolo 450 m v oblasti Vysokej. Súvrstvie je tvorené pieskmi, ílmi so šošovkami lignitu. V čiastkových poklesnutých kryhách na hrásti sú zachované erozívne zvyšky gbelského súvrstvia podobného litologického zloženia ako v zohorskej depresii (Vass & Elečko, 1995 in Marcin et al., 1995). Vzhľadom na to, že táto oblasť bola začiatkom pontu vysokopoloženou elevačnou zónou, nevytvorili sa podmienky pre sedimentáciu väčšej hrúbky kvartérnych uloženín. Neogénne sedimenty v tejto oblasti vystupujú buď priamo na povrch, alebo sú prekryté kvartérnymi uloženinami malých mocností. Z nich najväčšie rozlohy na hrásti zaberajú erózne zvyšky rôznych terasových stupňov Moravy, tvorené štrkami a pieskmi prevažne malej hrúbky (do 4 - 5 m), jemnozrnné až strednozrnné eolické piesky, reprezentované taktiež väčšinou malými hrúbkami a deluviálne sedimenty na svahoch terasových zvyškov zo zahlinených pieskov s prímiesou štrkov dosahujú v priemere hrúbku 1 m, max. 2 m (Kullman, 1980).

Zohorská depresia je podhorskou depresiou Malých Karpát a tvorí severnú časť rozsiahlej priekopovej prepadliny, ktorá sa tiahne v dĺžke 106 km, s premenlivou šírkou od 2 - 12 km od Wiener Neustadtu v Rakúsku cez Moravské pole na územie Slovenska do Záhorskej nížiny.

Táto rozsiahla priekopová prepadlina, rozprestierajúca sa na území dvoch štátov, ako odraz mladej kvartérnej tektoniky, je rozčlenená priečnymi eleváciami na 3 samostatné depresné celky vyplnené kvartérnymi sedimentmi. Dva z nich sa rozprestierajú na území Rakúska a tretí -

najsevernejší, tvoriaci zohorskú depresiu, na území SR. Najjužnejšou z uvedených troch depresíí je mitterndorfská depresia začínajúca na juhu pri Wiener Neustadte. Tiahne sa cez Mitterndorf až po Wienerherberg. Je obmedzená sollenau - moosbrunerským a goldbergským zlomom, pozdĺž ktorých poklesla a vytvára asi 40 km dlhú a 2 - 8 km širokú kvartérnu depresiu vyplnenú pleistocénnymi štrkami, ktorých hrúbka dosahuje až 150 m (Küpper, 1954).

Medzi Dunajom a Moravou v pokračovaní mitterndorfskej depresie na severovýchod je druhá významná samostatná depresia na Moravskom poli, a to depresia "Lasser Senke". Je podobnou depresiou ako predchádzajúca, poklesnutá pozdĺž zlomov (Thenius, 1961 in Marcin et al., 1995) a taktiež vyplnená kvartérnymi sedimentmi (Fink, 1955).

Depresia "Lasser Senke" sa smerom k Marcheggu splytčuje a prechádza vnútri celkovej priekopovej prepadliny v oblasti jz. od Marcheggu do elevácie, ktorú dokumentuje gänsendorfská terasa würmského veku (Fink, 1955). Ide o málo rozsiahlu priečnu eleváciu, pretože pri Marcheggu sa už rozprestiera južný okraj zohorskej depresie, ktorá je podhorskou depresiou Malých Karpát a nachádza sa prakticky v celom rozsahu na území SR. Podobne ako predchádzajúce dve kvartérne depresie v Rakúsku je to depresia s dĺžkou asi 36 km a šírkou 7 - 8 km, výrazne poklesnutá a obmedzená zlomami.

Vlastná zohorská depresia netvorí jednotný celok. Na jej vývoji sa podieľali aj pohyby pozdĺž priečných zlomov (sz. - jv. smeru), ktoré podmienili jej rozčlenenie na ďalšie čiastkové elevácie a depresie. Dvoma výraznými eleváciami, a to rohožníckou a lozorskou, ktoré tvoria výrazné prieniky pohoria do nížiny, je rozdelená na čiastkové depresie – najsevernejšiu čiastkovú depresiu sološnickú, strednú perneckú depresiu a najjužnejšiu zohorsko-marcheggskú depresiu (Kullman, 1980).

V podloží kvartéru v zohorskej depresii vystupujú neogénne klastické sedimenty s významným podielom pelitických polôh. Najmladšie pod kvartérnym pokryvom ležiace sedimenty výplne priekopy patria gbelskému súvrstviu dáckeho veku. Sú to pestré íly s polohami pieskov a štrkov.

Na juhovýchodnom okraji zohorskej depresie, na okrajových vyšších kryhách (západne od Stupavy) pod kvartérom vystupujú sedimenty panónu: piesky a vápnité íly ako aj sedimenty holičského súvrstvia (sarmat): piesky/pieskovce, vápnité íly a štrky/zlepence (Vass & Elečko, 1995 in Marcin et al., 1995).

Vývoj a hlavne hrúbku kvartérnych sedimentov v týchto čiastkových depresiách výrazne ovplyvnila kvartérna poklesová tektonika, ktorá v podhorí Malých Karpát formovala tvorbu náplavových kužeľov. Kým na čiastkových eleváciach kužele tvoria iba zvyšky malých hrúbok, v čiastkových depresiách sa za okrajovým zlomom v dôsledku poklesávania v priebehu kvartéru hromadil proluviálny materiál a tak sa vytvorili mocné súvrstvia klastických kvartérnych sedimentov, a to v sološnickej depresii s hrúbkami až do 50 m, v perneckej depresii až do 60 m. Prolúviá malokarpatských tokov zapíňali poklesávajúce depresie z juhovýchodu. Zo západu a severozápadu boli depresie v dôsledku intenzívnej eolickej činnosti zapíňané viatymi pieskami v plnom rozsahu. V ich západných častiach to bolo až do hrúbky 60 - 80 m. V stredných častiach depresií došlo v dôsledku prevládajúcich vplyvov buď proluviálnej alebo eolickej sedimentácie k striedaniu proluviálnych a eolických sedimentov (Kullman, 1980).

Odlišný charakter majú kvartérne sedimenty v najjužnejšej čiastkovej zohorsko-marcheggskej depresii, v ktorej boli overené 85 - 92 m hrúbky zvodnených kvartérnych štrkov a pieskov. Veľké hrúbky kvartérnych sedimentov v tejto čiastkovej depresii vytvorené náplavami Moravy a sčasti eolickou činnosťou sú podobne ako v predchádzajúcich čiastkových depresiách, dôsledkom súčinnosti intenzívnej sedimentácie a mladej poklesovej tektoniky územia (Kullman, 1980).

2.8 Hydrogeologické pomery

V zmysle hydrogeologickej rajonizácie Slovenska (Šuba et al., 1984) patrí severozápadná časť územia do hydrogeologického rajónu NQ 005 Neogén centrálnej časti Borskej nížiny, a juhovýchodná časť územia do hydrogeologického rajónu Q 007 Kvartér a neogén južnej a juhovýchodnej časti Borskej nížiny, čiastkového rajónu MA 10 označovaného ako „Čiastkový rajón podmalokarpatských depresií“. Toto územie je zároveň zaradené do útvaru podzemných vôd SK1000100P, vyčlenenému v zmysle európskej rámcovej smernice o vodách EC/60/2000, s názvom „Útvar medzizrnových podzemných vôd kvartérnych náplavov Viedenskej panvy oblasti povodí Dunaj“. Všetky časti územia sú zároveň vedené v útvare SK2000200P „Útvar medzizrnových podzemných vôd Viedenskej panvy oblasti povodí Dunaj“, ktorý reprezentuje vymedzené predkvartérne útvary podzemných vôd vyčleňované v zmysle európskej rámcovej smernice o vodách EC/60/2000 (Kullman et al., 2005).

Z hydrogeologického hľadiska sú **neogénne sedimenty** Záhorskej nížiny charakterizované rozlične veľkou medzizrnovou priepustnosťou, nízkymi hodnotami hydraulických gradientov a striedaním sa priepustnejších a menej priepustných polôh. To spôsobuje častú prítomnosť artézskych horizontov s rôzne veľkými piezometrickými hladinami („výtláčnymi výškami“). Vzhľadom na nízke priepustnosti a hydraulické gradienty je tu pohyb podzemných vôd veľmi pomalý, s vysokou prirodzenou ochrannou funkciou menej priepustných horizontov. Priepustnosť neogénnych sedimentov má však vysokú horizontálnu i laterálnu premenlivosť.

Spomedzi neogénnych sedimentov, ktoré sa nachádzajú v Záhorskej nížine, sa odhad strednej hodnoty prietočnosti T zvyčajne pohybuje v rozmedzí od $1,0 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ po $3,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (teda v rámci obvyklých veľkostí prietočností horninových celkov na Slovensku sa jedná o vyššie hodnoty), z rámca súboru sa však zvýšenou prietočnosťou vymykajú celky sarmatského skalického súvrstvia, devínskonovoveského súvrstvia (stredný báden) a závodského súvrstvia (karpat; Schwarz et al., 2006). Jednotlivé litostratigrafické členy Viedenskej panvy možno charakterizovať striedaním sa ílov, ílovcov, prachov, prachovcov, pieskov, pieskovcov, štrkov, konglomerátov a lignitových polôh rozličných hrúbok. Výskyt stratigraficky starších sedimentov v tejto časti Viedenskej panvy lemujú zohorsko-plaveckú depresiu, tiahnucu sa pozdĺž pohoria Malých Karpát, smerom na sz. sú tieto postupne prekrývané čoraz hrubšími polohami mladších sedimentov najmä panónskeho bzeneckého súvrstvia.

Najstaršími sedimentmi komplexu neogénnych panvových štruktúr Záhorskej nížiny sú polymiktné bazálne zlepenice s polohami pieskovcov – jablonické zlepenice lakšárskeho súvrstvia (karpat). Vystupujú v malých odkryvoch na severovýchode územia. Polymiktné zlepenice s polohami pieskovcov hydrogeologického celku jablonických zlepeníc lakšárskeho súvrstvia predstavujú relatívne priepustné horninové prostredie, neboli však v rámci regiónu overované žiadnym

hydrogeologickým vrtom. Predpokladá sa, že stredná hodnota koeficienta priepustnosti sa pohybuje v rozmedzí $3,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ po $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (Schwarz et al., 2006).

Lakšárske súvrstvie (karpat) – vápnité siltovce, ílovce ("šlir") a pieskovce sa vyskytujú v tých istých oblastiach, kde aj jablonické zlepenice. Na základe vyhodnotenia 26 hydrodynamických skúšok realizovaných v horninách lakšárskeho súvrstvia boli v práci Tupý et al. (2004) odvodené odhady strednej hodnoty prietočnosti T a strednej hodnoty koeficienta filtrácie k o veľkostiach $3,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Indexy priepustnosti a prietočnosti Z a Y sa pohybovali od 2,64 do 5,71 s mediánom 4,16; smerodajná odchýlka hodnôt indexu prietočnosti σ_Y mala veľkosť 0,69.

Pre slienité íly a piesky, vápnité siltovce a ílovce s polohami pieskov závodského súvrstvia (karpat) priradil Konopka (1998) priemernú hodnotu prietočnosti o veľkosti $2,89 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. ($\sigma \log T = 0,66$), Čech a Zváč (1993) pre tento celok vypočítali priemernú hodnotu prietočnosti o veľkosti $1,15 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Najmä v prvom prípade sa jedná o prekvapujúco vysoké hodnoty pri zdanlivom vodárensky neproduktívnom litologickom zložení a pelitickom charaktere súvrstvia. Je pravdepodobné, že polohy pieskov tu hrajú väčšiu úlohu, než je vyjadrená v litologickom opise súvrstvia. Súvrstvie vystupuje na povrch najmä v priestore medzi Bílkovými a Šajdíkovými Humencami.

Kútske vrstvy lanžhotského súvrstvia – spodnobádenské zlepenice, štrky, piesky až pieskovce vystupujú na povrchu najmä v priestore medzi Bílkovými a Šajdíkovými Humencami. Litologicky je vývoj súvrstvia prevažne vo fácií polymiktných zlepenčov a hrubozrnných štrkov striedajúcich sa s polohami pieskov a so zriedkavými polohami ílov. Marcin et al. (1996) charakterizovali hydraulické vlastnosti súvrstvia na základe zhodnotenia 13 hydrogeologických vrtov s overením zvodnenca do priemernej hĺbky 79 m. Jedná sa prevažne o voľnú zvodň. Zhodnotenie dokumentovalo priemerný index prietočnosti Y v hodnote 5,42 so smerodajnou odchýlkou $\sigma = \pm 0,32$, čomu odpovedá T_Y (odhad koeficienta prietočnosti pri veľkosti logaritmickej prepočtovej diferencie $d = 0$) $2,63 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Konopka (1998) charakterizoval toto súvrstvie strednou hodnotou T o veľkosti $3,60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ($\sigma \log T = 0,49$).

Íly, piesčité pestré íly, zriedka slienité íly, vápnité ílovce a siltovce, tufy, riasové vápence panvovej fácie stredného bádenu jakubovského súvrstvia neboli vzhľadom na ich malé plošné zastúpenie na povrchu na úpätí Malých Karpát hydraulicky testované. Pre toto horninové prostredie sa predpokladá priepustnosť medzizrnového typu so strednou hodnotou T v rozsahu od $1 \cdot 10^{-4}$ až $3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Pre devínskonovoveské súvrstvie (štrky až zlepenice, piesky až pieskovce), ktoré sú ešte menej plošne rozšírené, je pravdepodobný o jeden rád vyšší rozsah prietočnosti v rozmedzí od $1 \cdot 10^{-3}$ až $3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (Schwarz et al., 2006).

Sedimenty studienčanského súvrstvia (vrchný bádén) vystupujú na povrch medzi Lakšárskou Novou Vsou a Borským Petrom, menej v oblasti severne, južne a západne od Stupavy a v pruhu tiahnucom sa j.jz. – ssv. smerom od Lozorna cez Jablonové a Kuchyňu k Sološnici. Litologicky súvrstvie vrchnobádenského veku je vo vývoji vápnitých ílov s polohami pieskov, štrkov a pieskovcov, pieskov a ílov s vrstvami vápnitých a granitových brekcií a zriedkavými polohami litotamniových a organodetrítických vápencov a riasových vápencov sandberských vrstiev. Do hĺbky 100 až 150 m sa podľa Marcina et al. (1996) sa v oblasti Stupavy vyskytuje jedna až dve priepustnejšie piesčité polohy

v tomto súvrství. To isté platí pre pruh vrchnobádenských sedimentov, tiahnucci sa jjz. – ssv. smerom od Lozorna (1 - 2 priepustnejšie horizonty), kde sa na rozdiel od oblasti Stupavy vyskytujú (i keď ojedinele) popri piesčitých horizontoch – prevažne jemnopiesčitých – i horizonty štrkov (v oblasti západne od Perneku a medzi Pernekom a Kuchyňou). Podľa Marcina et al. (1996) štatistické zhodnotenie dokumentovalo priemerný index prietočnosti $Y = 5,21$ so smerodajnou odchýlkou $\sigma = \pm 0,29$, čomu odpovedá T_Y (odhad koeficienta prietočnosti pri $d = 0$), $1,62 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Pestré íly a silty, hruboklastické piesčito-štrkovité sedimenty, pelity a piesky až pieskovce holičského a skalického súvrstvia sarmatu v hodnotenom území vystupujú na povrchu iba na veľmi malej rozlohe západne od Stupavy v úzkej kryhe jz. – sv. smeru v litavskom zlomovom pásme (Marcin et al., 1996) podľa interpretácie vrtu MH-1 na lokalite malý Háj (Tartal, 1966 in Marcin et al., 1996). Konopka (1998) priradil tomuto celku priemernú hodnotu prietočnosti o veľkosti $2,92 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ($\sigma \log T = 0,76$), Čech a Zvác (1993) m pre tento celok vypočítali priemernú hodnotu prietočnosti o veľkosti $3,47 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Súčasťou tohto súvrstvia sú však aj piesky až pieskovce skalického súvrstvia. Vystupujú na povrch v oblasti medzi Lakšárskou Novou Vsou a Borským Petrom. Tieto piesky až pieskovce neboli testované hydrogeologickými vrtmi, vzhľadom na litologický charakter celku však rátame so strednou hodnotou prietočnosti v rozsahu $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ až $3,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Lignity s tmavými ílmi, deltové piesky, íly, ílovce s polohami piesku bzeneckého súvrstvia (panón) vystupujú v centrálnej časti Záhorskej nížiny ako plošne azda najrozšírenejšie neogénne súvrstvie, ktoré je však z veľkej miery prekryté kvartérnymi sedimentmi. Marcin et al. (1996) konštatujú, že v južnej časti Záhorskej nížiny nie je presnejšie hodnotenie hydraulických vlastností súvrstvia možné pre absolútny nedostatok hydrogeologických vrtov. Podľa výsledkov naftárskych, tzv. CF vrtov boli v tomto celku dokumentované 1 - 2 horizonty jemnozrnných pieskov, v centrálnej a južnej časti kryhy neboli dokumentované perspektívne kolektory podzemných vôd. Na základe týchto veľmi orientačných výsledkov sa odhaduje veľkosť strednej hodnoty prietočnosti o veľkosti $3,0 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Gbelské súvrstvie (vrchný panón) – pestré íly s vápnitými konkréciami a nepravidelnými šošovkami pieskov) vystupuje na jv. lemovaní kútskej depresie. Regionálne hodnotenie hydraulických vlastností tohto súvrstvia vrchnopanónského veku vykonali štatistickým zhodnotením výsledkov zo 7 hydrogeologických vrtov Marcin et al. (1996). Priemerná hodnotená hrúbka overovaných súvrství bola 58,7 m. Štatistické zhodnotenie dokumentovalo priemerný index prietočnosti $Y = 5,24$ so smerodajnou odchýlkou $\sigma = \pm 1,19$, čomu odpovedá T_Y (odhad koeficienta prietočnosti pri $d = 0$) $1,74 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Predpokladáme, že koeficient priepustnosti, resp. jeho stredná hodnota sa pohybuje v rozmedzí od $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ po $3,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

V pleistocénnych terasových akumuláciách rieky Moravy – štrkoch, piesčitých štrkoch, pieskoch miestami s pokryvom spraší a viatych pieskov,) bolo odvrátaných len málo hydrogeologických prieskumných vrtov. Podľa Marcina et al. (1996) možno tento celok charakterizovať strednou hodnotou $T = 2,29 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Hydraulicky je toto horninové prostredie homogénne, $\sigma \log T = 0,19$). Terasy sú tvorené fluvialnymi uloženiami s hrúbkou štrkov a pieskov 2 až 5 m. Štrky a

piesky sú veľmi dobre priepustné a niekedy bývajú pokryté eolickými pieskami s vyššou priepustnosťou.

Eolické sedimenty – jemnozrnné a strednozrnné nevápnité viate piesky pleistocénu sú často akumulované vo väčších hrúbkach aj vo formách dún a presypov na šaštínsko-gajarskej elevácii (lábsko-malackej hraste), alebo dosahujú pomerne veľké hrúbky najmä pri západnom okraji poklesovej štruktúry zohorsko-plaveckej priekopy. Výrazne v nich prevládajú piesčité frakcie (70 – 90 %), ílovitá frakcia nepresahuje 10 %, prachovitá frakcia je zastúpená v 10 – 12 % podiele. Viate piesky sú reprezentované výhradne dobre vytriedenými zaoblenými zrnami hrdzavožltého kremeňa s obsahom nad 90 %, zvyšok je tvorený zrnami živcov. Konopka (1998) priradil viatym pieskom šaštínsko-gajarskej elevácie v severnej časti Záhorskej nížiny priemernú hodnotu prietočnosti o veľkosti $9,19 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, pri veľkosti $\sigma \log T = 0,57$, Marcin et al. (1996) stanovili v južnej časti Záhoria strednú hodnotu prietočnosti viatych pieskov na eleváciách o veľkosti $5,01 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ($\sigma \log T = 0,60$). Pre eolické piesky, ktoré vyplňajú západné časti zohorsko-plaveckej priekopy, priradil Konopka (1998) priemernú hodnotu prietočnosti o veľkosti $1,19 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ($\sigma \log T = 0,27$), Marcin et al. (1996) tu stanovili temer navlas rovnakú strednú hodnotu prietočnosti $1,17 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ($\sigma \log T = 0,35$), Čech a Zváč (1993) pre tento celok vypočítali priemernú hodnotu prietočnosti o veľkosti $1,27 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Kvartérne proluviálne sedimenty – piesčité štrky s úlomkami vo forme náplavových kužeľov (pleistocén) tvoria zvyšky pokryvu štrkových akumulácií splachovaných z Malých Karpát po ich obvodě. V regióne Záhorskej nížiny sú zastúpené vo viacerých formách, pozíciách a rôzneho veku. Hydraulicke vlastnosti týchto sedimentov na okrajovej kryhe malokarpatskej oblasti južnej časti Záhorskej (Borskej) nížiny zhodnotili Marcin et al. (1996) na základe výsledkov z 13 hydrogeologických vrtov. Priemerný index prietočnosti Y vyčíslili vo veľkosti 6,33 a smerodajnú odchýlku hodnôt σ_Y vo hodnote 0,47. Odhadnutý koeficient prietočnosti by mal potom veľkosť $2,13 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Pre proluviálne sedimenty v zohorsko-plaveckej priekope bola týmto autorom vyčíslená tá istá stredná hodnota prietočnosti ($2,13 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$), avšak s menšou variabilitou ($\sigma \log T = 0,27$).

Deluviálne sedimenty pleistocénu až holocénu – hlinité, piesčito-hlinité až hlinito-kamenité a piesčito-kamenité svahoviny a svahové hliny a hlinito-kamenité zvetraliny elúvií priemerne dosahujú na západných svahoch Pezinských Karpát hrúbky okolo 8 m, pričom v miestach terénnych depresí bývajú hrúbky i viac ako 30 m (Hanzel et al., 1999). Marcin et al. (1996) pre deluviálne sedimenty v južnej časti Záhorskej nížiny uvádzajú z 8 hydrogeologických vrtov priemerný index prietočnosti $Y = 5,22$, odhadnutý stredný koeficient prietočnosti je $1,65 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a $\sigma_Y = 0,54$.

Kvartérne štrky a piesky holocénnych poriečnych nív s pokryvom piesčitých hlín riečnych alúvií sú charakterizované medzizrnovou priepustnosťou. Môžeme tu okrem sedimentov dnových výplní menších dolín rozlíšiť najmä aluviálne náplavy rieky Moravy a jej väčších prítokov Myjavy a Rudavy. Sem patria i holocénne hliny, piesčité hliny a piesky mŕtvych ramien, zamokrených depresí zanesených povodňovými kalmi v nivách Moravy a Myjavy. Hydrogeologickému celku holocénnych štrkovito-piesčitých sedimentov riečnych alúvií v oblasti údolnej nivy Moravy priradil Marcin et al. (1996) strednú hodnotu prietočnosti $2,75 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s veľkosťou $\sigma \log T = 0,25$. Pre náplavy rieky

Myjavy stanovili Tupý et al. (2004) priemernú hodnotu prietochnosti na $6,58 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ($\sigma \log T = 0,830$), Konopka (1998) tu stanovil strednú hodnotu prietochnosti o veľkosti $2,43 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ($\sigma \log T = 0,25$). Alúvium Rudavy bolo E. Konopkom (1998) charakterizované strednou hodnotu prietochnosti $7,23 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ($\sigma \log T = 0,25$).

Z hľadiska obehu podzemných vôd je v danom území najdôležitejšia **zohorsko-marcheggská nádrž podzemných vôd kvartérnych sedimentov**, ktorá je v pozdĺžnom smere ohraničená tektonicky. Leží medzi okrajovými malokarpatskými zlomami a lábskym zlomovým pásmom. Priečne neúplné ohraničenie na severovýchode tvorí priečna lozorská elevácia, cez ktorú prebieha naprieč už opísaná úzka depresná oblasť vyplnená kvartérnymi sedimentmi a spájajúca hydraulicky perneckú a zohorsko-marcheggskú nádrž podzemných vôd. Priečne juhozápadné ohraničenie tvorí elevácia vystupujúca jz. od Marcheggu. Nádrž na území Záhorskej nížiny zaberá rozlohu $37,7 \text{ km}^2$. Územie má zhruba rovinný charakter (max. výška v sv. časti 150 m n.m., minimálna pri rieke Morave 138 m n.m.). Podzemné vody sa do zohorsko-marcheggskej nádrže dopĺňajú z viacerých zdrojov. Popri infiltrovaných zrážkach z vlastného územia je to hlavne prítok podzemných vôd z perneckej nádrže cez kvartérne i neogénne piesčité a štrkopiesčité sedimenty a infiltrácia vôd z rieky Moravy. V sv. časti sa podružne dopĺňajú z oblasti Malých Karpát prostredníctvom jablonovského a lozorského náplavového kužeľa. Povrchové územie nádrže je odvodňované kanálmi. Zohorský kanál a potok Malina s prítokmi Močiarkou a Zohorským potokom významne odvodňujú i podzemné vody nádrže. Nádrž je vyplnená kvartérnymi sedimentmi veľkej hrúbky, ktorá narastá od oblasti prepojenia s perneckou nádržou smerom k juhozápadnému okraju depresie. Podľa doterajších poznatkov dochádza smerom k rieke Morave k miernemu prehĺbeniu nádrže. Kvartérnu výplň nádrže tvoria fluviálne sedimenty Moravy a eolické, ale hlavne preplavené eolické piesky. Fluviálne sedimenty Moravy sú tvorené piesčitými štrkami, pieskami s okruhliakmi a čistými pieskami. V centrálnej časti nádrže dosahujú piesčité štrky hrúbku 88,0 m (Marcin et al., 1996). Od centrálnej oblasti na severovýchod, k sv. časti stykovej oblasti s perneckou nádržou, hrúbka kvartéru sa postupne znižuje a charakter sedimentov sa mení. Piesčité štrky prechádzajú do pieskov s okruhliakovým materiálom, lokálne až do čistých pieskov. Ich najmenšia dokumentovaná hrúbka je pri sv. okraji nádrže - 48 m. Odlišná situácia je na sz. okraji nádrže, tesne za tektonicky ohraničenou lozorskou hrastou. Vrt PP-3, realizovaný 2 km jjz. od Lábu dokumentoval 92 m hrúbku kvartéru, a to vo vrchnej časti, prevažne vo vývoji piesčitých štrkov, v spodnej časti prevažne vo vývoji pieskov s prímесou štrku (Polák, 1975).

Celkový obraz o obehú podzemných vôd v zohorsko-marcheggskej nádrži podávajú hydrologické a hydrogeochemické výsledky prác A. Šubovej et al. (1973) a S. Gazdu (1980). Smery prúdenia podzemných vôd dokumentujú izolínie hladín podzemných vôd z dvoch charakteristických období – z 31. 5. 1972 a z 8. 8. 1972 (Šubová et al., 1973). Hodnoty z 31. 5. 1972 odpovedajú priemerným stavom hladiny podzemných vôd, z 8. 9. 1972 nízkym stavom hladín podzemných vôd. Zostavené hydroizohypsy dokumentujú, že smery prúdenia podzemných vôd za rôznych stavov hladín sú v časti susediacej s perneckou nádržou prakticky nemenné, teda významný prestup podzemných vôd z perneckej nádrže do zohorsko-marcheggskej je nepretržitý. Z máp izolínií hladín k dvom rozdielnym obdobiam v režime podzemných vôd tiež vyplýva, že smer prúdu podzemných vôd z hornej

časti nádrže, v závislosti od hladiny v rieke Morave, a tým i od filtrácie vôd, z nej sa v strednej a južnej časti nádrže výrazne smerovo mení. Pri nízkych stavoch na rieke hlavný prúd má jz. smer. Pod vplyvom infiltrovaných vôd Moravy a podľa veľkosti tohto vplyvu je zatláčaný na j. až jjv. Potvrďuje to i zhodnotenie chemického zloženia podzemných vôd (Gazda, 1980). Zistilo sa, že v tektonickom poklese medzi perneckou a zohorsko-marcheggskou nádržou sú podzemné vody blízke chemickému zloženiu podzemných vôd perneckej depresie, vystupujúcich v prameňoch na lábskej zlomovej línii. Menšie rozdielnosti v sú spôsobené miešaním s vodami prolúviálnych sedimentov lozorskej elevácie, ktoré prestupujú od Malých Karpát cez lozorský a jablonovský kužeľ. Ich podiel na dopĺňaní je iba podradný, a teda nemohol podstatnejšie ovplyvniť celkové chemické zloženia podzemných vôd. Podľa realizovaných výpočtov (Gazda in Kullman, 1966) je pomer miešania podzemných vôd 5:1 v prospech vôd prestupujúcich depresnou oblasťou z perneckej nádrže. Túto skutočnosť potvrdzujú aj hydrometrické merania Marcina et al. (1996), ktoré riešili vzťahy povrchových a podzemných vôd v zohorsko-marcheggskej nádrži. Z hodnotených prietokov a ich zmien bolo zistené, že Malina od Jakubova plynule stráca prietok až po lábske zlomy a strata predstavuje v tomto úseku $76 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, čo súvisí s prestupom vôd Maliny do kvartérnych náplavov Moravy. Po prechode lábskymi zlomami a po sútoku s Lábskym potokom sa prietok zvyšuje a v Zohore prírastok predstavuje cca $66 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, čo súvisí s prestupom podzemných vôd z južnej časti perneckej nádrže do zohorsko-marcheggskej nádrže. Vody rieky Moravy infiltrujú do zohorsko-marcheggskej nádrže najmä pri vysokých stavoch hladiny rieky Moravy. Maximá hladiny vody v Morave (stanica Vysoká pri Morave) dosahujú hodnoty 142,7 m n.m., pričom priemerná nadmorská výška záujmového územia nádrže je približne 140,0 m n.m. Z uvedeného vidieť, že pri vysokých stavoch dochádza k zaplavovaniu územia medzi hrádzami, čo spôsobuje intenzívne vsakovanie a na pomerne dlhé obdobie retenciu v mŕtvych ramenách. Zásobovanie z rieky Moravy alebo drénovanie podzemných vôd riekou Moravou závisí od vodného stavu v rieke. K dopĺňaniu podzemných vôd pri vysokých stavoch na Morave dochádza buď brehovou infiltráciou, alebo vsakom rozliatych vôd rieky Moravy v inundačnom území. Smery prúdenia podzemných vôd v oblasti rieky Moravy sa menia v závislosti od jej vodných stavov. Pri nízkych vodných stavoch dochádza k odtokaniu podzemných vôd z nádrže pozdĺž celého nádržou prestupujúceho úseku rieky, pri priemerných a vysokých stavoch len v oblasti nad obcou Marchegg (Marcin et al., 1996). Na základe doterajších poznatkov je kvantitatívne overené dopĺňanie nádrže zo sv., a to prestupom podzemných vôd z perneckej nádrže (cca $100 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$) ako aj zo zrážok vlastného územia (plocha $37,7 \text{ km}^2$, merný odtok podzemných vôd na základe analógie $3,6 - 4,0 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$). Sumárne to spolu s nevelkým prítokom podzemných vôd z podhorskej časti Malých Karpát, reprezentuje asi $250 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ (Marcin et al., 1996). Na základe orientačného zhodnotenia celkový objem akumulovaných zásob kvartérnych podzemných vôd nádrže reprezentuje 518 mil. m^3 (Kullman, 1966).

Pre zabezpečenie požadovaného dostatočného množstva prirodzene chránenej podzemnej vody ($1,0 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$) bude potrebné overiť hydraulické parametre kolektorských hornín v najspodnejších častiach kvartérnej výplne zohorsko-marcheggskej nádrže podzemných vôd, resp. v ich podloží, 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 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 Plavecký Štvrtok. 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 vyhľadanie a zabezpečenie požadovaného množstva podzemnej vody ($1,0 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$) navrhujeme pri daných prírodných geologických podmienkach realizovať hydrogeologický prieskum spočívajúci vo vyhĺbení, zabudovaní a odčerpání 150 m hlbokého hydrogeologického vrtu BSKM-3 v oblasti nachádzajúcej sa v červenom kruhovom označení na obr. č. 2 a určenej podľa vlastníckych práv k pozemkom (potrebný pozemok vo vlastníctve obce Plavecký Štvrtok). 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 vyhĺbení 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: Plavecký Štvrtok - studňa pre náhradné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou“ je potrebné odvrátenie, zabudovanie a odčerpávanie jedného hydrogeologického vrtu BSKM-3 o hĺbke 150 m. Lokalizácia vrtu BSKM-3 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 obce Plavecký Štvrtok). 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.).

Vrt BSKM-3 je projektovaný ako plne jadrový vrt, počas jeho hĺbenia nie je prípustné používať iné výplachové médium ako čistú vodu.

Hĺbenie vrtu BSKM-3 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 odvrútaní 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 vŕtania) 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 vŕtania 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 vŕtania hydrogeologického vrtu BSKM-3 je osádka povinná zaznamenávať do vrtného denníka.

Po dosiahnutí každých 25 bm vŕtania je osádka povinná realizovať krátkodobú čerpáciu a stúpáciu 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 vŕtania, 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 vŕtania zistených prítokov, pod úrovňou narazenej hladiny podzemnej vody, v rozsahu 50 bm až 75 bm (t.j. pomer perforovanej 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 štrčikom 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 oceľovou rúrou (oceľovou chráničkou) s uzamykatelným uzáverom v úrovni +1,0 m nad terénom až -2,0 m (pod úrovňou terénu).

Po odvrátení a zabudovaní vrtu BSKM-3 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 vyhlábené). Všetky merania budú vykonávané v 60-minútových intervaloch, a takto budú vedené aj záznamy na zvlášť pripravenom tlačive. Stupňovité znížovanie 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 teplomermi - 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 tlačiva 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 počasia 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, rádioaktivita, 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 stúpajúcej skúšky je potrebné po vytiahnutí čerpadla premerať hĺbku a priechodnosť 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 Plavecký Štvrtok.

3 Zabezpečenie riešenia geologickej úlohy

Riešenie tejto geologickej úlohy bude zabezpečené objednávatelom 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 Vyhláške 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-3, 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-3 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-3. 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-3, 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 Plavecký Štvrtok 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 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.).

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 Kryštalínium 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 - Sedlačkov 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

- Baráth, I., 1993: Vrchnobádenský rífový komplex na východnom okraji Viedenskej panvy. In: Hamršíd, B. (edit.): Nové výsledky v terciéru Západných Karpát (Sborník referátů z 10. konference o mladším terciéru, Brno, 27-28, 4. 1992). Knih. zemního plynu a nafty, (Hodonín), 15, 177-197.
- Baráth, I., Nagy, A. & Kováč, M., 1994: Sandberské vrstvy-vrchnobádenské marginálne sedimenty východného okraja Viedenskej panvy. Geol. práce, Spr.,(Bratislava), 99, 59-66.
- Bartek, V., 1989: Nové litostratigrafické členenie vrchného panónu a pontu v slovenskej časti viedenskej panvy. Mineralia slov., 21, 275-281.
- Buday, T. & Cicha, I., 1956: Nové názory na stratigrafii spodního a středního miocenu Dolnomoravského úvalu a Pováží. Geol. Práce, Zoš. 43, 5-56.
- Buday, T., Cambel, B., Mahel', M. 1962: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR M 1:200 000, list Wien - Bratislava. Geofond, Bratislava.
- 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.
- Čech, F. & Zváč, V. 1993: Hydrogeologická mapa severnej časti Záhorskej nížiny (severná časť Borskej nížiny) v mierke 1 : 50 000. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Elečko, M. & Vass, D., 2001: Litostratigrafické jednotky usadenín sarmatského veku vo viedenskej panve. Mineralia slov., 33, 1, 1-6.
- Fink, J. 1955: Der Marchfeld. Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Sonderheft D., Wien.
- Fordinál, K. & Zlinská, A., 1998.: Fauna vrchnej časti holičského súvrstvia (sarmat) v Skalici (viedenská panva). Mineralia slov., 30, 2, 137-146.
- Gazda, S. 1980: Hydrogeochemické pomery Záhorskej nížiny. Západné Karpaty, Sér. Hydrogeol., Inž. Geol. , 2, Bratislava, 127 – 183.
- 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 odboru Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, 179 s.
- Hromec, J., 1959: Zpráva o doplňujícím strukturálním přeskume vrchno-pannonské poklesové kry v obl. Mor. Sv. Ján. Manuskript – archív Št. geol. Úst. D. Štúra Bratislava.
- Janáček, J., 1957: Předběžná zpráva o nových stratigrafických poznatcích ve svrchním pannonu vnitroalpské pánve vídeňské. Geol. práce, Zpr. (Bratislava), 10, 5-48.
- Jiříček, R., 1985: Deltový vývoj spodního panonu v jižní části vídeňské pánve. Zemní Plyn Nafta, 30, 2, 161-186.
- Jiříček, R., 1988: Stratigrafie, paleogeografie a mocnost sedimentu neogénu vídeňské pánve. Zemní Plyn, Nafta, 33, 4, 583-622.

- Jiříček, R., 2002: Molasový vývoj Alpsko-karpatské předhlubne a Vídeňské pánve. *Exploration Geophysics, Remote Sensing and Environment IX*, 1-2, 179 s.
- Jiříček, R., 2002: Molasový vývoj Alpsko-karpatské předhlubne a Vídeňské pánve. *Exploration Geophysics, Remote Sensing and Environment IX*, 1-2, 179 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.
- Konopka, E. 1998: Hodnotenie hydraulických parametrov hornín kvartéru a neogénu severnej časti Záhorskej nížiny. Diplomová práca. Manuskript, Archív Katedry hydrogeológie PRIF UK Bratislava
- Kováč, M. & Hudáčková, N., 1997: Changes of paleoenvironment as result of tectonic events with sea level changes in the northeastern margin of the Vienna Basin. *Zbl. Geol. Paleont. Teil I*, 5/6, 457-469.
- Kováč, M., 2000: Geodynamický, paleogeografický a štruktúrny vývoj karpatsko-panónskeho regiónu v miocéne: nový pohľad na neogénne panvy Slovenska. Veda, Bratislava, 202 s.
- Krásný, J., a Kullman, E., 1974: Základná hydrogeologická mapa ČSSR 1:200 000, list 34 Znojmo. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava. Mapový list.
- Krásný, J., Kullman, E., Vrana, K., Remšík, A. 1987: Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1:200 000, list 34 Znojmo. Ústřední ústav geologický (ÚÚG) Praha, 130 s.
- Kullman, E. 1966: Základný hydrogeologický výskum kvartéru Záhorskej nížiny. Záverečná správa. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, 162 s.
- Kullman, E. 1980: Hydrogeológia kvartéru a najvyšších častí neogénu Záhorskej nížiny. Západné Karpaty, sér. hydrogeológia a inž. geológia 2. Geologický ústav D. Štúra. Bratislava, s. 7-125.
- Kullman, E., Pospíšil, P., Gazda, S., Krippel, E. 1973: Základná hydrogeologická mapa ČSSR, list 44 Bratislava, Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, ev. 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
- Küpper, H. 1955: Ausblick auf das Pleistozän des Raumes von Wien. *Verhandlungen der geologischen Bundesanstalt, Sonderheft D.*, Wien.
- Marcin, D., Kullman, E., Bodiš, D., Kordík, J. & Zakovič, M. 1995: Hydrogeologická a hydrogeochemická mapa južnej časti Záhorskej nížiny v mierke 1:50 000. Manuskript – archív odboru Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava. Mapový list., arch. č. 83323
- 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 geomeorfológické členenie. Geograf. Úst. SAV, Bratislava
- Otepka, J. et al. 1967: Malina, niva Moravy, odvodnenie. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Polák, J. 1975: Zohor, Láb, hydrogeologický prieskum. Manuskript, archív odboru Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Polák, R. 1982: Láb, Plavecký Štvrtok, hydrogeologický prieskum. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Porubský, A. 1958: Predbežný hydrogeologický posudok pre oblasť Záhorská nížina. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Royden, L., 1985: The Vienna Basin a thinskin pull-apart basin. In: Biddle, K. & Christie-Blic, N. (eds.): *SEPM, spec. Publ. Memoir*, 37, 319-338.
- Schwarz, J., Soták, J., Veľký, P., Tupý, P., Jasovská, A., Pitoňák, P., Mudráková, M., Hricko, J., Kandrik, M., Hojnoš, M., Lučivjanský, L., Poltárska, K., Sobocká, J., Jaďud'a, M., Hutár, V., Šurina, B.,

- Ilkanič, A., Vasil'ko, T. 2006: Súbor máp geologických faktorov životného prostredia regiónu Záhorská nížina v mierke 1:50 000, Envigeo Banská Bystrica, Manuskript - Archív odboru Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava
- Špička, V. & Zapletalová, I., 1964: Nástin korelace karpátu v československé časti vídeňské pánve. Sbor. geol. Věd, G, 5, 127-156.
- Špička, V. & Zapletalová, I., 1965: K problému korelace a členení tortonu v československé časti vídeňské pánve. Sbor. geol. Věd, G, 8, 125-160.
- Špička, V., 1966: Paleogeografie a tectogeneze Vídeňské pánve a příspěvek k její naftově geologické problematice. Rozpr. Čs. Akad. Věd, Ř. mat. přír. Věd, 76, 12, 3-118.
- Šuba, J., Bujalka, P., Cibul'ka, 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.
- Šubová, A., Holéczyová, Z., Sabol, A., Banský, V., Némethy, P., Gazda, S., Motlíková, O., Fukna, M., Bittner, D., Tomlain, J., Peterka, V., Žák, B., Machmerová, E., Oláhová, A. 1973: Záhorská nížina II. – Sološnická a Zohorská nádrž podzemných vôd – pitné vody, vyhl'adávací hydrogeologický prieskum. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, 132 s.
- Švagrovský, J., 1971: Das Sarmat der Tschechoslowakei und seine Molluskenfauna. Acta geol. geogr. Univ. Comen., 20, 7-473.
- Tupý, P., Malík, P. & Bottlik, F. in Schwarz, J., Soták, J., Veľký, P., Tupý, P., Malík, P., Bottlik, F., Jasovská, A., Pitoňák, P., Mudráková, M., Hricko, J., Kandrik, M., Hojnoš, M., Lučivjanský, L., Poltárska, K., Sobocká, J., Jaďud'a, M., Hutár, V., Šurina, B., Ilkanič, A., Vasil'ko, T. 2004: Účelová hydrogeologická mapa v mierke 1:50 000 in Súbor máp geologických faktorov životného prostredia regiónu Chvojnická pahorkatina v mierke 1:50 000, Envigeo Banská Bystrica, Manuskript - Archív odboru Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, 131 s., 45 príl., arch. č. 86019
- 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