



Šafárikova 91, 048 01 Rožňava

ENVIRONMENTALISTIKA, HYDROGEOLOGIA, INŽINIERSKA A LOŽISKOVÁ GEOLÓGIA

ODBORNÝ POSUDOK

**Stavebná obnova hlavnej budovy
a budovy chemických laboratórií
SPŠ S. Mikovíniho Banská Štiavnica**

Vypúšťanie vôd z povrchového odtoku

Objednávateľ:	SPŠ S. Mikovíniho Banská Štiavnica		
Druh prác :	geofaktory životného prostredia		
Etapa :	orientačný prieskum		
Kataster :	Banská Štiavnica	801 470	
Okres :	Banská Štiavnica	602	

Ing. Marián Bachňák
zodpovedný riešiteľ

február, 2024

Rozdeľovník

Exemplár č. 1	Štátny geologický ústav D. Štúra, odbor informatiky Bratislava
Exemplár č. 2	SPŠ S. Mikovíniho Banská Štiavnica, Akademická 13, 969 01 Banská Štiavnica
Exemplár č. 3	SPŠ S. Mikovíniho Banská Štiavnica, Akademická 13, 969 01 Banská Štiavnica
Exemplár č. 4	SPŠ S. Mikovíniho Banská Štiavnica, Akademická 13, 969 01 Banská Štiavnica

Zoznam obrázkov v texte

Obrázok č. 1	Situačná mapa širšieho okolia	M = 1 : 50 000
Obrázok č. 2	Prehľadná geologická mapa	grafická
Obrázok č. 3	Situácia umiestnenia vsakovacích objektov	bez mierky
Obrázok č. 4	Rez vsakovacím objektom	bez mierky

Obsah

	str.
Úvod	4
1 Miestopisné vymedzenie územia	4
2 Údaje o širšom území	4
2.1 Geomorfologické pomery	4
2.2 Klimatické pomery	5
2.3 Geologické pomery širšieho okolia	7
2.4 Hydrogeologické pomery širšieho okolia	9
3 Geologická preskúmanosť	10
3.1 Geologické pomery skúmaného územia	10
4 Technické riešenie odvedenia dažďových vôd	11
4.1 Základné charakteristiky technického riešenia	11
4.2 Výpočet produkcie dažďových vôd	15
4.3 Spotreba vody na zavlažovanie	15
5 Záver	16
6 Literatúra	18

Úvod

V súvislosti s prípravou stavby „*Stavebná obnova Hlavnej budovy a Budovy chemických laboratórií SPŠ Samuela Mikovíniho Banská Štiavnica*“ objednala SPŠ S. Mikovíniho Banská Štiavnica spracovanie odborného posudku na vypúšťanie vôd z povrchového odtoku do podzemných vôd, v zmysle projektovej dokumentácie spracovanej spoločnosťou Barényi & architekti, Liptovský Mikuláš - zodpovedný projektant Ing. arch. Stanislav Barényi (2020).

Projekt rieši zachytávanie dažďových vôd zo striech objektov a odvodňovacích žľabov, ktoré budú odvedené kanalizačným potrubím do retenčných nádrží objemu 30 a 20 m³, s prepadom do vsakovania (vsakovacie bloky), kde prepad pre hlavný objekt predstavuje 7,8 m³ a pre objekt chemických laboratórií 4,2 m³.

Uvedeným riešením sa kladie dôraz na zadržiavanie vody v krajine prostredníctvom dažďových záhrad, na ich odpar v území a ich vypúšťanie do podzemných vôd, pred ich odvádzaním do povrchového odtoku.

1. Miestopisné vymedzenie územia

Číslo mapového listu	36-33-09
Názov kraja	Banskobystrický
Číselný kód kraja	6
Názov okresu	Banská Štiavnica
Číselný kód okresu	602
Názov obce	Banská Štiavnica
Číselný kód obce	516 643
Názov katastrálneho územia	Banská Štiavnica
Kód katastra	801 470

Skúmané územie je zobrazené na obr. č. 1.

2. Údaje o širšom území

2.1 Geomorfologické pomery

Skúmané územie je situované pri severnom okraji mesta Banská Štiavnica. Lokalita sa nachádza v centrálnej časti Štiavnických vrchov, ktoré majú rozlohu 872 km². Nadmorská výška sa pohybuje od 195 m n. m. na úrovni Hrona v Slovenskej bráne po 1009 m n. m. na vrchole Sitna. Priemerná nadmorská výška v severnej časti je väčšia ako v južnej, prechádzajúcej do Krupinskej a Ipeľskej pahorkatiny. Z hľadiska absolútnych nadmorských výšok patrí územie k nízkym vysočinám (301 – 800 m n. m.), iba malé ostrovčeky patria k stredovysokým (nad 800 m n. m.). Sú to hlavne oblasti Sitna, Skalky (882 m n. m.) a Zlatého vrchu (850 m n. m.). Územie je tvorené vulkanicko-blokovou stavbou s pozitívnymi morfoštruktúrami v podobe hrastí a blokov. Základný typ reliéfu je silne členitý pahorkatinový až silne členitý hornatinový s hlbokými dolinami bez nív, alebo len so slabo vyvinutými nivami (Atlas krajiny 2002). V dôsledku pestrej mozaiky rôzne odolných sopečných hornín, erózných a denudačných procesov predstavujú Štiavnické vrchy pestrý, horizontálne silne rozčlenený reliéf so striedajúcimi sa horskými rázsochami a chrbtami, poklesnutými brázdami, plytšími a hlbšími dolinami. Ich charakteristickým znakom je, že nemajú výrazne vyvinutý hlavný chrbát.

2.2 Klimatické pomery

Podstatná časť územia leží v mierne teplej oblasti. Priemerný ročný úhrn zrážok nepresahuje 900 mm. Priemerné januárové teploty vzduchu dosahujú hodnotu približne -4 až -5 °C, júlový priemer teploty vzduchu sa pohybuje okolo 16 °C. Najvyššie časti okresu patria do chladnej klimatickej oblasti, kde priemerné ročné úhrny zrážok presahujú 1000 mm. Vysoký podiel na zrážkach má sneh. Snehová pokrývka sa vyskytuje 120 až 140 dní v roku. V januári priemerné teploty vzduchu klesajú pod -6 °C, v júli sa pohybujú v intervale 12 až 16 °C. Z hľadiska klimaticko-geografických typov (upravené podľa Tarábka) patrí okres Banská Štiavnica do typu horskej klímy s malou inverziou teplôt, vlhkej až veľmi vlhkej (obr. 2.2).

Severnú časť Štiavnických vrchov tvorí chladná oblasť s vlhkými okrskami. Priemerná ročná teplota vzduchu je 7,9 °C, za vegetačné obdobie (VO) je to 14,3 °C. Najteplejší mesiac v roku je júl (18,0 °C) a najchladnejší január s teplotou 2,4 °C. Dlhodobé priemerné mesačné teploty vzduchu sú uvedené v tab. č. 1.

Dlhodobé priemerné mesačné teploty vzduchu (°C) za obdobie 1979 - 2008

Tab. č. 1

Mesiac	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Močiar	-2,4	-0,9	3,0	8,0	13,2	16,2	18,0	17,5	13,0	8,2	2,5	-1,4

Dôležitou charakteristikou atmosférických zrážok je ich rozdelenie počas roka, ktoré sú uvedené v tab. č. 2 - priemerné mesačné zrážkové úhrny.

Priemerné mesačné a ročné úhrny zrážok (mm) za obdobie 1979 – 2008

Tab. č. 2

Mesiac	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
Močiar	50	45	47	57	79	76	69	57	61	51	67	59	718

Priemerný ročný úhrn zrážok je 718 mm, v letnom polroku (LP) 399 mm. Najchudobnejšie na zrážky sú zimné mesiace (január, február, marec), najviac zrážok spadne v mesiacoch máj, jún, júl a november. Maximálny alebo minimálny úhrn sa môže, vzhľadom na veľkú premenlivosť ročného chodu zrážok, vyskytnúť v ktoromkoľvek mesiaci.

Mesačné zrážkové úhrny zo stanice SHMÚ – Močiar

Tab. č. 3

Mesiac	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
DP 1961-1990	43	43	40	53	79	90	69	66	56	54	68	57	718
2014	50,3	57,5	35,1	45,4	109,2	46,1	189,4	142,3	78,6	81,5	34,9	43,1	913,4
% DP	117	134	88	86	138	51	274	216	140	151	51	76	127
2015	70,4	25,8	62,2	22,3	90,9	24,6	94,1	61,8	46,2	85,6	48,5	13,3	645,7
% DP	164	60	156	42	115	27	136	94	83	159	71	23	90

Zdroj: Klúz a kol., 2017

DP 1961-1990 dlhodobé priemerné mesačné úhrny zrážok (mm) za roky 1961-1990

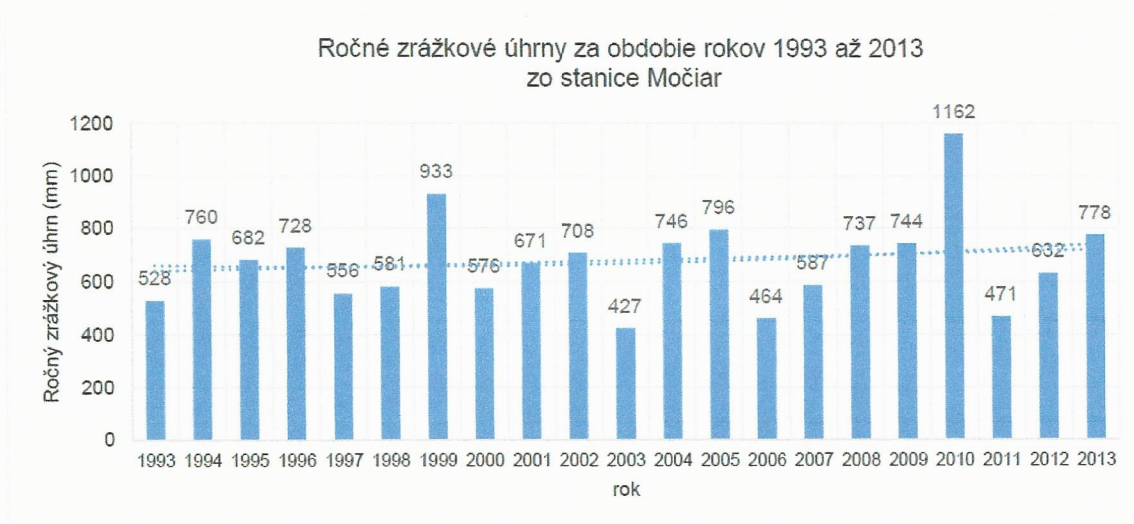
DP % percentá zrážok hodnoteného obdobia vzhľadom k dlhodobým priemerným hodnotám (DP1961-1990)

Z tab. č. 3 vyplýva, že rok 2014 s ročným úhrnom zrážok 913,4 mm bol vzhľadom na tridsať ročné (1961-1990) priemerné úhrny, vlhký (127 %). Vlhkých až mimoriadne vlhkých bolo sedem mesiacov tohto roka, v ktorých úhrny prekročili 110 % dlhodobých mesačných priemerov.

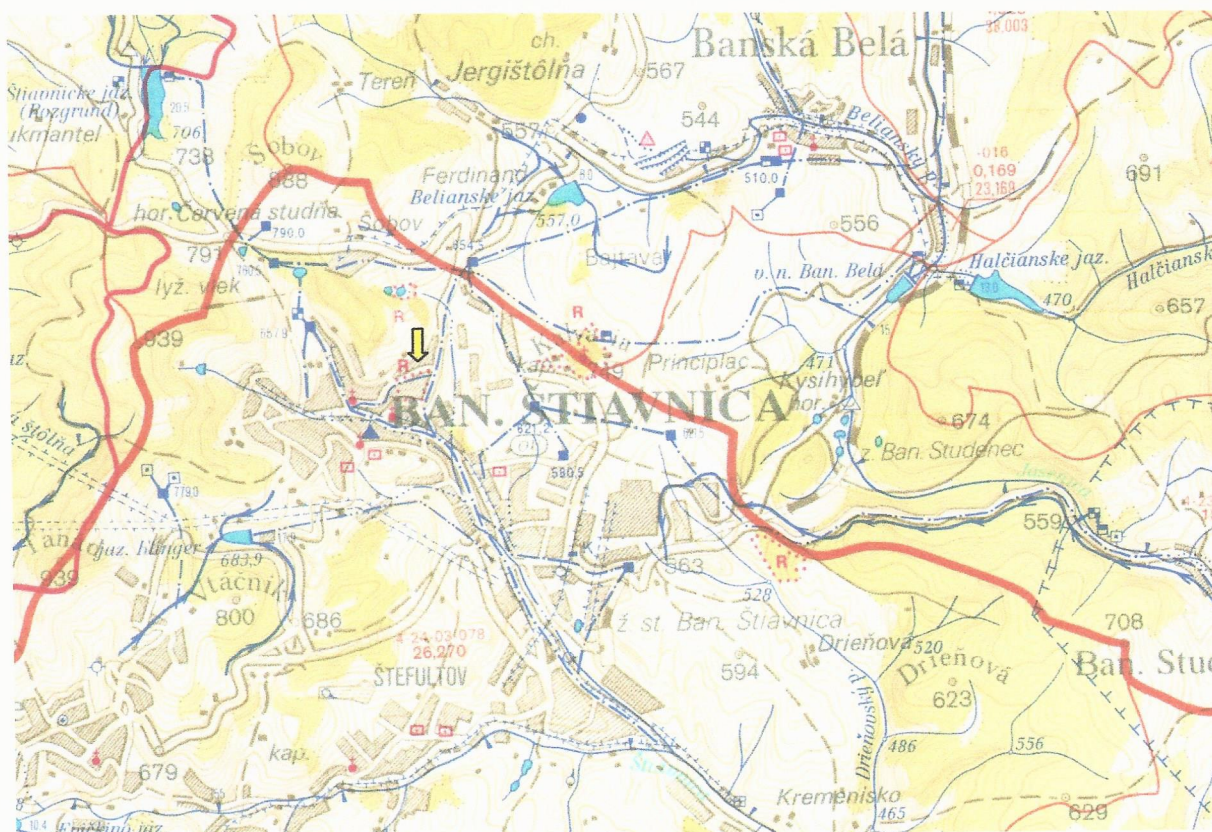
Z toho vo vegetačnom období apríl–september 2014 spadlo 611 mm, ktoré predstavuje 66,9 % z celkového ročného úhrnu. Najväčšie zrážkové úhrny boli: v máji (109,2 mm) a v letných mesiacoch: júl (274 mm), august (142,3 mm).

V roku 2015 bol ročný úhrn zrážok 645,7 mm, čo predstavuje 90 % dlhodobé ročného priemeru (za roky 1961-1990). Z toho vo vegetačnom období apríl–september 2015 spadlo 339,9 mm, ktoré predstavuje 52,6 % z celkového ročného úhrnu.

Podľa tab. č. 3 mesačné úhrny prekročili 110 % dlhodobých priemerných hodnôt v piatich mesiacoch, avšak ani v jednom prípade neprekročili mesačné úhrny nad 200 mm, ako to bolo v predchádzajúcom roku. Bohaté na zrážky boli mesiace: máj (90,9 mm) a júl (94,1 mm).



Graf. č. 1 Ročné zrážkové úhrny (1993-2013) s trendovou spojniciou zo stanice Močiar
Zdroj: Klúz a kol., 2017



Obr. č. 1 Situačná mapa širšieho okolia
M = 1 : 50 000



skúmané územie

2.3 Geologické pomery širšieho okolia

Uvedená kapitola je spracovaná na základe „Vysvetliviek ku geologickej mape Štiavnických vrchov a Pohronského Inovca - štiavnický stratovulkán“ (Konečný, 1998).

Na geologickej stavbe Štiavnických vrchov sa podieľajú:

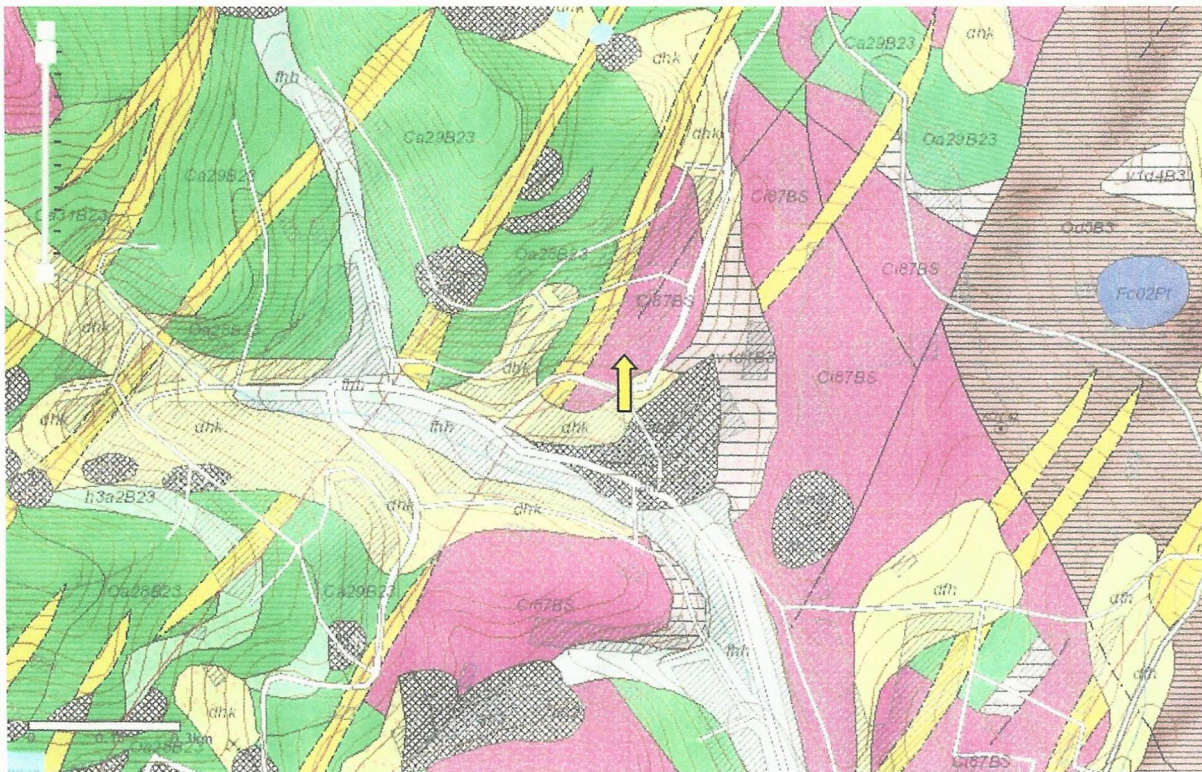
1. predvulkanické podložie pri SZ okraji územia (tatrikum - razdielska časť; Veporikum - sekvencia Veľkého poľa; Hronikum – chočský príkrov),
2. paleogén v zastúpení ílovcov a slieňovcov, ktorý je začlenený do eocénu a nachádza sa v hĺbke 1 130-1 155 m, overený vrtom HDŠ-4 (Bzovík),
3. sedimenty spodného miocénu (karpat) v šlírovom vývoji,
4. neogénny magmatizmus a vulkanizmus,

Z hľadiska riešenia geologickej úlohy zohráva rozhodujúcu úlohu komplex neovulkanitov mladšieho bádenu až staršieho sarmatu, kedy sa sformoval rozsiahly štiavnický stratovulkán, ktorý dal vznik kaldery eliptického tvaru (18 x 22 km) a vyvinuli sa diferencované intruzívne komplexy v intravulkanickej až subvulkanickej úrovni (obr. č. 2).

V postvulkanickom období prebiehal v centrálnej časti kolapsovej kaldery proces vykliňovania, ktorý v závere viedol k sformovaniu hrást'ovej štruktúry – hodruško-štiavnickej bráne. Vývoj stratovulkánu a intruzívnych komplexov sprevádzali zrudňovacie procesy a v závere vznik žilnej minimalizácie polymetalického typu.

Konečný a kol., (1998) vyčlenili v stavbe stratovulkánu viacero komplexov a formácií, z ktorých pre riešenie geologickej úlohy zohráva rozhodujúcu úlohu centrálna vulkanická zóna pri SV okraji kaldery (Močiar), na stavbe ktorej sa podieľa:

- červenostudenské súvrstvie (vrchný bádén) – predstavuje bazálne súvrstvie kalderovej výplne, ktoré sa sformovalo v rámci izolovanej depresie v limnickom až močiarno-limnickom prostredí (zdokumentované vrtom GK-5 Močiar). Na jeho stavbe sa podieľa lávový prúd andezitov, v nadloží pokračuje fácia epiklastických brekcií a konglomerátov s piesčito – siltovým matrix a s polohami pemzy.
- studenská formácia (vrchný bádén, spodný sarmat) - zahŕňa produkty explozívno – extruzívnej a sčasti intruzívnej aktivity vulkanizmu (andezitov) vo výplni kaldery a výplni paleodolín na statovalukanickom svahu. V oblasti prerušenia kalderového zlomu nastal výnos vulkanoklastických produktov. Najvyššie časti výplne niektorých paleodolín predstavujú telesá pyroklastických prúdov, najmä však materiál epiklastík s drobnými úlomkami až blokmi brekcií,
- sitniansky efuzívny komplex (sarmat) - zahŕňa lávové prúdy, brekcie, redeponované tufy a epiklastické brekcie andezitov.



Obr. č. 2 **Geologická mapa skúmaného územia**
 (<http://mapserver.geology.sk/gm50js/>)
 Mierka grafická



skúmané územie

KVARTÉR

Holocén vcelku

fh; fluvialné sedimenty: litofaciálne nečlenené nívne hliny, alebo piesčité až štrkovité hliny dolinných nív a nív horských potokov

Mladší pleistocén - holocén

dñ; deluviálno-fluvialné sedimenty: prevažne ronové hliny, piesčité hliny s úlomkami, jemnozrnné piesky a splachy zo spraši

Pleistocén / holocén

d; deluviálne sedimenty vcelku: litofaciálne nerozlišené svahoviny a sutiny

z; zosuvy

dk; deluviálne sedimenty: piesčito-kamenité a balvanovité blokoviská (sutinové kužele, prúdy, skalné zrútenia, kamenné moria, osypy)

dhk; deluviálne sedimenty: prevažne hlinito-kamenité (podradne piesčito-kamenité) svahoviny a sutiny

NEOGÉNNE A KVARTÉRNE VULKANITY

VULKANITY PONTU (Pt)

Alkalické bazaltové vulkanity: podrečianska bazaltová formácia a výskyty v Štiavnických vrchoch (pont)

Fc02Pt; lávové neky nefelinických bazanitov

VULKANITY MLADŠIEHO BÁDENU AŽ STARŠIEHO SARMATU (BS)

Subvulkanické intruzívne komplexy štiavnického stratovulkánu -

- hodruško-štiavnický, Zlatno, Tatár, Banisko (mladší bádén - starší sarmat)

Ci87BS; sily biotiticko-amfibolického andezitového porfýru

VULKANITY MLADŠIEHO BÁDENU (B3)

Diferencované andezitové až dacitové vulkanity vulkanotektonických depresii stredoslovenských neovulkanitov - formácie: studenská, krahulská, Kremnického štítu, stráňsky komplex, plešinská, Rohy, syroňská, červenostudnianske súvrstvia (mladší bádén - starší sarmat?)

Od52B3; lávové prúdy amfibolicko-biotitického andezitu

v1d4B3; tufitické silty a ílovce kyslých andezitov s polohami lignitu

Nd52B3; extrúzie amfibolicko-biotitického andezitu

Nd51B3; extrúzie pyroxénicko-biotiticko-amfibolického andezitu

Od5B3; lávové prúdy biotiticko-amfibolického andezitu

VULKANITY STREDNÉHO AŽ MLADŠIEHO BÁDENU (B23)

Andezitové vulkanity stredného Slovenska - formácie: I. etapa štiavnického stratovulkánu vrátane sebeclebskej formácie, zlatostudnianska, šútovská, starohutská, lysecká; intruzívne komplexy: prochotský, tanádske, tisovecký; súvrstvia: kamenské, pokoradzské, pozbianske (stredný až mladší bádén)

Oa23B23; lávové prúdy pyroxénických andezitov

Oa29B23; lávové prúdy hypersténicko-augitických andezitov

h3a2B23; epiklastické vulkanické brekcie intermediálnych andezitov

Ca29B23; sily hypersténicko-augitických andezitových porfýrov

Oa28B23; lávové prúdy augiticko-hypersténických andezitov

VULKANITY - HYDROTERMÁLNE BREKIE A METASOMATITY (M)

(mladší bádén - starší panón)

m1; silicity (metasomatizované kvarcity)

m3; argility (argilizované horniny)

2.4 Hydrogeologické pomery širšieho okolia

V zmysle Hydrogeologickej rajonizácie Slovenska (Šuba et al., 1984) sa oblasť Močiara nachádza v hydrogeologickom rajóne: V 088 „Neovulkanity severných svahov Štiavnických vrchov a Javoria“.

Uvedená kapitola je spracovaná na základe Vysvetliviek k základnej hydrogeologickej mape SR mierky 1 : 200 000, list Banská Bystrica (Zakovič et al., 2012).

Vo vulkanických horninách Štiavnických vrchov sa striedajú efuzívne horniny s vuklanoklastikami, to znamená horniny s rôznou priepustnosťou v horizontálnom aj vertikálnom smere.

V porovnaní s horizontálnou priepustnosťou je vertikálna menšia, preto sa tu vytvárajú často tlakové zvodnené horizonty. Horniny vulkanitov sa vyznačujú puklinovou, puklinovo-medzizrnovou a v oblastiach úplného rozvoľnenia masívu medzizrnovou priepustnosťou. Priepustnosti sú často ovplyvnené, hlavne v centrálnej kaldere, hydrotermálnymi procesmi, ktoré zmenšili ich zvodnenie. Lepšie zvodnené sú okrajové časti pohoria, ktoré sú menej postihnuté týmito procesmi a menej zasiahnuté drenážnym účinkom štiavnicko-hodrušských baní.

Podzemná voda sa akumuluje v zóne zvýšenej puklinovitosti skalného masívu v pórovitých sedimentoch a na výrazných zlomových líniách. Zóna zvýšenej puklinovitosti – vrchná časť vulkanického komplexu – je intenzívne rozpukaná predovšetkým v efuzívnych horninách, čo umožňuje vznik väčšieho množstva prameňov. Najlepšie podmienky na akumuláciu a cirkuláciu podzemných vôd sa viažu na výrazné zlomové línie, kde sa môžu vyskytovať výdatnejšie pramene so zvýšenou teplotou.

Podstatná časť podzemných vôd sa odvodňuje do banských priestorov štiavnicko-hodrušského rudného poľa a do Voznickej štôlne z ktorej oteká $381,3 \text{ l.s}^{-1}$. (Škvarka, 1966).

Hydrogeologické pomery skúmaného územia ovplyvňujú geomorfologické a klimatické pomery a výrazne i geologicko tektonická stavba územia.

V území je možné rozlíšiť dva horizonty podzemných vôd a to plytko podpovrchový a hlbší horizont podzemných vôd.

Plytko podpovrchový horizont podzemných vôd je viazaný na kvartérne sedimenty a zónu povrchového rozpukania a rozvoľnenia neogénnych vulkanických hornín (prevažne andezitov a andezitových porfýrov).

Hlbší horizont podzemných vôd je viazaný predovšetkým na významnejšie poruchové zóny intruzívnych a efuzívnych vulkanických komplexov, vulkanoklastické komplexy, významné tektonické línie a žilné štruktúry.

Plytký obeh podzemných vôd sa viaže na podpovrchovú zónu andezitov, ktoré sú výrazne tektonicky porušené, často intenzívne zvetrané a miestami aj hydrotermálne premenené (argilitizované andezity, argility). Zrážkové vody infiltrujú cez porušené časti do skalného masívu a zúčastňujú sa tak na plytkom obehu podzemnej vody v komplexe andezitov s puklinovou priepustnosťou.

3. Geologická preskúmanosť

3.1 Geologické pomery skúmaného územia

Širšie okolie je charakteristické pomerne vysokým stupňom geologickej preskúmanosti hlavne pre účely ložiskovej geológie, menej pre hydrogeológiu a inžiniersku geológiu. Pre zhodnotenie územia boli využité údaje úloh:

1) Klúz a kol., 2017: Zabezpečenie individuálneho zdroja podzemnej vody – Lesnícke arborétum Kysihýbeľ. Archív Geofondu (96475).

Geologickou úlohou (Klúz a kol., 2017), v rámci ktorej bol vyhlásený hydrogeologický vrt HKV-1 bol v hodnotenom území zistený nasledovný geologický profil:

0,0-2,0	deluviálna (svahové) hlina
2,0-75,0	pevný diferencovaný andezitový až dacitový tuf
75,0-80,0	silne rozpukaný diferencovaný andezitový až dacitový tuf

Hladina podzemnej vody : narazená v hĺbke 20,0 m
 ustálená v hĺbke 6,0 m

Čerpacou skúškou bola stanovená hodnota koeficientu filtrácie $k_f = 1,52 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$ a hodnota transmisivity $T = 1,67 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$, ktoré charakterizujú predkvartérne podložie.

2) Skaviniak, 2000: Vrtné práce a odvodňovacie vrty. Doplnkový IG a HG prieskum v objektoch Galérie J. Kollára v Banskej Štiavnici. Archív Geofondu (84612).

V rámci tejto úlohy je konštatované, že v oblasti východne od objektov Galérie je územie budované rajónom eluviálnych zvetralín (rajón Z, podrajón k S). Hrúbka eluviálnych zemín je premenlivá, dosahuje hodnoty od 1,0 m do 7,0 m. Zvetraliny sú litologicky zastúpené ílom piesčitým s úlomkami andezitov, štrkom ílovitým a ílom štrkovitým so strednou až vysokou plasticitou. Zvodnenie eluviálnych zvetralín má len lokálny charakter a je úzko viazané na sezónne klimatické vplyvy (zrážková činnosť).

Predkvartérny podklad vystupuje na povrch východne od objektov Galérie (rajón VI) a je tvorený hlavne pyroxenickými andezitmi 1. etapy vývoja štiavnického stratovulkánu (spodná stratovulkanická stavba Konečný a kol., 1983). V zdravom stave predstavujú tieto andezity veľmi pevné, sivé až sivočierné, často aj tmavozelené, jemno až strednoporfyrické horniny, celkove masívne, ojedinelé s náznakmi primárnej odlučnosti. Oveľa častejšie sú však v dôsledku postgenetického vývoja prestúpené pomerne hustou, nepravidelnou sieťou puklín, miestami aj rozsiahlejšími poruchovými pásmami.

V závislosti od intenzity premien závisí i fyzický stav andezitov (argility, argilitizované pyroxenické andezity, pyroxenické andezity s pyritizáciou).

Pyroxenické andezity, najmä v podpovrchových častiach na styku s kvartérnymi sedimentami, sú veľmi intenzívne premenené a zvetrané, pričom stupeň premien aj ich charakter sa v smere vertikálnom i laterálnom veľmi nepravidelne mení. V blízkosti poruchových pásiem, ktoré predstavujú významné tektonické poruchy a rudné žily, je intenzita premien prirodzene najvyššia.

V rajóne efuzívnych hornín (VI) sa uplatňuje puklinová priepustnosť horninového masívu, s hladinou podzemnej vody obvykle v hĺbke nad 10 m pod terénom. V dôsledku plytkého poddolovania v strede mesta i jeho bezprostrednom okolí, podzemné objekty (pivnice, staré banské diela) tvoria prirodzené drény, v ktorých sa sústreďuje puklinová podzemná voda. Na jednej strane sa táto využívala na pitné a úžitkové účely, na strane druhej práve v oblasti Námestia sv. Trojice spôsobuje podzemná voda problémy pri využívaní suterénnych priestorov.

4. Technické riešenie odvedenia dažďových vôd

4.1 Základné charakteristiky technického riešenia

Jedným z hlavných cieľov obnovy objektov SPŠ S. Mikovíniho Banská Štiavnica je aj hospodárenie so zrážkovými vodami □ ich vyriešenie a využitie vzhľadom na zmenu klímy a potrebu pri starostlivosti o okolitú parkovú zeleň, v rámci objekt SO 03 (Barényi a kol., 2020).

Uvedeným riešením sa kladie dôraz na zadržiavanie vody v krajine prostredníctvom dažďových záhrad, na ich odpar v území a ich vypúšťanie do podzemných vôd, pred ich odvádzaním do povrchového odtoku.

Situovanie objektu SO 03 je citlivo zakomponované do existujúcej Botanickéj záhrady. Realizácia tohto objektu bude v podstate slúžiť k odvedeniu dažďových vôd od objektov Školy a Laboratórií, spomalenia ich odtoku a naopak, k zadržaniu v území.

Vytvárajú sa podmienky pre realizáciu systému automatického zavlažovania vegetácie v celej záhrade.

Predmetom riešenia SO 03 □ Vodozádržné opatrenia je realizácia odvedenia dažďových vôd zo strechy, z drenážneho systému a aj z niektorých spevnených plôch dotknutých stavebnou obnovou objektov SO 01 a SO 02 (obr. č. 2 a 3).

Na riešenie problému odvedenia vôd od objektov je navrhnutý modulárny infiltračný systém ACO Stormbrixx. Ide o veľkoobjemové polypropylénové vsakovacie nádrže pre zber dažďových vôd. Je tvorený základnými blokmi, ktoré sa pomocou inteligentného spájania ukladajú na väzbu, čím sa vytvorí štruktúrna pevnosť celého nádržového objektu. Bloky môžu byť ukladané až do výšky 3 vrstiev, pričom každú vrstvu tvoria dva rady základných blokov. Táto vlastnosť vyskladania do rôznych výšok bola zohľadnená pri navrhnutých nádržiach, kde retenčné nádrže majú vyššiu výšku / menšiu plochu □ ich osadenie umožnilo kopat' aj hlbšie. Samotné vsakovacie nádrže sú navrhnuté v menšej výške / väčšej ploche, aby pri ich osadení do terénu záhrady nedošlo k hlbokým pôdnym odkryvom.

Dažďové vody zo striech objektov, odvodňovacích žľabov budú odvedené kanalizačným potrubím do retenčných nádrží (typ KL RN) objemu 20 m³ (pre budovu chemických laboratórií) a 30 m³ (pre hlavnú budovu), s prepadom do vsakovania (vsakovacie bloky).

Vsakovanie

Vsakovacie bloky budú uložené v 2 vrstvách, pričom s vrstvou štrkov budú spojené štrkovým dosypom na mieste vytvárenej zeminy.

Pôdorysná plocha vsakovania dažďových vôd zo strechy SO 01 (hlavná budova) – 2 450 m² bude 20,5 x 4 m, SO 02 - (budova chemických laboratórií) 1355 m² - 11,5 x 4 m.

Na základe výpočtu potrebného počtu vsakovacích blokov typu Drenblok boli stanovené nasledovné parametre (Martinská, in Barényi, 2020):

Hlavná budova (HB)

plošná výmera spevnenej plochy	2 450 m ²
výmera vsakovacieho objektu 20,4 x 4,2 m	115,2 m ²
počet vsakovacích blokov	476 ks
akumulačný objem vsakovacieho objektu	97,68 m ³
čas vsiaknutia	33,3 hod
potenciálna rýchlosť vsakovania	8,09 l.s ⁻¹

Chemické laboratóriá (CHL)

plošná výmera spevnenej plochy	1 355 m ²
výmera vsakovacieho objektu 11,4 x 4,2 m	66,6 m ²
počet vsakovacích blokov	266 ks
akumulačný objem vsakovacieho objektu	54,58 m ³
čas vsiaknutia	33,3 hod
potenciálna rýchlosť vsakovania	4,47 l.s ⁻¹

Výpočet retenčného objemu (retenčná nádrž + dažďová záhrada + vsakovací objekt):

Hlavná budova :	30 + 7,8 + 97,68 = 135,48 m ³
Chemické laboratórium:	20 + 4,2 + 54,58 = 78,78 m ³

ENVEX, s.r.o., Rožňava

4.2 Výpočet produkcie dažďových vôd

Výpočet produkcie dažďových vôd

V zmysle STN 736701, čl. 18, tab. č. 3 je súčiniteľ odtoku ψ pre podrobný výpočet stokovej siete určený pre spôsob zastavania, druh pozemku a druh úpravy povrchu :

- I. - zastavané plochy (strechy) 1,00
- II. - asfaltové a betónové plochy 0,8 - 0,90 (podľa spádu)

4.2.1 Výpočet produkcie dažďovej vody zo strechy hlavnej budovy:

Plocha strechy: 2 450 m²

Úhrny zrážok za roky 1979-2008

priemerný mesačný úhrn zrážok za sledované obdobie 79,0 mm
priemerný ročný úhrn zrážok za sledované obdobie 718,0 mm

priemerné mesačné množstvo $Q_{\text{mes.priem.}} = 0,079 \times 2\,450 \text{ m}^2 = 193 \text{ m}^3 \cdot \text{mes}^{-1}$
priemerné množstvo za rok $Q_{\text{rok priem.}} = 0,718 \times 2\,450 \text{ m}^2 = 1\,759 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$

4.2.2 Výpočet produkcie dažďovej vody zo strechy chemických laboratórií:

Plocha strechy: 1 355 m²

Úhrny zrážok za roky 1979-2008

priemerný mesačný úhrn zrážok za sledované obdobie 79,0 mm
priemerný ročný úhrn zrážok za sledované obdobie 718,0 mm

priemerné mesačné množstvo $Q_{\text{mes.priem.}} = 0,079 \times 1\,355 \text{ m}^2 = 107 \text{ m}^3 \cdot \text{mes}^{-1}$
priemerné množstvo za rok $Q_{\text{rok priem.}} = 0,718 \times 1\,355 \text{ m}^2 = 969 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$

4.3 Spotreba vody na zavlažovanie

Z hľadiska bilancie vody potrebnej na zavlažovanie areálu botanickej záhrady, ktorú je možné využiť zo záchyty zrážkových vôd vychádzame z jej výmery, ktorá predstavuje 3 600 m².

V zmysle vyhlášky MŽP SR č. 209/2013 Z.z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška MŽP SR č. 397/2003 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o meraní množstva vody dodanej verejným vodovodom a množstva vypúšťaných vôd, o spôsobe výpočtu množstva vypúšťaných odpadových vôd a vôd z povrchového odtoku a smerných číslach spotreby vody, podľa príl. č. 1, bod X. Rôzne, položka 36 je potrebné *pre polievanie okrasných záhrad zaistiť* $Q = 0,16 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{rok}^{-1}$.

$$Q = 3\,600 \times 0,16 = 576 \text{ m}^3$$

Z vyššie uvedeného vyplýva, že zo zachytených vôd z povrchového odtoku je možné na zalievanie botanickej záhrady využiť 576 m³ vôd, hlavne počas vegetačného obdobia, z hľadiska potrieb na zavlažovanie (máj až september), čo predstavuje cca 44 % produkcie zrážkových vôd v danom období, resp. cca 21 % v celoročnom vyjadrení.

Ide o vodu, ktorú nie je potrebné odobrať z vodovodu a ktorá pri doterajšom nakladaní s vodami z povrchového odtoku neodtečie kanalizáciou, resp. zníži sa množstvo odvádzaných vôd do podzemných vôd, v rámci navrhovaných vsakovacích objektov.

5. Záver

Ako z projektu „*Stavebná obnova Hlavnej budovy a Budovy chemických laboratórií SPŠ Samuela Mikovíniho Banská Štiavnica*“ (Barényi, 2020) vyplýva, v hodnotenom území budú do podzemných vôd vypúšťané vody z povrchového odtoku prostredníctvom 2 vsakovacích objektov:

1) Vsak z HB - voda z povrchového odtoku bude privedená do akumuláčnej nádrže, následne do dažďovej záhrady a nakoniec do vsakovacieho objektu, s ich celkovým retenčným objemom $135,48 \text{ m}^3$. Vsakovací objekt je schopný nepriamo odvádzat' do podzemných vôd vody z povrchového odtoku v množstve $Q = 8,09 \text{ l/s}$. ***Retenčný objem týchto objektov predstavuje 70 % priemerného mesačného úhrnu najvodnejšieho mesiaca za roky 1979-2008.***

2) Vsak z CHL - voda z povrchového odtoku bude privedená do akumuláčnej nádrže, následne do dažďovej záhrady a nakoniec do vsakovacieho objektu, s ich celkovým retenčným objemom $78,78 \text{ m}^3$. Vsakovací objekt je schopný nepriamo odvádzat' do podzemných vôd vody z povrchového odtoku v množstve $Q = 4,47 \text{ l/s}$. ***Retenčný objem týchto objektov predstavuje 70 % priemerného mesačného úhrnu najvodnejšieho mesiaca za roky 1979-2008.***

Priemerné množstvo vôd z povrchového (za roky 1979-2008) odtekajúcich z HB a CHL predstavuje $2\,728 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$.

Na zalievanie botanickej záhrady je potrebné použiť 576 m^3 vôd, hlavne počas vegetačného obdobia, čo predstavuje cca 44 % produkcie zrážkových vôd v období mesiacov máj až september, resp. cca 21 % v celoročnom vyjadrení.

Ide o vodu, ktorú nie je potrebné odobrať z vodovodu a ktorá pri doterajšom nakladaní s vodami z povrchového odtoku neodtečie kanalizáciou, resp. zníži sa množstvo odvádzaných vôd do podzemných vôd, v rámci navrhovaných vsakovacích objektov.

Z vyššie uvedených konštatovaní vyplýva, že do podzemných vôd bude nepriamo prostredníctvom vsakovacích objektov (HB + CHL) odvedených $2\,152 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$.

Na základe realizovaných geologických prác v okolí skúmanej lokality a štúdia projektovej dokumentácie je možné konštatovať:

1) Na geologickej stavbe hodnoteného územia sa podieľajú eluviálne sedimenty o hrúbke 1 – 7 m. Ich podložie je tvorené hlavne pyroxenickými andezitmi 1. etapy vývoja štiavnického stratovulkánu (spodná stratovulkanická stavba Konečný a kol., 1983). V zdravom stave predstavujú tieto andezity veľmi pevné, sivé až sivočierne, často aj tmavozelené, jemno až strednoporfyrické horniny, celkove masívne, ojedinelé s náznakmi primárnej odlučnosti.

2) V rajóne efuzívnych hornín sa uplatňuje puklinová priepustnosť horninového masívu, s hladinou podzemnej vody obvykle v hĺbke nad 10 m pod terénom. Hodnota koeficientu filtrácie $k_f = 1,52 \cdot 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, v prípade eluviálnych sedimentov koeficient filtrácie je na úrovni $1,0 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, čo umožní relatívne dobrú infiltráciu zrážkových vôd (aj vôd z povrchového

odtoku do podzemných vôd). V konečnom dôsledku tieto vody vo forme zrážok v tomto území pôvodne infiltrovali do tohto kolektoru.

Na základe vyššie uvedených skutočností je možné konštatovať, že:

- 1) Navrhovaný vsakovací systém je schopný odvádzať vypúšťané vody z povrchového odtoku do podzemných vôd nepriamo v celkovom množstve $2\,152\text{ m}^3\cdot\text{rok}^{-1}$. Navrhovaný systém odvádzania vôd z povrchového odtoku a smer prúdenia podzemných vôd vytvára podmienky, aby nedošlo k zamokreniu susedných pozemkov.
- 2) ***V zmysle § 37 ods. 3 zákona 364/2004 Z.z., (vodný zákon) v znení neskorších predpisov*** podzemné vody vodného útvaru v skúmanej oblasti sú trvalo nevhodné na akékoľvek používanie a vypúšťaním vôd z povrchového odtoku nedôjde ku kvalitatívnemu ovplyvneniu okolitých vodných útvarov a poškodeniu iných ekosystémov.

Odporúčam vydať povolenie na vypúšťanie vôd z povrchového odtoku pre stavbu „Stavebná obnova Hlavnej budovy a Budovy chemických laboratórií SPŠ Samuela Mikovíniho Banská Štiavnica“:

- 1) Z povrchového odtoku HB v množstve (počas 15 min. dažďa) $Q = 8,09\text{ l/s}$.
- 2) Z povrchového odtoku CHL v množstve (počas 15 min. dažďa) $Q = 4,47\text{ l/s}$.
- 3) V celoročnom množstve $2\,152\text{ m}^3\cdot\text{rok}^{-1}$.

V Rožňave, 11.2.2021



Ing. Marián Bachňák
autor posudku

6. Literatúra

- Barényi a kol., 2020: Stavebná obnova Hlavnej budovy a Budovy chemických laboratórií SPŠ Samuela Mikovíniho Banská Štiavnica“. Projekt stavby.
- Dorčík, 1991: Močiar - návrh pásiem hygienickej ochrany prameňov Breziny starý a nový, predbežný HGP. Archív Geofondu (78883)
- Karolus, 1968: Správa o geologických výsledkoch hlbokých štruktúrnych vrtov v Štiavnickom pohorí a príslušných území (GK-6 Rybník, GK-8 Ostrá Lúka, GK-9 Rudno nad Hornádom, GK-10 Ladzany, GK-11 Močiar, GK-12 Devičany), ročná správa. Archív Geofondu (22618).
- Karolus, 1970: Správa o hlbokých štruktúrnych vrtoch v Štiavnickom pohorí, Bátovskej kotline a Neresníckom prelome (GK-6 Rybník, GK-8 Ostrá Lúka, GK-9 Rudno nad Hronom, GK-10 Ladzany, GK-11 Močiar, GK-12 Devičany), ročná správa za rok: 1969. Archív Geofondu (24205).
- Karolus, 1971: Močiar - severne od Banskej Štiavnice, spracovanie a vyhodnotenie hlbokého štruktúrneho vrtu GK-11, dielčia záverečná správa za rok: 1968 – 1971. Archív Geofondu (30900).
- Klúz a kol., 2017: Zabezpečenie individuálneho zdroja podzemnej vody – Lesnícke arborétum Kysihýbeľ. Archív Geofondu (96475).
- Konečný, V. et al., 1998: Geologická mapa Štiavnických vrchov a Pohronského Inovca 1:50 000.- GSSR, Bratislava.
- Konečný, 1998: Vysvetlivky ku geologickej mape Štiavnických vrchov a Pohronského Inovca I. a II. diel. ŠGÚDŠ.
- Konečný a Lexa, 1984: Geologická mapa stredoslovenských neovulkanitov (GUDŠ, Regionálne geologické mapy Slovenska v mierke 1 : 100 000).
- Lukaj a kol., 1982: Štiavnicko – hordušský rudný obvod – hydrogeológia Archív Geofondu. (58420)
- Májovský a Filo, 1979: Banská Štiavnica - Močiar - geofyzikálne overovanie predpokladaných tektonických línii - Štiavnické vrchy. Archív Geofondu (44618)
- Skaviniak, 2000: Vrtné práce a odvodňovacie vrty. Doplnkový IG a HG prieskum v objektoch Galérie J. Kollára v Banskej Štiavnici. Archív Geofondu (84612).
- Šuba a kol., 1984: Hydrogeologická rajonizácia Slovenska (2. vydanie, SHMÚ Bratislava).
- Tyleček, 1992: Močiar - monitorovací systém, predbežný HGP. Archív Geofondu (77808).
- Zakovič, 2012: Vysvetlivky k základnej hydrogeologickej mape SR 1 : 200 000, list 36 Banská Bystrica.

Vyhláška MŽP SR č. 51/2008 Z.z., ktorou sa vykonáva geologický zákon, v znení vyhlášky č. 340/2010 Z.z.

Podklady SHMÚ