

AKTIVITA 3.3

INŽINIERSKOGEOLOGICKÉ POMERY PILOTNÉHO ÚZEMIA

1. Inžinierskogeologické stavba územia

Na území Bratislavského samosprávneho kraja (BSK) vyčleňujeme dva inžinierskogeologické regióny:

- región jadrových pohorí,
- región neogénnych tektonických vkleslín.

Podľa inžinierskogeologickej rajonizácie územia Slovenska (Matula, 1977) zaraďujeme územie Malých Karpát do **regiónu jadrových pohorí**, oblasti jadrových stredohorí. Sú tu zastúpené všetky inžinierskogeologické formácie typické pre jadrové pohoria slovenského územia Západných Karpát:

- formácia vysokometamorfovaných hornín (s komplexmi biotitických pararúl a svorových rúl, amfibolitov),
- formácia epimetamorfovaných hornín, zastúpená subformáciou mladohercýnskych epimetamorfítov (s komplexmi metasedimentov a metavulkanoklastík, arkózovými metadrohami permu, fylitov a grafitických fylitov),
- formácia variských granitoidov (muskoviticko-biotitické granodiority až granity, leukokratné fácie granitoidov a ich dajky, diority),
- spodná terigénna formácia (kremence, droby a pieskovce maložinského, nižnobocianskeho, šuňavského, benkovského, lúžňanského a devínskeho súvrstvia, pestré werfénske bridlice a pieskovce),
- vápencovo-dolomitická formácia (vápence a dolomitické vápence stredného triasu, lunzské vrstvy),
- pestrá pieskovcovo-slieňovcovo-vápencová formácia (pestré pieskovce a bridlice karpatského keuperu, detriticko-karbonátový komplex pieskovcov a krinoidových vápencov - hlavné dolomity, dachsteinské vápence, kössenské vrstvy, pelitomorfny vápencový komplex jury, flyšoidný slienito-vápencový komplex spodnej kriedy).

Reliéf Malých Karpát je prevažne vrchovinový. Na formovaní reliéfu sa výrazne uplatňujú tektonické poruchy a nižšia odolnosť hornín voči zvetrávaniu a erózii, resp. kras. Územie je prevažne zalesnené, resp. tvorené lúkami, na podhorí dominujú polia.

Z hľadiska formovania podzemných vôd v záujmovej oblasti má významné rozšírenie **inžinierskogeologický región neogénnych tektonických vkleslín** s inžinierskogeologickými oblasťami Viedenskej a Dunajskej panvy. V uvedenom regióne sa dominantne vyskytuje molasová litologická formácia so subformáciou miocénnych morských sedimentov, subformáciou miocénnych prechodných sedimentov a subformáciou pliocénnych jazerno-riečnych sedimentov.

Na väčšine územia Záhorskej nížiny a Podunajskej nížiny molasovú formáciu pokrýva kvartérna litologická formácia, s výrazným zastúpením fluvialných a eolických sedimentov, ďalej terasových, deluviálnych, vo výplniach malokarpatských dolín proluviálnych komplexov.

Ako už vyplýva z geomorfologického označenia Záhorskej a Podunajskej nížiny, ich reliéf je prevažne nížinný, sčasti tiež pahorkatinný. Na formovaní reliéfu sa výrazne uplatňujú tektonické poruchy. Lesy pokrývajú približne tri štvrtiny plochy územia Záhorskej nížiny, pričom sa striedajú

suché miešané boriny a dúbavy na dunách so slatinnými jelšami v depresiách. Zvyšnú plochu tvoria lúky a polia. V záujmovej oblasti Podunajskej nížiny majú absolútnu prevahu polia.

Vo formácii kvartérnych sedimentov sú rozšírené kvartérne fluválne, terasové, deluviálne, vo výplniach dolín proluviálne a v okrajových častiach pohoria eolické sedimenty.

Tabuľka 1 obsahuje prehľad zastúpenia inžinierskogeologických rájónov a ich rozlohy na území BSK. Tento prehľad bol zostavený na základe kombinácie jestvujúcich inžinierskogeologických máp (Hrašna, Matula, 1975; Hrašna, 1979; Schwarz a kol., 2004, 2006 a v miestach bez inžinierskogeologickej mapy na základe reklasifikácie základnej geologickej mapy v mierke 1:50 000 (Digitálna geologická mapa SR v mierke 1:50 000). Považujeme za dôležité upozorniť na skutočnosť, že v prípade geologických máp v mierke 1:50 000 sa zobrazujú len kvartérne zeminy hrúbky nad 2 m, resp. 5 m a väčšina predkvartérnych rájónov územia BSK je pokrytá viacmenej súvislou vrstvou kvartérnych sedimentov hrúbky do 2 m.

Tabuľka 1: Prehľad výskytu a rozlohy inžinierskogeologických rájónov na území BSK

	Typy rájónov	Plocha[km²]
Mn	rájón nízkometamorfovaných hornín	37,202
Mk	rájón metamorfovaných karbonátov	0,221
Mv	rájón vysokometamorfovaných hornín	35,181
Ih	rájón magmatických intruzívnych hornín	144,769
VI	rájón efuzívnych hornín	5,193
Sz	rájón pieskovo-zlepencových hornín	31,818
Si	rájón ílovcovo-prachovcových hornín	7,260
Sf	rájón flyšoidných hornín	45,158
Sv	rájón vápencovo-dolomitických hornín	3,410
Sw	rájón vápencových hornín	24,104
Sd	rájón dolomitických hornín	9,248
Ss	rájón ílovcovo-vápencových hornín	12,118
Sk	rájón karbonátových a klastických hornín	4,666
Ng	rájón štrkovitých sedimentov	10,014
Np	rájón piesčitých sedimentov	3,589
Ni	rájón jemnozrnných súdržných sedimentov	50,456
Nk	rájón striedajúcich sa jemnozrnných a štrkovitých sedimentov	18,733
Nv	rájón neogénnych vápencov	2,338
Ep	rájón eolických pieskov	325,523
Es	rájón eolických spraší	43,551
EsFt	rájón eolických spraší na pleistocénnych riečnych terasách	2,270
Lp	rájón sprašoidných sedimentov	32,071
LpFt	rájón sprašoidných sedimentov na pleistocénnych riečnych terasách	1,881
LpP	rájón sprašoidných sedimentov na proluviálnych kužeľoch a plášťoch	23,989
Or	rájón rašelinísk	12,287
Fs	rájón mŕtvych ramien	15,238
Fn	rájón náplavov nížinných tokov	604,776
Fh	rájón náplavov horských tokov	24,158
Ft	rájón pleistocénnych riečnych terás	168,973
P	rájón proluviálnych kužeľov a plášťov	159,925
PD	rájón proluviálnych kužeľov a plášťov na deluviálnych sedimentoch	19,549
D	rájón deluviálnych sedimentov	128,501
Du	rájón sedimentov úvalín	18,345
Dz	rájón zosuvných delúvií	0,113
Ao	rájón návažiek odpadu	2,920

Geodynamické javy

Z geodynamických javov sa v záujmovom území Bratislavského samosprávneho kraja najvýraznejšie uplatňujú zvetrávanie hornín a kras, ďalej seizmicita a sufózia. Svahové deformácie sa vyskytujú len podradne.

Seizmicita

Seizmická zdrojová zóna Dobrá Voda bola najaktívnejšia zdrojová zóna na území Slovenska v 20. storočí. Je to zároveň najbližšia zdrojová zóna k lokalite Atómových elektrární Bohunice a teda údaje o seizmickej aktivite v zdrojovej zóne Dobrá Voda majú zásadný význam pre určenie seizmického ohrozenia tejto lokality (tab. 2).

Tabuľka 2: Makroseizmicky pozorované zemetrasenia s magnitúdom $M(I_0) \geq 4$ v oblasti Dobrej Vody v 20. storočí

Dátum	Zem. dĺžka [°N]	Zem. šírka [°E]	Hĺbka [km]	I_0	$M(I_0)$
20.04.1904	48,62	17,46	-	6,5	4,5
12.10.1904	48,68	17,39	-	6	4,3
09.01.1906	48,58	17,46	9	8,5	5,7
16.01.1906	48,62	17,56	7	7,5	5,1
05.03.1930	48,58	17,62	6	7,5	5,0
06.03.1930	48,55	17,63	8	6,5	4,6
03.12.1967	48,57	17,39	4	6,5	4,3
24.08.1976	48,57	17,36	8	5,5	4,0

I_0 - epicentrálna intenzita v MSK-64, $M(I_0)$ - magnitúda zemetrasenia vypočítaná z hodnoty I_0

Seizmická aktivita na lokalite Dobrá Voda pokračuje aj v 21. storočí - najväčšie makroseizmické účinky na území Slovenska boli pozorované pre zemetrasenie s epicentrom v zdrojovej zóne Dobrá Voda zo dňa 13.3.2006, pre ktoré je k dispozícii 472 makroseizmických hlásení z 97 lokalít na území Slovenska.

Seizmická aktivita južnej časti Malých Karpát

V epicentrálnej oblasti Pernek-Modra boli epicentrá zemetrasení lokalizované sčasti na západnej strane Malých Karpát (v okolí Perneku, Kuchyne, Jabloňového, Stupavy a Borinky), sčasti na východnej strane Malých Karpát (v okolí Modry, Pezinka, Limbachu a Sv. Jura). Od roku 1866 do roku 1995 tu bolo zaznamenaných 13 zemetrasení s epicentrálnou intenzitou 3 až 7°EMS-98 (tab. 3.3). U troch zemetrasení, zaznamenaných v 19. storočí, nebolo stanovené magnitúdo u ostatných dosiahlo veľkosť 2,6 až 4,6. V Bratislave sa makroseizmicky prejavili spravidla len tie zemetrasenia, ktoré mali epicentrálnu intenzitu 5°EMS-98 a vyššiu. Na území mesta dosiahli spravidla intenzitu 4 až 6°EMS-98.

Silnejšie zemetrasenia, s $I_0 = 6$ až 7°EMS-98, sa v epicentrálnej oblasti Pernek-Modra vyskytovali iba do roku 1964 a časový interval medzi nimi bol 24 až 50 rokov. Od roku 1967

dosahovali v tejto oblasti zemetrasenia epicentrálnu intenzitu iba 3 až 5°EMS-98. Časový interval medzi nimi bol kratší než 5 rokov, iba v jednom prípade 15 rokov. Silnejšie zemetrasenie s intenzitou vyššou ako 5°EMS-98 sa v oblasti nevyskytlo už 40 rokov, čo je iba o 10 rokov menej než doteraz zaznamenaný najdlhší interval opakovania silnejších zemetrasení.

Staršie zemetrasenia s epicentrom v Bratislave a blízkom okolí nie sú historicky dostatočne dokumentované. Týka sa to najmä zemetrasenia z roku 1700, u ktorého nie je v katalógoch udaný ani mesiac (ako epicentrum sa uvádza Bratislava alebo južné Slovensko) a zemetrasenia z októbra 1862, ktoré je v katalógu Kárnik-Michal-Molnár (1958, in Iglárová et al., 2011) označené ako neisté, ale i ďalších zemetrasení až do roku 1953. Tak napr. je sporné zemetrasenie v roku 1926, o ktorom sa uvádza, že zodpovedá pravdepodobne rakúskemu zemetraseniu z 20. februára 1926 (ib.). Obdobné postavenie má i zemetrasenie z 2. mája 1953, ktoré taktiež zodpovedá zemetraseniu v Rakúsku.

Tabuľka 3: Zemetrasenia v južnej časti Malých Karpát

Rok	Mesiac	Deň	Hodina	Súradnice	H [km]	I ₀ [°EMS-98]	M
Epicentrálna oblasť Pernek – Modra							
1866	December	1.	8:15	47,40°N 17,30°E		5	
1890	November	25.	10:56	48,20°N 17,20°E		6	
1890	November	28.	2:37	48,29°N 17,04°E		7	
1914	Apríl	18.	6:15	48,30°N 17,32°E	5	7	4,6
1964	December	30.	3:10	48,33°N 17,13°E	7	6	4,2
1967	September	16.	20:19	48,44°N 17,07°E	10	4	3,5
1967	September	20.	22:44	48,39°N 17,19°E	13	5	3,9
1970	Jún	4.	13:37	48,18°N 17,38°E		4	3,2
1973	Október	28.	3:56	48,35°N 17,07°E	5	5	3,5
1976	December	23.	22:04	48,38°N 17,16°E	6	4	3,1
1991	November	30.	0:22	48,41°N 17,09°E	15	2	2,6
1991	November	30.	2:20	48,44°N 17,03°E	11	3	2,8
1995	December	13.	22:35	48,49°N 17,44°E		4	3,2
Epicentrá v Bratislave a blízkom okolí							
1700				Bratislava?		7	
1766	August	17.	1:00	Bratislava		5	
1806	Júl	30.	21:00	Bratislava		5	
1862	Október	21.		Bratislava?		4	
1892	Máj	31.	22:30	Bratislava		5	
1926	Február			Rakúsko?		4-5	
1953	Február	20.	12:37	48,14°N 17,12°E		3	2,6
1953	Máj	2.	13:37	Rakúsko?		3	
1977	Apríl	12.	22:50	48,14°N 17,12°E		3	2,6
1991	December	1.	21:00	48,14°N 17,12°E		3	2,6
1992	Február	21.	20:00	48,14°N 17,12°E		3	2,6

H – hĺbka ohniska, I₀ – epicentrálna intenzita, M – magnitúdo

Napriek nejasnosti v lokalizácii niektorých zemetrasení možno konštatovať, že od polovice minulého storočia dochádza na území Bratislavy a v jej blízkom okolí (podobne ako v oblasti Pernek-Modra) ku skracovaniu časových intervalov medzi zemetraseniami a ku znižovaniu ich intenzity. Zemetrasenie s intenzitou vyššou než 4°EMS-98 sa tu nevyskytlo už 78 rokov, čo je takmer dvojnásobok priemernej doby návratnosti takýchto zemetrasení.

Kumulatívne hodnoty relatívnej veľkosti energie makroskopicky zaznamenaných zemetrasení (tab. 4) boli vypočítané pre obdobie od počiatku záznamov do roku 2004, pre staršie obdobie s dlhším intervalom návratnosti zemetrasení a pre mladšie obdobie – do roku 2004. Ako vidieť z tabuľky, v epicentrálnej oblasti Pernek–Modra bola počas rokov 1866–1964 v priemere za 1 rok akumulovaná energia schopná vyvolať zemetrasenie o intenzite 0,316°EMS-98, zatiaľ čo v rokoch 1964–2004 o intenzite až 0,800°EMS-98. Pri zemetraseniach s epicentrom na území Bratislavy je priemerný nárast energie akumulovanej za jeden rok v mladšom období iba o málo vyšší než v staršom období. Ak však zoberieme do úvahy, že niektoré staršie zemetrasenia uvedené v tab. 4 nemali epicentrum na území Bratislavy, bol by tento nárast taktiež vysoký.

Celkovo možno konštatovať, že energia uvoľnená pri makroseizmicky zaznamenaných zemetraseniach v pozorovanom území sa od polovice minulého storočia (v Bratislave už od roku 1926) v priemere zvyšuje, a to i napriek tomu, že epicentrálne intenzity v oblasti Pernek-Modra i v Bratislave boli v tomto období nižšie než v predchádzajúcich rokoch. Príčinou toho je podstatné skrátenie časových intervalov medzi jednotlivými zemetraseniami. Obdobný vývoj možno pozorovať aj v epicentrálnych oblastiach Dobrá Voda a Východné Alpy, ktoré však ohrozujú územie Bratislavy nižšími intenzitami než epicentrálna oblasť Pernek-Modra.

Uvedený vývoj je spôsobený ako veľkosťou tektonických napätí, tak mechanizmom ich uvoľňovania. V mladšom období došlo zrejme k „istému stupňu opracovania“ styčných plôch diferencovane sa pohybujúcich blokov zemskej kôry, ktorý umožňuje pohyb pri krehkom porušovaní menších častí horninového prostredia než v minulosti. To však nevylučuje, že po určitom čase môže prísť ku zmene súčasného režimu a opätovnému výskytu silnejších zemetrasení. Tomu by mal predchádzať pokles priemernej hodnoty uvoľňovanej seizmickej energie a relatívne dlhšie obdobie bez významnejších otrasov.

Tabuľka 4: Relatívna veľkosť energie makroskopicky zaznamenaných zemetrasení

Roky (R)	ΣR	ΣI_0	$\Sigma I_0/R$	$R/\Sigma I_0$
Epicentrálna oblasť Pernek-Modra				
1866 - 2004	138	63	0,456	2,19
1866 - 1964	98	31	0,316	3,16
1964 - 2004	40	32	0,800	1,25
Epicentrálna oblasť Bratislavy				
1700 - 2004	304	45,5	0,152	6,68
1700 - 1926	226	30,5	0,134	7,4
1926 - 2004	78	15	0,192	5,2

(ΣI_0) - kumulatívne relatívne veľkosti energie uvoľnenej pri zemetraseniach

($\Sigma I_0/R$) - priemerné relatívne veľkosti energie akumulovanej počas jedného roku,

($R/\Sigma I_0$) - priemerný počet rokov potrebných na akumulovanie energie, ktorá môže vyvolať zemetrasenie o intenzite 1°EMS-98

Z vyššie uvedených zistení vyplývajú pre južnú časť Malých Karpát i seizmické ohrozenie Bratislavy dva možné varianty vývoja seizmickej aktivity:

1. V epicentrálnej oblasti Pernek-Modra i na území Bratislavy sa blíži čas pre silnejšie zemetrasenia, než boli zaznamenané v ostatných štyridsiatich rokoch. Tieto by sa mohli v Bratislave, na povrchu seizmicky stredne tvrdých hornín (Hrašna, 1996), prejaviť intenzitou až 6°EMS-98.
2. Vzhľadom na to, že v ostatných rokoch dochádza v týchto oblastiach k postupnému, rýchlejšiemu uvoľňovaniu seizmickej energie než v minulosti, ktoré je doprevádzané nižšími epicentrálnymi intenzitami, nemusí sa ani v ďalšom období vyskytnúť v Bratislave zemetrasenie silnejšie než 4°EMS-98.

Pravdepodobnejší sa javí druhý variant, t.j. seizmotektonický režim charakteristický vyššou úrovňou uvoľňovania seizmickej energie, nízkymi stupňami seizmickej intenzity a relatívne krátkymi časovými intervalmi medzi jednotlivými zemetraseniami. Variant s vysokými intenzitami zemetrasenia by bol pravdepodobnejší v prípade nižšej priemerne úrovne uvoľňovania seizmickej energie, bližšej staršiemu obdobiu.

Vzhľadom na absenciu presných metód prognózovania je však v Bratislave potrebné i naďalej počítat s možnosťou výskytu zemetrasenia o intenzite 6°EMS-98, ktorú je potrebné lokálne modifikovať v závislosti na charaktere základových pôd. Podľa vykonanej inžinierskogeologickej seizmickej mikrorajonizácie Bratislavy (Hrašna, 1996, in Iglárová et al., 2011) môže takáto modifikovaná hodnota seizmickej intenzity na území mesta variovať v rozmedzí 4,5-7°EMS-98.

Zvetrávanie hornín

Geologická stavba Malých Karpát je charakteristická výraznou pestrosťou litologických typov hornín s rôznou intenzitou tektonického porušenia. Uvedené charakteristiky spolu s expozíciou svahu, nadmorskou výškou a mikroklimatickými pomermi rozhodujúcim spôsobom podmieňujú stupeň odolnosti hornín voči zvetrávaniu. Za najodolnejšie horniny považujeme amfibolity, migmatity, granitoidy, kremence a arkózy spodnej terigénnej formácie, andezity a tholeity maluzinského súvrstvia, vápence stredného triasu a jury. V masívoch tvorených uvedenými horninami intenzívne zvetrávanie preniká do hĺbky len pozdĺž tektonických porúch. Medzi horniny málo odolné voči zvetrávaniu zaradíme pestré ílovité a ílovito-piesčité bridlice werfenu, seisu, kampilu, karpatského keupru, lunzských vrstiev, ílovité a slienité bridlice liasu, paleogénne ílovce a niektoré tufy, tufity, ílovité bridlice a prachovce maluzinského súvrstvia. Patria sem aj intenzívne tektonicky porušené skalné horniny, t.j. granitoidy poruchových a mylonitových zón, tektonicky porušené ruly a svory, hydrotermálne premenené andezity a bazalty, tektonicky podrvené dolomity a dolomitické brekcie. V miestach výskytu uvedených typov hornín možno očakávať problémy súvisiace so sadaním stavieb a tiež s deformáciami svahov, výkopov a tunelov. Paleogénne ílovce sú nadôvažok nestále v styku s vodou, podliehajú rozpadu, resp. objemovým zmenám. V takýchto horninách sa odporúča minimalizovať čas otvorenia stavebnej jamy na čo najkratšie časové obdobie (týždne, mesiace). Pri väčších zárezoch vystupuje do popredia tiež úloha riešenia stability svahov.

Kras

Krasový fenomén je v podmienkach Malých Karpát značne rozšírený. Vďaka typickej príkrovovej stavbe, intenzívnemu tektonickému porušeniu, monoklinálnemu uloženiu vrstiev a tiež chemickej čistote niektorých litologických typov vápenca sa na území Malých Karpát nachádza 218 jaskynných priestorov (tab. 5, stav k 30/6/2010, in Bella et al., 2007). Zastúpené sú však tiež povrchové krasové formy - závrty, škrapy a viaceré vyvieracky. Šmída (2008) odhaduje počet závrtovej a krasových jám v oblasti Malých Karpát na 380.

Tabuľka 5: Prehľad najvýznamnejších jaskýň v oblasti Malých Karpát (upravené podľa Bella et al, 2007)

Názov	Katastrálne územie	Dĺžka [m]	Hĺbka [m]
Medzivrstvová jaskyňa	Dúbravka, Bratislava IV	165	
Deravá skala	Plavecký Mikuláš	26	
Haviareň	Sološnica	230	-80
Hubekova jaskyňa	Plavecký Mikuláš	150	
Jaskyňa pri kríži	Plavecké Podhradie	114	-24
Líščia priepať	Sološnica	160	-40
Lubošova jaskyňa	Sološnica	122	-25
Ofrflaná	Plavecký Mikuláš	70	-40
Cajla	Pezinok	75	-25
Jaskyňa na Podrajte	Borinka	80	-33
Jaskyňa P-5	Borinka	73	-23
Jubilejná jaskyňa	Borinka	507	-69
Majkova jaskyňa	Borinka	200	-36
Notre Dame	Borinka	128	-19
Sedmička	Borinka	430	-50
Silnického jaskyňa	Borinka	321	-42
Stará garda	Borinka	399	-96
Veľké Prepadlé 1	Lozorno	1241	-70
Veľké Prepadlé 3	Lozorno	413	-53
Vlčie jamy	Borinka	127	-44
Zbojnícka jaskyňa	Borinka	125	
Plavecká jaskyňa	Plavecké Podhradie	813	
Plavecká priepať	Plavecké Podhradie	335	-70
Pohanská jaskyňa	Plavecké Podhradie	90	-25

Svahové deformácie

Vzhľadom na málo členitý reliéf územia a geologickú stavbu sú svahové pohyby sporadické.

Frontálny zosuv v intraviláne obce Vištuk sa vyvinul v neogénnych íloch a prachovcoch, pokrytých polohami proluviálnych pieskov a štrkov. Zosuv sa periodicky aktivizuje (podľa ústneho podania v roku 1920-1925 a v roku 1984, in Nemčok, 1982) v závislosti od zrážkových anomálií a ohrozuje malú vodnú nádrž, cestu a niektoré obytné domy v obci. V nadväznosti na prejavy aktivizácie sa vykonalo v území niekoľko etáp inžinierskogeologického prieskumu, najrozsiahlejšia spojená s realizáciou sanačných prác koncom osemdesiatych rokov (Hric, Pánek, 1986).

Stav zosuvného územia po realizácii sanačných opatrení možno považovať za stabilný. Napriek tomu dochádza lokálne k oživovaniu dielčích zosuvných pohybov a stopy deformácií podložia sa prejavujú i na niektorých obytných domoch a na ceste. Blízkosť malej vodnej nádrže umocňuje stupeň potenciálneho nebezpečenstva v prípade reaktivizácie zosuvných pohybov.

Podľa Atlasu stability svahov sa dva zosuvy väčšieho rozsahu (3,2 a 1,8 ha) vyvinuli v deluviálnych zeminách na paleogénnom podloží južne od Sološnice, ďalší zosuv vznikol pri budovaní diaľnice v záreze v bádenských sedimentoch.

Eolická činnosť

Eolická činnosť v oblasti Záhorskej nížiny bola najvýznamnejším geodynamickým javom až do novoveku, kedy pohyblivé duny uberali z poľnohospodárskej pôdy a ohrozovali tiež ľudské obydľia, napríklad v okolí Sološnice a Lakšárskej Novej Vsi. Mária Terézia v roku 1761 nariadila stabilizáciu pieskov vysádzaním vhodných drevín, ako sú borovice. Celková rozloha viatych pieskov je viac ako 570 km², pričom niektoré duny dosahujú hrúbku viac ako 20 m.

Presadanie

Presadanie je jedným z najvýznamnejších geohazardov územia vzhľadom na budovanie inžinierskych diel. Pod presadavosťou rozumieme náhlu zmenu objemu zeminy spôsobenú prevlhčením alebo zaťažením. Táto zmena v mnohých prípadoch vyvoláva porušenie podzákladia a havárie existujúcich objektov v dôsledku nerovnomerného alebo nadmerného sadania. Presadavé sedimenty predstavujú preto nespoľahlivé základové pôdy a majú charakter geobariér.

Presadavosťou sa vyznačujú hlavne eolické sedimenty. Miera presadavosti je vyjadrená koeficientom presadavosti alebo modulom presadavosti. Za presadavé sa považujú tie zeminy, u ktorých koeficient presadavosti $Imp > 1\%$. Táto charakteristika je definovaná (Šajgalík, Modlitba, 1983):

$$I_{mp} = \frac{\Delta h_p}{h - \Delta h} \cdot 100\%$$

kde:

Δh_p - zvislá deformácia testovanej vzorky po nasýtení vodou pri danom napätí [mm];

h - pôvodná výška testovanej vzorky prirodzene vlhkej zeminy [mm];

Δh - celková zvislá deformácia skúšanej vzorky prirodzene vlhkej zeminy od začiatku skúšky do začiatku sýtenia [mm].

Z litologického hľadiska v rámci regiónu k veľmi presadavým ($Imp > 3\%$) sedimentom patrí typická a piesčitá spraš, k presadavým ($Imp = 1,5-3\%$) eolický piesok s prímiesou jemných častíc a k slabopresadavým ($Imp = 1-1,5\%$) ílovitá spraš a sprašoidné sedimenty s prevládajúcim obsahom prachovitej frakcie (Klukanová, Frankovská, 1995).

Záplavy

K zaplavovaniu územia dochádzalo najmä v súvislosti s vysokými stavmi Moravy a Dunaja, dnes je však rieka Morava v celej dĺžke lemovaná protipovodňovými hrádzami. Napriek tomu, záplavy sa vyskytujú poslednom čase pri extrémnych stavoch Dunaja spravidla v letných

mesiacoch, a to v južnej časti záujmového územia v oblasti medzi Devínom a Devínskou Novou Vsou.

Antropogénne hazardy

Skládky odpadu

V mapovanom území existuje veľký počet skládok rôznych druhov odpadu, medzi ktorými jednoznačne dominuje tuhý komunálny odpad. Východiskom pre zobrazenie skládok odpadov bol už spomínaný register skládok v mierke 1:10 000 (v rámci Máp vhodnosti územia pre skládky odpadov 1:50 000, MŽP SR, 1992-1994) z okresov Bratislava-vidiek, Galanta, Dunajská Streda (s výnimkou okresu Bratislava-mesto) pokrývajúcich územie regiónu. Pre Bratislavu údaje o skládkach obsahuje napríklad špeciálna mapa vhodnosti pre skládky odpadov 1:10 000 (Vojtaško, 1991).

Bane, lomy, hliniská, štrkovne a štrkoviská

Na území regiónu sa nachádza veľký počet lokalít s prebiehajúcou, alebo ukončenou ťažbou nerastov. Vzhľadom na geologickú stavbu v oblasti Podunajskej a Záhorskej nížiny dominujú medzi nimi štrky, piesky a hliny-íly. Ide o fluviálne a eolické kvartérne sedimenty, resp. neogénne sedimenty. Hliniská, ktoré sa v minulosti využívali na ťažbu tehliarskych surovín, sú v súčasnosti opustené. Za najvýznamnejšie možno považovať Devínsku Novú Ves, Veľký Grob, Pusté Úľany a Pezinok. Mnohé opustené ťažobné jamy sú druhotne využívané ako nelegálne skládky. Ťažba štrku prebieha na viacerých lokalitách v oblasti Podunajskej nížiny, na Záhorskej nížine sa ťažia eolické piesky.

Existencia činných a opustených lomov odráža povrchový výskyt skalných hornín predkvartérneho podkladu. Opustené lomy sa nachádzajú v oblasti Malých Karpát. Medzi najvýznamnejšie činné lomy zaradíme Vajarskú pri Rohožníku s ťažbou vápenca a Devínsky lom s ťažbou granitoidných hornín. Na lokalite Sološnica, Hrabník sa ťažia paleogénne ílovce a neogénny íl, ktoré sa využívajú ako korekčná sialitická surovina pre výrobu cementu.

Jedinou oblasťou s podzemnou ťažbou v rámci regiónu sú bane severozápadne od Pezinka. Pezinok je najväčšie a najznámejšie rudné ložisko na západnom Slovensku. Ťažilo sa tu najskôr zlato, potom antimónové rudy a nakoniec pyrit na výrobu kyseliny sírovej. Ložisko zlata (Staré mesto) bolo objavené v 13. storočí a najskôr sa zlato získavalo ryžovaním, neskôr v polovici tisícročia ho vystriedala banská ťažba. Na prelome 18. a 19. storočia sa získavalo približne 2 kg zlata ročne. Do tohto obdobia sa datuje aj začiatok ťažby Sb rúd na ložisku Kolársky vrch a Fe rúd medzi Pezinkom a Pernekom. Už v 19. storočí ťažba zlata upadala aj keď najvyšší vrchol ťažby bol v roku 1827, kedy za 18 mesiacov bolo vyťažených 20,75 kg zlata. V 60-tych rokoch tohto storočia ťažba skončila, aj keď určité pokusy boli ešte po prvej svetovej vojne. V roku 1906 sa postavila v Pezinku svojho druhu prvá flotačná úpravná v bývalom Rakúsko-Uhorsku. Ťažba Sb rúd sa v Pezinku skončila v roku 1992. Sb ruda sa vozila do úpravnice do Vajskovej v Nízkych Tatrách. Pri ťažbe Sb rúd sa v druhej polovici 20. storočia ako vedľajší produkt získalo ročne priemerne 7 kg zlata.

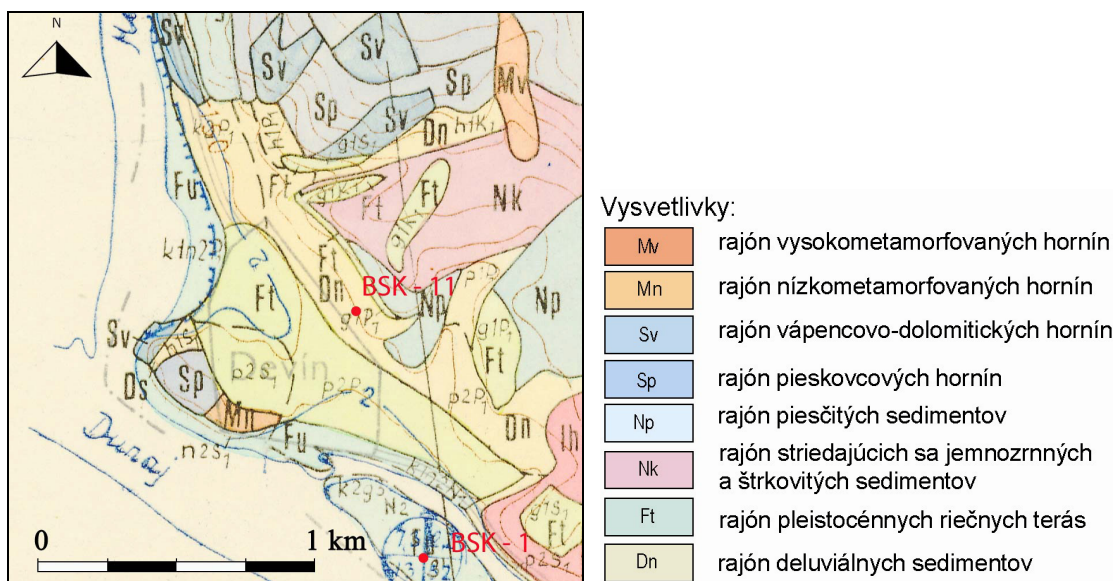
Najväčším problémom z hľadiska životného prostredia je existencia odkalísk, kde boli deponované odpady z dlhodobej ťažby a úpravy rúd. Na odkaliskách sa nachádza 1 mil. ton odpadov – produktov flotačnej úpravy s vysokým obsahom ťažkých kovov. V roku 1984 bola

realizovaná rekultivácia a následne aj sanácia odkaliska. Aj napriek tomu dochádza ku kontaminácii povrchových a podzemných vôd najbližšieho, ako aj vzdialenejšieho okolia odkalísk.

2. Inžinierskogeologická stavba okolia vybratých zdrojov podzemných vôd

Devín Štítova 729/4 (BSK-11)

Vodný zdroj (vrt) sa nachádza na severovýchodnom okraji obce Devín. Na základe geologickej stavby okolia (Polák et al., 2011b) môžeme predpokladať, že ním boli prevírané sedimenty sandberských vrstiev vrchnobádenského veku, ktoré sú reprezentované pieskami, pieskovecami a litotamnióvymi vápencami a v zmysle inžinierskogeologickej rajonizácie ich zaradíme do **rajónu neogénnych piesčitých sedimentov - Np**. Ide o bazálne zlepenice a pieskovce. Obliaky v zlepencoch sú nedokonale zaoblené, čo poukazuje na ich krátky transport. Ich petrografické zloženie je relatívne monotónne. Zastúpené sú predovšetkým svetlosivé a tmavosivé vápence wettersteinského typu, stredotriasové dolomity a ojedinele i žltosivé krasové sintre, poukazujúce na skrasovatenie paleopobrežia. Tmel je karbonátový. V zmysle STN 72 1001 ich zaradíme do triedy R3, zvetrané pieskovce do tried R4 až R5. Mapa inžinierskogeologickej rajonizácie s lokalizáciou vrtu je na obr. 1. Kvartérny pokryv reprezentujú nadložné deluviálne sedimenty premenlivej hrúbky 2 až 5 m, ktoré zaradíme do **rajónu deluviálnych sedimentov - D**. Z hľadiska litologického obsahu ide o striedanie súdržných a nesúdržných zemín. V zmysle STN 72 1001 ich zaradíme do triedy S4 (SC), v prípade polôh s obliakmi do triedy G4 (GC).



Obrázok 1: Mapa inžinierskogeologickej rajonizácie okolia bodov BSK - 11 a BSK - 1 (Hrašna a kol., 1975)

Z hľadiska geodynamických javov v blízkosti vodného zdroja neboli zaznamenané žiadne exogénne geodynamické javy. V zmysle STN 73 0036, príloha A2 “Seizmotektonická mapa Slovenska”, sa záujmové územie nachádza v oblasti, kde sa v historicky známom období vyskytla intenzita zemetrasenia 7^o makroseizmickéj aktivity MSK-64. Poloha najbližšieho epicentra podľa

STN 73 0036 príloha A1 “Mapa epicentier zemetrasení” sa nachádza v Bratislave. Do roku 1870 je tu evidované zemetrasenie s intenzitou 4,5-5,1° MSK-64. Po roku 1870 je evidované jedno zemetrasenie s intenzitou 4° MSK-64. Z významnejších zlomov sa najbližšie od záujmového územia nachádza zlom formujúci Devínsku bránu, ktorý je na geologicko-tektonických mapách zakresľovaný do stredu Dunaja.

Zdrojové oblasti seizmického rizika Podľa STN 73 0036, obr. 1 “Zdrojové oblasti seizmického rizika”, strana 15, sa záujmové územie nachádza v oblasti 4. Tejto oblasti je v článku 4.1.2.3.1. vyššie uvedenej normy priradená hodnota základného seizmického zrýchlenia $a_r = 0,3 \text{ m.s}^{-2}$.

Základné seizmické zrýchlenie zodpovedá zemetraseniu s periódou výskytu 450 rokov a vzťahuje sa na objekty so súčiniteľom významnosti $\gamma_1 = 1,0$ s priemernou životnosťou 50-100 rokov. Ak sú pre konštrukciu stanovené prísnejšie kritériá, seizmické riziko sa osobitne zhodnotí s uvažovaním variácie hĺbky hypocentra a vplyvu geológie.

Devín, Sedláčkov ostrov (BSK-1)

Vodný zdroj (vrt) sa nachádza na Sedláčkovom ostrove južne od Devína (lokalizácia vrtu na mape inžinierskogeologickej rajonizácie je na obrázku 1). Na geologickej stavbe uvedeného územia sa podieľajú kvartérne a paleozoické horniny. Kvartérne usadeniny sú tvorené holocénnymi drobnozrnnými pieskmi s rôznym obsahom hlinitej prímеси, ktorých hrúbka dosahuje 0,6 až 3,7 m, a štrkmi pleistocénneho veku. Hrúbka štrkov sa pohybuje v rozmedzí od 4,5 až po 11,5 m.

Podľa inžinierskogeologickej rajonizácie sedimenty územia patria do **rajónu náplavov nízinných tokov - Fn**, ktorý je zastúpený náplavmi Dunaja, a to striedajúcimi sa súdržnými a nesúdržnými zeminami, hlavne pieskmi s prímесou jemnozrnnnej zeminy, hrúbky 2-5 m, pod ktorými ležia stredne uľahnuté strednozrnné štrky hrúbky nad 5 metrov. Ich podklad tvoria striedajúce sa uľahnuté súdržné a nesúdržné zeminy. Podľa STN 72 1001 zaraďujeme piesky do tried S3 a S4 a štrky do tried G2 až G3.

Podložné paleozoické horniny sú reprezentované strednozrnnými granitmi s rôznym stupňom zvetrania a kryštalickými bridlicami charakteru rúl (Hyroššová, 1967; Žák et al., 1996). V zmysle STN 72 1001 ich zaraďujeme do tried R3 až R5.

Pretože územie leží v inundačnom pásme rieky Dunaj, je v celom rozsahu pravidelne zaplavované povodňovými vodami. Z geodynamických javov môžu byť sedimenty rajónu náchylné na eróziu brehov vodných tokov, sufóziu v podloží ochranných hrádzí a vo výkopoch, v prípade vysokej hladiny podzemnej vody dochádza k podmáčaní územia. Podzemná voda je agresívna z dôvodu zvýšeného obsahu síranov.

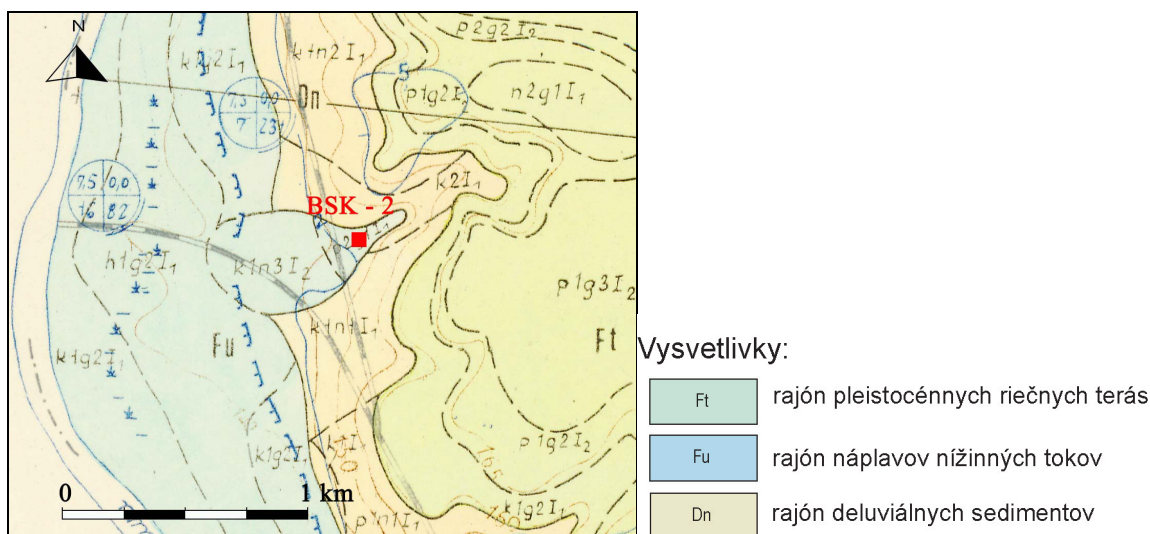
V zmysle STN 73 0036, príloha A2 “Seizmotektonická mapa Slovenska”, sa záujmové územie nachádza v oblasti, kde sa v historicky známom období vyskytla intenzita zemetrasenia 7° makroseizmickej aktivity MSK-64. Poloha najbližšieho epicentra podľa STN 73 0036, príloha A1 “Mapa epicentier zemetrasení”, sa nachádza v Bratislave. Do roku 1870 je tu evidované zemetrasenie s intenzitou 4,5-5,1° MSK-64. Po roku 1870 je evidované jedno zemetrasenie s intenzitou 4° MSK-64. Z významnejších zlomov sa najbližšie od záujmového územia nachádza zlom formujúci Devínsku bránu, ktorý je na geologicko-tektonických mapách zakresľovaný do stredu Dunaja.

Zdrojové oblasti seizmického rizika Podľa STN 73 0036, obr. 1 “Zdrojové oblasti seizmického rizika”, strana 15, sa záujmové územie nachádza v oblasti 4. Tejto oblasti je v článku 4.1.2.3.1. vyššie uvedenej normy priradená hodnota základného seizmického zrýchlenia $a_r = 0,3 \text{ m.s}^{-2}$.

Základné seizmické zrýchlenie zodpovedá zemetraseniu s periódou výskytu 450 rokov a vzťahuje sa na objekty so súčiniteľom významnosti $\gamma_1 = 1,0$ s priemernou životnosťou 50-100 rokov. Ak sú pre konštrukciu stanovené prísnejšie kritériá, seizmické riziko sa osobitne zhodnotí s uvažovaním variácie hĺbky hypocentra a vplyvu geológie.

Devínska Nová Ves – Jalšovec (BSK-2)

Prameň Jalšovec sa nachádza SSZ od Devínskej Novej Vsi. Lokalizácia prameňa v mape inžinierskogeologickej rajonizácie je na obr. 2. Geologickú stavbu v okolí prameňa odvodzujeme zo situácie zistenej vo vrte HZ-1 nachádzajúcom sa v blízkosti prameňa. V uvedenom vrte boli navŕtané hliny s obliakmi kremeňa. V ich podloží sa v hĺbkovom intervale 0,4-11,0 m nachádzali zelené íly, v hĺbke 11,0-148 m tmavosivé a svetlosivé organodetritické vápnité pieskovce a na báze vrtu v hĺbkovom intervale 148-150 m boli zistené sivé drobnozrnné pieskovce. Uvedené sedimenty boli začlenené do bádenu (Polák, 1977; Švagrovský, 1977). Prameň vyviera z bádenských sedimentov. Maheľ (1953) predpokladá, že vody v prameni vystupujú po zlome a pochádzajú z mezozoických hornín. Nevystupujú úplne na povrch, ale rozlievajú sa vo vodonosných sedimentoch bádenského veku a z nich potom vystupujú ako vrstvomý prameň.



Obrázok 2: Mapa inžinierskogeologickej rajonizácie okolia bodu BSK - 2 (Hrašna a kol., 1975)

Podľa inžinierskogeologickej rajonizácie prameň leží v **rajóne náplavov nížinných tokov - Fn**. Rajón je tvorený náplavami Moravy a potokov v oblasti Záhorskej nížiny. Ide o stredne uľahnuté, sčasti hlinité piesky hrúbky 2-5 m, ktoré v zmysle STN 72 1001 zaraďujeme do tried S2 a S3, pod nimi sa nachádzajú stredne uľahnuté štrky s hlinitou prímiesou, triedy G2 a G3, hrúbky 1-2 m. V ich podloží, v hĺbke do 5 m ležia ílovito prachovité neogénne sedimenty triedy F5 – F8.

Podľa STN 72 1002 patria štrkovité sedimenty do skupiny II. a III. a sú vhodné až veľmi vhodné pre použitie do násypov dopravných stavieb. Piesčité sedimenty patria do skupiny III. a IV., sedimenty sú vhodné až veľmi vhodné do komunikačných násypov. Jemnozrnné sedimenty patria do skupiny VII. až X. a sú málo vhodné až nevhodné do násypov. Podľa STN 73 3050 ich zaradujeme do 2. až 4. triedy ťažiteľnosti.

Z geodynamických javov môžu byť sedimenty rajónu náchylné na eróziu brehov vodných tokov, sufóziu v podloží ochranných hrádzi a vo výkopoch, v prípade vysokej hladiny podzemnej vody dochádza k podmáčaniam územia. Územie leží v inundačnom pásme rieky Morava, preto pri vysokých vodných stavoch môže dochádzať k jeho zaplavovaniu. Podzemná voda je agresívna z dôvodu zvýšeného obsahu síranov.

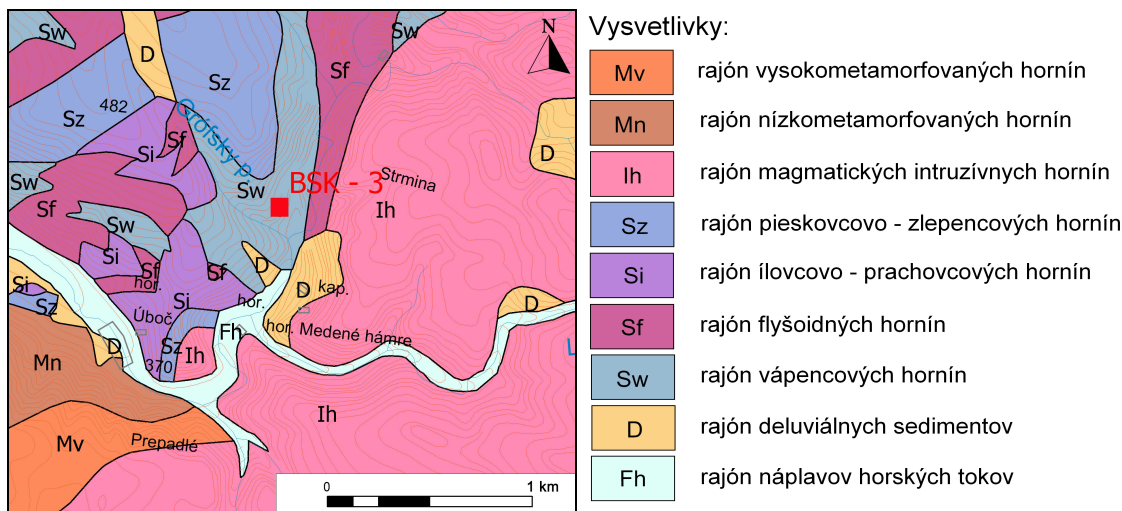
V zmysle STN 73 0036, príloha A2 “Seizmotektonická mapa Slovenska”, sa záujmové územie nachádza v oblasti, kde sa v historicky známom období vyskytla intenzita zemetrasenia 7^o makroseizmickej aktivity MSK-64. Poloha najbližšieho epicentra podľa STN 73 0036, príloha A1 “Mapa epicentier zemetrasení”, sa nachádza v Bratislave. Do roku 1870 je tu evidované zemetrasenie s intenzitou 4,5-5,1^o MSK-64. Po roku 1870 je evidované jedno zemetrasenie s intenzitou 4^o MSK-64. Z významnejších zlomov sa najbližšie od záujmového územia nachádza zlom formujúci Devínsku bránu, ktorý je na geologicko-tektonických mapách zakresľovaný do stredu Dunaja.

Zdrojové oblasti seizmického rizika Podľa STN 73 0036, obr. 1 “Zdrojové oblasti seizmického rizika”, strana 15, sa záujmové územie nachádza v oblasti 4. Tejto oblasti je v článku 4.1.2.3.1. vyššie uvedenej normy priradená hodnota základného seizmického zrýchlenia $a_r = 0,3 \text{ m.s}^{-2}$.

Základné seizmické zrýchlenie zodpovedá zemetraseniu s periódou výskytu 450 rokov a vzťahuje sa na objekty so súčiniteľom významnosti $\gamma_1 = 1,0$ s priemernou životnosťou 50-100 rokov. Ak sú pre konštrukciu stanovené prísnejšie kritériá, seizmické riziko sa osobitne zhodnotí s uvažovaním variácie hĺbky hypocentra a vplyvu geológie.

Borinka - Prepadlé (BSK-3)

Študovaný prameň sa nachádza severne od horárne Medené Hámre, v doline Prepadlé (jeho lokalizácia v mape inžinierskogeologickej rajonizácie je na obr. 3). Z geologického hľadiska vyviera z borinských vápencoch borinskej jednotky. Základným litotypom týchto vápencov sú sivé, masívne alebo hrubolavicovité, väčšinou beztextúrne drobnozrnné až celistvé vápence s litoklastami triasových karbonátov, organodetritické vápence, pieskovce súvrstvia Prepadlého. Z hľadiska inžinierskogeologickej rajonizácie patria do **rajónu vápencových hornín – Sw**. Pre značnú časť borinských vápencov sú typické vtrúsené ostrohranné úlomky triasových karbonátov (hlavne dolomitov) rôznej veľkosti, od mikroskopických až po megaolistolity (Plašienka in Kohút et al., 2008). Horniny hodnotíme podľa STN 73 3050 ako 5 až 6 triedu ťažiteľnosti. Podľa STN 73 1001 patria do triedy R2 až R4. Horniny nachádzajú využitie ako stavebný lomový kameň, drvené kamenivo do násypov, cementárská surovina.

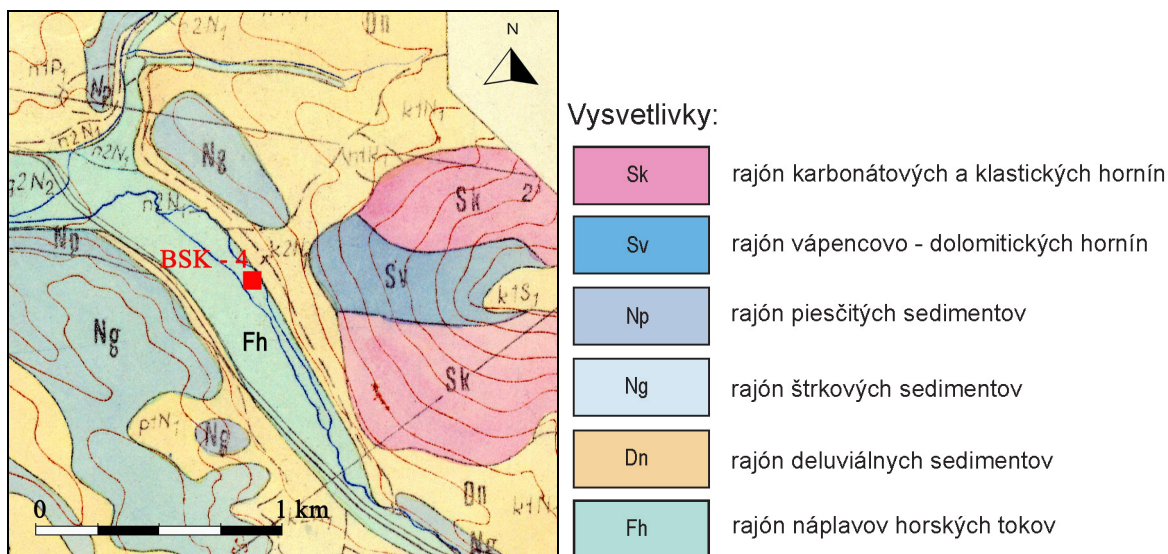


Obrázok 3: Mapa inžinierskogeologickej rajonizácie okolia bodu BSK - 3

Z hľadiska geodynamických javov je rajón náchylný najmä na gravitačné deformácie masívov, opadávanie úlomkov a blokov hornín, intenzívne porušenie spôsobené krasovými procesmi. Intenzívne skrasovatené a nestabilné územia, strmé svahy a rúťivé pohyby môžu ohrozovať výstavbu. Územie rajónu je nevhodné pre ukladanie odpadov. Priepustnosť hornín rajónu je puklinová, puklinovo-krasová, miestami i typická krasová. Podzemné vody sú zväčša nasýtené bez agresívneho CO₂, miestami so zvýšeným obsahom síranov.

Borinka (BSK-4)

Prameň sa nachádza SZ od obce Borinka. Lokalizácia prameňa v mape inžinierskogeologickej rajonizácie je na obr.4. Z hľadiska geologickej stavby sa nachádza v blízkosti zlomu oddeľujúceho karbonáty borinskej jednotky od strednomiocénnych klastických sedimentov devínskonovoveského súvrstvia. Na uvedenom zlome bol zistený výskyt mladých holocénnych poréznych svetlookrových, svetlosivých až sivobielych penovcov vystupujúcich z piesčito-hlinitých až hlinitých svahovín vo forme svahovej terasy (Maglay in Fordinál et al., 2009).



Obrázok 4: Mapa inžinierskogeologickej rajonizácie v okolí bodu BSK - 4 (Hrašna a kol., 1975)

Z pohľadu inžinierskogeologickej rajonizácie sa prameň nachádza v **rajóne náplavov horských tokov – Fh**. Litologicky je rajón tvorený hlavne zle vytriedenými, štrkovito-piesčitými náplavmi v údolí Stupavského potoka, hrúbky 2-5 m, v spodnej časti sú hrubé až balvanité štrky, na povrchu piesčité, hlinité, alebo kombinované súdržné a nesúdržné sedimenty vystupujúce v hĺbke menej ako 5 m. Obsah štrkových zŕn je najčastejšie 50-70%. Obsah hlinito-piesčitej prímеси môže byť 10-50%. Podľa STN 72 1001 ide prevažne o štrkovité sedimenty triedy G2 a G4, piesčité sedimenty triedy S3 a S4 a jemnozrnné sedimenty triedy F4 a F6. Pri hodnotení pre cestné podložie podľa STN 72 1002 patria sedimenty do II. a III. skupiny a sú vhodné do násypov. Podľa STN 73 3050 patria tieto zeminy do 3. až 4. triedy ťažiteľnosti.

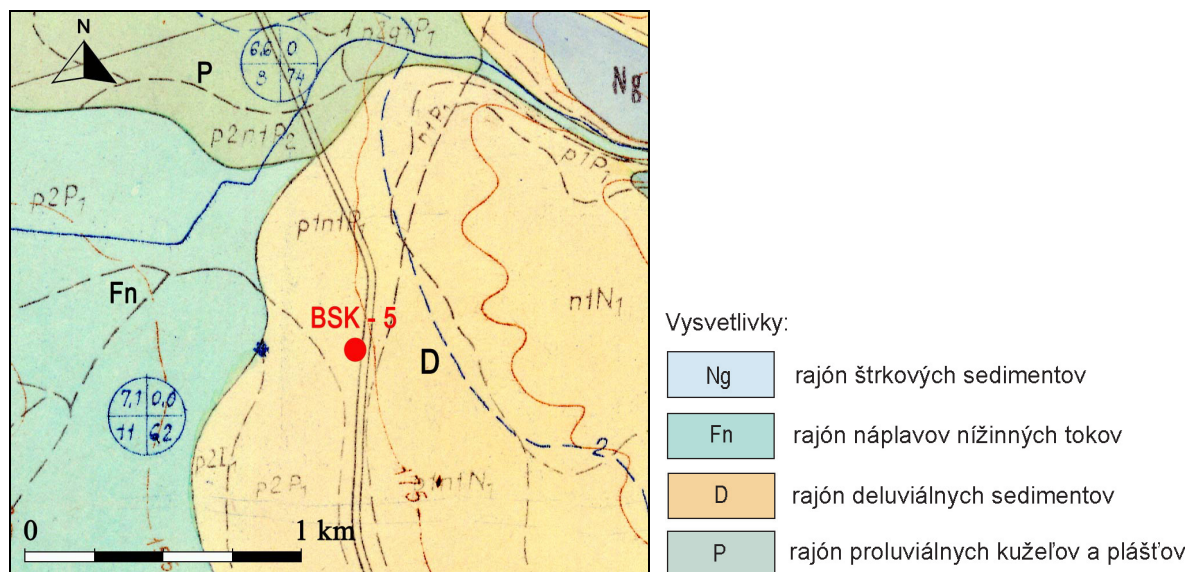
Územie rajónu sa vyznačuje stredným sklonom reliéfu (3-11°). Sedimenty rajónu sú trvalo zvodnené s medzizrnovou priepustnosťou. Úroveň hladiny podzemnej vody je v spojitosti s hladinou vodného toku. Častý je výskyt zamokrených miest. Agresivita podzemných vôd nebola zdokumentovaná. Z geodynamických javov sa môže v rajóne vyskytnúť najmä bočná a hĺbková erózia s možnosťou hromadenia akumulácií sedimentov počas vyšších stavov vody vo vodných tokoch. Územie je nepriaznivo ovplyvnené vysokou hladinou podzemnej vody, výskytom sedimentov s nízkym stupňom uľahnutosti, možným výskytom namŕzavých zemín.

Stupava - vrt (BSK-5)

Vrt sa nachádza medzi obcami Stupava a Lozorno. Lokalizácia v mape inžinierskogeologickej rajonizácie je na obr. 5. Vrt leží v **rajóne deluviálnych sedimentov – D**. Deluviálne sedimenty odrážajú spravidla litologický charakter podložja. Na povrchu vystupujú piesčité zeminy, ktorých hrúbka nepresahuje 2 m, nasledujú striedajúce sa polohy štrkovitých a piesčitých zemín s celkovou hrúbkou do 2 m. Pod nimi sa v hĺbke do 5 m nachádzajú piesky a piesčité zeminy neogénneho podložja. Podľa STN 72 1001 zaradujeme štrkovito-piesčité sedimenty do triedy G1, G2 a G4, piesčité sedimenty do triedy S2, S4, S5. Piesčité a štrkovité zeminy sú väčšinou stredne uľahnuté. Podľa STN 72 1002 patria štrkovité a piesčité sedimenty

do skupiny II. až III., menej do V. skupiny sedimenty a sú vhodné pre použitie do násypov dopravných stavieb. Jemnozrnné sedimenty patria do skupiny VII. až IX. a sú málo vhodné až nevhodné do násypov. Podľa STN 73 3050 zaraďujeme sedimenty rajónu do 2. až 4. triedy ťažiteľnosti.

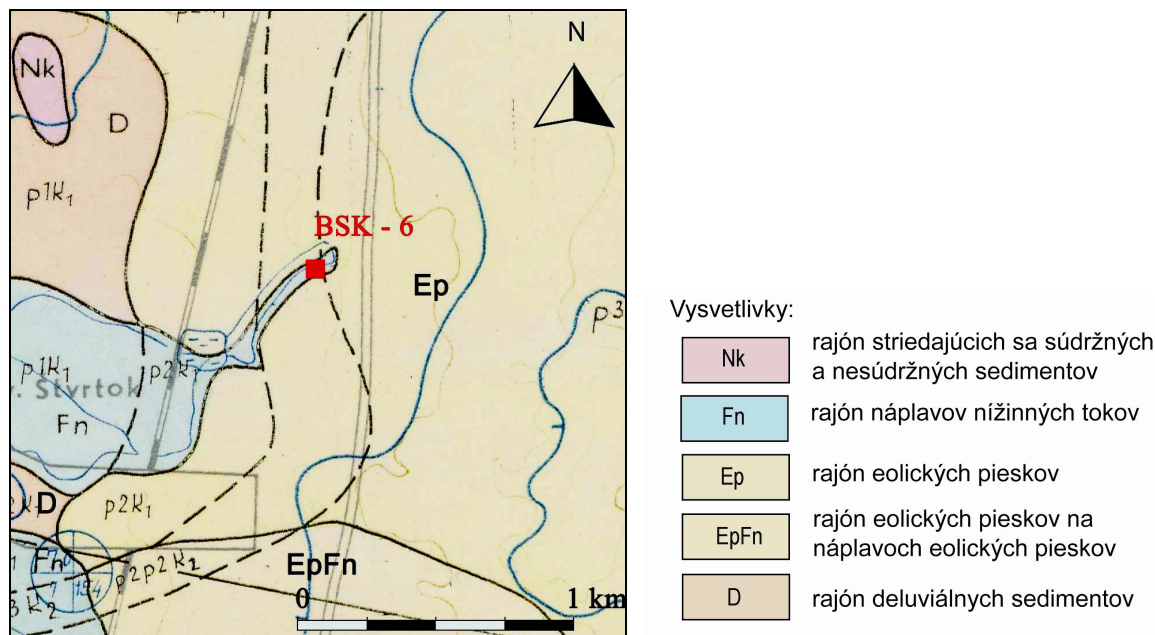
Agresivita podzemných vôd rajónu je daná najmä zvýšeným obsahom síranov. Z geodynamických javov sa môžu vyskytnúť erózne procesy a miestami aj plytké zosuvy malých rozmerov, najmä v čase výdatných zrážok a v jarnom období pri topení snehu.



Obrázok 5: Mapa inžinierskogeologickej rajonizácie v okolí bodu BSK - 5 (Hrašna a kol., 1975)

Plavecký Štvrtok – Bezedné (BSK-6)

Lokalita Bezedné sa nachádza severne od obce Plavecký Štvrtok (obr. 6). Je reprezentovaná zníženinou medzi pieskovými dunami, v ktorej vyvierajú viaceré pramene vytvárajúce slatinné rašelinisko s jazierkom. Na geologickej stavbe územia tejto lokality sa podieľajú neogénne sedimenty, ktoré sú tvorené sedimentmi čárskeho súvrstvia vrchnopanónskeho veku. Sedimenty uvedeného súvrstvia sú reprezentované svetlozelenosivými a svetlosivozelenými vápnitými ílmi, v ktorých sa nachádzajú polohy tmavosivých, miestami uhoľných ílov a lignitov. V uvedenom súvrství boli zistené aj vrstvy hrubozrnných pieskov s rozptýlenými obliakmi štrku do 1,5 cm. (Mořkovský, 1956). V nadloží čárskeho súvrstvia sa nachádzajú fluvialne strednopleistocénne terasové usadeniny rieky Moravy. Sedimenty terasy sú pokryté hrubými návejmi eolických pieskov tzv. centrálného pásma (Hromádka, 1935), ktoré na svahu prechádzajú do deluviálno-fluviálnych piesčitých až hlinito-piesčitých splachov. Povrch terasy sa pohybuje v relatívnej výške 20 – 25 m nad nivou Moravy a báza sedimentov terasy sa nachádza vo výške 17 – 20 m nad jej nivou. Hrúbka akumulácie dosahuje od 0,5 až po 7 m (Maglay in Fordinál et al., 2009).



Obrázok 6: Mapa inžinierskogeologickej rajonizácie v okolí bodu BSK - 6 (Hrašna, 1979)

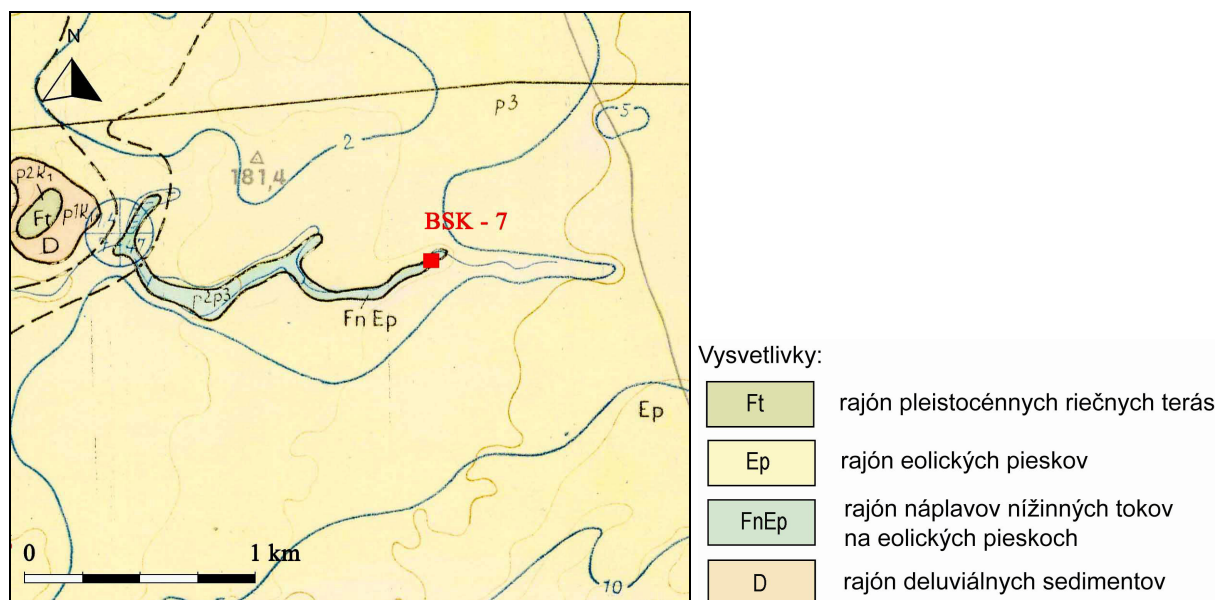
Z hľadiska inžinierskogeologickej rajonizácie okolité územie leží v **rajóne náplavov nížinných tokov - Fn**. Rajón je tvorený náplavami potokov v tejto časti Záhorskej nížiny. Pokryvné útvary predstavujú piesky jemno až strednozrnité, miestami hlinité, hrúbky 2 až 5 m. V zmysle STN 72 1001 piesky zaraďujeme do tried S2 a S3. V ich podloží sa v hĺbke do 5 m nachádzajú ílovito piesčité sedimenty neogénneho podkladu. Striedajúce sa polohy súdržných a nesúdržných zemín zaraďujeme zväčša do tried F4, F6, F8 a S2, S3, S4 hrúbky 1-2 m. V ich podloží v hĺbke do 5 m ležia ílovito prachovité neogénne sedimenty triedy F5 – F8. Podľa STN 72 1002 patria piesčité sedimenty do skupiny III. a IV., sedimenty sú vhodné až veľmi vhodné do násypov komunikačných stavieb. Jemnozrnité sedimenty patria do skupiny VII. až X. a sú málo vhodné až nevhodné do násypov. Podľa STN 73 3050 ich zaraďujeme do 2. až 4. triedy ťažiteľnosti.

V bezprostrednom okolí vystupuje aj **rajón eolických pieskov - Ep**. Tento je tvorený eolickými pieskmi prevažne strednozrnými, dobre opracovanými, stredne uľahnutými, hrúbky 2-5 m. Ležia na ílovito piesčitých neogénnych sedimentoch. Podľa zatriedenia STN 73 1001 je rajón budovaný piesčitými sedimentmi triedy S2, S3, menej zeminami triedy S1, S4, S5. Strednozrnité piesky do hĺbky 2 m môžu byť stredne uľahnuté až uľahnuté. Hlbšie, nad 2 m, sú piesky väčšinou uľahnuté. Podľa STN 72 1002 patria eolické piesky do III. skupiny. Zeminy sú málo vhodné až vhodné do násypov. Podľa STN 73 3050 zaraďujeme zeminy do 2. a 3. triedy ťažiteľnosti.

Z geodynamických javov môžu byť sedimenty rajónu náchylné na eróziu brehov vodných tokov, sufóziu v podloží ochranných hrádzi a vo výkopoch, v prípade vysokej hladiny podzemnej vody dochádza k podmáčaniu územia. K významnej eróznej činnosti vetra môže dochádzať hlavne na územiach zbavených vegetačného pokryvu. Podzemná voda je agresívna pre zvýšený obsah síranov.

Plavecký Štvrtok – Tančibok (BSK-7)

Prameň Tančibok sa nachádza SV od obce Plavecký Štvrtok, v časti Slanisko (obr. 7). Na geologickej stavbe územia tejto lokality sa podieľajú neogénne sedimenty, ktoré sú tvorené sedimentmi čárskeho súvrstvia vrchnopanónskeho veku. Usadeniny uvedeného súvrstvia sú reprezentované svetlozelenosivými a svetlosivozelenými vápnitými ílmi, v ktorých sa nachádzajú polohy tmavosivých, miestami uhoľných ílov a lignitov. V uvedenom súvrství boli zistené aj vrstvy hrubozrnných pieskov s rozptýlenými obliakmi štrku do 1,5 cm (Mořkovský, 1956). V nadloží čárskeho súvrstvia sa nachádzajú fluvialne strednopleistocénne terasové usadeniny rieky Moravy, ktoré sa v oblasti prameňa Tančibok stýkajú s prolúviálnymi sedimentmi zasahujúcimi na predmetné územie z Malých Karpát. Uvedené sedimenty sú pokryté návejmi eolických pieskov (Maglay in Fordinál et al., 2009).



Obrázok 7: Mapa inžinierskogeologickej rajonizácie v okolí bodu BSK - 7 (Hrašna, 1979)

Prameň sa z hľadiska inžinierskogeologickej rajonizácie nachádza v **rajóne náplavov nížinných tokov na eolických pieskoch - FnEp**. Rajón je tvorený hlinito-piesčitými a piesčito-štrkovitými a piesčitými fluvialnymi sedimentmi hrúbky 2–5 m, v podloží ktorých sa nachádzajú eolické piesky. Piesky sú stredne uľahnuté a pórovité, ojedinelý je výskyt hrubších zŕn alebo drobného štrku, prípadne aj prachovitých častíc. Pod eolickými pieskami, ktorých hrúbka je viac ako 5 metrov, sa nachádzajú štrkovito-piesčité prolúviálne sedimenty risského veku. Podzemná voda má medzizrnnú priepustnosť a nachádza sa blízko pri povrchu. Koefficient prietochnosti je od $1 \cdot 10^{-3}$ do $1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Agresivita podzemnej vody nebola v rajóne zdokumentovaná. Podľa STN 73 1001 ide hlavne o zeminy triedy S1 až S5, G4 až G5. Štrky a piesky sú stredne uľahnuté. Podľa STN 72 1002 patria štrkovité sedimenty do skupiny III. a IV. a sú vhodné až málo vhodné pre použitie do násypov dopravných stavieb. Piesčité sedimenty patria do skupiny III. a IV. Sedimenty sú vhodné až málo vhodné do komunikačných násypov. Jemnozrnné sedimenty patria

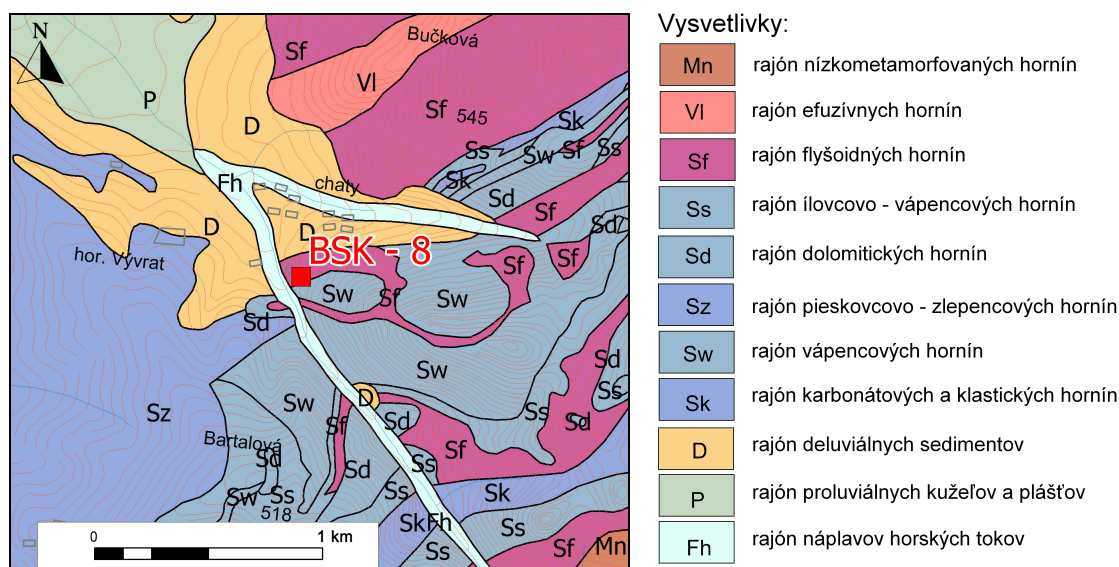
do skupiny VII. až X. a sú málo vhodné až nevhodné do násypov. Podľa STN 73 3050 ich zaradujeme do 2. až 4. triedy ťažiteľnosti.

Z geodynamických javov sa v rajóne uplatňuje výmoľová erózia. Na okolitom území sa môže prejaviť aj erózna činnosť vetra hlavne na územiach zbavených vegetačného pokryvu. Podzemná voda môže byť agresívna pre zvýšený obsah síranov.

Rohožník (BSK-8)

Prameň sa nachádza južne od obce Rohožník, vo Vývratskej doline, v blízkosti horárne Vývrat' (obr. 8). Vyviera zo sedimentov karpatského keupru vysokého príkrovu fatrika Malých Karpát (Polák et al., 2011b). Litologicky je toto súvrstvie zložené z troch základných komponentov, a to z pestrofarebných bridlíc, dolomitov, rauvakov a pieskovcov.

Bridlice sú zložené predovšetkým z illitu, chloritu, sericitu a jemne dispergovaného hematitu. Kremeň tvorí prímies vo forme ostrohranných, veľmi jemných zŕn, veľkosti max. 0,5 mm. Dolomity tvoria bežný alternujúci komponent. Vystupujú prevažne vo vrchnej časti súvrstvia. Sú to sivé a žltkavé ílovité, zväčša lavicovité primárne dolomity. Mikrofaciálne sú to mikrity bez akýchkoľvek zvyškov. Klastickú prímies tvorí angulárny kremeň aleuritovej veľkosti. Rauvaky sú charakteristickým litologickým typom uvedeného súvrstvia v Malých Karpatoch. Litologicky sú to pestré (sivožlté, hrdzavé, žlté) výrazne pórovité horniny, zložené prevažne z úlomkov rôznych typov dolomitov. Vystupujú najčastejšie v spodnej až bazálnej časti komplexu karpatského keupru. Tvoria 20–30 m hrubé polohy tvoriace morfológicky výrazné elevácie s pomerne dobrou odkrytosťou. Okrem vyššie uvedených litologických typov sú v súvrství zastúpené bielosivé a ružové stredno- a hrubozrnné kremenné pieskovce (Polák et al., 2011a).



Obrázok 8: Mapa inžinierskogeologickej rajonizácie v okolí bodu BSK – 8

Z inžinierskogeologického hľadiska kremenné pieskovce, arkózy, zlepenice, ílovité bridlice a dolomity karpatského keupru zaradujeme do **rajónu flyšoidných hornín – Sf**. Horniny rajónu

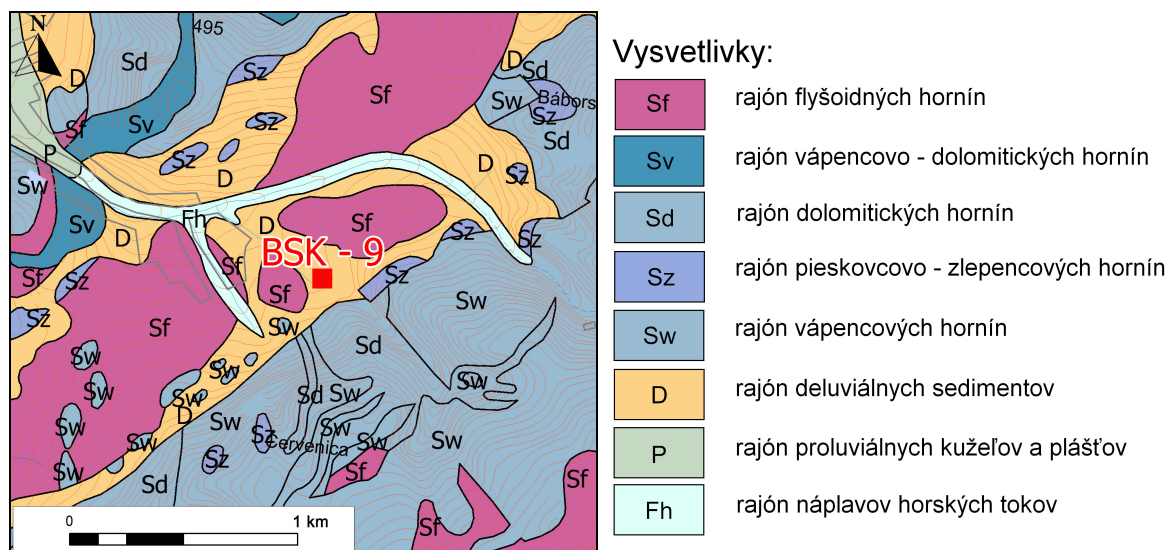
zaraďujeme podľa STN 73 1001 do tried R2 až R4. Horniny patria podľa STN 73 3050 do 5 až 6 triedy ťažiteľnosti. Agresivita vôd je značne premenlivá, najmä uhličitanová, alebo síranová.

Z geodynamických javov sa v horninách rajónu často uplatňuje intenzívne zvetrávanie, výmoľová erózia býva viazaná najmä na tektonicky porušené, oslabené zóny. Potrebné je venovať pozornosť najmä premenlivému rozpukaniu a tektonickému porušeniu hornín. V prípade, že zlepenca a pieskovce ležia na jemnozrnných sedimentoch, je potrebné uvažovať s náchylnosťou územia k svahovým poruchám blokového typu. Inžinierskogeologické podmienky využitia územia bývajú sťažené vysokým stupňom nasiakavosti, premfzaním a rozpadávaním.

Plavecké Podhradie (BSK-9)

Prameň sa nachádza východne od obce Plavecké Podhradie. V okolí prameňa sa nachádzajú paleogénne sedimenty patriace do súvrstvia Jelenej hory. Súvrstvie je na báze tvorené karbonátovými brekciami a drobnozrnnými zlepenkami. V ich nadloží sa nachádzajú vápnité pieskovce, piesčité vápence a organogénno/organodetritické vápence. Časté je laterálne zastupovanie vyššie uvedených facií. Súvrstvie má transgresívny charakter a leží diskordantne na rôznych litostratigrafických jednotkách hronika (Buček in Polák et al., 2011a).

Prameň sa nachádza východne od obce Plavecké Podhradie a z inžinierskogeologického hľadiska leží v **rajóne deluviálnych sedimentov – D** (obr. 9). Rajón sa nachádza na prevažne strmých svahoch alebo vyvýšených častiach svahov na spevnených skalných sedimentoch. Tvorí ho erózo-gravitačné sutiny vzniknuté zvetrávaním podložných hornín a ich následným posúvaním po svahu. Deluviálne sedimenty odrážajú spravidla litologický charakter podložia. Ide prevažne o hlinité a hlinitopiesčité, menej piesčité pokryvy s mocnosťou nad 5 metrov. Hliny sčasti piesčité s úlomkami hornín sú prevažne menej tuhé, uložené na striedajúcich sa skalných a poloskalných horninách (normálny flyš: ílovce, siltovce a pieskovce). Podľa STN 72 1001 je zatriedenie sedimentov veľmi pestré. Hlinité delúviá zaraďujeme do triedy F6 až F8 s konzistenciou tuhou až pevnou. Piesčité delúviá patria do triedy S2, S4, S5. Piesčité zeminy sú väčšinou stredne uľahnuté. Podľa STN 72 1002 patria piesčité sedimenty do skupiny II. až III., menej do V. skupiny a sú vhodné pre použitie do násypov dopravných stavieb. Jemnozrnné sedimenty patria do skupiny VII. až IX. a sú málo vhodné až nevhodné do násypov. Podľa STN 73 3050 zaraďujeme sedimenty rajónu do 2. až 4. triedy ťažiteľnosti. Horniny podložia (bridlice, siltovce a ílovce) patria podľa STN 73 3050 do 5. až 6. triedy ťažiteľnosti. Podľa STN 73 1001 patria do triedy R2 až R4.



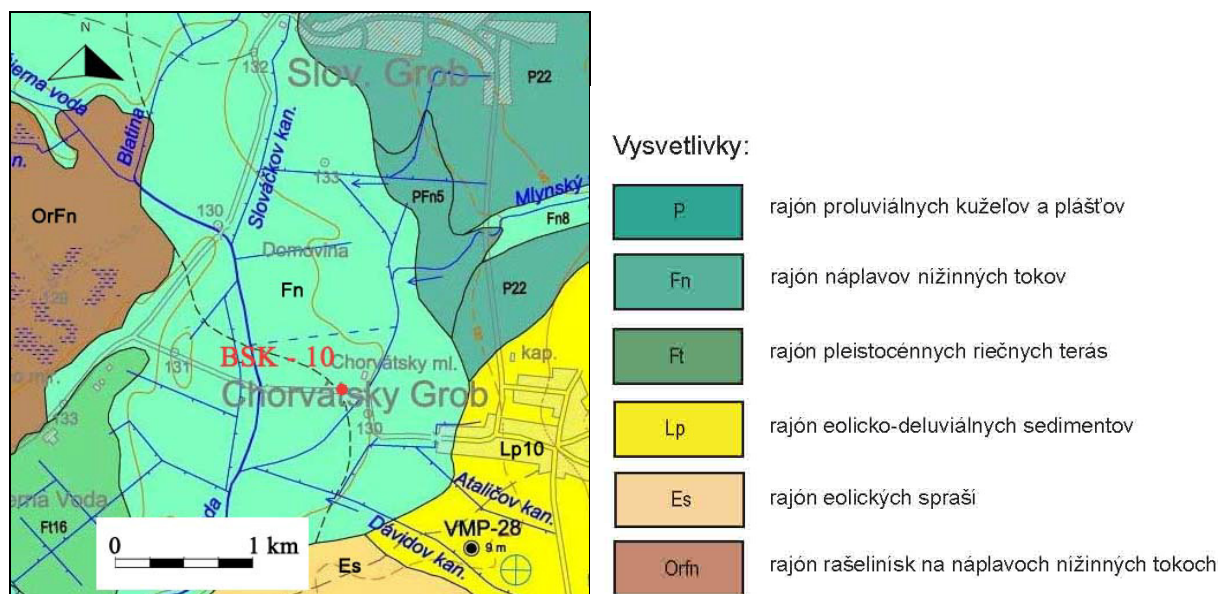
Obrázok 9: Mapa inžinierskogeologickej rajonizácie v okolí bodu BSK – 9

Zvodnenie rajónu je premenlivé a závisí od zrnitosti zloženia jeho sedimentov. Podzemná voda v nižších častiach svahov sa zväčša pohybuje v hĺbkach do 5 m. Sedimenty rajónu sa vyznačujú medzizrnovou priepustnosťou s koeficientom prietochnosti od $1,65 \cdot 10^{-4}$ až do $5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Agresivita podzemných vôd rajónu je značne premenlivá, závisí najmä od vlastností podložných hornín. Agresivita vôd flyšoidných hornín je značne premenlivá, najmä uhličitanová, alebo síranová. Z geodynamických javov sa môžu vyskytnúť erózne procesy a miestami aj plytké zosuvy malých rozmerov, najmä v čase výdatných zrážok a v jarnom období pri topení snehu. Hlinité a hlinito-piesčité delúviá najmä pri nižšom stupni konzistencie bývajú namrzavé a podliehajú i objemovým zmenám. Flyšoidné horniny sa vyznačujú hlbokým zvetrávaním a náchylnosťou k plytkým povrchovým zosuvom.

Chorvátsky Grob - vrt FGB-1A (BSK-10)

Vrt FGB-1A bol realizovaný na západnom okraji Podunajskej panvy, cca 1 km západne od obce Chorvátsky Grob a 50 m západne od vrtu FGB-1. Dosiahol hĺbku 500 m a bol ukončený v sedimentoch sarmatského veku. Geologickú stavbu študovanej oblasti sme charakterizovali na základe vrtu FGB-1, ktorý bol uskutočnený v tesnej blízkosti vrtu FGB-1 a bol ním prevrtaný celý vrstevný sled neogénnej výplne Podunajskej panvy (Franko, 1977).

Neogénne sedimenty v tejto časti panvy transgredujú na kryštalinikum, tvorené sivozeleným, strednozrnným muskoviticko-biotitickým granodioritom. Neogénne sedimenty sú reprezentované klastickými sedimentmi báhoňského súvrstvia vrchnobádenského veku (Biela, 1978; Franko, 1977) a sarmatskými sedimentmi vrábeľského súvrstvia reprezentované hnedosivými, svetlosivými a sivými ílmi, s tenkými vrstvami sivých vápnitých pieskov a pieskovcov. V nadloží sedimentov sarmatského veku boli v hĺbkovom intervale 5,0-401,5 m zistené panónske usadeniny. Tvorené boli sivými, sivozelenými vápnitými ílmi s tenkými vrstvami žltosivých, sivých pieskov a pieskovcov. Kvartérne sedimenty boli vo vrte FGB-1 tvorené hlinou a zahlinenými štrkami (Franko et al., 1977).



Obrázok 10: Mapa inžinierskogeologickej rajonizácie v okolí bodu BSK - 10 (Schwarz a kol., 2004)

Vrt je situovaný západne od obce Chorvátsky Grob v **rajóne náplavov nížinných tokov - Fn** (obr. 10). Rajón je tvorený štrkovo-piesčitou výplňou rieky Váh a jeho pravostranných prítokov. V rajóne je vyvinuté trvalo zvodnené prostredie s medzizrnovou priepustnosťou. Hladina podzemnej vody sa pohybuje v hĺbkach 2-6 m pod povrchom terénu. V miestach so zníženou údolnou nivou hladina podzemnej vody vystupuje na povrch a vytvára zamokrené územia. Podzemné vody sú často znečistené antropogénnou činnosťou.

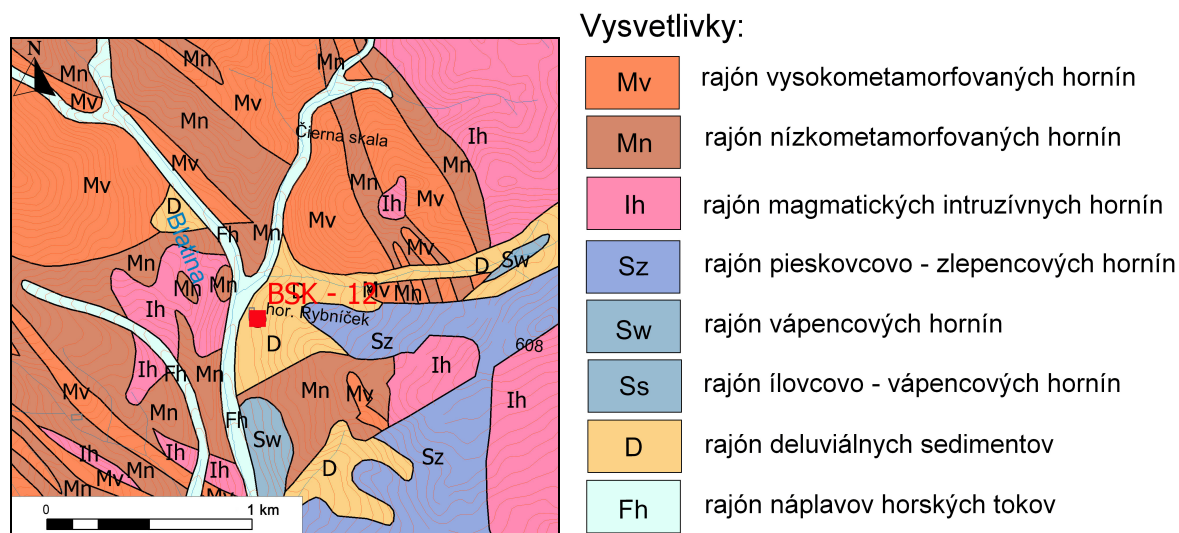
Z geodynamických javov sú sedimenty rajónu náchylné na eróziu brehov vodných tokov, sufóziu v podloží ochranných hrádzi a vo výkopoch, v prípade vysokej hladiny podzemnej vody na podmáčanie územia.

Podľa STN 73 1001 patria štrkovité sedimenty prevažne do triedy G2 až G5, sedimenty s prevahou hlinitej zložky do tried F3 až F5. Podľa STN 73 3050 ich zaradujeme do 2. až 3. tried ťažiteľnosti. Štrky sú vhodnou surovinou do násypov a betónov. Inžinierskogeologické podmienky výstavby bývajú zhoršené v miestach s vysokou hladinou podzemnej vody, v miestach s nízkou konzistenciou povrchových polôh jemnozrnných zemín alebo s malým stupňom uľahnutosti sedimentov. Územie je nevhodné pre ukladanie odpadov.

Pezinok (BSK-12)

Prameň sa nachádza severozápadne od mesta Pezinok, v blízkosti horárne Rybníček. Vytvára v blízkosti tektonického styku lúžňanského súvrstvia s gutensteinskými vápencami a ramsauskými dolomitmi orešianskej sukcesie tatrika (Polák et al., 2011b). Uvedené karbonátové horniny sú reprezentované väčšinou masívnymi, často laminovanými a prúžkovanými sivými a tmavosivými výrazne metamorfnými vápencami. Typické sú najmä pruhované vápence, kde sa striedajú laminy a prúžky (0,5–3 cm) pelmikitického vápenca a vápenca s drobnými svetlo

vyvetrávajúcimi zrnkami dolomitu – selektívne dolomitizovanými koprolitovými peletmi vo vápenci (Plašienka in Polák et al., 2011a).

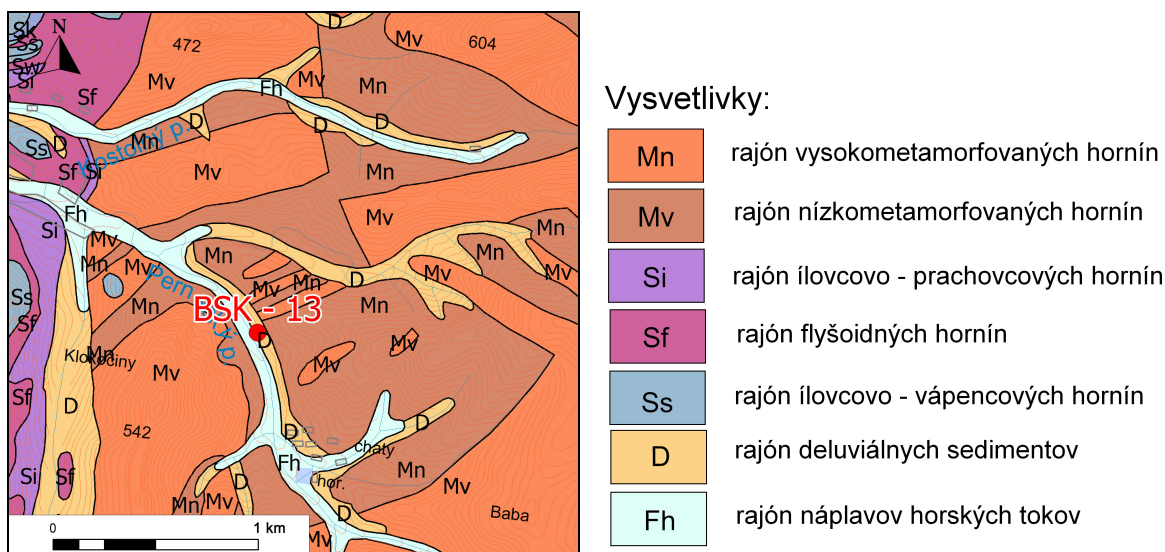


Obrázok 11: Mapa inžinierskogeologickej rajonizácie v okolí bodu BSK – 12

Prameň sa nachádza severozápadne od mesta Pezinok, v blízkosti horárne Rybníček a z inžinierskogeologického hľadiska leží v **rajóne deluviálnych sedimentov - D** (obr. 11). Rajón sa nachádza na prevažne strmých svahoch alebo vyvýšených častiach svahov na spevnených skalných sedimentoch. Tvoria ho erózo-gravitačné sutiny vzniknuté zvetrávaním podložných hornín a ich následným posúvaním po svahu. Deluviálne sedimenty odrážajú spravidla litologický charakter podložia. Ide o piesčito-kamenité a balvanovité blokoviská (sutinové kužele, prúdy, skalné zrútenia, kamenné moria, osypy premenlivej mocnosti, uložené na striedajúcich sa skalných a poloskalných horninách (lúžňanské súvrstvie: svetlosivé, ružové, červené kremence, kremenné pieskovce, arkózové pieskovce, konglomeráty). Podľa STN 72 1001 je zatriedenie sedimentov veľmi pestré, závisí od ich zloženia. Ílovité zeminy zaradujeme do triedy F3 až F8, sute bez dotyku zŕn F1, F2, s dotýkajúcimi sa zrnami G4 až G5, sute piesčité S3, S4. Podľa STN 73 3050 zaradujeme sedimenty rajónu do 2. až 4. triedy ťažiteľnosti. Z geodynamických procesov je tu možnosť náchylnosti zemín k objemovým zmenám, na strmých svahoch treba počítať s možnosťou aktivizácie svahových pohybov a výmoľovej erózie. Zvodnenie rajónu je premenlivé a závisí od zrnitosti zloženia jeho sedimentov. Agresivita podzemných vôd rajónu je značne premenlivá, závisí najmä od vlastností podložných hornín.

Pezinok – vrt MKN-6 (BSK-13)

Vrt MKN-6 sa nachádza severozápadne od mesta Pezinok, v Podbabskej doline. Pod 18 m hrubými kvartérnymi uloženinami boli vo vrte zastihnuté biotitické kremenné fylity, sericiticko-chloritické a grafitické fylity, amfibolity a bazaltoidné metamorfované tufy perneckej skupiny, v ktorých boli zistené kremenné pieskovce, sivé vápence, dolomitické vápence až dolomity (Hanzel et al., 1993), ktoré patria pravdepodobne do borinskej jednotky (Hraško, ústna informácia).



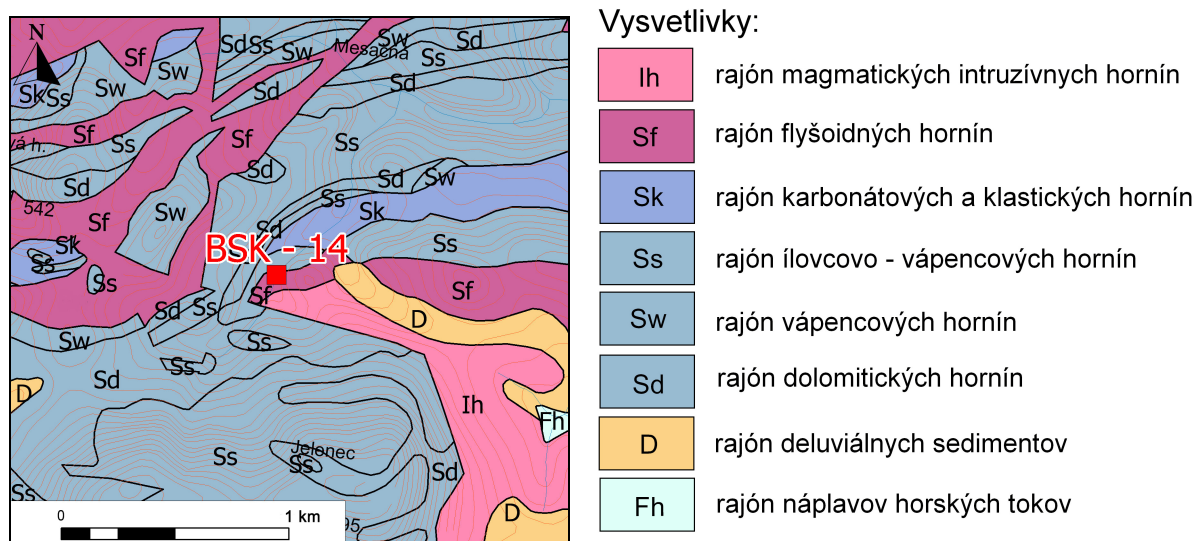
Obrázok 12: Mapa inžinierskogeologickej rajonizácie v okolí bodu BSK – 13

Prameň sa nachádza juhozápadne od obce Pernek, v údolí Perneckého potoka. Z inžinierskogeologického hľadiska leží v **rajóne deluviálnych sedimentov - D** (obr. 12). Rajón sa nachádza na prevažne strmých svahoch alebo vyvýšených častiach svahov na spevnených skalných sedimentoch. Tvoria ho eróžno-gravitačné sutiny vzniknuté zvetrávaním podložných hornín a ich následným posúvaním po svahu. Deluviálne sedimenty odrážajú spravidla litologický charakter podložia. Ide o piesčito-kamenité a balvanovité blokoviská (sutinové kužele, prúdy, skalné zrútenia, kamenné moria, osypy premenlivej mocnosti, uložené na metamorfovaných horninách (**rajón nízkometamorfovaných hornín – Mn** - fylity, sľudnaté bridlice, metapelity biotitovo-granátovej zóny). Podľa STN 72 1001 je zatriedenie deluviálnych sedimentov veľmi pestré, závisí od ich zloženia. Ílovité zeminy zaraďujeme do triedy F3 až F8, sute bez dotyku zŕn F1, F2, s dotýkajúcimi sa zrnami G4 až G5, sute piesčité S3, S4. Podľa STN 73 3050 zaraďujeme sedimenty rajónu do 2. až 4. triedy ťažiteľnosti. Pri metamorfovaných horninách v menej odolných a zvetraných horninách sa môže vyskytovať výmoľová erózia. Horniny sú náchylné k intenzívnemu, nerovnomernému zvetrávaniu. Nezvetrané, zdravé horniny sú podľa STN 73 1001 zaradené do triedy R1 a R2, mierne zvetrané do R3 a zvetrané do R4 a R5. Podľa STN 73 3050 ich zaraďujeme do 5. až 7. triedy ťažiteľnosti.

Z geodynamických procesov je tu možnosť náchylnosti zemín k objemovým zmenám, na strmých svahoch treba počítať s možnosťou aktivizácie svahových pohybov a výmoľovej erózie. Podmienky výstavby sú nepriaznivo ovplyvňované najmä nepravidelnou hrúbkou zóny zvetrávania, intenzívnym zvetrávaním a opadávaním úlomkov v zárezoch i možnosťami vzniku zosuvov po plochách bridličnatosti. Zvodnenie rajónu je premenlivé a závisí od zrnitostného zloženia jeho sedimentov. Podzemné vody majú nízku tvrdosť, sú nenasýtené, v mnohých prípadoch majú zvýšený obsah agresívneho CO₂ a zvýšenú síranovú agresivitu. Horniny tu majú nízku puklinovú priepustnosť zvýraznenú len pozdĺž poruchových zón. Obeh podzemnej vody je prevažne plytký.

Dol'any (BSK-14)

Študovaný prameň sa nachádza severozápadne od obce Dol'any. Prameň vyviera zo súvrstvia tvoreného sivými slieňitými a kremitými vápencami a doskovitými žltkasto-ružovými rádiolaritmi, ktoré obsahujú šošovkovité telesá alodapických, doskovitých sivých krinoidových a hrubodetritických až lumachelových vápencov s úlomkami schránok lastúrníkov, ramenonožcov a koralov. Uvedené sedimenty patria do solírovskej sukcesie tatrika Malých Karpát (Polák et al., 2011ab).



Obrázok 13: Mapa inžinierskogeologickej rajonizácie v okolí bodu BSK – 14

Prameň sa nachádza severozápadne od obce Dol'any. Z inžinierskogeologického hľadiska leží v **rajóne flyšoidných hornín - Sf**. Lokalizácia prameňa na mape inžinierskogeologickej rajonizácie je na obr. 13. Rajón tvorí súvrstvie Slepého, ide o jurské (stredný - mladší lias) slieňité, kremité a rohovcové vápence, vápnité silicity a miestami aj hľuznaté vápence. V tesnej blízkosti sa nachádza **rajón ílovcovo - vápencových hornín - Ss**. Ide o sedimenty staršej jury, a to sivé klastické, lavicovité vápence so silicitmi a sivé, kremité ílovce. Podľa STN 73 3050 patria horniny do 5. až 6. triedy ťažiteľnosti. Podľa STN 73 1001 ich zaradíme do triedy R2 až R4. Ako materiál pre miestne stavebné účely je možné využiť hrubšie vápencové polohy.

Z geodynamických javov je územie náchylné najmä na intenzívne zvetrávanie a výmoľovú eróziu, ktorá postihuje najmä bridlice. Ojedinele sa môžu vyskytovať aj zosúvanie zvetralín a gravitačné deformácie masívov, opadávanie úlomkov a blokov hornín, intenzívne porušenia spôsobené krasovými procesmi. Podzemné vody sú zväčša nasýtené bez agresívneho CO₂, miestami so zvýšeným obsahom síranov. Lokálne sa môžu vyskytovať aj územia so slabo napätými horizontmi podzemnej vody.

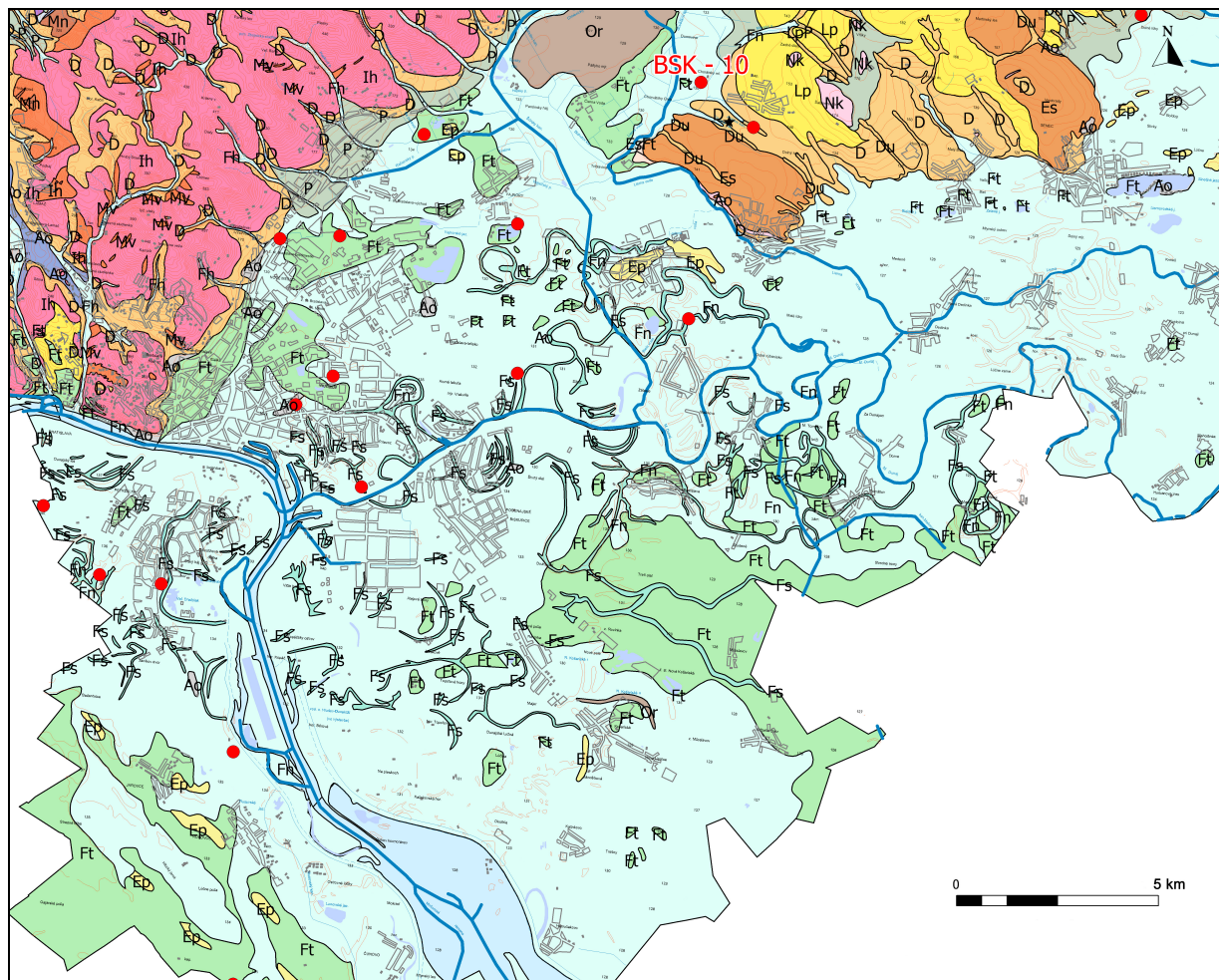
Vrty monitorované SHMÚ na území v okolí Dunaja a Malého Dunaja

Územie, na ktorom ležia vrty monitorované SHMÚ, sa rozprestiera od štátnej hranice SR s Rakúskom a Maďarskom v Petržalke cez severovýchodnú časť mesta Bratislavy až po obec Doľany (obr. 14). Predmetné územie leží na Podunajskej nížine, v časti Podunajská rovina s rovinným až nepatrne zvlneným akumulácnym reliéfom fluválnej roviny, miestami až fluválnej i slatinnej mokrade. Na severe zasahuje aj do časti Podunajská pahorkatina. V oblasti centrálnej časti Bratislavy je zachovaný kvartérny fluválny vývoj terasového typu. V oblasti Petržalky predstavuje prechodné územie od terasového typu vývoja kvartérnej sedimentácie ku superpozičnej panvovej sedimentácii Podunajskej nížiny. Oblasť Rusoviec a Čunova sa nachádza už na okraji poklesávajúcej centrálnej depresie panvy, a preto má normálny superpozičný vývoj fluválnej sedimentácie. Hrúbky kvartérnych sedimentov smerom do panvy rastú (Halouzka, 1993). V podloží kvartérnych sedimentov sa v oblasti centrálnej časti Bratislavy nachádzajú vrchnomiocénne - panónske sedimenty (Fordinál, Tuba, 1992).

Väčšina vrtov monitorovaných SHMÚ sa nachádza v **rajóne údolných náplavov – F**. Rajón pokrýva značnú časť záujmového územia, kde tvorí štrkovo-piesčitú výplň rieky Dunaj a jeho ramien a prítokov. Celková hrúbka náplavov je variabilná a kolíše v rozmedzí 5–10 m. Povodňové hliny sú väčšinou ílovité až hlinité, štrky hrubé s obsahom jemnozrnných častíc. Podľa STN 72 1001 patria štrkovité sedimenty do tried G2 až G5, sedimenty s prevahou hlinitej zložky do tried F3 až F5. Podľa STN 73 3050 patria do 2. až 3. triedy ťažiteľnosti. Štrky sú vhodnou surovinou do násypov a betónov. Plasticita sa pohybuje od nízkej až po vysokú. Polohy jemnozrnných sedimentov a výplňový materiál majú prevažne tuhú konzistenciu. Morfológia rajónu je plochá, sklon územia býva do 1°. Riečne štrky sú významným kolektorom podzemnej vody s medzizrnovou priepustnosťou. Hladina podzemnej vody sa pohybuje v hĺbkach 2–6 m pod povrchom terénu. V miestach so zníženou údolnou nivou hladina podzemnej vody vystupuje na povrch a vytvára zamokrené územia. Podzemné vody sú často znečistené antropogénnou činnosťou.

Z geodynamických javov sú sedimenty rajónu náchylné na eróziu brehov vodných tokov, sufóziu v podloží ochranných hrádzi a vo výkopoch, v prípade vysokej hladiny podzemnej vody na podmáčanie územia. S ohľadom na hĺbku podzemnej vody a možné zvodnenie vrstiev v rajóne sú základové pomery podmiennečne vhodné. Inžinierskogeologické podmienky výstavby bývajú zhoršené aj v miestach s nízkou konzistenciou povrchových polôh jemnozrnných zemín, s malým stupňom uľahnutosti sedimentov. Územie je nevhodné pre ukladanie odpadov.

V juhozápadnej a v severnej časti územia sa vrty vyskytujú aj v **rajóne sedimentov riečnych terás – Ft**. Terasové stupne sú zachované v rôznych výškových úrovniach. Najväčší plošný rozsah majú strednopleistocénne a würmské terasové stupne. Sedimenty starších terás sú väčšinou oderodované. Povrch terás má rovinatý charakter. Prevažne ide o štrkovité sedimenty s rôznym podielom piesčitej a štrkovitej frakcie. Terasové štrky sú prevažne strednozrnné až hrubozrnné. Sú uľahnuté. Materiál starších terás je značne zvetraný. Podľa STN 72 1001 patria zeminy rajónu do tried G3 až G5. Podľa STN 73 3050 patria do 2. až 4. triedy ťažiteľnosti. Štrky je možné používať do násypov hrádzi a dopravných stavieb. Inžinierskogeologické podmienky výstavby sú obmedzené na okrajoch terás a pozdĺž výrazných erózných rýh. Územie je málo vhodné pre ukladanie odpadu.



Vysvetlivky:

Mv	rajón vysokometamorfovaných hornín
Mn	rajón nízkometamorfovaných hornín
Ih	rajón magmatických intruzívnych hornín
Ep	rajón eolických pieskov
Es	rajón eolických spraší
Lp	rajón sprašoidných sedimentov
Or	rajón rašelinísk
Fs	rajón mŕtvych ramien
Fn	rajón náplavov nížinných tokov
Ft	rajón pleistocénnych riečnych terás
P	rajón proluviálnych kužeľov a plášťov
D	rajón deluviálnych sedimentov
Du	rajón sedimentov úvalín
Ao	rajón návažiek odpadu (skládky a pod.)
●	vrty monitorované SHMÚ

Obrázok 14: Inžinierskogeologická mapa oblasti Podunajska v rámci BSK s vyznačením vrtov monitorovaných SHMÚ

Súvislý horizont podzemnej vody je spravidla vyvinutý na báze terasy. Hrúbka zvodneného horizontu dosahuje 2–5 m. Priepustnosť štrkov je premenlivá, závislá od hlinitej a ílovitej prímеси. Zvodnenie je závislé od plochy rajónu, jeho hrúbky a od charakteru podložných hornín. Sedimenty rajónu sú náchylné najmä na výmoľovú eróziu, hlavne okraje terás. V týchto miestach je možný aj výskyt svahových deformácií, najmä ak podložie tvoria jemnozrnné horniny.

Územia mŕtvych ramien vodných tokov pozdĺž Dunaja a Malého Dunaja patria do **rajónu náplavov mŕtvych ramien – Fs**. Je tvorený súdržnými sedimentmi (väčšinou prachovitými a ílovitými hlinami) s veľkým podielom organickej hmoty, miestami sa v ňom vyskytujú šošovky tvorené rašelinou a bahnom. Konzistencia je veľmi premenlivá, závislá od zrážok a ročného obdobia. Podľa STN 73 3050 sa sedimenty rajónu zaraďujú do – 4 triedy ťažiteľnosti.

Územie je poľnohospodársky využívané pre vysoko bonitné pôdy. Inžinierskogeologické pomery sú nepriaznivo ovplyvnené vysokou hladinou podzemnej vody, nízkou pevnosťou a vysokou stlačiteľnosťou organických sedimentov. Územie rajónu je nevhodné pre zakladanie stavieb, často sa však využívalo pre skládky odpadov (Kubeš, 1996).

3. Literatúra

- Bella, P., Hlaváčová, I., Holúbek, P. et al., 2007: Zoznam jaskýň Slovenskej republiky (stav k 30.6.2007). Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Správa slovenských jaskýň, Slovenská speleologická spoločnosť. Liptovský Mikuláš, 361 s.
- Fordinál, K., Maglay, J., Nagy, A., Polák, M., Filo, I., Olšavský, M., Plašienka, D., Kohút, M., Bezák, V., Németh, Z., Ábelová, M., Šimon, L., Kollárová, V., Kováčiková, M., 2009: Vysvetlivky ku geologickým mapám v M 1:25 000 listov: 44-232 Devín, 44-241 Bratislava-Karlova Ves (časť), 44-214 Bratislava-Devínska Nová Ves, 44-223 Bratislava-Záhorská Bystrica (časť), 44-212 Zohor, 44-221 Stupava (časť), 34-434 Záhorská Ves, 34-443 Jablonové (časť), 34-444 Modra-Harmónia (časť). Manuskript – archív Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra Bratislava
- Fordinál, K., Tuba, Ľ., 1992: Biostratigrafické a paleoekologické vyhodnotenie sedimentov územia centrálnej časti Bratislavy
- Franko, O., Zbořil, O., Mateovič, Ľ., 1977: Správa o výskumných geotermálnych vrtoch FGB-1 a FGB-1A v Chorvátskom Grobe. Manuskript – archív Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra Bratislava
- Halouzka, R., 1993: Geologický vývoj v kvartéri. In Štefanovičová, T. (edit.), Halouzka, R., Krippel, E., Novotný, B., Novotná, M., Farkaš, Z., Studeníková, E., Pieta, K., Zachar, L., Kolník, T., Krekovič, E., Snopko, L., Geržová, I., Ferus, V., Hečková, I., Štefanovičová, T., Hajnalová, E., Šefčáková, A., Cidlinská, L., 1993: Najstaršie dejiny Bratislavy. Vyd. Elán, Bratislava, 9-27
- Hanzel, V., Vrana, K., Čimborova, S., 1993: Podzemné vody západných svahov Devínskych a Pezinských Karpát. Manuskript – archív Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra Bratislava
- Hrašna, M., 1979: Základná inžinierskogeologická mapa 1:25 000, listy: M-33-130-D-c Záhorská Ves, M-33-130-D-d Láb, M-33-131-C-c Jablonové, M-33-131-C-d Kuchyňa - čiastková záverečná správa za rok 1978, Regionálny inžinierskogeologický výskum, Bratislava, GÚDŠ, 69 s.



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



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

- Hrašna, M., Matula, M., 1975: Základná inžinierskogeologická mapa 1:25 000, listy: Zohor, Devínska Nová Ves, Stupava, čiastková záverečná správa. Regionálny inžinierskogeologický výskum, Bratislava, GÚDŠ, 77 s.
- Hrašna M., 1996: Rajonizácia seizmickej intenzity na území Bratislavy. Mineralia Slovaca 28, 3, 219-224
- Hric, V., Panek, M., 1986: Vištuk – sanácia zosuvného územia. Podrobný prieskum. IGHP Žilina. Manuskript, 30 s.
- Hromádka, J., 1935: Třídění povrchových tvarů Slovenska na podkladě jejich vývoje. Sbor. Slov. vlast. Múz, 4, 14-31
- Hyroššová, 1967: Devín – Sedláčkov ostrov, hydrogeologický prieskum. Manuskript- archív Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra Bratislava
- Iglárová, L., Wagner, P., Hrašna, M., Cipciar, A., Frankovská, J., Bajtoš, P., Smolárová, H., Gluch, A., Vlčko, J., Bodiš, D., Klukanová, A., Ondrášik, M., Ondrejka, P., Liščák, P., Pauditš, P., Petro, L., Dananaj, I., Hagara, R., Moczo, P., Labák, P., Kristeková, M., Ferianc, D., Vanko, J., Kováčiková, M., Záhorová, L., Mikita, S., Matys, M., Gajdoš, V., Masarovičová, M., Slávik, I., Vybíral, V., Rapant, S., Greif, V., Brček, M., Kordík, J., Slaninka, I., 2011: Čiastkový monitorovací systém – geologické faktory, správa za obdobie 2002 – 2009, ZS, MŽP SR, ŠGÚDŠ
- Káčer, Š. a kol., 2005: Digitálna geologická mapa Slovenskej republiky v M 1:50 000
- Kárník, V., Michal, E., Molnár, A., 1958: Erdbeben Katalog der Tschechoslowakei (bis zum Jahre 1956). Geofyzikální sborník č. 69, Praha, s. 411-598
- Klukanová, A., Frankovská, J., 1995: Monitorovanie presadavých zemín na Slovensku, Slovak Geological Magazine, GÚDŠ Bratislava, Vol.3
- Kohút, M., Plašienka, D., Fordinál, K., Maglay, J., Kučera, M., 2008: Vysvetlivky ku geologickej mape 1:25 000; listy: 44-221 Stupava a 44-224 Bernolákovo (časť). Manuskript – archív Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra Bratislava
- Kubeš, P., Malík, P., Nagy, A., Petro, L., Piovarči, M., Pristaš, J., Rapant, S., Remšík, A., Šefara, J., Vozár, J., Tkáčová, H., Kováčik, M., Caudt, L., Elečko, M., Halouzka, R., Hušták, J., 1996: Podunajsko - Danreg - národný projekt - geofyzikálny prieskum, vypracovanie máp a štúdií, Bratislava, Geologická služba SR, Bratislava, GEOCOMPLEX, MŽP SR, 266 s.
- Mahel', M., 1953: Hydrogeologický posudok zdrojov pitnej vody pre vodovod Devínska Nová Ves. Manuskript - archív Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra Bratislava
- Matula, M., 1977: Regionálna inžinierska geológia Slovenska, Univ. Komenského Bratislava, 154 s.
- Mořkovský, M., 1956: Závěrečná zpráva strukturního průzkumu oblasti Lábe pokleslá kra – Vysoká – Zohor – Lozorno. Manuskript – archív Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra Bratislava
- Nemčok, A., 1982: Zosuvy v slovenských Karpatoch. Bratislava, Veda, 306 s.
- Polák M., Plašienka D., Kohút M., Putiš M., Bezák V., Maglay J., Olšovský M., Havrila M., Buček S., Elečko M., Fordinál K., Nagy A., Hraško L., Németh, Z., Liščák P., Slavkay M., Kubeš



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



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

- P., 2011a: Vysvetlivky ku geologickej mape regiónu Malé Karpaty v mierke 1:50 000. Manuskript – archív Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra Bratislava
- Polák M. (red.), Plašienka D, Kohút M., Putiš M., Bezák V., Filo, I., Olšavský, M., Havrila M., Buček S., Maglay J., Elečko M., Fordinál K., Nagy A., Hraško L., Németh, Z., Ivanička, J., Broska I. 2011b: Geologická mapa Malých Karpát v mierke 1:50 000. Manuskript – archív Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra Bratislava
- Polák, R., 1977: Devínska Nová Ves – prameň Jalšovec – hydrogeologický prieskum II. Manuskript - archív Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra Bratislava
- Schwarz, J., Kováč, M., Tupý, P., Malík, P., Benková, K., Jasovská, A., Hrnčárová, M., Pitoňák, P., Čurlík, J., Šefčík, P., Hricko, J., Kandrík, M., Hojnoš, M., Lučivjanský, L., Ilkanič, A., Vasil'ko, T., Oroszlány, J., Zlocha, M., Antal, B., 2004: Súbor regionálnych máp geologických faktorov ŽP regiónu Trnavská pahorkatina v mierke 1:50 000, orientačný geologický prieskum ŽP, Banská Bystrica, EnviGeo, 139 s.
- Schwarz, J., Laffers, F., Tupý, P., Jasovská, A., Pitoňák, P., Mudráková, M., Hricko, J., Kandrík, M., Hojnoš, M., Bezák, J., Máťuš, J. Poltárska, K., Sobocká, J., Jaďuďa, M., Hutár, V., Ilkanič, A., Vasil'ko, T., a kol., 2006: Záhorská nížina - súbor máp geologických faktorov ŽP regiónu v mierke 1:50 000, orientačný GP ŽP, Bratislava MŽP, Banská Bystrica, EnviGeo, 124 s.
- Šajgalík J., Modlitba, I., 1983: Spraše Podunajskej nížiny a ich vlastnosti. Veda, vydavateľstvo SAV, Bratislava, 204 s.
- Šmída, B. 2008: Krasové jamy (závrty) Západných Karpát: štúdium ich morfológie a genézy. Písomná práca k dizertačnej skúške. Katedra fyzickej geografie a geoekológie, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava, 113 s.
- Švagrovský, J., 1977: Správa o biostratigrafickom vyhodnotení vrtu HZ-1 pri Devínskej Novej Vsi. In. Polák, R., 1977: Devínska Nová Ves – prameň Jalšovec – hydrogeologický prieskum II. Manuskript - archív Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra Bratislava
- Vlčko, J., 1975: Základné inžinierskogeologické mapy v mierke 1:25 000, listy: Sološnica a Plavecké Podhradie, čiastková záverečná správa za rok 1975. Regionálny inžinierskogeologický výskum, Bratislava GÚDŠ, 51 s.
- Vojtaško, I., Martinovič, M., Šesták, L., Horváthová, J., 1991: Špeciálna Inžinierskogeologická mapa 1:25 000 pre skládky tuhého komunálneho odpadu (TKO) – Veľká Bratislava a okolie, sprievodná správa, orientačný prieskum, IGHP Bratislava, SGÚ
- Žák, D., Kovács, T., Kost'ov, K., Sýkorová, M., 1996: Sedláčkov ostrov – Devín (doplnenie pozorovacích objektov). Manuskript – archív Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra Bratislava

4. Zoznam použitých noriem

- STN 72 1001, 2010: Klasifikácia zemín a skalných hornín
- STN 72 1002, 1995: Klasifikácia zemín pre dopravné stavby
- STN 73 1001, 2010: Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb
- STN 73 0036, 1997: Seizmické zaťaženia stavebných konštrukcií
- STN 73 3050, 1986: Zemné práce. Všeobecné ustanovenia