

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA



POLYFUNKČNÁ STAVBA NOVÁ BOTTOVA HYDROGEOLOGICKÝ POSUDOK

Objednávateľ: EKOCONSULT - enviro, a.s., Miletičova 23,
821 09 Bratislava 2

Zhotoviteľ: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1,
817 04 Bratislava 11

Autori:

RNDr. Peter Malík, CSc.

RNDr. Katarína Benková

RNDr. Igor Slaninka, PhD.

RNDr. Jaromír Švasta, PhD.

RNDr. Radovan Černák, PhD.

[Handwritten signatures in blue ink corresponding to the authors listed: Peter Malík, Katarína Benková, Igor Slaninka, Jaromír Švasta, and Radovan Černák.]

Schválil:

RNDr. Igor Slaninka, PhD.
generálny riaditeľ ŠGÚDŠ

[Handwritten signature in blue ink of RNDr. Igor Slaninka, PhD., general director of ŠGÚDŠ.]

Bratislava 7. júl 2021

ÚVOD

V súvislosti s plánovanou výstavbou polyfunkčného komplexu pozostávajúceho z 10-poschodovej polyfunkčnej stavby so 4-podlažným podzemným garážovým objektom v bratislavskej oblasti Mlynské Nivy – ulice Nová Bottova a Chalupkova – bol spoločnosťou EKOCONSULT - enviro, a.s., v zmysle Zákona č. 24/2006 Z. z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov („Zákon o posudzovaní“) začiatkom roka 2021 vypracovaný zámer navrhovanej činnosti „Polyfunkčná stavba Nová Bottova“ (Žúbor et al., 2021).

Navrhovateľom činnosti „Polyfunkčná stavba Nová Bottova“ je spoločnosť Smart City Parking s.r.o., Mlynské nivy 16, 821 09 Bratislava. Záujmové územie sa nachádza na parcelách č. 21789/20, 21844/11, 21788/1, 21788/9, 21788/8, 21844/10, 9110/17, 9110/42, 9110/26, 9110/41, 9110/40, 9110/1, 9110/18, 9116/14, 9116/15, 9116/2, 9116/16, 9110/4, 9116/20, 9116/5, 21791/1, 21789/1, 21789/3, 9120/54, 9134/24, 9134/64 a 9134/16 katastrálneho územia Staré Mesto na východnom okraji mestskej časti Bratislava – Staré Mesto, južne od ulice Továrenská, západne od ulice Chalupkova a severne od ulice Bottova.

Podľa § 23 ods. 1 Zákona č. 24/2006 Z. z. o posudzovaní... predložil Okresný úrad Bratislava, odbor starostlivosti o životné prostredie ako príslušný orgán v rámci zisťovacieho konania Ministerstvu životného prostredia Slovenskej republiky, odboru štátnej geologickej správy predmetný zámer navrhovanej činnosti „Polyfunkčná stavba Nová Bottova“ so žiadosťou o príslušné stanovisko. Toto stanovisko, vypracované pracovníkmi odboru štátnej geologickej správy MŽP SR pod číslom 19770/2021 v rozsahu 5 strán A4 bolo dňa 03. 05. 2021 zaslané listom 5493/2021 - 5.3 na OÚ Bratislava, odbor starostlivosti o životné prostredie. Okrem sumarizácie environmentálnych záťaží v oblasti polyfunkčnej stavby Nová Bottova stanovisko obsahuje konštatovanie, že napriek tomu že sa vo vypracovanom zámere konštatuje že „pre posudzované územie bola spracovaná štúdia Záverečná správa s analýzou rizika znečisteného územia - Bratislava - Twin City Komplex, ktorá bola schválená MŽP SR“, MŽP SR neevviduje predloženie a schválenie záverečnej správy s analýzou rizika znečisteného územia Bratislava - Twin City Komplex. Okrem vyššie uvedeného malo MŽP SR z hľadiska vplyvov na horninové prostredie viacero pripomienok, ktoré sú citované nižšie:

Nepriepustné betónové steny podzemných garáží, ktoré nahradia kvartérne hlinito-piesčité podložie s polohami štrku, si objemovo môžeme predstaviť ako geometrický útvar o rozmeroch napr. 100x50x14 m, čo činí 70 000 m³. Domnievame sa, že odstránením takéhoto množstva horninového média, pozostávajúceho v značnej miere z ílovitej a jemnej piesčitej zložky, sa odstráni aj jeho prirodzený filtračný a sorpčný potenciál, čo môže viesť k zrýchleniu, ale aj

k modifikácii smeru prúdenia kontaminovanej podzemnej vody okolo novej podzemnej bariéry. Taktiež ťažko možno operovať s predstavou o nepriepustnosti neogénneho podložia, nakoľko toto tiež obsahuje štrkovo-piesčité polohy ako aj zlomové poruchy, ktorými môže táto voda prenikať pod navrhovaný podzemný priestor. Nahradenie primárnych priestorov betónovou obstavbou spôsobom „žiadne geologické prostredie = žiadne znečistené prostredie“, možno považovať za úzke účelové riešenie, ktoré nebezpečenstvo šírenia znečistenia z okolitých environmentálnych záťaží vo vodnej zložke môže aj zvyšovať.

Z predstavy celkového objemu extrahovanej horninovej zložky vyplýva cca 7000 jzd plne naložených nákladných vozidiel (napr. T 815 odvezie max 10 m³) po mestských a iných komunikáciách. Existuje reálny predpoklad, že podstatnú časť výkopovej zeminy bude nevyhnutné zneškodňovať podľa zákona č. 79/2015 Z. z. ako nebezpečný odpad.

Obdobná, nemenej závažná problematika tkvie v skutočnosti, že základné smery prúdenia podzemnej vody v Bratislave prebiehajú cca VJV (V) a SV (až S) smerom. Na základe bodových hydrogeologických údajov, matematického modelovania ako aj z geologicko-topografického hľadiska plyní, že v predmetnej oblasti pri nižších stavoch hladiny Dunaja prevažuje VJV prúdenie od M. Karpát, zatiaľ čo pri vysokej hladine Dunaja nadobúda prevahu severne orientovaná infiltrácia dunajskej vody. Dunaj zohráva dôležitú úlohu v zvodňovaní sedimentov a zároveň usmerňuje prúdenie podzemnej vody smerom k SV. Nemožno odmietať odbornú argumentáciu, že daný proces zároveň chráni najväčšie zdroje pitnej vody na JZ okraji Žitného ostrova pred šírením kontaminácie z bratislavských environmentálnych záťaží.

Navrhované odstránenie prirodzeného geologického priestoru narúša pôvodné geologické a hydrogeologické pomery v citlivom území. Vytvorenie nepriepustnej bariéry pod hladinou podzemnej vody vnímame v koincidencii so šírením kontaminačného mraku z miestnych environmentálnych záťaží (bližšie stále nedostatočne prebádaných) ako značne rizikové.

Účelnosť polyfunkčného objektu s potrebou garážových stojísk plne rešpektujeme, avšak v strategickom záujme dlhodobu udržateľnej perspektívy kvalitnej pitnej vody v príľahlej časti Žitného ostrova vyslovujeme k navrhovanej výstavbe hlbokého a objemného podzemného priestoru závažné námietky.

Záverom stanoviska odboru štátnej geologickej správy MŽP SR č. 19770/2021 z dňa 03. 05. 2021 sa uvádza, že podľa § 20 ods. 3 geologického zákona ministerstvo vymedzuje ako riziká stavebného využitia územia prítomnosť environmentálnych záťaží B1 (003) / Bratislava - Staré Mesto – Chalupkova -Bottova ul. - Chemika - areál závodu, B1 (1986) / Bratislava - Staré Mesto - Twin City - južná časť, B1 (002) / Bratislava - Staré Mesto - Apollo - širší priestor bývalej rafinérie,

B2 (2057) / Bratislava - Ružinov - Twin City - severná časť, B2 (006) / Bratislava - Ružinov - Gumon – areál závodu, s vysokou prioritou riešenia (hodnota $K \geq 65$ podľa klasifikácie environmentálnej záťaže v Informačnom systéme environmentálnych záťaží). Vhodnosť a podmienky stavebného využitia územia s výskytom environmentálnej záťaže s vysokou prioritou riešenie je potrebné posúdiť a overiť geologickým prieskumom životného prostredia.

V krátkom priebehu času po vypracovaní stanoviska MŽP SR č. 19770/2021 bola zmienená chýbajúca záverečná správa doplnkového geologického prieskumu životného prostredia s analýzou rizika znečisteného územia - Bratislava - Twin City Komplex (Malý et al., 2021a; resp. Malý et al., 2021b) dňa 27. 05. 2021 pod poradovým číslom 3757 predložená na 71. zasadanie Komisie pre posudzovanie a schvaľovanie záverečných správ s analýzou rizika znečisteného územia MŽP SR. Komisia na tomto svojom rokovaní záverečnú správu z geologickej úlohy „Doplnkový geologický prieskum životného prostredia pre manažment a riadenie sanačných opatrení a podporných činností Twin City - juh B, C, D“ aj na základe posúdenia a pripomienok dvoch oponentov – doc. Mgr. Petra Šottníka, PhD. a RNDr. Antona Auxta – rozhodnutím sp. č. 8412021-5.2 / ev. č. 28839/2021 (Príloha č. 1 k zápisu z 27. mája 2021 71. zasadanie Komisie...) schválila s podmienkou vykonania opráv (do 27. 06. 2021). Vyššie v stanovisku 19770/2021 spomínaná požiadavka na overenie a posúdenie lokality ako územia s výskytom environmentálnej záťaže s vysokou prioritou geologickým prieskumom životného prostredia, ako aj konštatovanie že MŽP SR neevviduje predloženie a schválenie záverečnej správy s analýzou rizika znečisteného územia Bratislava - Twin City Komplex sa tak už stali nerelevantnými.

Z ďalších pripomienok, ktoré obsahovalo stanovisko MŽP SR č. 19770/2021 vyplynulo, že je potrebné sa zaoberať aspektami vplyvu vybudovania podzemnej stavby na zmeny smeru a rýchlosti prúdenia podzemných vôd v oblasti Mlynské Nivy – ulice Nová Bottova a Chalupkova a následnými vplyvmi týchto zmien na potenciálne šírenie sa znečistenia v tejto oblasti a na zdroje pitnej vody na JZ okraji Žitného ostrova, potenciálnym narušením pôvodných geologických a hydrogeologických pomerov nepriepustnou bariérou v koincidencii so šírením kontaminačného mraku, ako aj nepriepustnosťou neogénneho podložia kvartérnych sedimentov v oblasti. V súvislosti s týmto sa spoločnosť EKOCONSULT - enviro, a.s. obrátila na Štátny geologický ústav Dionýza Štúra. Po spoločnom preštudovaní požiadaviek stanoviska odboru štátnej geologickej správy MŽP SR č. 19770/2021 boli v nasledujúcej objednávke č. 2021-03-1811 spoločnosti EKOCONSULT - enviro, a.s., Miletičova 23, 821 09 Bratislava 2 z dňa 16. 06. 2021 formulované jednotlivé problémové oblasti/otázky. Na základe týchto následne vypracovali pracovníci oddelení hydrogeológie a geotermálnej energie a geochemie životného prostredia Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra odborný posudok hodnotiaci:

- (a) modifikáciu smeru a rýchlosti prúdenia podzemných vôd vplyvom vybudovania podzemnej časti objektu stavby;
- (b) stupeň priepustnosti neogénneho podložia v oblasti navrhovanej stavby;
- (c) vplyv zmien smeru a rýchlosti prúdenia podzemných vôd vplyvom vybudovania podzemnej časti objektu stavby na potenciálne šírenie sa znečistenia horninového prostredia a podzemných vôd ropnými látkami prítomného v uvedenej oblasti;
- (d) vplyv zmien smeru a rýchlosti prúdenia podzemných vôd vplyvom vybudovania podzemnej časti objektu stavby na zdroje pitnej vody na JZ okraji Žitného ostrova;
- (e) rizikovosť narušenia pôvodných geologických a hydrogeologických pomerov v citlivom území vytvorením nepriepustnej bariéry pod hladinou podzemnej vody v koincidencii so šírením kontaminačného mraku z miestnych environmentálnych záťaží pre dlhodobu udržateľnú perspektívu kvalitnej pitnej vody v príľahlej časti Žitného ostrova.

Uvedené body sú rozpracované do jednotlivých kapitol/častí nasledujúceho posúdenia, kde sú z dôvodu ich čiastočného tematického prekrývania sa a nadväznosti jednotlivých hydrogeologických procesov uvádzané v mierne obmenenom poradí pod názvami «Priepustnosť neogénneho podložia kvartérnych náplavov v oblasti», «Vplyv vybudovania podzemnej časti objektu na prúdenie podzemných vôd», «Vplyv indukovaných zmien prúdenia podzemných vôd na zdroje pitnej vody Žitného ostrova», «Vplyv indukovaných zmien prúdenia podzemných vôd na šírenie kontaminantov v bezprostrednej oblasti». Jednotlivým kapitolám/časťam tohto posúdenia logicky predchádza všeobecná časť «Prehľad hydrogeologických pomerov v oblasti polyfunkčnej stavby Nová Bottova».

Prehľad hydrogeologických pomerov v oblasti polyfunkčnej stavby Nová Bottova

Predmetné územie bratislavskej oblasti Mlynské Nivy – ulice Nová Bottova a Chalupkova sa nachádza na najzápadnejšom cípe slovenskej časti Podunajskej panvy. Výplň tejto panvy sa začala tvoriť v morskom prostredí neogénu – v bádene, usadzovanie sedimentov pokračovalo v sarmate, panóne, pliocéne (pont, dák, roman) a čiastočne aj v kvartéri. Okrem prevahy klastických sedimentov sa miestami vyskytujú aj vulkanity (Benková, Bodiš et al., 2005; 2013; Bottlik et al., 2013). Neogénne sedimenty od bádenu až po roman sú vo vývoji pestrých ílov, piesčitých ílov, vápnitých ílov a silne zaílovaných pieskov, vápnitých pieskov resp. pieskovcov s výskytom vápnitých konkrécií, miestami však aj vo vývoji štrkov, na mnohých miestach sa tiež nachádzajú vrstvičky lignitu. Vo vzdialenosti cca 2,5 km západne už začínajú spod sedimentov vystupovať odkryté granitoidy bratislavského masívu – ich kontakt so sedimentami Podunajskej panvy je však v oblasti bratislavského Starého Mesta prekrytý starými riečnymi terasami mladšieho a mladšej časti stredného pleistocénu (Polák et al., 2011, 2012; Maglay et al., 2018; Nagy et al. 2005). Tieto kvartérne fluviálne a fluvio-limnické sedimenty sú zastúpené najmä

strednozrnnými až hrubozrnnými štrkami, piesčitými štrkami, pieskami, ojedinelými polohami ílov a hlín s fosílnou faunou (Pristaš et al., 1996) a na nich sa nachádzajúcimi sprašovými hlinami (Hanzel et al., 2012). V morfológicky nižšej časti územia, kam spadá aj bezprostredné okolie nami skúmanej lokality, sa nachádzajú už mladšie – holocénne štrky, piesčité štrky, piesky s ojedinelými polohami ílov a hlín, prekryté holocénnymi hlinitými a piesčito-hlinitými povodňovými sedimentmi. Na geologickej stavbe bezprostredného okolia lokality sa teda podieľajú najmä ílovité, ílovito-piesčité a piesčité sedimenty neogénu ktoré sú v podloží, a hlinito-piesčité, piesčité a štrkopiesčité sedimenty kvartéru v ich nadloží. Na základe výsledkov prieskumných prác z odvítaných vrtov v širšom okolí lokality a podľa dostupných informácií z archívu Geofondu (Dénesová, 1995; Mikita, 1996; Polák, 1996; Brutenič, 1997; Janták, Polák, 2001a; Janták, Polák, 2001b; Janták, Polák, 2001c; Kerekeš, 2002; Auxt et al., 2002; Maloveský et al., 2002; Kordík et al., 2015; Benková et al., 2020) je možné konštatovať, že hrúbka kvartérnych sedimentov v okolí záujmovej lokality je cca 10 – 20 m. Najvrchnejšiu vrstvu tvorí prevažne hlinito-kamenitá navážka o hrúbke cca 0,4 – 3,3 m. Pod ňou vystupuje piesčito-prachovitá hlina do úrovne cca 1,5 – 3,5 m. V podloží hlín bola v niektorých vrtoch overená vrstva ílovitých, miestami prachovitých pieskov. Hlavným zvodnencom v predmetnom území sú potom piesčité štrky, ktorých vrchná časť sa nachádza v úrovni cca 3,8 – 7,0 m pod terénom. Ílové podložie kvartérnych sedimentov bolo overené len v niektorých vrtoch a to v úrovni cca 14,0 – 16,0 m.

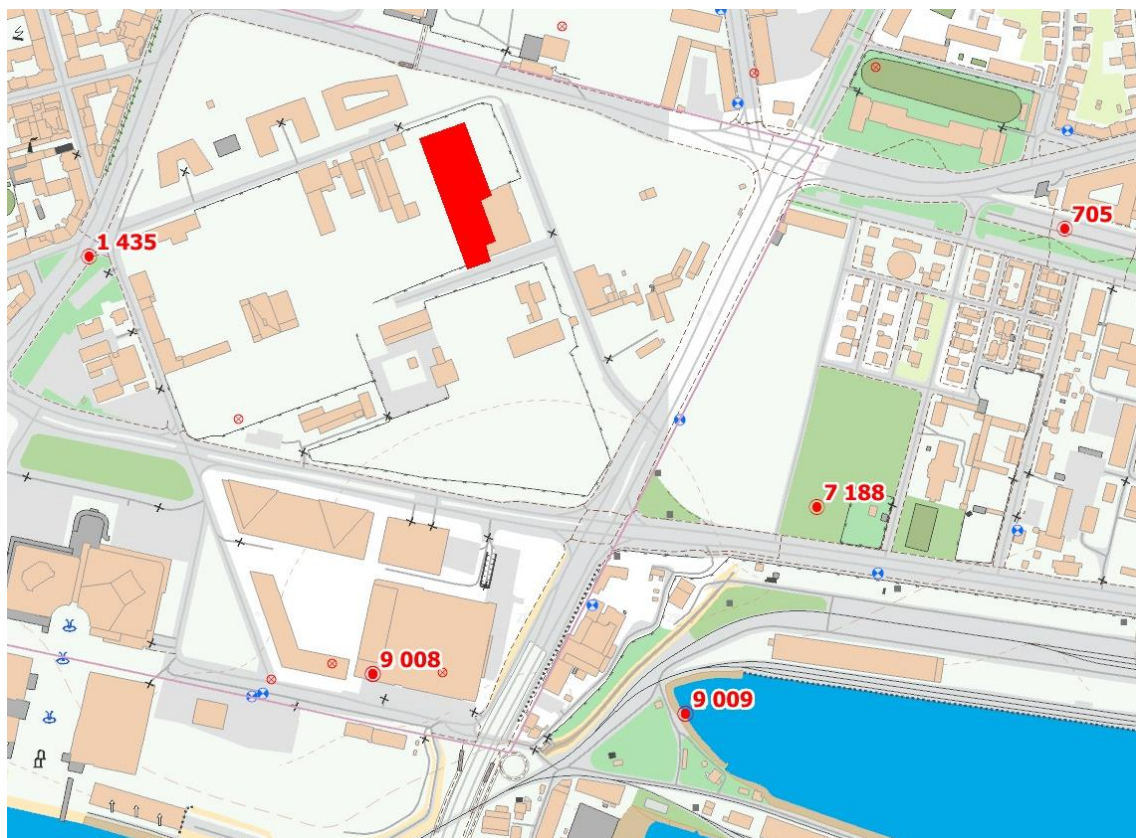
Kvartérny štrkovo-piesčitý zvodnenec fluviálnych náplavov Dunaja je v podmienkach Podunajskej panvy vo východnej časti Bratislavy rozsiahle a spojitostne vyvinutý, pričom jeho hrúbka narastá smerom na východ, pričom neogénne sedimenty dáku a romanu vytvárajú s kvartérom (najmä v území východne od predmetnej lokality) spoločnú nádrž podzemnej vody s voľnou hladinou, charakterizovanú medzizrnovým typom priepustnosti. Vzájomné hĺbkové ohraničenie rozhrania kvartér/neogén nie je jednoznačné, vzhľadom na pestrosť litologického vývoja neogénnych sedimentov. V prípade overenia ílových polôh dostatočnej hrúbky sa však jedná o hydraulicky kontrastné prostredie, ktoré sa často konvenčne považuje za „nepriepustné neogénne podložie“ vysokopriepustných štrkopieskov.

Z výsledkov hydrodynamických skúšok, ktoré boli realizované na hydrogeologických vrtoch situovaných v širšom okolí záujmovej lokality, bol koeficient filtrácie piesčitých štrkov a pieskov s obliakmi ako aj s občasnou prímесou ílu stanovený v hodnote od $4,31 \cdot 10^{-4}$ do $7,6 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, Kordík et al. (2015) uvádzajú v oblasti environmentálnej záťaže Chalupkova – Bottova ulica – areál závodu Chemika pre toto prostredie značne vysoké hodnoty koeficienta filtrácie k v intervale $2,08 \cdot 10^{-4}$ až $3,84 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ako aj vysoké hodnoty koeficientu prietochnosti T v intervale hodnôt od $1,48 \cdot 10^{-3}$ do $1,38 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Na režim podzemnej vody v uvedenej oblasti vplýva predovšetkým hydraulické spojenie kvartérneho štrkopiesčitého zvodnenca s povrchovou vodou Dunaja. Rieka Dunaj pri každom vodnom stave dotuje podzemnú vodu kvartérnych sedimentov prostredníctvom brehovej

a dnovej infiltrácie. Na základe dlhodobého sledovania úrovne hladiny podzemnej vody v objektoch štátnej pozorovacej siete SHMÚ Bratislava kolísala hladina podzemnej vody v období 1962 – 2012 v širšom okolí záujmovej lokality v intervale 2,9 – 9,2 m pod terénom, v priemere v intervale 5,73 – 7,0 m p.t. (Benková et al., 2020).

V najbližšom objekte štátnej pozorovacej siete SHMÚ pri skúmanej lokalite – v sonde 1435 (BA Dostojevského rad – VO4-1) kolísala hladina podzemnej vody v období 1971 – 2019 v intervale 4,28 – 8,95 m p. t., teda v úrovni 133,75 – 129,08 m n.m., v priemere sa nachádzala v úrovni 6,90 m p.t. – 131,13 m n.m. Vzhľadom na ovplyvnenie územia výstavbou vodného diela Gabčíkovo – v danom prípade vzduťím hladiny Dunaja vo vodnej zdrži Hrušov začiatkom deväťdesiatych rokov dvadsiateho storočia sú však priemerné údaje presahujúce uvedený medzník menej relevantné: v roku 2019 sa hladina podzemnej vody v sonde SHMÚ 1435 nachádzala v úrovni v priemere 6,52 m p.t. (131,51 m n.m.) a ročný rozkyv hladiny podzemnej vody bol 1,62 m (od 130,90 po 132,52 m n.m., resp. od 7,13 po 5,51 m p.t.).



Obr. č. 1: Polohy sond SHMÚ v bezprostrednom okolí skúmanej oblasti. Pôdorys objektu „Polyfunkčná stavba Nová Bottova“ je znázornený červenou farbou.

Na objekte SHMÚ 7188 situovanom v blízkosti severného brehu Zimného prístavu, pozorovanom od roku 1966 kolísala hladina podzemnej vody v celom pozorovanom období v intervale 3,22 – 8,25 m p. t., teda v úrovni 133,61 – 128,58 m n.m., v priemere sa nachádzala v úrovni 6,07 m p.t. – 130,76 m n.m. V roku 2019 sa hladina podzemnej vody v sonde SHMÚ 7188 nachádzala

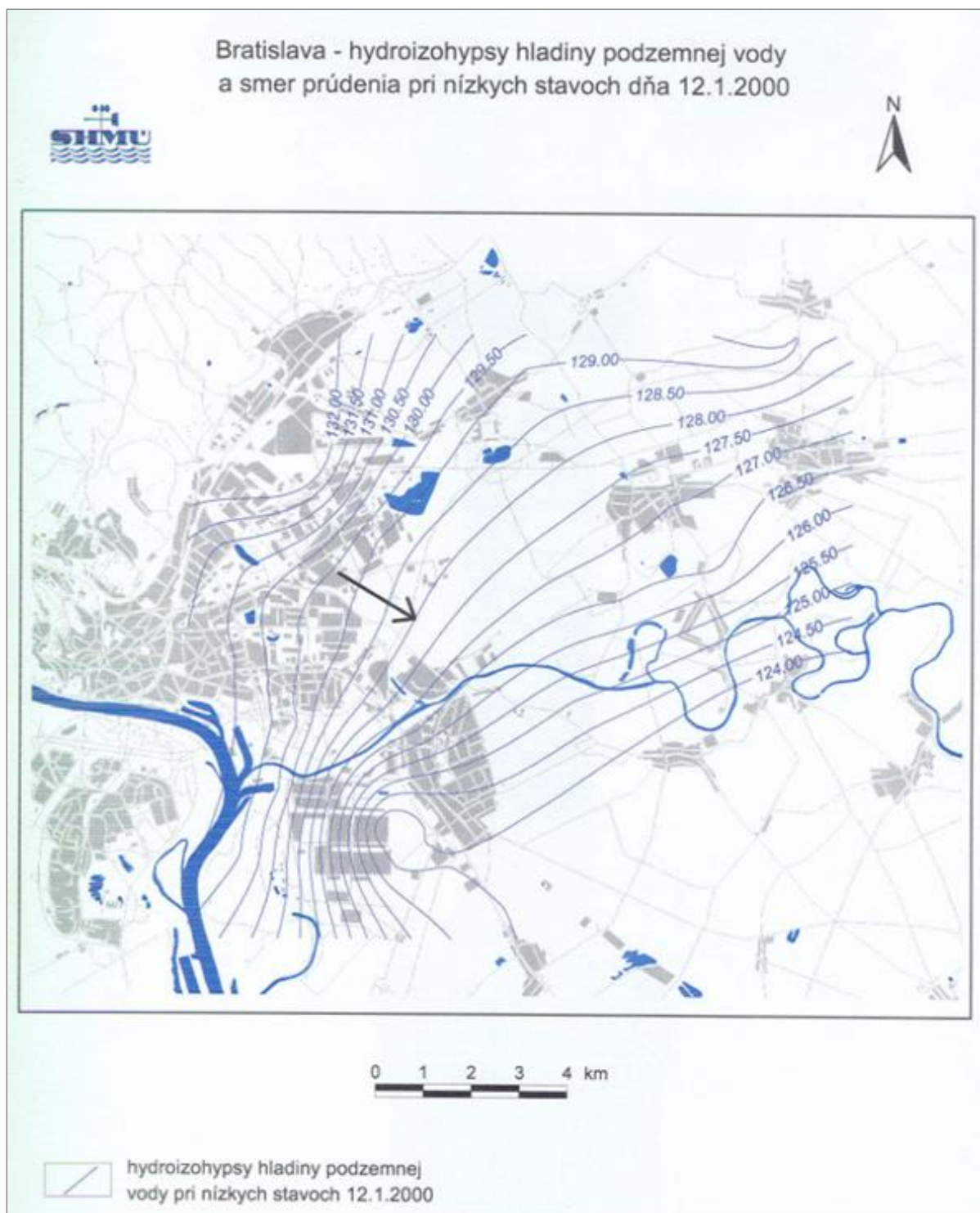
v úrovni v priemere 5,69 m p.t. (131,14 m n.m.) a ročný rozkyv hladiny podzemnej vody bol 1,35 m (od 130,65 po 132,00 m n.m., resp. od 6,18 po 4,83 m p.t.).

Na objekte SHMÚ s katalógovým číslom 705 Bratislava – Mlynské Nivy situovanom v blízkosti gymnázia Novohradská, pozorovanom od roku 1962 kolísala hladina podzemnej vody v celom pozorovanom období v intervale 3,70 – 8,33 m p. t., teda v úrovni 133,30 – 128,67 m n.m., v priemere sa nachádzala v úrovni 6,45 m p.t. – 130,55 m n.m. V roku 2019 sa hladina podzemnej vody v sonde SHMÚ 705 nachádzala v úrovni v priemere 5,64 m p.t. (131,06 m n.m.) a ročný rozkyv hladiny podzemnej vody bol 1,31 m (od 130,4 po 131,71 m n.m., resp. od 6,60 po 5,29 m p.t.; všetky uvádzané údaje Kullman et al., 2020). Polohy uvedených sond SHMÚ sú na obr. č. 1.

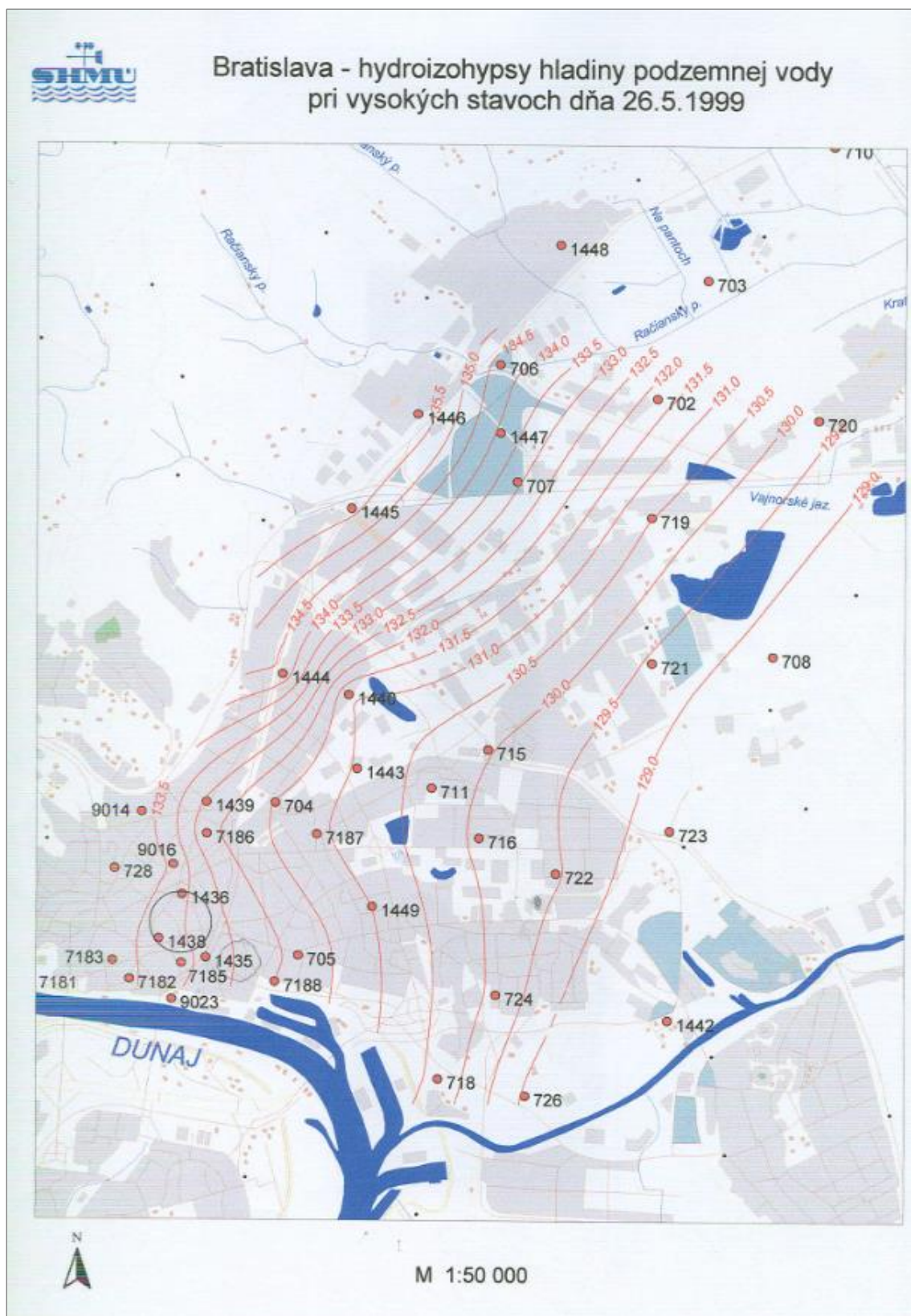
Na základe 5-ročného obdobia kontinuálneho sledovania úrovne hladiny podzemnej vody podľa dát z levellogra umiestneného v monitorovacom vrte VN4-2 priamo na lokalite (Kordík et al., 2015) je možné konštatovať, že v období 24. 07. 2015 – 21. 04. 2020 sa tu hladina podzemnej vody pohybovala v úrovni 130,35 – 132,21 m n.m., t.j. 5,52 – 7,38 m od odmerného bodu, rozkyv činil 1,86 m (Benková et al., 2020).

Úroveň hladiny podzemnej vody na lokalite je dominantne ovplyvňovaná priebehom hladiny vody v Dunaji, ktorého hlavný tok je vo vzdialenosti cca 600 m, resp. najbližšia otvorená hladina povrchovej vody v Zimnom prístave cca 450 m. V súčasnosti je s výnimkou povodňových stavov hladinový režim Dunaja ovplyvňovaný hlavne prevádzkovaním VD Gabčíkovo, ktorého vzdutie (v hrušovskej zdrži) siaha až nad záujmové územie. Maloveský et al. (2002) tiež na základe pozorovaní počas povodňového stavu v roku 2002 uvádzajú aj výpočet časového oneskorenia, počas ktorého nastane kulminácia hladiny podzemnej vody v hydrogeologických vrtoch na skúmanej lokalite po kulminácii hladiny v Dunaji. Pre záujmové územie je tento časový úsek minimálny – v rozsahu niekoľkých minút až hodín. Treba však uviesť, že sa jedná o tlakový (energetický), nie látkový prenos. Stúpanie hladín podzemnej vody vo vrtoch tu môžeme paralelizovať so zmenou hladín v spojených nádobách, ktorá je však brzdená odporovými hydraulickými vlastnosťami zvodnenca. Ako je na časovom posune vidno, sú uvedené hydraulické odpory minimálne, resp. ich recipročná hodnota – hydraulická vodivosť – je jedna z najvyšších zaznamenaných na našom území.

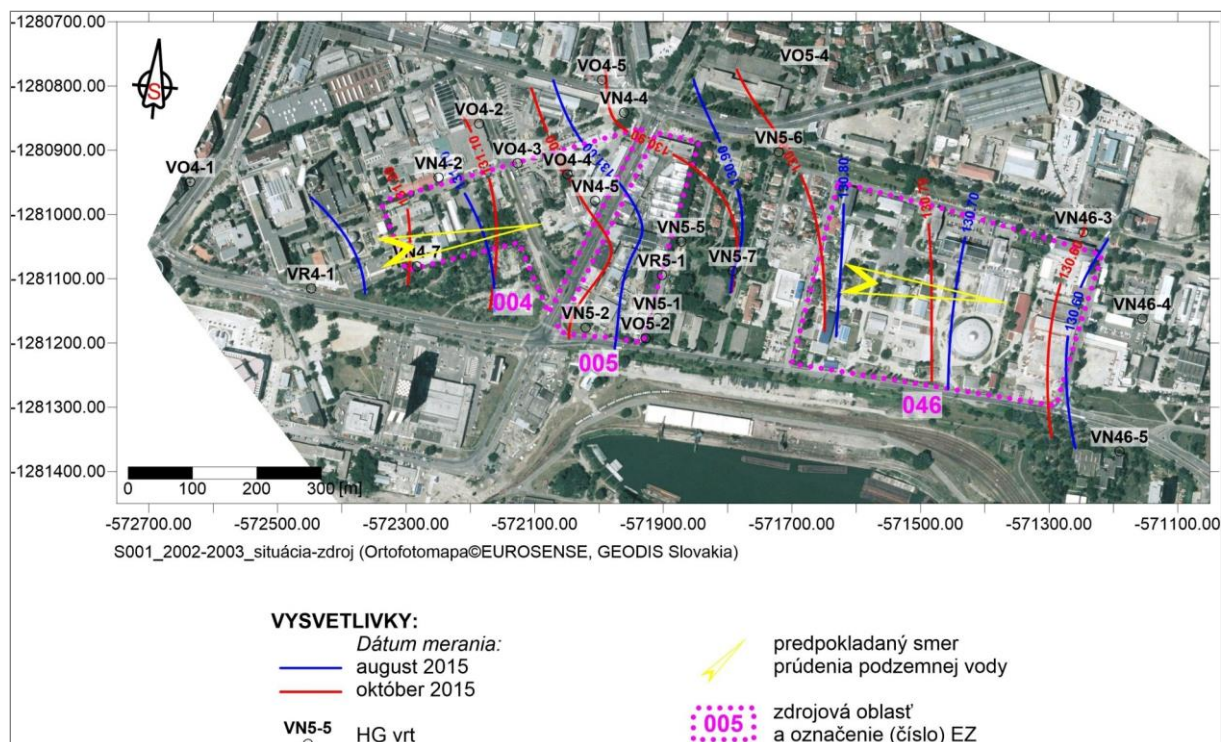
Generálny smer prúdenia podzemnej vody v predmetnom území je spravidla od západu na východ (Z-V), lokálne sa stáča v smere JZ-SV, resp. SZ-JV. Na obrázkoch č. 2 a 3 sú znázornené smery prúdenia v širších súvislostiach, resp. na väčšom územnom výreze, na obr. č. 4 sú hydroizohypsy ktoré boli zostavené v roku 2015 priamo v záujmovom území.



Obr. č. 2: Priebeh izolínií hladiny podzemnej vody v Bratislave pri nízkom stave na Dunaji (Benková, 2020 – podľa údajov SHMÚ)



Obr. č. 3: Priebeh izolínií hladiny podzemnej vody v Bratislave pri vysokom stave na Dunaji (Benková, 2020 – podľa údajov SHMÚ)



Obr. č. 4: Mapa hladiny podzemnej vody v záujmovom území (Benková, 2020 – prevzaté zo správy Kordík et al., 2015)

Napriek takmer okamžitej reakcii hladinového režimu na zvyšovanie hladín v Dunaji je zo smerov prúdenia vidieť, že významnú úlohu pri nich hrajú výškové úrovne terénu, resp. morfológia kontaktu podhoria Malých Karpát a Podunajskej panvy, kde sú podzemné vody na karpatskom podhorí v „piezometrickej výhode“ oproti „nižšie situovaným“ podzemným vodám generovaným Dunajom. Kontaktnú zónu týchto dvoch druhov podzemných vôd rozdielneho pôvodu (efektívnymi zrážkami a pravdepodobne aj únikmi vody z mestskej rozvodnej vodovodnej siete generované „karpatské podzemné vody“ a brehovo-dnovou infiltráciou generované „dunajské podzemné vody“) si možno predstaviť ako morskými vlnami obmývané pobrežie, kde hlavnú rolu zohráva výškový rozdiel. Hoci v dotujúcom množstve podzemných vôd panuje výrazný nepomer (bohatý prietok Dunaja / nepríliš výdatné zrážky nevysokého pohoria), určujúce sú tu výškové (piezometrické) pomery. Toto spôsobuje, že severojužný (správnejšie juhoseverný) smer prúdenia vodných mas od rieky a k rieke (kolmo na dunajskú brehovú líniu) je prítomný aspoň len v prvých metroch či desiatkach metrov od brehu rieky. Zvyšok prúdu, napriek tomu že v celej okolitej oblasti dokážu hladiny podzemných vôd prudko stúpať ako aj prudko klesať, smeruje vytrvalo generálne východným smerom do centra Podunajskej panvy – Gabčíkovej depresie, resp. do oblasti Žitného ostrova viac-menej bez toho, aby hmoty z Dunaja infiltrovaných vôd v týchto miestach prenikali príliš ďaleko do územia severne od jeho brehov. Ilustrujú to napokon aj vyššie uvádzané priemerné, minimálne a maximálne úrovne hladín podzemnej vody v sondách SHMÚ kat. č. 1435, 7188 a 705, keď pre všetky úrovne platí $1435 > 7188 > 705$.

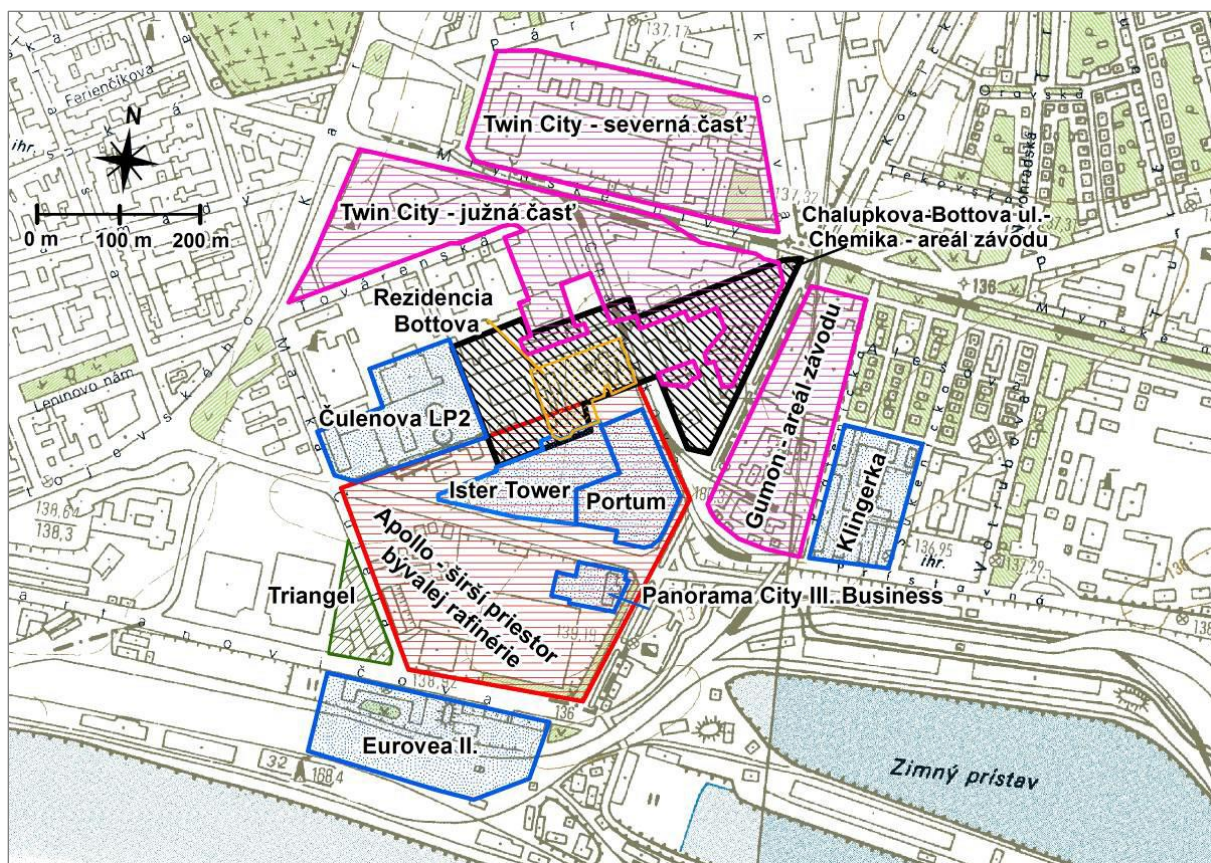
Chemické zloženie podzemnej vody v skúmanej oblasti Mlynské Nivy, ulice Nová Bottova a Chalupkova, ak by nebolo ovplyvnené ľudskou činnosťou, by bolo fluviogénneho, prevažne výrazného Ca-Mg-HCO_3 typu chemického zloženia s hodnotami celkovej mineralizácie prevažne v rozmedzí $400 - 600 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (Benková et al., 2020). Povrchová voda Dunaja dosahovala v období 1992 – 2001 hodnoty mineralizácie v intervale $350 - 450 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, čím sa zaraďuje k stredne mineralizovaným vodám (Benková, Bodiš et al. 2005, 2013). Keďže ide o územie s výskytom zdrojov antropogénneho znečistenia, chemické zloženie podzemných vôd je tu výrazne ovplyvnené znečistením. V aniónovej časti chemického zloženia väčšinou prevládajú sírany, chloridy a dusičnany, v kationovej časti často bývajú obsahy Na a K vyššie než obsahy Ca a Mg. Z chemických typov nachádzame nevyhranené typy, prechodné a zmiešané s prevahou S_1 a S_2 zložiek nad A_2 . Hodnoty celkových mineralizácií takýchto antropogénne ovplyvnených podzemných vôd sa pohybujú prevažne nad $800 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (Rapant et al., 1996).

Uvedená oblasť je bezprostredne územnou súčasťou environmentálnej záťaže „B1 (003) / Bratislava – Staré Mesto – Chalupkova – Bottova ulica – Chemika – areál závodu“ (kraj Bratislavský, okres Bratislava I, obec Staré Mesto), ktorá je registrovaná v Informačnom systéme environmentálnych záťaží Slovenskej agentúry Životného prostredia (IS EZ SAŽP) pod identifikátorom SK/EZ/B1/116. Ide o environmentálnu záťaž registra B (potvrdená environmentálna záťaž) s vysokou prioritou s celkovou hodnotou $K=68$. Širší priestor niekdajšej rafinérie Apollo, do ktorého patrí aj predmetná environmentálna záťaž, je konglomerovanou environmentálnou záťažou. Nachádza sa tu veľké množstvo zemín, ktoré sú kontaminované ropnými látkami v dôsledku únikov po bombardovaní zo 16. 06. 1944, zo samotnej činnosti rafinérie Apollo, ale aj okolitých závodov Gumon, Chemika, Kablo, Tepláreň a ZSE (Benková et al., 2020). Územie v oblasti Chalupkovej a Bottovej ulice je kontaminované najmä ropnými látkami prítomnými aj vo forme voľnej fázy ropných látok (VFRL) a chlórovanými uhľovodíkmi dichlóreténom (DCE), 1,1,2-trichlóreténom (TCE) a 1,1,2,2-tetrachlóreténom (PCE). Kontaminácii podzemnej vody a horninového prostredia v okolí závodu Chemika Bratislava začala venovať pozornosť po roku 1989, ako tomu svedčia archivované záverečné správy prieskumných prác (Dénešová, 1995; Polák, 1996; Mikita, 1996; Polák, 1996; Brutenič, 1997; Polák, Janták, 2001a, 2001b, 2001c; Auxt, 2002; Kerekeš, 2002; Maloveský et al., 2002, 2006; Kordík et al., 2015; Benková et al., 2020) pričom ostatnou z nich je záverečná správa doplnkového geologického prieskumu životného prostredia s analýzou rizika znečisteného územia - Bratislava - Twin City Komplex (Malý et al., 2021a; resp. Malý et al., 2021b).

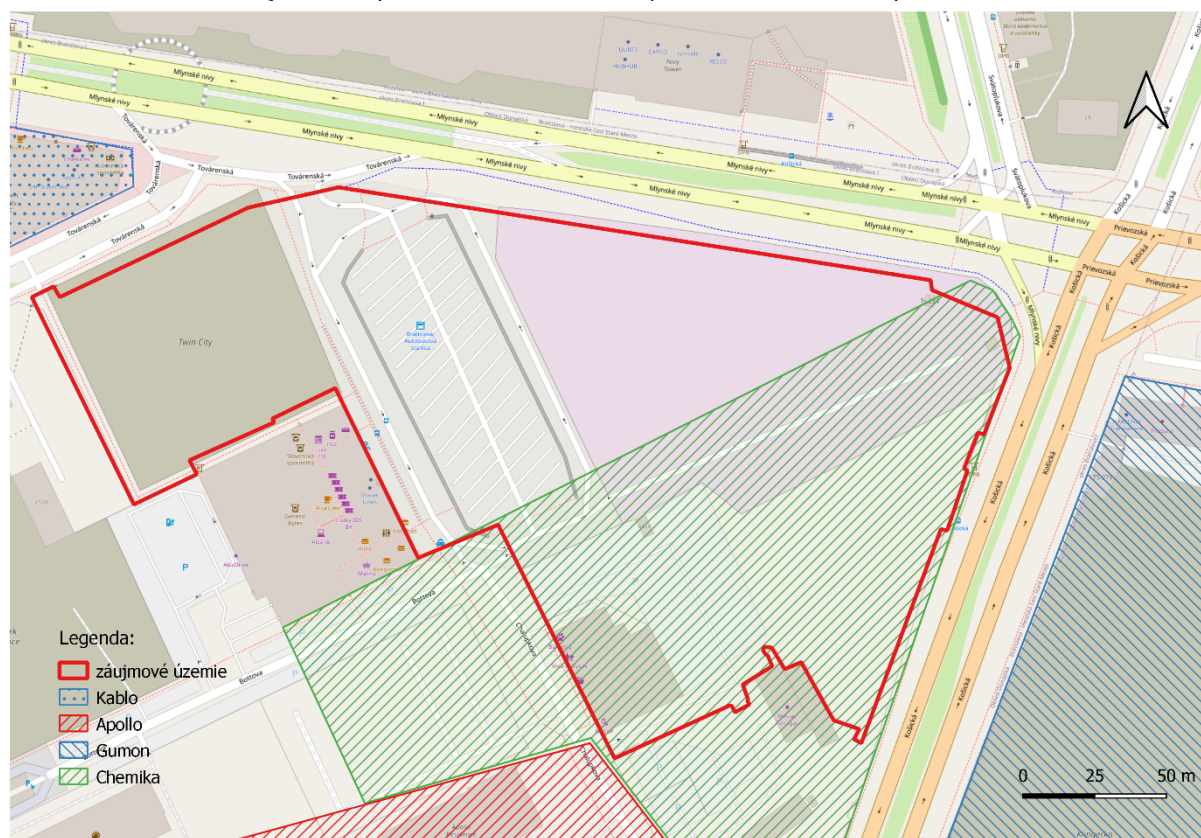
V niekdajšom chemickom závode Chemika, lokalizovanom v predmetnom území, sa od začiatku 20. storočia vyrábali najmä farby a laky, vrátane ich skladovania a prečerpávania rôzneho druhu chemikálií (epoxidov, polyesterov, glycerínu, formaldehydu, vodného skla, hydroxidu sodného, asfaltu i minerálnych kyselín). V území sídlila aj chemická čistiareň šatstva (Komunálne služby mesta Bratislava) a chemické laboratórium. Širší dosah kontaminácie

v území však pochádza z činnosti bývalej rafinérie Apollo. Rafinéria bola založená v roku 1895 v Budapešti ako akciová spoločnosť na výrobu minerálnych olejov. Spracovávala haličskú a ruskú ropu a jej hlavným produktom bol petrolej. V rokoch 1896 – 97 vybudovali v rafinérii parafínku s čpavkovým chladením a sviečkáreň. Spracovávala neskôr ropu rumunskú, gbelskú, texaskú a z rozličných nálezísk v bývalom ZSSR. Kapacita spracovania bola 30 tisíc ton ropy. Apollo vlastnila na tú dobu moderné svetové technológie a produkovala hlavne petrol, ligroín (lakový benzín), benzíny, cerezín, sviečky, asfalt, ale aj umelý ľad (z chladičov parafínky) a rôzne tuky na mazanie. Výrobky sa vyvážali do Rakúska, Nemecka, západoeurópskych krajín a dokonca do viacerých ázijských krajín a do Ameriky. Roku 1900 ju ovládla Haličsko-karpatská petrolejárska spoločnosť, ktorá patrila anglickému kapitálu a bol zvýšený jej účastinný kapitál na 5 miliónov korún. Po týchto zmenách sa zvýšila najmä výroba benzínu, nafty a motorových olejov. Roku 1902 bola rafinéria Apollo rozšírená o osobitný závod na výrobu parafínu. Podstatné rozšírenie výroby nastalo od roku 1914, keď sa ropa začala dovážať z blízkych Gbelov. Neskôr došlo k ďalšej modernizácii výstavbou technológie atmosféricko - vákuovej destilácie a krakovacieho zariadenia na štiepenie ťažkých ropných zvyškov pre zvýšenie výroby pohonných hmôt. Vedľajším produktom krakovania bol petrolejový koks, ktorý sa používal na výrobu elektród a karborunda do brúsnych materiálov. V tom čase rafinéria Apollo spracovávala 60 tisíc ton ropy ročne. V roku 1944 (16. 06. 1944) bola rafinéria naplno zasiahnutá náletom 158 bombardérov 15. US leteckej armády a 80 % jej výrobných zariadení bolo zničených. Podľa archívnych údajov bolo v zásobníkoch cca 54 tisíc m³ ropy a ropných produktov, ktoré prakticky v celom množstve unikli do horninového prostredia. V roku 1945 bolo vo zvyšných zariadeniach obnovená výroba a v rekonštruovanej rafinérii sa v rokoch jej najvyššej produkcia spracovalo ročne až 210 tisíc ton ropy. Spracovanie ropy v bývalej rafinérii Apollo sa definitívne ukončilo v roku 1963 na kyselinovej rafinácii olejov, aj keď sa v areáli ešte krátky čas využívali nádrže a sklad.

Vzhľadom na industriálny charakter oblasti koncom XIX. a počas väčšiny XX. storočia sa v širšej oblasti nachádza viacero environmentálnych záťaží, ktoré sú prehľadne znázornené na obr. č. 5.



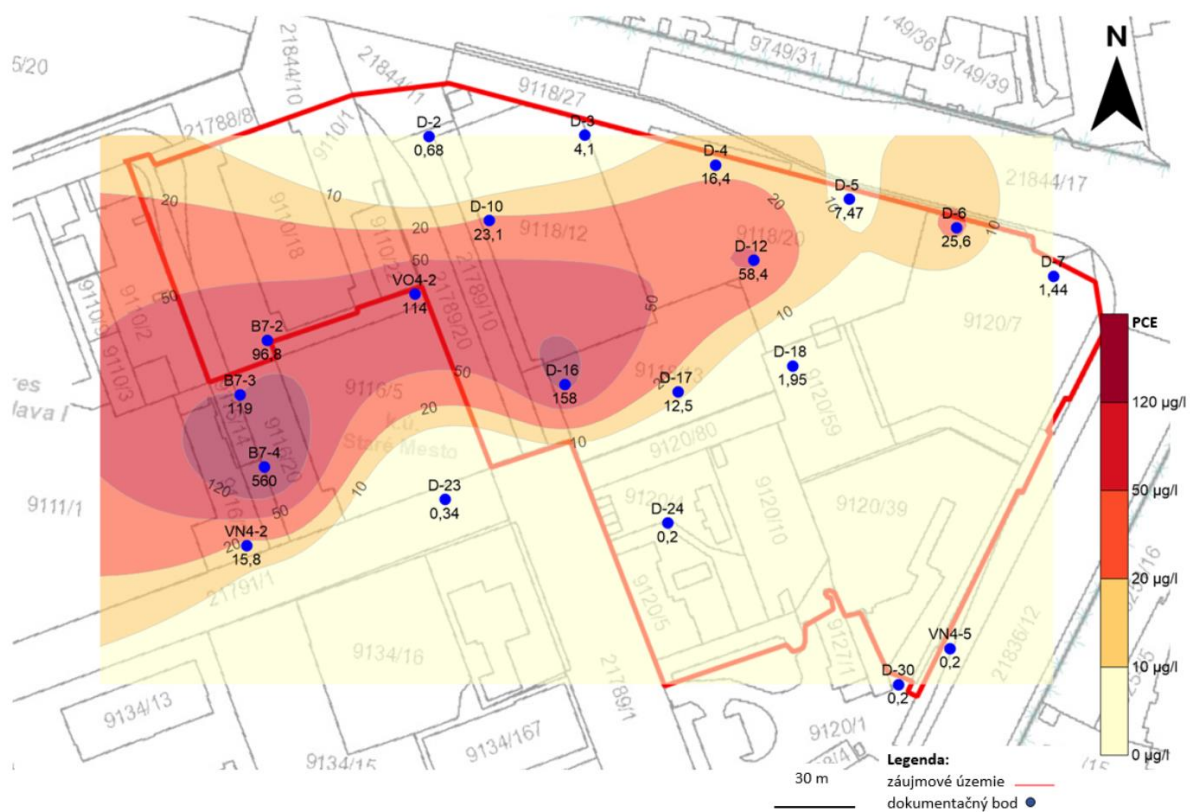
Obr. č. 5: Prehľadná lokalizácia environmentálnych záťaží evidovaných v IS EZ v okolí skúmanej oblasti (Benková et al., 2020 podľa Helma, 2017).



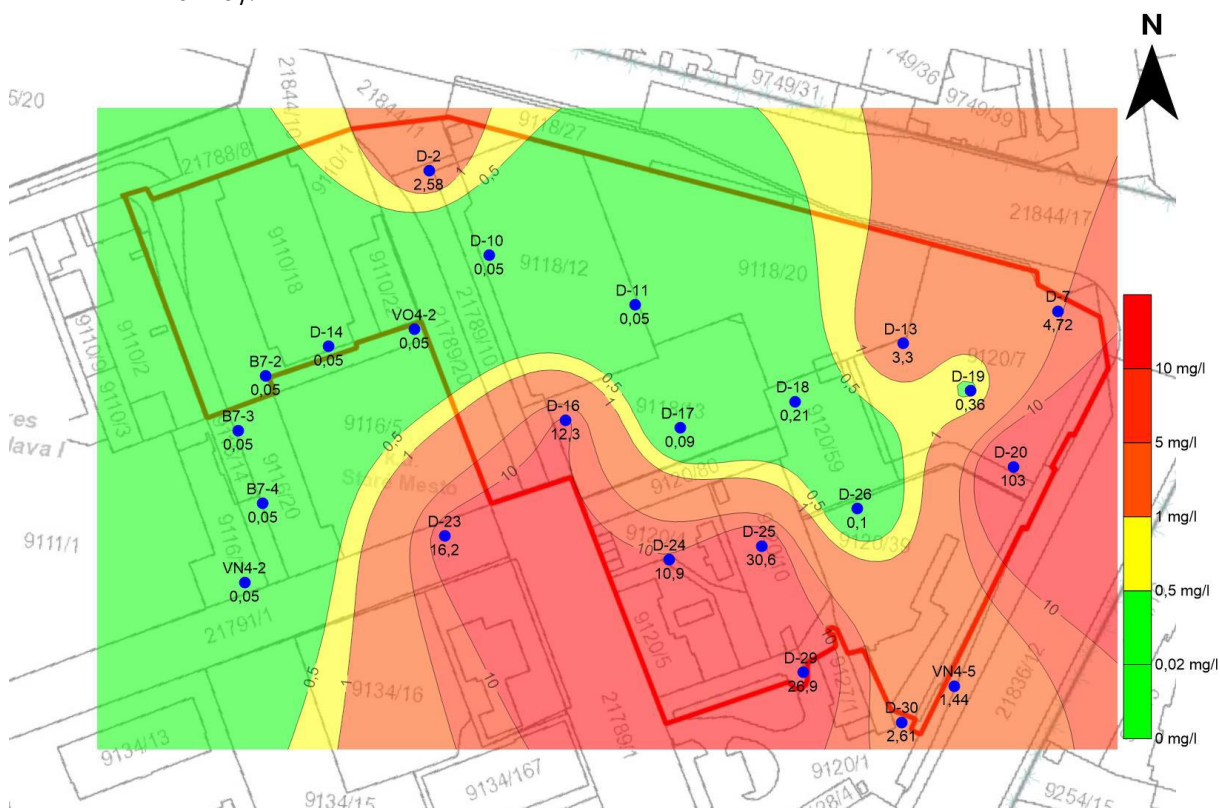
Obr. č. 6: Areály niekdajších priemyselných závodov v dotknutom území (Malý et al., 2021a).

Okrem kontaminácie podzemnej vody, pôdy a horninového prostredia ropnými látkami prítomnými v prípade podzemnej vody aj vo forme (●) voľnej fázy ropných látok (VFRL) na jej hladine boli v oblasti zistené aj nadlimitné koncentrácie nasledovných ukazovateľov: (●) nepolárne extrahovateľné látky stanovené ako uhľovodíkový index (NEL_{UI}), (●) benzén, toluén, etylbenzén, xylén (BTEX), (●) dichlóretén (DCE), (●) 1,1,2-trichlóretén (TCE), (●) 1,1,2,2-tetrachlóretén (PCE) a (●) polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU).

V období rokov 2004 – 2006 bola v širšom okolí realizovaná sanácia, ktorou sa podarilo zredukovať plošné rozšírenie kontaminácie územia voľnou fázou ropných látok približne o dve tretiny a jej hrúbku znížiť zo 130 cm cca na 16 cm (Maloveský et al., 2006). Pokračovanie sanačných prác v ďalšej etape zamerané na posilnenie sanačných sústav v centre znečistenia však doteraz nebolo realizované. Na základe výpočtov v roku 2006 sa predpokladalo, že v území okolo niekdajšej rafinérie Apollo ostalo ešte cca 2000 m³ ropných látok. Zo záverov záverečnej správy doplnkového geologického prieskumu životného prostredia s analýzou rizika znečisteného územia - Bratislava - Twin City Komplex (Malý et al., 2021a; resp. Malý et al., 2021b) vyplýva, že rozloha znečistenia ropnými látkami sa predpokladá na ploche 26800 m², objem znečistených zemín ropnými látkami na úrovni 95000 m³, plocha znečistených podzemných vôd ropnými látkami na úrovni 17200 m² a objem znečistených podzemných vôd ropnými látkami 68800 m³. Znečistenie chlórovanými uhľovodíkmi sa predpokladá na ploche 22450 m² a ich objem 157150 m³, pričom plošný rozsah predstavuje priestor takmer celej centrálnej časti záujmového územia. Znečistenie horninového prostredia ropnými látkami je prítomné najmä v južnej a juhovýchodnej časti územia (obsah $NEL-IR$ a $C_{10}-C_{40}$ častokrát viac ako 10 000 mg/kg), kde kopíruje plochu ropy a ropných produktov uniknutých z rafinérie Apollo po bombardovaní v roku 1944. Ich distribúcia vo vertikálnom profile je výsledkom kolísania hladín podzemnej vody. Výsledky doplnkového prieskumu životného prostredia v roku 2021 uvádzajú hodnoty voľnej fázy ropných látok (VFRL) v niektorých vrtoch od 1 do 53 cm (Malý et al., 2021a), podľa výsledkov monitorovania ŠGÚDŠ bol na lokalite výskyt VFRL o hrúbke 0,5 – 57 cm (Benková et al., 2020).



Obr. č. 7: Kontaminácia podzemnej vody v území PCE (1,1,2,2-tetrachlóreténom; Malý et al., 2021a).



Obr. č. 8: Kontaminácia podzemnej vody v území NEL-IR (nepolárne extrahovateľné látky stanovené v infračervenej časti spektra, indikujúce znečistenie ropnými látkami; Malý et al., 2021a).

Z hľadiska šírenia znečistenia sa v danom prípade jedná o dva kontrastujúce typy kontaminantov podľa svojich migračných vlastností. Ropné látky a ich sprievodné kontaminanty (BTEX) patria ku kontaminantom, ktoré nie sú vo vode rozpustné a majú nižšiu hustotu ako voda (LNAPL – light non-aqueous phase liquid), „plávajú“ na hladine podzemnej vody, sledujú jej vertikálne kolísanie v dôsledku čoho zanechávajú kontaminačnú stopu vo svojom nadloží, resp. v zóne svojho vertikálneho rozkvyu. Ich horizontálny pohyb je značne limitovaný – napriek vyše 70 rokov trvajúcejmu obdobiu od ich úniku väčšina z nich zotrváva v areáli svojej zdrojovej oblasti – rafinérie Apollo. Chlórované uhľovodíky (dichlóretén – DCE; 1,1,2-trichlóretén – TCE; 1,1,2,2-tetrachlóretén – PCE; ale aj na iných lokalitách s environmentálnymi záťažami aj polychlórované bifenyly – PCB či ortuť) patria ku kontaminantom, ktoré nie sú vo vode rozpustné a majú vyššiu hustotu ako voda (DNAPL – dense non-aqueous phase liquid), klesajú vodným stĺpcom a akumulujú sa pri málopriepustnom podloží, pričom sa pri svojej migrácii pohybujú nezávisle od smeru prúdenia podzemnej vody, sledujúc skôr sklon málopriepustného podložia než hydraulický gradient v oblasti. Podľa svojej slabej naviazanosti na vodné prostredie však sú oba tu prítomné dominujúce typy kontaminantov menej migrujúce, nakoľko sa v podzemnej vode len slabo rozpúšťajú, resp. nerozpúšťajú.

Priepustnosť neogénneho podložia kvartérnych náplavov v oblasti

Neogénne sedimenty veku baden až roman sú vo vývoji pestrých ílov, piesčitých ílov, vápнитých ílov a silne zaílovaných pieskov prítomné v podloží kvartérnych sedimentov v oblasti západného okraja Podunajskej panvy sa všeobecne považujú za nepriepustné podložie hlavného kvartérneho zvodnenca. Identifikácia rozhrania kvartér/neogén však nebýva jednoznačná, vzhľadom na pestrosť litologického vývoja neogénnych sedimentov ktoré často vystupujú aj vo forme pieskov, vápнитých pieskov resp. pieskovcov s výskytom vápнитých konkrécií ako aj vo vývoji štrkov (Šujan, 2019). Aj vo výsledkoch inžinierskogeologického prieskumu predmetnej lokality (Vlasko, 2011) je možné sledovať rôzne litologické formy vývoja neogénnych sedimentov, identifikovaných ako: silt piesčitý, íl piesčitý, íl s nízkou a so strednou plasticitou, íl s vysokou plasticitou, piesok s prímiesou jemnozrnnej zeminy, piesok ílovitý, slabo spevnený pieskovec.

Kvartérne sedimenty v ich nadloží však predstavujú extrémne priepustné prostredie s hodnotami koeficientu prietochnosti T ($1,48 \cdot 10^{-3}$ až $1,38 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$) zaradovaných do I. až II. kategórie z zmysle členení Krásný (1986) ako aj Krásný (1993), resp. podľa hodnôt koeficienta filtrácie k do kategórie I. – veľmi silne priepustné horniny – v zmysle Jetelovho (1982) členenia. Štandardné filtračné vlastnosti jednotlivých typov neogénnych sedimentov (Malík et al., 2007; Malík, Švasta, 2012; Malík, Švasta, 2017) však spadajú v tomto členení o dve triedy nižšie, teda ich priepustnosť je o jeden až dva rády nižšia. V danom prípade môžeme v podloží

predpokladať panónske sedimenty – pre panónske sedimenty ivánskeho súvrstvia bola na základe vyhodnotenia výsledkov 222 hydrogeologických vrtov stanovená stredná hodnota koeficientu prietochnosti T o veľkosti $4,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, teda vo vyššie spomínaných intenciách.

V štruktúrnom vrte Ma-1 z roku 1993 (Martanovičova, resp. dnešná Pribinova ulica - Nová budova SND) boli pod kvartérnymi sedimentmi v hĺbkovej úrovni 15,0 – 137,0 m overené panónske sedimenty sladkovodného vývoja (Nagy et al., 1995). Tvoril ich sivý až zelenosivý sludnatý slabo vápnitý piesok, prach a najmä íl prevažne sivej, sivozelenej a hrdzavo škvrnito-sivej farby. Časté boli aj vložky so zuholňatou rastlinnou sečkou a uholňý íl s lignitovými polohami, hrubými maximálne 5 cm. Výrazné štrkové polohy neboli identifikované. V hĺbke 196,5 - 210,0 m boli potom overené granitoidy bratislavského masívu (Nagy et al., 1995).

V prípade neogénnych sedimentov je potrebné uvažovať aj s ich heterogenitou, častým striedaním sa polôh s rozličnou priepustnosťou (piesky/íly). Pozorovania získané z vyhodnotení vrtných prác však ukazujú, že tieto polohy rýchlo laterálne vyklňujú, a potenciálne efektívnejšie hydraulické vodiče nemajú významnejší priestorový rozsah. Možno teda vo všeobecnosti súhlasí s desiatkami rokov aplikovanou schémou „nepriepustného neogénneho podložja pod štrkmi kvartérneho zvodnenca“, najmä s ohľadom na extrémne vysokú priepustnosť kvartérnych štrkov a oveľa obmedzenejší pohyb podzemnej vody v ich podloží. Zlomové poruchy sa v reologicky plastickom prostredí potom zvyknú prejavovať ako tesniaci prvok podobne ako je tomu v prípade šmykovej zóny svahových deformácií.

Vplyv vybudovania podzemnej časti objektu na prúdenie podzemných vôd

Podľa poskytnutej dokumentácie je „projektovaná nula“, úroveň terénu v oblasti objektu v nadmorskej výške 137,70 m n.m. (BPV). Zahĺbenie zakladania objektu do podložja (hĺbka základovej jamy) je podľa tej istej dokumentácie 12,70 m po hornú hranu základovej dosky, kým jej spodná hrana je na úrovni 13,6 m p.t., z čoho rezultuje niveleta základovej škáry objektu v úrovni 124,10 m n.m.

Z poskytnutých údajov inžinierskogeologického prieskumu (Vlasko, 2011) boli následne odčítané hĺbky predkvartérneho/neogénneho(?) podložja pod vrstvou aluviálnych dunajských štrkov a podľa výškového zámeru jednotlivých sond bola vypočítaná výšková úroveň tohto podložja. Údaje sú sumarizované v tabuľke č. 1.

Tab. č. 1: Výšková úroveň predkvartérneho/neogénneho(?) podložja pod vrstvou aluviálnych dunajských štrkov v oblasti (podľa podkladov Vlasko, 2011).

IG sonda	Nadmorská výška terénu [m n.m.]	Zistená hĺbka podložja štrkov [m]	Nadmorská výška podložja štrkov [m n.m.]	Hrúbka štrkovej vrstvy pod úrovňou 124,10 m n.m. [m]
S-1	137,98	18,7	119,28	4,82

IG sonda	Nadmorská výška terénu [m n.m.]	Zistená hĺbka podložia štrkov [m]	Nadmorská výška podložia štrkov [m n.m.]	Hrúbka štrkovej vrstvy pod úrovňou 124,10 m n.m. [m]
S-2	138,07	18,7	119,37	4,73
S-3	137,51	18,0	119,51	4,59
S-4	137,23	16,7	120,53	3,57
S-5	137,18	17,2	119,98	4,12
S-6	135,98	11,4	124,58	-0,48
S-7	137,73	13,0	124,73	-0,63
VK-3	137,02	15,1	121,92	2,18
VK-4	136,97	15,5	121,47	2,63
VK-28	137,81	13,9	123,91	0,19

Z výsledkov uvedených v tabuľke č. 1 vyplýva, že hrúbka štrkovej vrstvy ostávajúca pod úrovňou základovej škáry objektu (úrovňou 124,10 m n.m.) bude mať síce priemernú hrúbku 3,35 m, avšak v oblasti sond S-6 a S-7 a pravdepodobne aj v okolí sondy VK-28 bude základová škára objektu v bezprostrednom kontakte s neogénym (pelitickým) podložíom kvartérneho štrkového zvodnenca. Tesniace steny, ktoré budú vybudované pre hĺbenie základovej jamy, však budú musieť byť zapustené až do tohto podložia, inak hrozia pri zakladaní stavby mimoriadne vysoké prítoky (kontaminovanej) podzemnej vody zo štrkov, ktoré sa v danej oblasti vyznačujú vysokou priepustnosťou. Zapustenie tesniacej steny základovej jamy až do málopriepustného ílovito-piesčitého podložia bude potom reálne predstavovať hydraulickú bariéru pre prúdenie podzemných vôd v oblasti, najmä v súčinnosti s inými stavebnými objektmi ktoré v tejto oblasti už sú alebo budú obdobne založené. Uvedený účinok môže byť potenciálne postupne zvyšovaný postupným budovaním obdobných objektov v susedstve stavby, ktoré by boli zakladané naprieč celým profilom kvartérneho zvodnenca. Ich bariérový účinok je však v danej oblasti prirodzene tlmený vysokou priepustnosťou zvodnenca z hľadiska kolísania hladiny podzemných vôd, z hľadiska rýchlostných zmien filtračnej i skutočnej rýchlosti však bude spôsobovať zrýchlenie prúdenia vo svojom bezprostrednom okolí. Vysoké hodnoty hydraulickej difúzivity prevládajúce v tejto oblasti však tento účinok v širšom okolí pomerne rýchlo utlmia.

Vplyv indukovaných zmien prúdenia podzemných vôd na zdroje pitnej vody Žitného ostrova

Z prezentovaného náčrtu hydrogeologických pomerov v oblasti polyfunkčnej stavby Nová Bottova prezentovaného vo všeobecnej časti tohto posúdenia vyplýva, že podzemné vody z oblasti prúdia generálne východným smerom do centra Podunajskej panvy – Gabčíkovej depresie, resp. do oblasti Žitného ostrova. Stavbou indukované zmeny prúdenia podzemných vôd, vzhľadom na malú plochu takto vznikutej hydraulickej bariéry, tento generálny smer

nezmenia, zmenia sa len lokálne prúdové pomery v dosahu niekoľkých desiatok, maximálne prvých stoviek metrov. V porovnaní s hydraulickými dosahmi sanačných čerpaní hydraulickéj clony okolo rafinérie Slovnaftu, zakolmatovaním koryta Malého Dunaja, vybudovaním podzemnej tesniacej steny zaisťujúcej stabilitu hrádzových objektov v oblasti Bratislavy, potenciálnymi hydraulickými zásahmi pri možnom sanovaní Vrakunskej skládky má bariérový efekt vybudovania podzemnej časti stavby polyfunkčného domu Nová Bottova len marginálny, ak vôbec nejaký účinok na kvantitu podzemných vôd v ich významnej zásobárni na Žitnom ostrove.

Vplyv indukovaných zmien prúdenia podzemných vôd na šírenie kontaminantov v bezprostrednej oblasti

Na lokalite dominujú v oblasti stavby polyfunkčného domu Nová Bottova dva druhy kontaminantov, ktoré sa vyznačujú svojou malou rozpustnosťou vo vodnom prostredí a rozdielnou hustotou (LNAPL/DNAPL). V podzemnej vode rozpúšťaná a podzemnou vodou unášaná je len ich nepatrná časť. Ropné látky a ich sprievodné kontaminanty sa tak vznášajú na vodnej hladine a spolu s ňou stúpajú a klesajú, v podstate však vzhľadom na jej nízky hydraulický gradient a časté kolísania zotrvávajú na svojom mieste – keby tomu tak nebolo, za svoju vyše sedemdesiatročnú existenciu by sa ropné látky už dávno premiestnili spod areálu bývalej rafinérie Apollo do oblasti dnešných Podunajských Biskupíc alebo do areálu dnešného Slovnaftu, priťahované účinkom jeho hydraulickéj clony. Pohyb ropných látok (LNAPL) na lokalite Mlynské Nivy možno prirovnať k pohybu úlomkov polystyrénu na hrebeňoch morských vĺn – vertikálna zložka pohybu tu vysoko dominuje nad horizontálnou. Chlórované uhľovodíky (DNAPL: DCE/TCE/PCE) ako voľná fáza zas v dôsledku svojej vysokej hustoty migrujú nezávisle od hydraulického gradientu podzemnej vody: zo svojej zdrojovej oblasti klesajú až po slabopriepustné podložie pričom za sebou zanechávajú vo vodnom stĺpci, potom však už vo forme voľnej fázy stekajú súbežne so sklonom slabopriepustného podložia – niekedy teda často aj v inom smere ako je prúdenie podzemnej vody. V danom prípade však pokles slabopriepustného neogénneho podložia koinciduje s generálnym smerom prúdenia podzemných vôd – tak ako je prúdenie prevažne západovýchodného smeru, tak aj predkvartérne podložie postupne poklesáva smerom na východ. V oboch prípadoch však musíme konštatovať, že prúdenie podzemnej vody je len jedným z činiteľov ovplyvňujúcich migráciu kontaminačných mrakov ropných látok a chlórovaných uhľovodíkov v oblasti.

Vplyv indukovaných zmien prúdenia podzemných vôd z dôvodu výstavby podzemnej časti polyfunkčnej stavby Nová Bottova na šírenie kontaminantov v bezprostrednej oblasti teda môžeme považovať za obmedzený. Z hľadiska ropných látok (LNAPL) pohybujúcich sa na povrchu bude kontaminačný mrak VFRL v mieste založenia stavby odstránený a v okolí bude

nadalej takmer staticky pretrvávajú až do svojho (dúfajme) definitívneho odstránenia sanačnými prácami v širokej oblasti.

Z hľadiska ťažších (hustejších) chlórovaných uhľovodíkov (DNAPL) je dôležitý aj minimálny sklon podlažia. V oblasti založenia stavby budú TCE, DCE a PCE kontaminanty sanačnými prácami odstránené, avšak severozápadná strana tesniacej steny zabezpečujúcej základovú jamu a následne podzemné podlažia objektu pred priesakom podzemných vôd bude pôsobiť ako podzemná bariéra pred ktorou sa potenciálne môže voľná fáza chlórovaných uhľovodíkov – ak je prítomná – mierne akumulovať, kým nezačne stavbu obtekať a pokračovať ďalej v smere sklonu podlažia. Takúto podzemnú stenu je potom v prípade sanačných prác možné využiť ako akumulačnú pascu pre látky typu DNAPL – v tomto prípade chlórované uhľovodíky.

ZÁVER

Ku zámeru navrhovanej činnosti „Polyfunkčná stavba Nová Bottova“ bolo odborom štátnej geologickej správy MŽP SR vypracované stanovisko č. 19770/2021, v ktorom sa konštatovala absencia doplnkového geologického prieskumu životného prostredia s analýzou rizika znečisteného územia, ako aj potreba zaoberať sa aspektami vplyvu vybudovania podzemnej stavby na zmeny smeru a rýchlosti prúdenia podzemných vôd v oblasti Mlynské Nivy – ulice Nová Bottova a Chalupkova a následnými vplyvmi týchto zmien na potenciálne šírenie sa znečistenia v tejto oblasti a na zdroje pitnej vody na JZ okraji Žitného ostrova, potenciálnym narušením pôvodných geologických a hydrogeologických pomerov nepriepustnou bariérou v koincidencii so šírením kontaminačného mraku, ako aj nepriepustnosťou neogénneho podlažia kvartérnych sedimentov v oblasti. V krátkom čase po vypracovaní tohto stanoviska bola záverečná správa doplnkového geologického prieskumu životného prostredia s analýzou rizika znečisteného územia - Bratislava - Twin City Komplex (Malý et al., 2021a; resp. Malý et al., 2021b) na MŽP prerokovaná a schválená – jej výsledky boli využité aj v rámci tohto posudku. Pracovníci oddelení hydrogeológie a geotermálnej energie a geochemie životného prostredia Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra potom na požiadanie spracovateľa zámeru EIA navrhovanej činnosti „Polyfunkčná stavba Nová Bottova“ – spoločnosti EKOCONSULT - enviro, a.s. – vypracovali odborný posudok hodnotiaci ďalšie aspekty spomínané v stanovisku MŽP SR č. 19770/2021. Tieto zahrňovali posúdenie modifikácie smeru a rýchlosti prúdenia podzemných vôd vplyvom vybudovania podzemnej časti objektu stavby; posúdenie stupňa priepustnosti neogénneho podlažia v oblasti navrhovanej stavby; posúdenie vplyvu zmien smeru a rýchlosti prúdenia podzemných vôd vplyvom vybudovania podzemnej časti objektu stavby na potenciálne šírenie sa znečistenia horninového prostredia a podzemných vôd ropnými látkami prítomného v uvedenej oblasti; posúdenie vplyvu zmien smeru a rýchlosti prúdenia podzemných vôd vplyvom vybudovania podzemnej časti objektu stavby na zdroje pitnej vody na JZ okraji Žitného ostrova ako aj posúdenie rizikovosti narušenia

pôvodných geologických a hydrogeologických pomerov v citlivom území vytvorením nepriepustnej bariéry pod hladinou podzemnej vody v koincidencii so šírením kontaminačného mraku z miestnych environmentálnych záťaží pre dlhodobu udržateľnú perspektívu kvalitnej pitnej vody v priľahlej časti Žitného ostrova.

Z výsledkov posúdenia vyplýva, že mimoriadne vysoké hodnoty hydraulickkej difuzivity kvartérneho štrkového zvodnenca v predmetnej oblasti účinnok vybudovania podzemnej časti objektu stavby na zmeny smeru a rýchlosti prúdenia podzemných vôd v širšom okolí pomerne rýchlo, resp. na vzdialenosť niekoľkých desiatok metrov utlmia. Napriek búrlivej hydraulickkej reakcii podzemných vôd v oblasti Mlynských Nív na hladinový režim Dunaja v priebehu niekoľkých hodín či len minút je však podzemnou stavbou indukovaný dosah zmien na potenciálne šírenie sa znečistenia v tejto oblasti a na zdroje pitnej vody na JZ okraji Žitného ostrova minimálny. Kontaminanty prítomné v predmetnej oblasti – ropné látky a chlórované uhľovodíky – sa vyznačujú svojou malou rozpustnosťou vo vodnom prostredí. V dôsledku rozdielnej hustoty ropné látky prevažne plávajú na povrchu podzemnej vody a zotrvávajú v nenasýtenom horninovom prostredí, chlórované uhľovodíky klesajú na slabopriepustné podložie a postupne stekajú v smere jeho sklonu. Hydraulický gradient, určujúci smer pohybu podzemných vôd hrá v ich ďalšom šírení limitovanejšiu úlohu než pri bežných rozpustných kontaminantoch. Vplyv indukovaných zmien prúdenia podzemných vôd z dôvodu výstavby podzemnej časti polyfunkčnej stavby Nová Bottova na šírenie kontaminantov v bezprostrednej oblasti teda môžeme považovať za limitovaný. Neogénne sedimenty prítomné v podloží kvartérnych sedimentov v oblasti západného okraja Podunajskej panvy sa považujú za nepriepustné podložie hlavného kvartérneho zvodnenca len konvenčne, kvôli nejednoznačnej identifikácii rozhrania kvartér/neogén vzhľadom na pestrosť litologického vývoja neogénnych sedimentov – z tohto dôvodu je vhodnejšie hovoriť o slabopriepustnom podloží. Filtračné vlastnosti (koeficienty filtrácie a prietochnosti k a T) jednotlivých typov neogénnych sedimentov (pestrých ílov, piesčitých ílov, vápnitých ílov a silne zaílovaných pieskov) sú zvyčajne o jeden až dva rády nižšie než je tomu u kvartérnych štrkov, čo sa následne prejavuje na množstve prúdiacich podzemných vôd. V prípade neogénnych sedimentov je potrebné uvažovať aj s ich heterogenitou, častým striedaním sa polôh s rozličnou priepustnosťou (piesky/íly), charakterizovaným šošovkovitým usporiadaním a laterálnym vyklňovaním.

Hydraulické pomery územia budú založením tesniacich stien stavby do slabopriepustného ílovito-piesčitého podložia budú síce lokálne zmenené, v bezprostrednom okolí stavby vznikne hydraulická bariéra pre prúdenie podzemných vôd v oblasti, najmä v súčinnosti s inými stavebnými objektmi ktoré v tejto oblasti už sú alebo budú obdobne založené, ale bariérový účinok na zmeny hladinového režimu a smerov prúdenia podzemných vôd bude tlmený vysokou priepustnosťou kvartérneho zvodnenca. Účinok vzniknutej bariéry na migráciu ropných látok bude len obmedzený (sú slabo rozpustné a plávajú na hladine podzemnej

vody), pre chlórované uhľovodíky vznikne na severozápadnej strane tesniacej steny zapustenej do podlažia bariérový efekt podzemnej priehrady s čiastočnou akumuláciou TCE, DCE a PCE látok, ktoré však budú túto bariéru postupne obtekať postupovať ďalej v smere sklonu podlažia východným smerom. V prípade realizácie ďalších sanačných prác je potom možné využiť tento priestor ako akumulačnú pascu DNAPL látok – chlórovaných uhľovodíkov.

Projektované sanačné práce, spojené s vyhĺbením základovej jamy, jej odhradením nepriepustnou bariérou a sanáciou deponovaného horninového materiálu a odčerpanej podzemnej vody sú v uvedenej oblasti štandardom, čo vyplýva aj z potenciálne extrémne vysokých prítokov do základovej jamy z mimoriadne priepustného kvartérneho zvodnenca. Projektovaná sanácia odťažených zemín a odčerpanej podzemnej vody aspoň čiastočne prispeje k dekontaminácii tohto mnohými environmentálnymi záťažami postihnutého územia. Každú činnosť odstraňujúcu kontaminačnú záťaž je na danom území potrebné privítať a z tohto dôvodu, berúc do úvahy mimoriadnu intenzitu environmentálneho zaťaženia územia, negatívnu synergiu pôsobenia viacerých environmentálnych záťaží na relatívne malom území v tejto oblasti a komplikované extrémne hydrogeologické podmienky tohto územia je potrebné k činnosti zaujať kladné stanovisko.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- Auxt, A., Šuchová, M., Murín, M., Drastichová, I., Murínová, M., 2002: Ekologické riešenie priestoru Košická-Landererova v Bratislave. Sanácia ekologickej záťaže v širšom priestore priemyselnej zóny bývalej rafinérie Apollo v Bratislave. Čiastková úloha: Riziková analýza (hodnotenie rizika). HES-Comgeo spol. s r.o. Banská Bystrica. manuskript.
- Benková, K., Bodiš, D., Nagy, A., Maglay, J., Švasta, J., Černák, R., Marcin, D., Kováčová, E., 2005: Základná hydrogeologická a hydrogeochemická mapa Podunajskej roviny - Žitný ostrov a pravobrežie Dunaja v mierke 1:50 000, čiastková záverečná správa. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, arch. č. 92456/28, 268 s.
- Benková, K., Bodiš, D., Nagy, A., Maglay, J., Švasta, J., Černák, R., Marcin, D., Kováčová, E., 2013: Vysvetlivky k základnej hydrogeologickej a hydrogeochemickej mape Podunajskej roviny – Žitného ostrova a pravobrežia Dunaja v mierke 1 : 50 000. ŠGÚDŠ Bratislava, ISBN 978-80-89343-82-9, 184 s.
- Benková, K., Černák, R., Švasta, J., Fordinál, K., Buček, S., Jankulár, M., Bodiš, D., Dugovič, R., Zeman, I., Tóthová, K., Bottlik, F., Gregor, M., Melicherčík, J., Dénes, D. 2020: Lokality č. 4, Bratislava – Staré Mesto – Chalupkova – Bottova ulica – Chemika – areál závodu. Príloha č. 2 Správy o výsledkoch monitorovania v rokoch 2016 až 2020 / Udržateľnosť projektu „Monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky“. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, manuskript, 89 s.

- Bottlik, F., Bodiš, D., Fordinál, K., Maglay, J., Remšík, A., Lenhardtová, E., Slaninka, I., Michalko, J. 2013: Základná hydrogeologická a hydrogeochemická mapa severnej časti Podunajskej roviny v mierke 1 : 50 000. Manuskript – archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava,
- Brutenič, I. 1997: Bratislava - Chemika a.s. - záverečná správa geologicko-prieskumných prác na overenie kontaminácie podzemných vôd a horninového prostredia v bývalom areáli Bratislava: GEOtest, 9 str. Archív číslo Geofondu: 80864.
- Dénesová, K., 1995: Chemika Bratislava. Záverečná správa na overenie kontaminácie horninového prostredia a zvodne na území strediska Chemika š.p. na Bottovej ul. č.5 v Bratislave. Arch. číslo Geofondu: 79766.
- Hanzel, V. (ed.), Hanzel, V., Rapant, S., Franko, O. 2012: Vysvetlivky k základnej hydrogeologickej mape SR list 44 Bratislava 1 : 200 000. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava, ISBN 978-80-89343-80-5, 94 s.
- Janták, V., Polák R., 05/2001a: Most Košická - ohraničenie územia s možnosťou kontaminácie zemín a podzemných vôd. Manuskript, Arch. číslo Geofondu: 84354.
- Janták, V., Polák R., 07/2001b: Most Košická - posúdenie trasy plynovodu a overenie ekologického zaťaženia v areále objektu Ryba a areálu prístavu. Manuskript, Arch. číslo Geofondu: 84353.
- Janták, V., Polák R., 09/2001c: Most Košická – dozistenie znečistenia zemín v trase kolektora. Manuskript, Arch. číslo Geofondu: 84357.
- Jetel, J. 1982: Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrtech. ÚÚG - Academia, nakladatelství ČSAV Praha, 246 s.
- Kerekeš, R., 2002: Sanácia ekologickej záťaže v širšom priestore priemyselnej zóny bývalej rafinérie Apollo Bratislava. Manuskript Metro Bratislava, a.s., 34 str.
- Kordík, J., Slaninka, I., Bačová, N., Bahnová, N., Benková, K., Bottlik, F., Dananaj, I., Demko, R., Fajčíková, K., Frajkor, V., Fričovský, B., Gluch, A., Gonda, S., Gumáňová, J., Iglárová, Ľ., Jankulár, M., Jelínek, R., Kováčik, M., Kúšik, D., Lenhardtová, E., Liščák, P., Marcin, D., Mašlár, E., Mašlarová, I., Mikušová, J., Olšavský, M., Ondrášiková, B., Pažická, A., Pešková, I., Petro, Ľ., Pramuka, S., Šimeková, J., Zlocha, M., Zvarová, I., Mikita, S., Paudiš, P., Fordinál, K., Šefčík, P., Michalko, J., Bodiš, D., Repčiak, M., Grolmusová, Z., Kronome, B., Kováčik, M., Černák, R., Siska, M., Mackových, D., Repková, R., Findura, Ľ., Vabcová, J., Tupý, P., Jasovská, A., Mihalkovič, J., Jasovský, Z., Ilkanič, A., Lučivjanský, L., Olejník, M., Fekete, M., Jezný, M., Čopan, J., Keklák, V., Seres, Z., Machlica, A., Igondová, S., Soboňová, S., Binčík, T., Urban, O., Kolářová, J., Zavadiak, R., Bednárík, M., Polák, M., Veleba, P., Chovanec, J., Štefánek, J., Pospiechová, O., Pospiech, Ján, Pospiech, Juraj, Jurkovič, B., Kriváček, J., Méry, V., Urbaník, J., Gregor, T., Vybíral, V., Jurčák, S., Ďurovič, R., Filo, J., Gretsche, J., Hrubý, V., Krajňák, M., Zverka, P., Komoň, J., Hojnoš, M., Daniel, S., Ujpál, Z., Kultán, V., Bašista, J., Vaník, J., Hodál, M., Zvara, I., Pauk, J., Babiš, P., Hudec, A., Chovan, J., Ivanič, B., Kočícký, D., Maretta, M., Špilárová, I., Švec, P., Turaček, D., Vazan,

- V., Zigo, T. 2015: Monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky. Záverečná správa. ŠGÚDŠ Bratislava. 252 s., 516 príloh, 13 dielov.
- Krásný, J. 1986: Klasifikace transmisivity a její použití. Geologický průzkum 6 / 1986, Praha
- Krásný, J. 1993: Classification of transmissivity magnitude and variation. Ground Water 31(2):230-236
- Kullman, E., Gavurník, J., Molnár, Ľ., Paľušová, Z., Slivová, V., Lehotová, D., Belan, M., Juhásová, Ľ., Palková, M. 2020: Hydrologická ročenka, Podzemné vody, 2019. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava, 262 s.
- Maglay, J., Fordinál, K., Nagy, A., Vlačíky, M., Šefčík, P., Fričovská, J., Moravcová, M., Kováčik, M., Baráth, I., Zlocha, M. 2018: Geologická mapa Podunajskej nížiny - Podunajskej roviny 1 : 50 000. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, ISBN 978-80-8174-035-0, 3 mapové listy
- Malík, P., Švasta, J. 2012: Regionálne hodnoty indexu prietočnosti predkvartérnych hornín Slovenska. Podzemná voda XVIII., 2/2012, Slovenská asociácia hydrogeológov, ISSN 1335-1052, Bratislava, s. 156-172
- Malík, P., Švasta, J. 2017: Stanovenie regionálnych odhadov koeficienta transmisivity predkvartérnych hornín spracovaním databázy hydrogeologických vrtov z celého územia Slovenska. In: Bottlik, F., Malík, P. Eds. (2017) Zborník príspevkov zo seminára „Podzemná voda v regiónoch Slovenska“, Slovenská asociácia hydrogeológov, Bratislava, ISBN 978-80-972651-0-6, s. 1-17
- Malík, P., Bačová, N., Hronček, S., Ivanič, B., Káčer, Š., Kočícký, D., Maglay, J., Marsina, K., Ondrášik, M., Šefčík, P., Černák, R., Švasta, J., Lexa, J. 2007: Zostavovanie geologických máp v mierke 1 : 50 000 pre potreby integrovaného manažmentu krajiny. Manuskript – Archív Geofondu ŠGÚDŠ, arch. č. 88158, Bratislava, 554 s.
- Maloveský M., Sočuvka, M., Brutenič, P., 2006: Sanácia starej ekologickej záťaže v širšom priestore priemyselnej zóny bývalej rafinérie Apollo Bratislava“. Manuskript, archív Metro, a.s. Bratislava.
- Maloveský, M., Tupý, P., et al., 2002: Prieskum starej environmentálnej záťaže v území trasy a okolia stavby most Košická, geologický prieskum životného prostredia, etapa podrobného prieskumu. Záverečná správa – skrátená verzia. Manuskript EnviGeo Banská Bystrica.
- Malý, V., Jurkovič, Ľ., Tóth, R., Macek, J. 2021b: Analýza rizika znečisteného územia Bratislava – Twin City juh. Príloha k záverečnej správe „Doplňkový geologický prieskum životného prostredia pre manažment a riadenie sanačných opatrení a podporných činností Twin City – juh B, C, D“; CENVIS – Centrum environmentálnych služieb s.r.o., manuskript, 46 s.
- Malý, V., Macek, J., Jurkovič, Ľ., Tóth, R., Kravchenko, D. 2021a: Doplňkový geologický prieskum životného prostredia pre manažment a riadenie sanačných opatrení a podporných

- činností Twin City – juh B, C, D. CENVIS – Centrum environmentálnych služieb s.r.o., záverečná správa, manuskript, 66 s.
- Mikita, M., 1996: ZSE Bratislava – Tepláreň I., záverečná správa prieskumných prác na lokalite Tepláreň I. – Čulenova 6, Bratislava. Geotest, spol. s r.o., Bratislava. Manuskript.
- Nagy A., Fordinál K., Brzobohatý R., Uher P. & Raková J., 1995: Vrchný miocén juhovýchodného okraja Malých Karpát (vrt Ma-1, Bratislava). Miner.slov. 27/2, Bratislava, 113-132.
- Nagy, A., Maglay, J., Pristaš, J., Fordinál, K., Bezák, V., Kohút, M., Broska, I., Hók, J., Plašienka, D., Buček, S., 2005: Vysvetlivky ku geologickej mape 1:200 000 list 44 - Bratislava ŠGÚDŠ, Bratislava: MŽP SR, 101 str. Arch. číslo Geofondu: 87498/13.
- Polák, R., 1996: MG Tatragas - prieskum znečistenia podzemných vôd a zemín. Arch. číslo Geofondu: 80430.
- Polák, M. (ed.), 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, Ľ., Németh, Z., Ivanička, J. a Broska, I., 2011: Geologická mapa Malých Karpát v mierke 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Polák, M. (ed.), Plašienka, D., Kohút, M., Putiš, M., Bezák, V., Maglay, J., Olšavský, M., Filo, I., Havrila, M., Buček, S., Elečko, M., Fordinál, K., Nagy, A., Hraško, Ľ., Németh, Z., Malík, P., Liščák, P., Madarás, J., Slavkay, M., Kubeš, P., Kucharič, Ľ., Boorová, D., Zlinská, A., Ľiráňová, Z. a Žecová, K., 2012: Vysvetlivky ku geologickej mape regiónu Malé Karpaty 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 287 s.
- Pristaš, J., Halouzka, R., Horniš, J., Elečko, M., Konečný, V., Lexa, J., Nagy, A., Vass, D. & Vozár, J., 1996: Povrchová geologická mapa (Podunajsko – Danreg) 1 : 100 000, M-33-143. In: Kováčik, M., Tkáčová, H., Caudt, J., Elečko, M., Halouzka, R., Hušťák, J., Kubeš, P., Malík, P., Nagy, A., Petro, M., Pristaš, J., Rapant, S., Remžík, T., Šefara, J. a Vozár, J.: Podunajsko – Danreg. GS SR Bratislava, záverečná správa, archív Geofondu ŠGÚDŠ, 226 s.
- Rapant, S., Vrana, K., Bodiš, D. 1996: Geochemický atlas Slovenska. Časť I: Podzemné vody. Geologická služba Slovenskej republiky, Bratislava, ISBN 80-85314-67-3, 127 s.
- Šujan, M. 2019: Nová genetická definícia vrchnomiocénnych až kvartérnych litostratigrafických jednotiek Dunajskej panvy (západné Slovensko): nástroj efektívnej interpretácie v praktickej geológii. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava, Geologické práce, Správy 134, s. 49–60
- Vlasko, I. 2011: Bratislava, Polyfunkčná stavba TWIN CITY, južná časť. Záverečná správa inžinierskogeologického prieskumu. V&V GEO, s.r.o., manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, 40 s.
- Žúbor, V., Žúborová, A., Cibová, M., Haltmar, L., Joniak, P., Galovičová, M. 2021: Polyfunkčná stavba Nová Bottova, Zámer podľa zákona č. 24/2006 Z. z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov, EKOCONSULT – enviro, a.s., Bratislava, manuskript, 82 s.