

GEO, spol.s r.o. Nitra, Tehelná 48, 94901 Nitra

Obchodný Register OS Nitra, oddiel Sro, vložka č. 3283/N, IČO : 31432727
ev.č.geologického oprávnenia 378/93 MŽP SR

ODBORNÝ HYDROGEOLOGICKÝ POSUDOK

Názov úlohy: Párovské lúky - hydrogeologické posúdenie možnosti odvádzania dažďových vôd do horninového prostredia
zo stavby: Obytná polyfunkčná mestská štvrť Párovské Lúky - Nitra, Lokalita Párovské Lúky - Mlynárce I.

Druh geologických prác: Odborný geologický posudok
Objednávateľ geologických prác: Párovské Lúky, a.s.
Zochová 6/8
811 03 Bratislava

Zhotoviteľ geologických prác: GEO, spol. s r.o. Nitra
Tehelná 48, 949 01 Nitra

Zodpovedný riešiteľ: RNDr. Martin Výboch
Spoluriešiteľ: RNDr. Ján Laurenčík

Dátum vyhotovenia: december 2020

GEO spol. s r.o.
TEHELNÁ 48
NITRA



Štatutárny zástupca



Zodpovedný riešiteľ

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD | 3 |
| 1 MIESTOPISNÉ VYMEDZENIE ÚZEMIA | 3 |
| 2 CIEĽ GEOLOGICKEJ ÚLOHY | 4 |
| 3 CHARAKTERISTIKA PRÍRODNÝCH POMEROV SKÚMANÉHO ÚZEMIA | 4 |
| 3.1 GEOMORFOLOGICKÉ POMERY | 4 |
| 3.2 KLIMATICKÉ POMERY..... | 4 |
| 3.3 HYDROLOGICKÉ POMERY | 5 |
| 3.4 GEOLOGICKÉ A TEKTONICKÉ POMERY | 5 |
| 3.5 HYDROGEOLOGICKÉ POMERY | 6 |
| 4. POSÚDENIE VSAKOVACEJ SCHOPNOSTI HORNINOVÉHO PROSTREDIA A MOŽNOSTI ODVÁDZANIA DAŽĎOVÝCH VÔD ZO STAVBY | 8 |
| 4.1 URČENIE ČISTIACEHO EFEKTU PODZEMNÝCH VÔD PRESTUPOM PÔDAMI, NESPEVNENÝMI HORNINAMI..... | 9 |
| CHARAKTERISTIKA HORNINOVÉHO PROSTREDIA..... | 10 |
| 4.2 POSÚDENIE MOŽNOSTI VSAKOVANIA DAŽĎOVÝCH VÔD DO HORNINOVÉHO PROSTREDIA | 10 |
| 5. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY A INÝCH ZDROJOV | 11 |

Príloha č. 1: Situácia skúmaného územia – širšie vzťahy

Príloha č. 2: Situácia skúmaného územia – užšie vzťahy

ÚVOD

Párovské Lúky, a.s. (objednávateľ) si v spoločnosti GEO, spol. s r.o. Nitra (zhotoviteľ) objednal vypracovanie odborného hydrogeologického posúdenia možnosti likvidácie dažďových vôd zo stavby s názvom: **Obytná polyfunkčná mestská štvrť Párovské lúky - Nitra, Lokalita Párovské lúky - Mlynárce I**, a to prostredníctvom ich vsakovania do horninového prostredia, ktoré bude zabezpečované prostredníctvom vybudovaných otvorených rigolov, ktoré budú zaústené do otvoreného umelo vybudovaného jazierka. Navrhovaný spôsob počíta s tým, že bude nutné pre správne fungovanie odvodnenia tohto územia, zabezpečiť reguláciu odvádzania dažďových vôd z jednotlivých funkčných blokov do dažďovej kanalizácie. Preto budú v rámci jednotlivých blokov vybudované samostatné zachytávanie dažďových vôd a následne, regulovaným odtokom budú vypúšťané do systému dažďovej kanalizácie.

Naakumulované dažďové vody bude možné následne využívať na zavlažovanie okolitých plôch. Samotné akumulácie bude potrebné navrhnuť tak aby akumulčný nevyčerpatelný objem postačoval pre potreby zavlažovania aj v období bez zrážok. Zvyšný objem bude navrhnutý na zachytávanie 180 min. dažďa pri periodicite 0,2 bez možnosti odtoku. Tieto akumulácie (retencie) v rámci jednotlivých blokov budú vybavené čerpacími stanicami s regulovateľnými odtokmi do systému dažďovej kanalizácie. V čase trvania dažďa v určitých periodicitách sa uvažuje s tým že dažďová voda bude akumulovaná v jazierku a tiež aj v otvorenom rigole prepojenom do jazierka. Súčasťou jazierka bude aj čerpacia stanica ČSd1 ktorá bude prečerpávať dažďové vody z regulovaným odtokom do rieky Nitra. Keďže sa predpokladá že v otvorenom rigole a jazierku bude aj mimo daždivých období voda, je navrhnutý systém cirkulácie tejto vody pomocou čerpacej stanice ČSd2 a výtlačného (cirkulačného) potrubia. Energia pre túto čerpaciu stanicu bude dodávaná pomocou alternatívnych energií (napr. fotovoltaičné kolektory).

Predmetom odborného hydrogeologického posudku bolo zhodnotenie geologických a hydrogeologických pomerov v posudzovanej lokalite a posúdenie možností vsaku dažďových vôd z plánovanej stavby do horninového prostredia.

Pre vypracovanie predkladaného odborného hydrogeologického posudku sa vychádzalo z hodnotenia týchto rozhodujúcich faktorov:

- prírodné, geologické a hydrogeologické pomery posudzovaného územia,
- vypočítané množstvo dažďových vôd,
- navrhovaný spôsob likvidácie dažďových vôd.

Odborný hydrogeologický posudok bol vypracovaný v súlade so zákonom NR SR č. 569/2007 Z.z. „o geologických prácach“ (geologický zákon) v znení neskorších predpisov a podľa vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z.z., ktorou sa vykonáva geologický zákon v znení neskorších predpisov.

1 MIESTOPISNÉ VYMEDZENIE ÚZEMIA

Projekt stavby rieši nový urbanistický súbor pozostávajúci z komplexnej vybavenosti - byty, obchody, služby, kancelárie, park, nové cestné komunikácie, atď., pričom výstavba súboru je naplánovaná na Párovských lúkach. Posudzované územie sa nachádza v dotyku s Bratislavskou ulicou a Severným obchvatom Nitry. Situovanie posudzovaného územia je zobrazené v prílohe č. 1 a samotný návrh stavby v prílohe č. 2. Administratívne údaje o posudzovanom území sú spracované v tabuľke č. 1.

Tabuľka č. 1: Administratívne údaje o posudzovanom území

| | |
|----------------------------|------------|
| Názov kraja | Nitriansky |
| Číselný kód kraja | 4 |
| Názov okresu | Nitra |
| Číselný kód okresu | 403 |
| Názov obce | Mlynárce |
| Číselný kód obce | 500011 |
| Názov katastrálneho územia | Mlynárce |
| Kód katastra | 840254 |

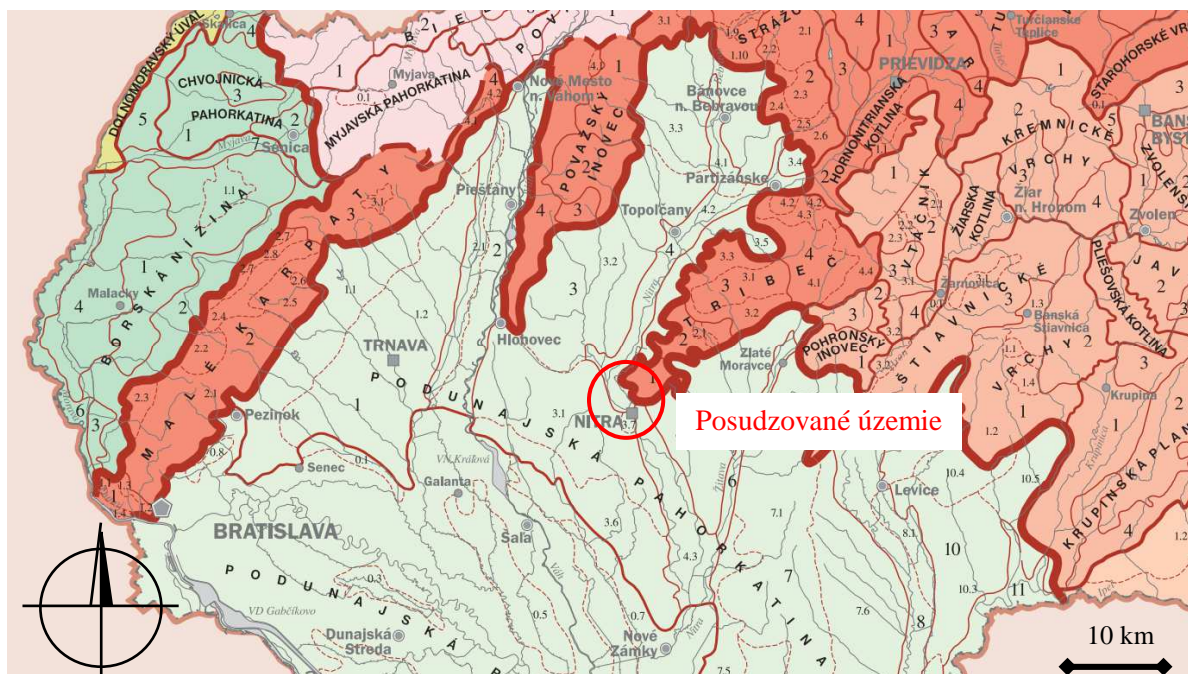
2 CIEĽ GEOLOGICKEJ ÚLOHY

Cieľom odborného hydrogeologického posudku bolo zhodnotenie geologických a hydrogeologických pomerov v oblasti posudzovanej lokality a posúdenie možností vsaku dažďových vôd z plánovanej stavby do horninového prostredia, a to v sumárnom množstve $3\,591,09\text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, pričom riešenie vsakovania bude zabezpečené prostredníctvom vybudovaného systému otvorených rigolov a retenčného jazierka.

3 CHARAKTERISTIKA PRÍRODNÝCH POMEROV SKÚMANÉHO ÚZEMIA

3.1 GEOMORFOLOGICKÉ POMERY

Posudzované územie je súčasťou Alpsko-himalájskej sústavy, podsústavy panónska panva a provincie západopanónska panva. **Geomorfológia** územia je zložitejšia, vzhľadom k tomu, že sa nachádza na rozhraní dvoch geomorfologických oblastí (Fatransko-tatranskej a Podunajskej nížiny). Podľa geomorfologického členenia Slovenska (*Atlas krajiny SR, 2002*) patrí priamo dotknuté územie do geomorfologického celku Podunajská pahorkatina a jeho pod celkov Nitrianska pahorkatina a Nitrianska Niva (Obrázok č. 1).



Obrázok č. 1: Situácia posudzovaného územia v podklade mapy geomorfologických jednotiek

3.2 KLIMATICKÉ POMERY

Podľa klimatickej klasifikácie (Lapin, M. et al. in Atlas krajiny SR, 2002) prináleží oblasť posudzovaného územia do teplej oblasti s priemerným počtom letných dní 50 a viac za rok (s

maximálnou teplotou vzduchu 25 °C a viac), okrsku T2, ktorý je charakterizovaný ako teplý, suchý, s miernou zimou s priemernou teplotou v januári viac ako -3 °C.

V tabuľke č. 2 sú uvedené priemerné mesačné a ročné teploty vzduchu z meteorologickej stanice Nitra (nadmorská výška 173 m n. m.) za obdobie r. 2018 až júl 2019.

Tabuľka č. 2: Priemerné teploty vzduchu (°C) podľa pozorovaní zo stanice Nitra, Veľké Janíkovce

| Obdobie | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. | Rok |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-----|------|--------------|
| r. 2018 | 2,6 | -0,4 | 3,4 | 16,0 | 19,4 | 21,0 | 22,4 | 23,4 | 17,0 | 12,9 | 7,5 | 1,3 | 12,2 |
| r. 2019 | -0,8 | 3,5 | 8,1 | 13,1 | 13,3 | 23,4 | 22,1 | 22,7 | 16,3 | 12,2 | 8,8 | 3,4 | 12,17 |

Priemerný ročný úhrn zrážok sa pohybuje od 650 do 700 mm (Atlas krajiny SR, 2002). Novšie výsledky pozorovania úhrnov zrážok v mm zo zrážkomernej stanice Nitra, Veľké Janíkovce sú uvedené v tabuľke č. 3 (zdroj: SHMÚ) za roky 2015 až júl 2019.

Tabuľka č. 3: Mesačné a ročné hodnoty zrážok zo stanice SHMÚ - Nitra, Veľké Janíkovce

| Obdobie | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. | Rok |
|---------|----|-----|------|-----|-----|-----|------|-------|-----|----|-----|------|------------|
| r. 2015 | 55 | 18 | 54 | 17 | 70 | 31 | 17 | 88 | 37 | 58 | 44 | 13 | 502 |
| r. 2016 | 44 | 93 | 10 | 34 | 59 | 24 | 116 | 42 | 34 | 68 | 44 | 15 | 583 |
| r. 2017 | 19 | 20 | 21 | 82 | 19 | 11 | 47 | 39 | 91 | 58 | 54 | 39 | 500 |
| r. 2018 | 22 | 27 | 49 | 12 | 26 | 109 | 43 | 74 | 69 | 14 | 23 | 60 | 597 |
| r. 2019 | 47 | 23 | 18 | 11 | 120 | 63 | 41 | 107 | 67 | 16 | 93 | 43 | 649 |

3.3 HYDROLOGICKÉ POMERY

Oblasť posudzovaného územia je odvodňovaná riekou Nitra, ktorá tvorí južnú, resp. juhovýchodnú hranicu plánovanej výstavby obytnej polyfunkčnej mestskej štvrte. Rieka Nitra pramení na juhovýchodných svahoch Lúčanskej Malej Fatry pod vrchom Reváň. Dĺžka toku je 170 km a ústí do rieky Váh pri obci Komoča v okrese Nové Zámky. Medzi významnejšie prítoky Nitry patria: Handlovka, Nitrica - Belianka, Bebrava, Radošinka, Dlhý kanál a Žitava. Ľavostranný prítok Váhu, kam sa vlieva pri obci Komoča.

3.4 GEOLOGICKÉ A TEKTONICKÉ POMERY

Posudzované územie a jeho širšie okolie je budované horninami paleozoika, mezozoika, neogénu a kvartéru (obrázok č. 2).

Predmezozoické horniny sú zastúpené kremíťmi dioritmi a granodioritmi, ktoré vystupujú na povrch v masíve Zobora a na kopci pod hradom. Na Týchto horninách leží obalová séria Tribča tvorená sedimentárnymi horninami mezozoika. M. Jezný (1989) predpokladá aj výskyt permotriasu zastúpeného kremíťmi - vápnitými arkózami, ktoré zistil vo vrte NR-1 v hĺbke 334,0 - 352,5. Obalová séria v území Nity má tvar dosky, ktorá je rozdelená zlomovými líniami na nepravidelné bloky. Bloky sú pozdĺž tektonických línií vertikálne a čiastočne horizontálne voči sebe popresúvané.

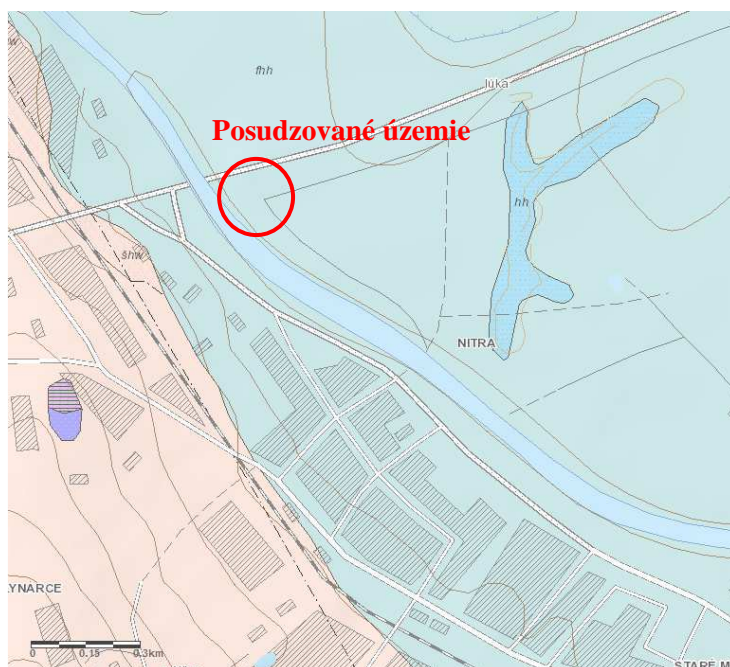
V Zoborskej skupine na predmezozoických horninách ležia lužianske vrstvy zastúpené ružovými a zelenosivými kremencami, kremíťmi-sericitickými bridlicami, ílovitými bridlicami a pieskovecami werfenu. Na povrch vystupujú na východnom úpätí Šibeničného vrchu. Spodný trias je ďalej reprezentovaný hrdzavožltými, kavernóznymi rauwackami dosahujúcimi hrúbku 100 až 200 metrov (Bím, M. 1984). Na nich spravidla ležia strednotiasové vápence, ktoré sú na styku s rauwackami biele a ramsauské dolomity, ktorých vek je stredný trias až karn. Dolomity tvoria podstatnú časť Šibeničného vrchu a kopca pod hradom. Vrchný trias až spodná jura sú zastúpené kössenskými vrstvami - slieňitými bridlicami s polohami piesčitých vápencov. Kössenské vrstvy vystupujú na povrch západne od Kalvárie. Nad nimi sa nachádzajú krinoidové a rohovcové jurské vápence a červené, celistvé hľuznaté vápence kriedy. Tieto vrstvy vystupujú na povrch na Kalvárii.

Na juh od Zobora je prevažná väčšina mezozoických hornín prekrytá sedimentmi pontu. Reprezentujú ho piesčité a vápnité íly s premenlivým obsahom piesčitej frakcie a vápnitých konkrécií.

Íly sa striedajú s rôzne mocnými nepravidelnými polohami pieskov premenlivej zrnitosti, miestami sa nachádzajú polohy zafloraných štrkov. Vrtnými prácami boli zistené aj nepravidelné vrstvy pieskocov hrúbky 1 až 3 metre.

Sedimenty neogénu sú prekryté fluviálnymi a eolickými sedimentami kvartéru. V aluviálnej nive Nitry dosahujúcej šírku 4 až 5 km sú fluviálne štrky a náplavové hliny. Hrúbka týchto fluviálnych sedimentov dosahuje 10 až 15 metrov, ojedinelo aj do 20 metrov. Na báze kvartéru sa nachádzajú štrky s rôznym obsahom piesčitej frakcie. Ich hrúbka sa pohybuje v rozmedzí od 1 do 10 metrov. Štrky sú prekryté 1 až 8 metrov hrubou vrstvou piesčitých hĺn. Po oboch okrajoch nivy vystupujú štrky a piesky nízkej terasy. Na úpätí Zobora je kvartér zastúpený deluviálnymi hlinami. Na svahoch pahorkatiny sú na povrchu prachovité hliny a spráše. Spráše dosahujú mocnosť až 12 metrov.

Územie je značne tektonicky exponované. Prechádzajú ním zlomové línie smeru SSV - JJZ a SZ - JV. Pozdĺž týchto zlomov došlo k rozdeleniu mezozoického komplexu na nepravidelné bloky a nerovnomernému poklesu blokov. Najvyššie bloky prečnievajú nad terén v území Kalvárie, Šibeničného vrchu a kopca pod hradom. Výsledkom týchto poklesov je variabilná hrúbka neogénnych sedimentov. Pohyby blokov mohli spôsobiť aj tektonickú redukciu niekoľkých horninových súvrství (Jezný, M. 1998).



Obrázok č. 2: Situácia posudzovaného územia v podklade mapy geologickej mapy kvartéru

KVARTÉR

Mladší (vrchný) holocén



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

3.5 HYDROGEOLOGICKÉ POMERY

Posudzované územie je situované v oblasti, ktorá je budovaná aluviálnymi nánosmi, ktoré na lokalite vytvárajú jednotnú nádrž podzemných vôd, ktorú zaraďujeme do hydrogeologického rajónu NQ 072 - kvartér Nitry. Podzemná voda sa zhromažďuje hlavne v pieskoch a štrkoch, v ktorých cirkuluje v závislosti na pomere hladín v alúviu a v rieke. Tento pomer je dosť vyrovnaný a stály. Vo zvýšenej miere ho však môžu ovplyvniť mimoriadne vysoké stavy na rieke. Ustálený režim podzemných vôd na lokalite je spôsobený vzduťím hladiny v rieke vodným dielom hydrocentrály situovanej v blízkosti areálu závodu ZsVS Nitra, čím je dané takmer trvalé prevýšenie hladiny v rieke

proti podzemnej vode až po most v Lužiankach. Hydrocentrála je prevádzkovaná pri pracovnom rozkyve hladiny 138,58 - 141,78 m n. m., čo zaisťuje trvalé prevýšenie úrovne hladiny v rieke nad hladinou podzemnej vody v príľahlom území. Uvedený stav umožňuje trvalú infiltráciu vody z rieky do územia. Množstvo vody, ktoré rieka Nitra odovzdá nie je stále, ale závisí na rozdieloch obidvoch hladín.

Ďalším dôležitým činiteľom, ktorý usmerňuje režim podzemných vôd sú kanále, ktoré majú zbierať prebytočnú vodu a odvádzať ju do rieky pod vodným dielom. Jasný spád hladiny podzemnej vody od rieky jednoznačne poukazuje na riečny pôvod podzemných vôd. Ďalej sa prejavuje vplyv kanálu, ktorý prechádza územím. Preto dlhšie zníženie hladiny podzemnej vody spôsobuje miestne inverzie spádových pomerov, takže sa zdá akoby voda pritekala z príľahlých skalných útvarov a od kanálov.

Dopĺňanie zásob podzemnej vody z južných svahov Zobora od Drážoviec je menšie, ale jeho pomer k celkovým zásobám podzemnej vody je nepatrný. Môže byť buď zo sutí a alúvia, alebo priamo z puklín nezvetralých hornín. Oba spôsoby dopĺňovania nemôžu priniesť väčšie množstvá vody; prvý pre malú mocnosť a plošnú rozlohu, druhý pretože žuly, ktoré sa s alúviom stýkajú, nie sú vhodné pre zhromažďovanie podzemnej vody vo väčších množstvách.

Priepustnosť zvodnelého materiálu - štrkopieskov je vcelku dobrá napriek tomu, že v dôsledku nepravidelnej riečnej sedimentácie javí značné rozdiely vo vyjadrení koeficientom filtrácie v rozmedzí $k = 5,3 \cdot 10^{-4} - 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$.

Hladina podzemnej vody je v širšej oblasti posudzovaného územia voľná až mierne napätá, pričom toto závisí od vodných stavov v rieke Nitra, aj keď rieka má charakter okrajovej podmienky I. rádu. Ich dno nie je po celom úseku zarezané do štrkov. Prevažne sa nachádza v náplavových hlinách, ktoré majú charakter poloizolátora pre prúdenie podzemnej vody. Generálny smer úklonu hladiny je v smere povrchových tokov. Podľa starších prác a našich meraní bol dokumentovaný len jeden lokálny smer prúdenia podzemnej vody, a to smerom k rieke Nitra. Nedajú sa však vylúčiť aj iné varianty prúdenia podzemnej vody. Zdokumentovaná rýchlosť prúdenia podzemnej vody je $0,06 \text{ m.deň}^{-1}$.

Výrazný vplyv na rýchlosť prúdenia má aj koeficient filtrácie zvodne. Tento kolíše v intervale $1,35 \cdot 10^{-4}$ až $1,09 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$. Priemerná hodnota koeficientu filtrácie dosahuje $k = 4,85 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$. Kvartérne štrky sú dotované vodou z viacerých zdrojov. Jednak je to brehová a dnová infiltrácia z rieky a jej starého koryta v skúmanom území aj mimo neho, infiltrácia atmosférických zrážok, ale aj skrytý prestup podzemnej vody z neogénu - svahov ležiacich západne od riečnej nivy.

Zo sedimentov kvartéru majú pre akumuláciu podzemnej vody najpriaznivejšie podmienky fluvialne štrky a piesky svojou medzizrnovou priepustnosťou. Náplavy rieky Nitra dosahujú hrúbku 10 až 12 metrov v ľavobrežnej časti - Párovské Lúky a 2 - 6 m pravobrežnej časti. Hrúbka štrkov kolíše v rozmedzí 5 až 10 metrov. Výdatnosti vrtov sa pohybujú v rozmedzí 3 až 10 l.s^{-1} ojedinele aj viac. Podzemná voda štrkov je dotovaná infiltráciou vody z toku a atmosférických zrážok. Hladina podzemnej vody je voľná. V čase maximálnych prietokov vody v rieke prechádza do napätej. Náplavové hliny tvoria izolátor nad vrstvou štrku. Deluviálne sedimenty a spraše nemajú vhodné podmienky pre významnejšie akumulácie podzemnej vody.

Neovplyvnený, resp. prirodzený režim podzemnej vody v skúmanom území je možné charakterizovať na základe údajov zaznamenaných na pozorovacom vrte SHMÚ č. 2296 - Drážovce, vzdialeného od posudzovaného územia cca 3,5 km severným smerom. Objekt SHMÚ má hĺbku 9,9 m, takže zachytáva iba podzemné vody kvartéru, rovnakého HG rajónu NQ 005 Neogén centrálnej časti Borskej nížiny.

Charakteristické hladiny podzemnej vody namerané v objekte SHMÚ č. 2296 za obdobie od roku 2008 do r. 2017 sú uvedené v tabuľke č. 4 v absolútnych výškach (Kullman, et al. 2018).

Tabuľka č. 4: Charakteristické hladiny podzemnej vody v pozorovanom objekte SHMÚ

| Objekt | Výška o.b. (m n. m.) | Výška o.b. nad terénom (m) | Hladiny pozorované do roku 2017 (m n. m.) | | |
|-----------------|-------------------------|-------------------------------|--|--------|---------|
| | | | MAX | MIN | PRIEMER |
| 2296 - Dražovce | 143,67 | 0,99 | 142,44 | 140,24 | 141,11 |

o.b. - odmerný bod

Za obdobie od r. 2008 bola na sonde SHMÚ č. 2296 zaznamenaná dňa 9.6.2010 maximálna hladina na úrovni 142,44 m n. m. (hladina vody v hĺbke 0,24 m pod terénom) a minimálna hladina bola zameraná dňa 3.10.2016 na úrovni 140,24 m n. m. (hladina vody v hĺbke 2,44 m pod terénom), čo predstavuje rozkyv 2,2 m.

4. POSÚDENIE VSAKOVACEJ SCHOPNOSTI HORNINOVÉHO PROSTREDIA A MOŽNOSTI ODVÁDZANIA DAŽĎOVÝCH VÔD ZO STAVBY

Posudok je spracovaný pre potreby Obvodného úradu ŽP v Nitre, v súlade s § 37 Zákona o vodách č. 364/2004 a nadväzných predpisov, ktoré bude prílohou dokumentácie k povolovaciemu konaniu stavby.

Pre posúdenie možnosti vsakovania boli použité staršie údaje z realizácie niektorých vybraných vrtov, realizovaných v rokoch 1958 až 1968 (Bujalka, USG Žilina, Krumlová, Vodné zdroje Bratislava in Laurenčík, 2008).

Vrt RH-9

Kvartér

| | |
|---------------|---|
| 0,00 – 0,30 m | ornica |
| 0,30 – 1,20 m | hnedá hlina |
| 1,20 – 2,20 m | tmavosivá hlina ílovitá |
| 2,20 – 2,50 m | sivá hlina ílovitá |
| 2,50 – 3,50 m | íl modrý |
| 3,50 – 3,80 m | modré bahno |
| 3,80 – 4,20 m | štrkopiesok bahnitý |
| 4,20 – 9,50 m | štrkopiesok stredne až hrubozrnný s val. do 40 cm |

Neogén

| | |
|----------------|-------------------------|
| 9,50 – 10,50 m | hnedosivý íl, plastický |
|----------------|-------------------------|

Podzemná voda bola narazená v hĺbke 3,50 m pod terénom, ustálená hladina v hĺbke 2,70 m p.t.

Vrt RH-2

Kvartér

| | |
|----------------|--|
| 0,00 – 0,30 m | tmavohnedá hlina piesčitá |
| 0,30 – 1,30 m | hlina piesčitá ,sivá |
| 1,30 – 1,80 m | hlina piesčitá, tmavosivá |
| 1,80 - 2,85 m | hlina piesčitá, sivá |
| 2,85 – 3,00 m | hlina piesčitá, sivohnedá |
| 3,00 – 3,60 m | hlina piesčitá, sivohnedá s val. štrku |
| 3,60 – 6,40 m | sivý štrkopiesok hlinitý |
| 6,40 – 8,40 m | úlomky kremencov s hrubým pieskom s val. do 8,0-10 cm |
| 8,40 – 9,40 m | úlomky kremencov s hrubým pieskom s val. do 10 – 20 cm |
| 9,40 – 10,35 m | úlomky kryštalickej bridlice |
| 10,35-11,40 m | hrdzavožltý íl |

Vrt RH-5

Kvartér

| | |
|---------------|--|
| 0,00 – 0,30 m | ornica |
| 0,30 – 0,90 m | hlina hnedá |
| 0,90 – 1,40 m | hlina hnedá ílovitá |
| 1,40 – 1,70 m | tmavohnedý íl hlinitý |
| 1,70 – 2,60 m | sivý íl |
| 2,60 – 3,50 m | modrosivý íl |
| 3,50 – 4,10 m | modrosivý íl so štrkom |
| 4,10 – 4,50 m | sivý piesok jemnozrnný |
| 4,50 – 9,96 m | štrkopiesok hrubozrnný s val. do 15 cm |

Neogén

| | |
|-----------------|--------------------------------|
| 9,96 – 10,50 m | íl piesčitý s váp. konkréciami |
| 10,50 – 11,04 m | modrosivý íl piesčitý |

Podzemná voda bola narazená v hĺbke 2,60 m pod terénom, ustálená hladina v hĺbke 2,10 m p.t.

Vrt RHŠ-12

Kvartér

| | |
|---------------|--|
| 0,00 – 0,60 m | hnedá hlinitá zemina |
| 0,60 – 1,20 m | hnedá ílovito - hlinitá zemina |
| 1,20 – 3,20 m | šedohnedá ílovito- hlinitá zemina |
| 3,20 – 4,30 m | šedohnedá ílovitá zemina |
| 4,30 – 4,50 m | šedý štrkopiesok zahlinený s val. do 10 cm |
| 4,50 – 9,70 m | šedý štrkopiesok zahlinený s val. do 10 cm, prímiesou štrčiku, piesku hrubozrnného |

Neogén

| | |
|----------------|--------------|
| 9,70 – 10,80 m | modrošedý íl |
|----------------|--------------|

Podzemná voda bola narazená v hĺbke 4,30 m pod terénom, ustálená hladina v hĺbke 4,60 m p.t.

Priepustnosť zvodnelého materiálu - štrkopieskov je vcelku dobrá napriek tomu, že v dôsledku nepravidelnej riečnej sedimentácie javí značné rozdiely vo vyjadrení koeficientom filtrácie v rozmedzí $k = 5,3 \cdot 10^{-4} - 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$.

4.1 URČENIE ČISTIACEHO EFEKTU PODZEMNÝCH VÔD PRESTUPOM PÔDAMI, NESPEVNENÝMI HORNINAMI

Podľa *metodického postupu pre určovanie ochranných pásiem vodárenských zdrojov podzemných vôd k vyhláske MŽP SR číslo 398/2002 Z.z. pre vypracovanie dokumentácie k žiadosti o určenie ochranných pásiem a ochranných opatrení*, W.Rehse (1977) navrhol empirickú metódu výpočtu čistiaceho efektu pôd a najvrchnejšej časti nespevných horninových prostredí uvažujúc s transférom znečistenia od povrchu až po zvodnené prostredie vo vertikálnom smere a potom vo zvodnenom horninovom prostredí v horizontálnom smere až po záchyt podzemných vôd.

Rozdielne kategórie pôd a nespevných horninových prostredí, ktoré sa môžu vyskytnúť sú rozdielne podľa granulometrie hornín. Autor definoval potrebnú hrúbku týchto horninových prostredí v podmienkach nesaturovanej zóny pre, podľa autora, významné odstránenie znečistenia z podzemných vôd - ekvivalentné v minulosti používanému 50 dennému zdržaniu podzemných vôd v horninovom prostredí (Tabuľka č. 5).

Tabuľka č. 5: Možnosť likvidácie znečistenia podzemných vôd v nespevnenom horninovom prostredí zvodnenej zóny W. Rehse 1977

| Charakteristika horninového prostredia | L [m] | | Ia = 1 / L |
|---|----------|------------|--------------|
| Štrk málo siltový s veľmi bohatým podielom piesku | a | 100 | 0,01 |
| | b | 150 | 0,007 |
| | c | 170 | 0,006 |
| | d | 200 | 0,005 |
| Jemno až strednozrný štrk s bohatým podielom piesku | a | 150 | 0,007 |
| | b | 200 | 0,005 |
| | c | 220 | 0,0045 |
| | d | 250 | 0,004 |
| Stredno až hrubozrný štrk, málo piesčité | a | 200 | 0,005 |
| | b | 250 | 0,004 |
| | c | 270 | 0,0037 |
| | d | 300 | 0,0033 |
| Štrky a valúny | a | 300 | 0,0033 |
| | b | 340 | 0,0029 |
| | c | 360 | 0,0028 |
| | d | 400 | 0,0025 |

Vysvetlivky:

a = rýchlosť <3 m / deň

b = rýchlosť medzi 3 a 20 m / deň

c = rýchlosť medzi 20 až 50 m / deň

d = rýchlosť >50 m / deň

L = horizontálna dráha potrebná pre odstránenie znečistenia

I a = index

Na základe tabuľky č. 5, možno konštatovať, že pre odstránenie prípadného znečistenia v kvartérnych sedimentov, ktoré sú tvorené jemnozrným až strednozrným štrkom s bohatým podielom piesku, je najmenej priaznivá horizontálna dráha pre prípadné odstránenie znečistenia $L = 250$ m. Do tejto vzdialenosti sa v oblasti posudzovaného územia, nenachádza v smere prúdenia podzemných vôd, žiaden vodárenský zdroj, resp. ochranné pásmo vodárenského zdroja, ktoré by mohlo byť prípadnou kontamináciou ohrozené. *Napriek vyššie uvedenému je pri projektovaní stavby nutné uvažovať s tým, že dažďové vody z miestnej komunikácie a parkovacích miest musia byť zvedené cez odlučovače ropných látok, a až následne budú môcť byť odvedené do rigolov, resp. jazierka, odkiaľ budú vsakované do horninového prostredia.*

4.2 POSÚDENIE MOŽNOSTI VSAKOVANIA DAŽĎOVÝCH VÔD DO HORNINOVÉHO PROSTREDIA

Podľa objednávateľom poskytnutých údajov a informácií, sa na lokalite uvažuje s vybudovaním otvorených rigolov, ktoré budú zvedené do otvoreného umelého, retenčného jazierka, pričom dažďová voda bude jednak akumulovaná prostredníctvom rigolov a jazierka, časť vody bude vsakovaná do štrkopieskov, ktoré sa v posudzovanej oblasti nachádzajú v hĺbke cca 4,0 m p.t. a časť vody sa bude z otvorenej vodnej plochy odstraňovať výparom. Celkovo ide o vypočítané množstvo dažďových vôd $Q = 3\,591,09 \text{ l.s}^{-1}$.

Pre posúdenie vsakovacej schopnosti horninového prostredia a návrhu dostatočnej kapacity (plochy) zasakovacieho zariadenia sú rozhodujúcimi faktormi predovšetkým priepustnosť horninového prostredia a množstvo zasakovaných vôd. Výpočet plochy nevyhnutnej k infiltrácii stanoveného množstva zasakovaných vôd predpokladá s ohľadom na spoľahlivosť zasakovacieho zariadenia dosiahnuť stav nasýtenia horninového prostredia vypúšťanou vodou v priebehu infiltrácie. Pri predpoklade zasakovania bude rýchlosť infiltrácie zodpovedať koeficientu filtrácie horninového prostredia.

Platí, že pri dimenzovaní vsakovacích zariadení je potrebné stanoviť najmä retenčný objem vsakovacieho zariadenia a dobu jeho vyprázdňovania. Pre stanovenie týchto parametrov je potrebné poznať koeficient vsaku a vsakovaný odtok. Koeficient vsaku charakterizuje vsakovaciu schopnosť

nesaturovaného horninového prostredia a pre výpočty bude využitá hodnota koeficienta filtrácie $5,3 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (menej priaznivá hodnota).

Ak by sme uvažovali s tým, že vsakovaciu plochu by predstavovala napr. časť dna jazierka (s hĺbkou cca 4,0 m p.t.) s celkovou plochou napr. 100 m^2 ($10 \times 10 \text{ m}$) tak:

Hodnota vsakovaného odtoku Q_{vsak} je závislá od veľkosti vsakovanej plochy a koeficientu vsaku k_v . Jeho hodnota bola vypočítaná podľa vzorca:

$$Q_{vsak} = \frac{1}{f} \times k_v \times S_{vsak}$$

- Q_{vsak} vsakovaný odtok ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$);
 f súčiniteľ bezpečnosti vsaku (odporúča sa min. 2). Vyjadruje bezpečnosť a predpokladané zmeny vsakovacej schopnosti horninového prostredia po určitom čase prevádzky vsakovacieho zariadenia;
 k_v koeficient vsaku, resp. rýchlosť vsaku $5,3 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
 S_{vsak} vsakovacia plocha 100 m^2 .

Vstupným parametrom zodpovedá hodnota vsakovaného odtoku približne $2,65 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Retenčný objem vsakovacieho zariadenia vychádza z návrhu, že objem rigolov a jazierka by mal byť navrhnutý tak, aby akumuloval množstvo vody $5\,339,35 \text{ m}^3$, pričom za 15 min intenzívneho dažďa pri hodnote $Q = 3\,591,09 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ by spadlo $3\,231,98 \text{ m}^3$ objemu vody.

Doba vyprázdňovania T_v vybudovaného vsakovacieho zariadenia bola vypočítaná podľa vzorca:

$$T_v = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak}}$$

- T_v doba vyprázdnenia vsakovacieho systému (s),
 V_{vz} retenčný objem vsakovacieho zariadenia - $5\,339,35 \text{ m}^3$, pričom za 15 min intenzívneho dažďa pri hodnote $3\,591,09 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ by spadlo $3\,231,98 \text{ m}^3$ objemu vody,
 Q_{vsak} vsakovaný odtok - $2,65 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Pre takýto návrh by vstupným parametrom zodpovedala doba vyprázdňovania celého zariadenia za **cca 34 hodín**. Tu je však potrebné zdôrazniť, že v období extrémnych stavov na rieke Nitra, nebude dochádzať k infiltrácii zrážok do štrkopiesčitých polôh, ale naopak bude podzemná voda vytláčaná do otvorených vodných plôch. Z touto možnosťou projekt stavby počíta a navrhuje vybudovať, ako súčasť jazierka aj čerpaciu stanicu ČSd1, ktorá bude v prípade potreby prečerpávať dažďové vody z regulovaným odtokom do rieky Nitra. Keďže sa predpokladá že v otvorenom rigole a jazierku bude aj mimo daždivých období voda, je navrhnutý systém cirkulácie tejto vody pomocou čerpacej stanice ČSd2 a výtlačného (cirkulačného) potrubia.

Celkovo je tak možné konštatovať, že vsakovanie dažďových vôd s tým, že budú vody predakumulované v otvorených rigoloch a jazierku s akumulačným objemom $5\,339,35 \text{ m}^3$, s tým, že časť vody bude vsakovaná do horninového prostredia štrkopieskov, časť vody sa bude z otvorenej vodnej plochy vyparovať, tak pre takýto návrh je možné vydať kladný hydrogeologický posudok.

5. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY A INÝCH ZDROJOV

ATLAS KRAJINY SLOVENSKEJ REPUBLIKY. Ministerstvo životného prostredia SR, 2002.

ČAUČÍK P., BELAN M., BODÁČZ B., DENDIŠOVÁ M., LEITMAN Š., MADA I., MOŽIEŠIKOVÁ K., MOLNÁR L., SLIVOVÁ V. 2018: Vodohospodárska bilancia SR. Vodohospodárska bilancia množstva podzemnej vody za rok 2017. SHMÚ, Bratislava. str. 319.

KULLMAN, E. ML., MALÍK, P., PATCHOVÁ, A., BODIŠ, D. 2005: Vymedzenie útvarov podzemných vôd na Slovensku v zmysle rámcovej smernice o vodách 2000/60/ES. *Podzemná voda*. ISSN 1335 - 1052, 2005, roč. XI., č. 1, str. 5 - 18.

KULLMAN, E., GAVURNÍK, J., MOLNÁR, E., PAĽUŠOVÁ, Z., SLIVOVÁ, V., LEHOTOVÁ, D., JUHASOVÁ, E., PALKOVÁ, M. 2018: Hydrogeologická ročenka - podzemné vody 2017. SHMÚ Bratislava. str. 264.

NÉMETHYOVÁ, M. 2006: Privádzač Nitra - Selenec, správa o hodnotení, časť C. Vodné zdroje Slovakia, s. r. o., Bratislava.

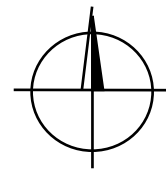
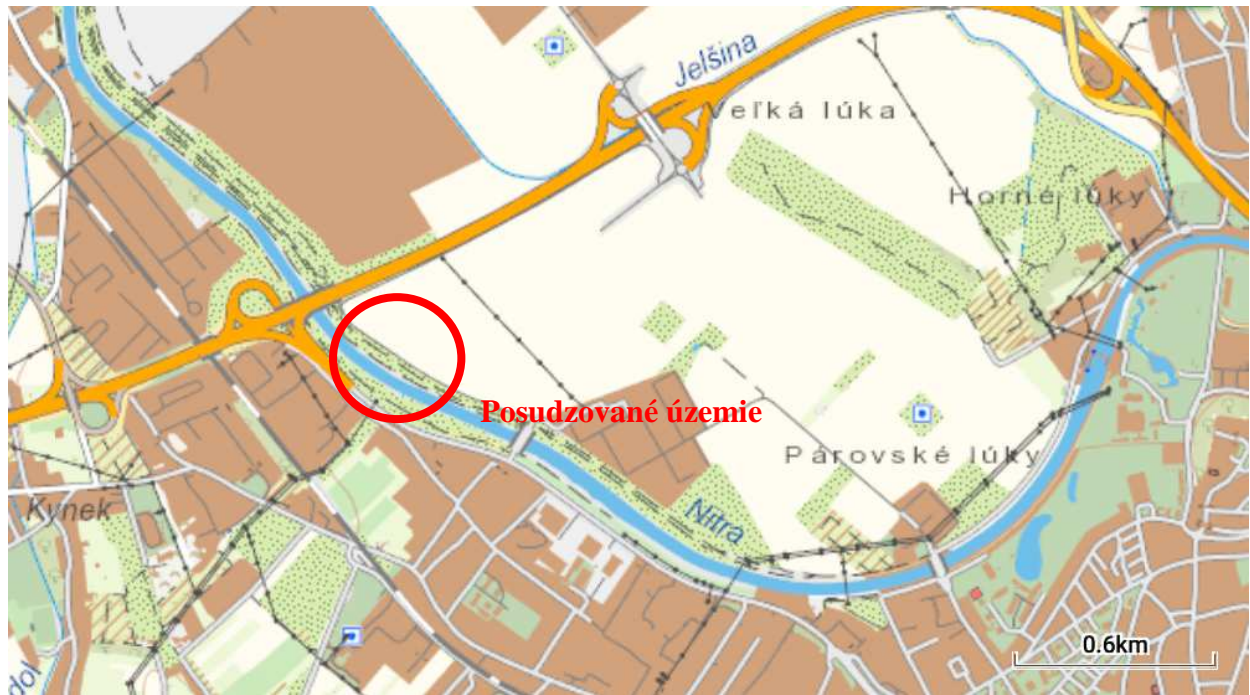
VASS, D. ET AL. 1988: Regionálne geologické členenie Západných Karpát a severných výbežkov Panónskej panvy na území ČSSR, M=1:500 000, GÚDŠ Bratislava.

VASS, D. ET AL. 1988: Vysvetlivky k mape " Regionálne geologické členenie Západných Karpát a severných výbežkov Panónskej panvy na území ČSSR, M=1:500 000.

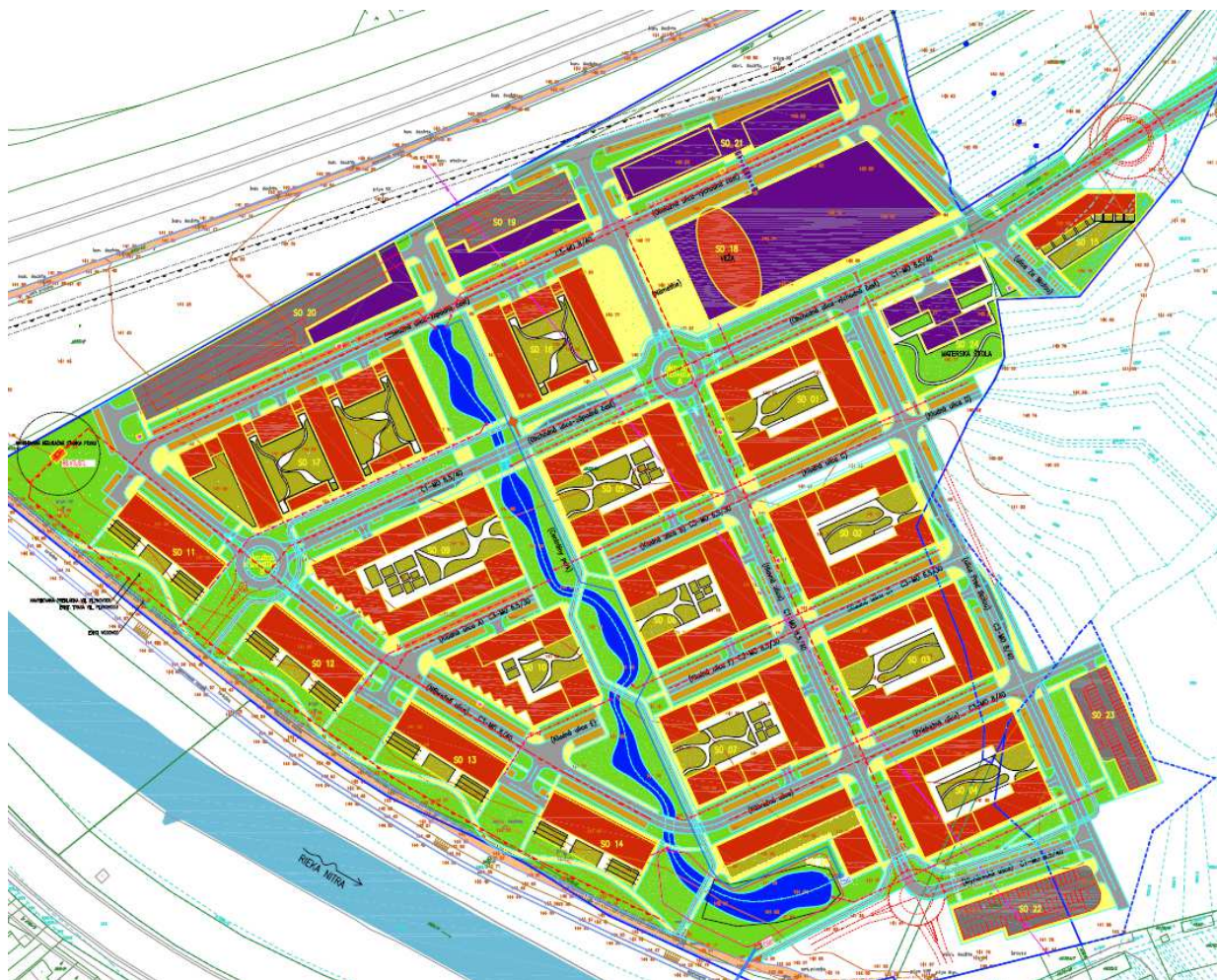
LAURENČÍK, J. 2008: Párovské Lúky - likvidácia vrtov a PHO I. stupňa. GEO, spol. s r.o. Nitra. .

METODICKÉ POSTUPY PRE URČOVANIE OCHRANNÝCH PÁSIEM VODÁRENSKÝCH ZDROJOV PODZEMNÝCH VÔD k vyhláške MŽP SR číslo 398/2002 Z.z. z 10. júla 2002 , platnej od 1.augusta 2002 pre vypracovanie dokumentácie k žiadosti o určenie ochranných pásiem a ochranných opatrení

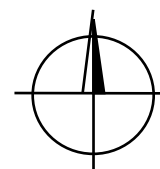
http://www.geology.sk/index.php?pg=geois.mapovy_server



| | | |
|---|------------------|---|
| Zodpovedný riešiteľ: RNDr. Martin Výboch | Kraj: Nitriansky | Zhotoviteľ: GEO spol. s r.o. Nitra Tehelná 48, 949 01 Nitra |
| Vypracoval: RNDr. Martin Výboch | Mesto: Nitra | Etapa prieskumu: Posudok |
| Objednávateľ: Párovské Lúky, a.s. | | Dátum: 12/2020 |
| Názov geologickej úlohy: Párovské Lúky - hydrogeologické posúdenie možnosti odvádzania dažďových vôd do horninového prostredia zo stavby: Obytná polyfunkčná mestská štvrť Párovské Lúky - Nitra, Lokalita Párovské Lúky - Mlynárce I. | | Číslo prílohy: 1 |
| Názov prílohy: Situácia posudzovaného územia – širšie vzťahy | | |



(Zdroj: Bizoň, 2020)



| | | |
|---|------------------|---|
| Zodpovedný nešiteľ: RNDr. Martin Výboch | Kraj: Nitriansky | Zhotoviteľ: GEO spol. s r.o. Nitra Tehelná 48, 949 01 Nitra |
| Vypracoval: RNDr. Martin Výboch | Mesto: Nitra | Etapa prieskumu: Posudok |
| Objednávateľ: Párovské Lúky, a.s. | | Dátum: 12/2020 |
| Názov geologickej úlohy: Párovské Lúky - hydrogeologické posúdenie možnosti odvádzania dažďových vôd do horninového prostredia zo stavby: Obytná polyfunkčná mestská štvrť Párovské Lúky - Nitra, Lokalita Párovské Lúky - Mlynárce I. | | Číslo prílohy: 2 |
| Názov prílohy: Situácia posudzovaného územia – užšie vzťahy | | |