AQUA-GEO
SERVIS PRE HYDROGEOLÓGIU A EKOLÓGIU

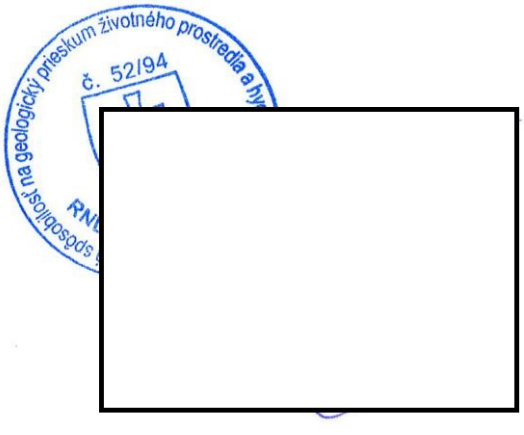
Škultétyho 4, 831 03 Bratislava, tel/fax 02 4445 23 55,mobil: 0905 257 907,Email: martin@aqua-geo.sk

HYDROGEOLOGICKÝ POSUDOK

BRATISLAVA, BOTTOVA ULICA–TEPELNÉ ČERPADLÁ ZEM – VODA PRE NOVÚ BUDOVU ZSE - ZHODNOTENIE GEOLOGICKÝCH A HYDROGEOLOGICKÝCH POMEROV LOKALITY

Objednávateľ:	**EHQ s.r.o., Plynárenská 7/C 821 09 Bratislava**
Riešiteľská organizácia:	**AQUA – GEO, s.r.o. Bratislava**
Zodpovedný riešiteľ:	**RNDr. Martin Žitňan**
Číslo posudku:	**05/2023**
Dátum spracovania:	**august 2023**

Za AQUA – GEO, s.r.o.: **RNDr. Martin Žitňan**
Škultétyho 4, 831 03 Bratislava



OBSAH

1 ÚVOD 2

2 MIESTOPISNÉ VYMEDZENIE SKÚMANÉHO ÚZEMIA 3

3 CIEĽ HYDROGEOLOGICKÉHO POSUDKU 4

4 CHARAKTERISTIKA PRÍRODNÝCH POMEROV SKÚMANÉHO ÚZEMIA 4

4.1 FYZICKO-GEOGRAFICKÉ POMERY 4
4.2 GEOLOGICKÁ STAVBA ÚZEMIA 5
4.3 HYDROGEOLOGICKÉ POMERY 7
4.4 HYDROGEOCHEMICKÉ POMERY 10
4.5 CHARAKTERISTIKA ČASTÍ ÚZEMÍ CHRÁNENÝCH OSOBITNÝMI PREDPISMI 14

5 REALIZÁCIA VRTOV PRE TEPELNÉ ČERPADLÁ ZEM – VODA 14

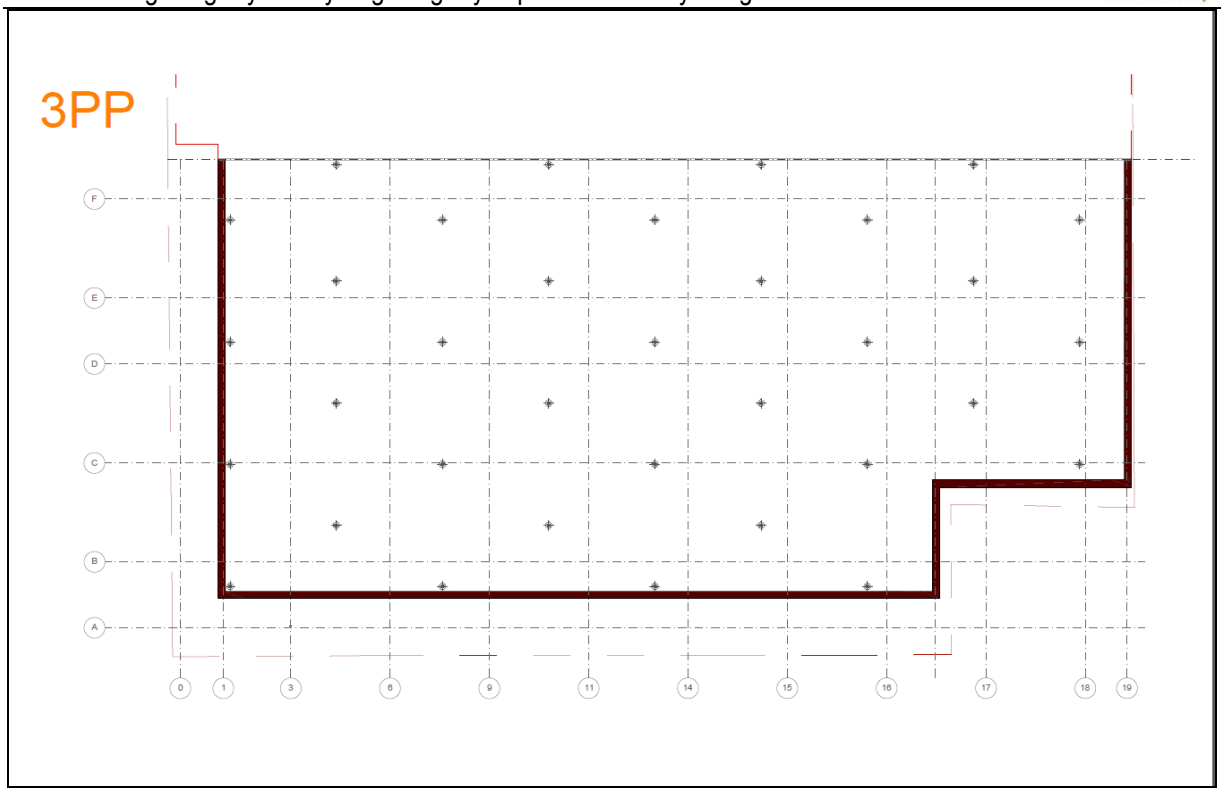
5.1 REALIZÁCIA VRTOV V GEOLOGICKOM PROSTREDÍ 14
5.2 PROJEKTOVANÉ PARAMETRE VRTOV 15
5.3 LEGISLATÍVNE USMERNENIE 17

1 ÚVOD

Hydrogeologický posudok je spracovaný na základe objednávky od firmy EHQ s.r.o., Plynárenská 7/C, 821 09 Bratislava, ktorej požiadavkou bolo zhodnotiť geologické a hydrogeologické pomery na lokalite „nová budova ZSE“ na Bottovej ulici Bratislava – Staré Mesto v súvislosti s potrebou realizácie vrtov pre tepelné čerpadlá zem-voda (obr.1). Lokalita sa nachádza v intraviláne obce Bratislava a pre kúrenie a chladenie nového objektu bude použitá technológia tepelných čerpadiel zem – voda s predpokladanou sumárnou dĺžkou vrtných prác 40 vrtov x 120-150m.



Obr. 1 Situovanie pozemku



Obr. 2 Pôdorys obytného domu

2 MIESTOPISNÉ VYMEDZENIE SKÚMANÉHO ÚZEMIA

Skúmané územie – nová budova ZSE – sa nachádza v Bratislave mestská časť Staré Mesto (obr. 1,2). Identifikačné údaje o skúmanom území sú v tab. 1.

Tab. 1 Administratívne údaje o skúmanom území

Názov kraja	Bratislavský
Číselný kód kraja	1
Názov okresu	Bratislava I
Číselný kód okresu	101
Názov obce	Bratislava – mestská časť Staré Mesto
Číselný kód	528595
Názov katastrálneho územia	Staré Mesto
Číselný kód	804096
Parcela č.	9134/1, 9134/13, 9134/68
Č. listu vlastníctva	1017
List ZM SR 1:50 000 / 10 000	44-22, 44-22-02

3 CIEĽ HYDROGEOLOGICKÉHO POSUDKU

Cieľom hydrogeologického posudku je na základe **Usmernenia generálneho riaditeľa sekcie vôd Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky o tepelných čerpadlách a pôsobnosti orgánov štátnej vodnej správy** z Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, Sekcia vôd, Číslo: 2/2020-4, Bratislava, 08.01.2020, **Čl. 4 Tepelné čerpadlá, ktoré odoberajú/ukladajú teplo z/do horninového prostredia a podzemnej vody použitím vrtu, pričom sa podzemná voda neodoberá ani nečerpá, zhodnotiť geologické a hydrogeologické prostredie lokality.** Pri tomto type tepelného čerpadla sa nevyžaduje povolenie orgánu štátnej vodnej správy podľa § 21 ods. 1 vodného zákona, ale je potrebný súhlas podľa § 27 ods. 1 písm. g) vodného zákona. K vydaniu súhlasu si orgán štátnej vodnej správy vyžiada od žiadateľa hydrogeologický posudok vypracovaný oprávnenou osobou v zmysle § 4 geologického zákona.

Projektovaný cieľ úlohy je na lokalite realizovať vrty pre tepelné čerpadlá systému zem-voda v počte **40 vrtov x 120-150m**. Dimenzovanie konečného počtu vrtov bude realizované na základe TRT testu.

4 CHARAKTERISTIKA PRÍRODNÝCH POMEROV SKÚMANÉHO ÚZEMIA

4.1 FYZICKO-GEOGRAFICKÉ POMERY

Z geomorfologického hľadiska sa záujmové územie nachádza v oblasti Podunajská nížina, celok Podunajská rovina (Mazúr a Lukniš, 1980). Územie tvorí mladá štruktúrna poriečna niva. Generálny smer sklonu územia je SZ-JV. V zmysle typologického členenia reliéfu (Mazúr a kol., 1980 in Miklós a kol., 2002) je pre záujmové územie typický akumulačný fluviálny reliéf typu fluviálnej roviny. Zo základných tvarov reliéfu sa tu vyskytujú najmä recentné agradačné valy. Z morfoštruktúrneho hľadiska ide v celom území o mladé poklesávajúce morfoštruktúry Panónskej panvy s agradáciou. Výplň panvy je rozčlenená systémom pozdĺžnych a priečnych zlomov na sústavu krýh, ktoré poklesávali a poklesávajú dodnes rôznou intenzitou. V kvartéri boli tieto nerovnosti vyplnené silnou akumulačnou činnosťou Dunaja. Sklonitosť terénu v predmetnom území je do 1°.

Bratislava patrí do okrsku A5 (teplý, mierne vlhký, s miernou zimou) a do klimaticko-geografického typu nížinnej klímy teplej. Bližšie okolie sa dá zaradiť do okrsku A3, charakterizovaného ako teplý, suchý s miernou zimou (Mazúr a kol., 1980). Priemerné ročné teploty sa pohybujú okolo 9,7 °C, vo vegetačnom období (apríl – september) 16,2 °C. Januárové teploty sú pomerne vysoké (nad -2,0 °C), čo poukazuje na prevažne mierne zimy. Od januára teplota stúpa a teplotné maximum sa dosahuje v júli, kedy je tesne pod teplotou 20 °C. Maximum zrážok v roku pripadá na mesiace jún a júl, minimálne na september a január až apríl. Rozdelenie zrážok je teda nepriaznivé pre tvorbu zásob podzemných vôd, keďže väčšia časť roka spadne vo vegetačnom období, kedy je maximálny výpar a veľká spotreba vody rastlinami.

Klimatické pomery získané na pozorovacích staniciach Bratislava – Letisko a Bratislava – Trnavská podľa údajov SHMÚ sú prezentované v tab. 1 až 5.

Tabuľka 1 Priemerné mesačné hodnoty teploty (°C) v období 2000-2010

stanica	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	priemer
Bratislava – Letisko	-1,5	0,7	4,6	9,9	14,7	18,4	19,8	19,1	15,2	9,7	4,8	0,7	9,7
Bratislava – Trnavská	-0,8	1,4	5,5	10,8	15,5	19,1	20,7	20,0	16,2	10,8	5,4	1,3	10,5

Tabuľka 2 Mrazové dni – t_{min} 0 °C v období 2000-2010

stanica	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	priemer
Bratislava – Letisko	24,5	18,8	13,1	2,3	0,2	0	0	0	0,1	2,7	8,0	19,6	89,3
Bratislava – Trnavská	10,4	4,8	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0,5	6,3	23,5

Tabuľka 3 Ľadové dni – t_{max} 0 °C v období 2000-2010

stanica	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII	IX.	X.	XI.	XII.	priemer
Bratislava – Letisko	12,2	5,5	6,9	0	0	0	0	0	0	0	0,5	7,2	26,3
Bratislava – Trnavská	10,4	4,8	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0,5	6,3	22,8

Tabuľka 4 Dni so silným mrazom – t_{max} 0 °C v období 2000-2010

stanica	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	priemer
Bratislava – Letisko	5,2	2,9	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0,1	2,2	10,8
Bratislava – Trnavská	2,3	1,6	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	4,7

Tabuľka 5 Zrážky (mm) v období 2000-2010

stanica	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	priemer
Bratislava – Letisko	38	37	38	39	53	75	67	61	38	42	53	49	588
Bratislava – Trnavská	42	39	42	48	53	73	64	60	36	46	54	48	606

Hlavným hydrologickým činiteľom, ktorý tvorí priepustnú okrajovú podmienku zvodnenej vrstvy záujmového územia, je rieka Dunaj, s priemerným prietokom 1993 $m^3.s^{-1}$ (vodočet Bratislava- Propeler). Vysokohorský charakter Dunaja sa prejavuje v rozdelení jeho vodnosti v roku, keď jeho maximálne stavy bývajú v letných mesiacoch a minimálne vodné stavy sa najčastejšie vyskytujú v mesiacoch október - január. Dlhodobý priemerný vodný stav, zaznamenaný na vodočte Bratislava - Propeler je 357 cm, t.j. 132,0 m n.m. Minimálny vodný stav - 39 cm bol zaznamenaný v decembri 1989 a maximálny 984 cm 15.7.1954. Uvedené údaje zodpovedali prírodnému režimu Dunaja bez vplyvu VD Gabčíkovo. V súčasnej dobe sú hladiny v Dunaji ovplyvnené VD Gabčíkovo. Dunaj má dlhodobý priemerný prietok 1192 $m^3.s^{-1}$ na vodočte Bratislava – Propeler. Vysokohorský charakter Dunaja sa prejavuje v rozdelení jeho vodnosti v roku, keď jeho maximálne stavy bývajú v letných mesiacoch jún až august (8456 – 10400 $m^3.s^{-1}$) a minimálne vodné stavy sa najčastejšie vyskytujú v mesiacoch október – január (580 – 755 $m^3 .s^{-1}$).

4.2 GEOLOGICKÁ STAVBA ÚZEMIA

Z hľadiska regionálneho geologického členenia Západných Karpát (Vass a kol., 1988) patrí záujmové územie bezprostredne do oblasti Podunajská panva a jej podoblasti gabčíkovská panva. Na geologickej stavbe územia sa podieľajú kvartérne sedimenty a podložné neogénne sedimenty a granitoidné horniny paleozoika.

Dnešný reliéf nížiny je výsledkom mladej tektonickej aktivity, eróznej a hlavne akumulačnej činnosti Dunaja. Záujmové územie z hľadiska geologického patrí do regiónu neogénnych tektonických vkleslín, oblasti vnútrokarpatských nížin, rajónu údolných riečnych náplavov. Vytvárajú ho teda podložná neogénna molasová formácia a na nich uložená formácia kvartérneho pokryvu, t.j. pleistocénne až holocénne fácie kvartérnych, predovšetkým fluviálnych sedimentov.

Z hľadiska geologického členenia sú v záujmovom území zastúpené sedimenty kvartéru a neogénu.

Neogénne sedimenty majú charakter okrajovej brehovej fácie, kde sedimentácia bola ovplyvňovaná silným tektonickým nepokojom. Sedimenty neogénu nevystupujú priamo na povrch, ale sú prekryté fluviálnymi sedimentami kvartéru. Neogén je v záujmovom území zastúpený ílovito-piesčitými sedimentami panónu, pričom vrstevný sled je laterálne a vertikálne veľmi premenlivý. Je to v dôsledku sedimentácie v tektonicky nepokojom prostredí v blízkosti pobrežia. Spodné časti súvrstvia sú budované vápnitými ílmi, miestami na báze sa vyskytujú polohy štrkov a pieskov. V ich nadloží sa nachádzajú prevažne zelenkavo-sivé, miestami modro-sivé prachovito-piesčité íly a vápnité ily s podradnými vložkami ilovilých pieskov. Lokálne sa vyskytujú vrstvy pieskovcov a lignitu hrubé niekoľko desiatok cm. Tieto predstavujú sladkovodný vývoj v jazerno – močiarnych podmienkach, čo potvrdzujú aj časté vložky so zuhoľnatenou rastlinnou sečkou a uhoľný il s lignitovými vrstvami, ktoré vekovo náležia pontu. Súdržné sedimenty majú charakter ílov, hlín, piesčitých hlín. Miestami sa v nich vyskytujú aj vápnito-piesčité konkrécie veľkosti niekoľko cm až dm. Nesúdržné sedimenty sú zastúpené nepravidelne rozloženými piesčitými vrstvami. V prevažnej miere ide o hlinité a ílovité piesky, stredne uľahnuté až uľahnuté, lokálne sa v nich vyskytujú diagenetické vrstvy pieskovca s vápnitým tmelom, hrubé niekoľko cm až dm.

Kvartérne sedimenty sa začali v oblasti Bratislavy vytvárať po ústupe neogénneho mora na paleozoických a neogénnych komplexoch, a to erózno-akumulačnou činnosťou riečnej a dažďovej vody. Činnosťou rieky Dunaj vznikli fluviálne (riečne) sedimenty. Dunaj začal najprv ukladať svoje štrkopiesčité sedimenty na neogénne sedimenty na okraji Malých Karpát. Pri ďalšom tektonickom poklese územia pod Malými Karpatmi Dunaj presúval svoje koryto ďalej od Malých Karpát. Zároveň sa koryto dostalo na hlbšiu úroveň a nad ním zanechal Dunaj svoje sedimenty vo forme terasových stupňov. Pokiaľ sa Dunaj dostal na svoju dnešnú úroveň (súčasná údolná niva), vznikli tri výrazné terasové stupne risského veku. Najvyššie položená 1. risská terasa je najstaršia. Súčasná údolná štrková akumulácia je najmladšia – würmského veku.

Kvartéme sedimenty sú v záujmovom území zastúpené:

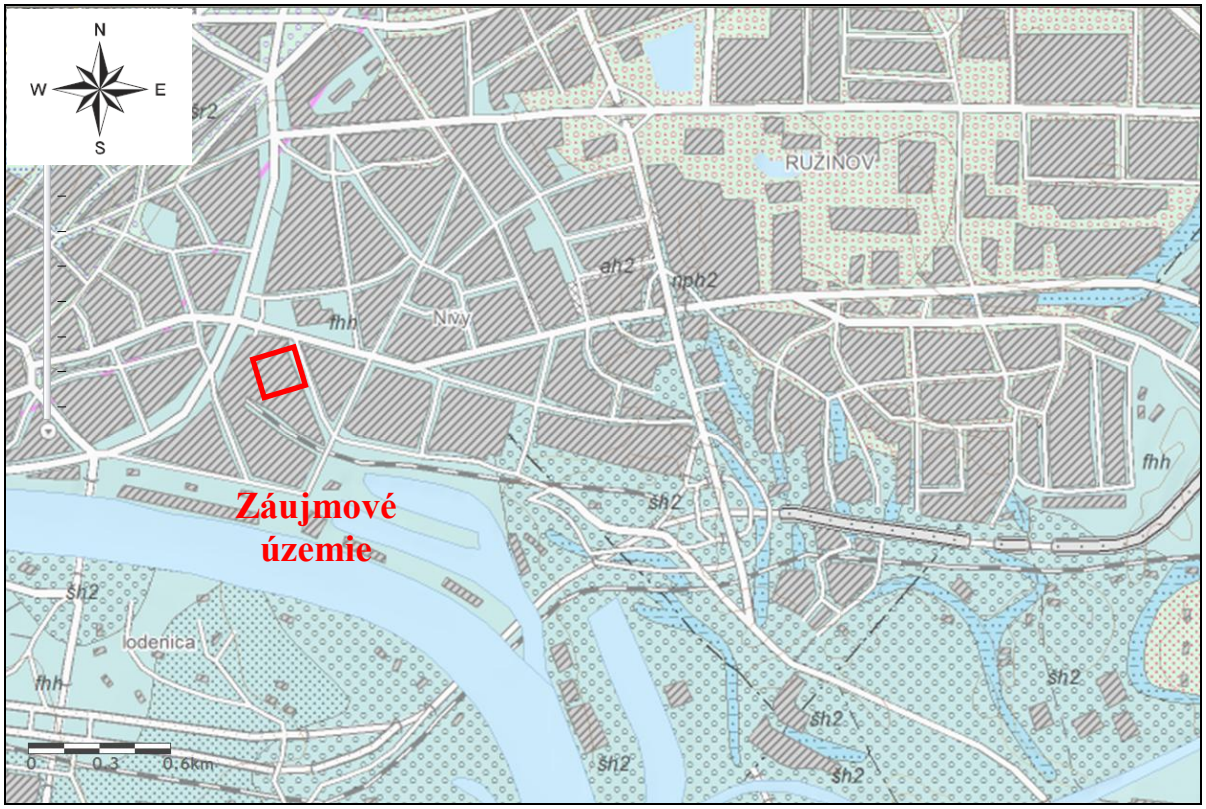
- antropogénnymi sedimentami – navážkami
- fluviálnymi sedimentami

Antropogénne sedimenty (navážky) sú pozostatkami úpravy okolitého terénu pri výstavbe v tejto časti mesta. Majú hrúbku do 0,5 - 4,0 m. Pod nimi leží pestré holocénne fluviálne súvrstvie sedimentov fácii náplavových hlín, brehových plytčín a agradačných valov, svetlých sivožltých farieb, lokálne s mierne zvýšeným obsahom organických látok. Vrstvy náplavových hlín sú malej hrúbky 0,5 -1,5 m, ich vrchné vrstvy boli zrejme odstránené a nahradené navážkami. Pod nimi leží vrstva hlinitých pieskov hrúbky 0,5 - 1,0 m, typický sediment brehových plytčín a agradačných valov. Dominantným typom kvartérneho pokryvu územia sú fluviálne zväčša drobnozrnné, menej hrubozrnné piesčité štrky, ako predstaviteľ fluviálnych sedimentov fácie koryta vodného toku. Pomer piesčitej frakcie v nich je premenlivý, v závislosti na paleodynamike toku, a pohybuje sa medzi 30 až 40 % na celkovom objeme sedimentu. Priemerná zrnitosť obliakov štrku je 1 až 3 cm s vtrúsenými obliakmi prevažne mechanicky rezistentných hornín do priemeru 10 cm. Z petrografického hľadiska sú obliaky tvorené prevažne až z 94 % kremeňom, ktorý predstavuje mechanicky najrezistentnejší petrotyp voči transportnej erózii. Petrografická asociácia štrkov poukazuje na ich pôvod z náplavov rieky.

Charakteristické pre fluviálne sedimenty sú zrnitostné rozdiely v smere horizontálnom ako aj vertikálnom (hliny, piesky, piesčité štrky, štrky s obsahom piesku 5 – 20 %). Horizontálna zrnitostná variabilita sedimentov Dunaja je podmienená unášacou schopnosťou toku a jej zmenami v dôsledku zmien koryta rieky. Dôkazom toho sú početné ramená Dunaja, ako aj mŕtve ramená. Pleistocénne štrky sú veku staršieho a mladšieho a líšia vyšším obsahom

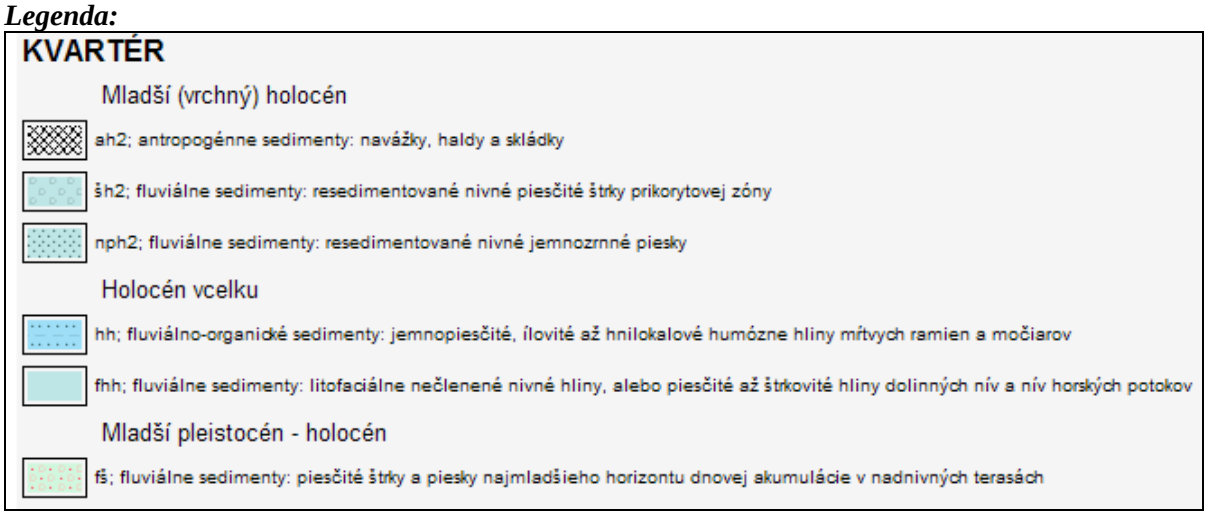
piesčitej frakcie. Na hranici oboch vrstiev sa nachádza poloha hrubozrnných štrkov s balvanmi.

Prehľadná geologická stavba širšieho okolia skúmaného územia podľa podkladov Pristaša a kol. (1992a) a Poláka a kol. (2011a) je zobrazená na obr. 2.



Obrázok 3 Geologická mapa záujmovej oblasti (Geologická mapa Slovenska M 1:50 000 [online]. Bratislava: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 2013. [cit. 30.9.2019]. Dostupné na internete: http://mapserver.geology.sk/gm50js, (pôvodné podklady Pristaš a kol., 1992a, Polák a kol., 2011a)

Legenda:



4.3 HYDROGEOLOGICKÉ POMERY

V zmysle regionálneho hydrogeologického členenia Slovenska (Šuba a kol., 1984) patrí predmetné územie do rajónu Q 051 – Kvartér západného okraja Podunajskej roviny, ktorý je charakterizovaný veľkým využiteľným množstvom podzemných vôd v prostredí s určujúcim typom medzizrnovej priepustnosti. Jedná sa o oblasť trvalého doplňovania zásob podzemnej

vody z Dunaja. V tomto území tečie Dunaj vyvýšene nad hladinou podzemnej vody a doplňuje zásoby podzemnej vody trvale po celý rok. Voda z Dunaja infiltruje do náplavov po oboch stranách koryta. Hladina podzemnej vody je v priamej hydraulickej spojitosti s hladinou vody v Dunaji.

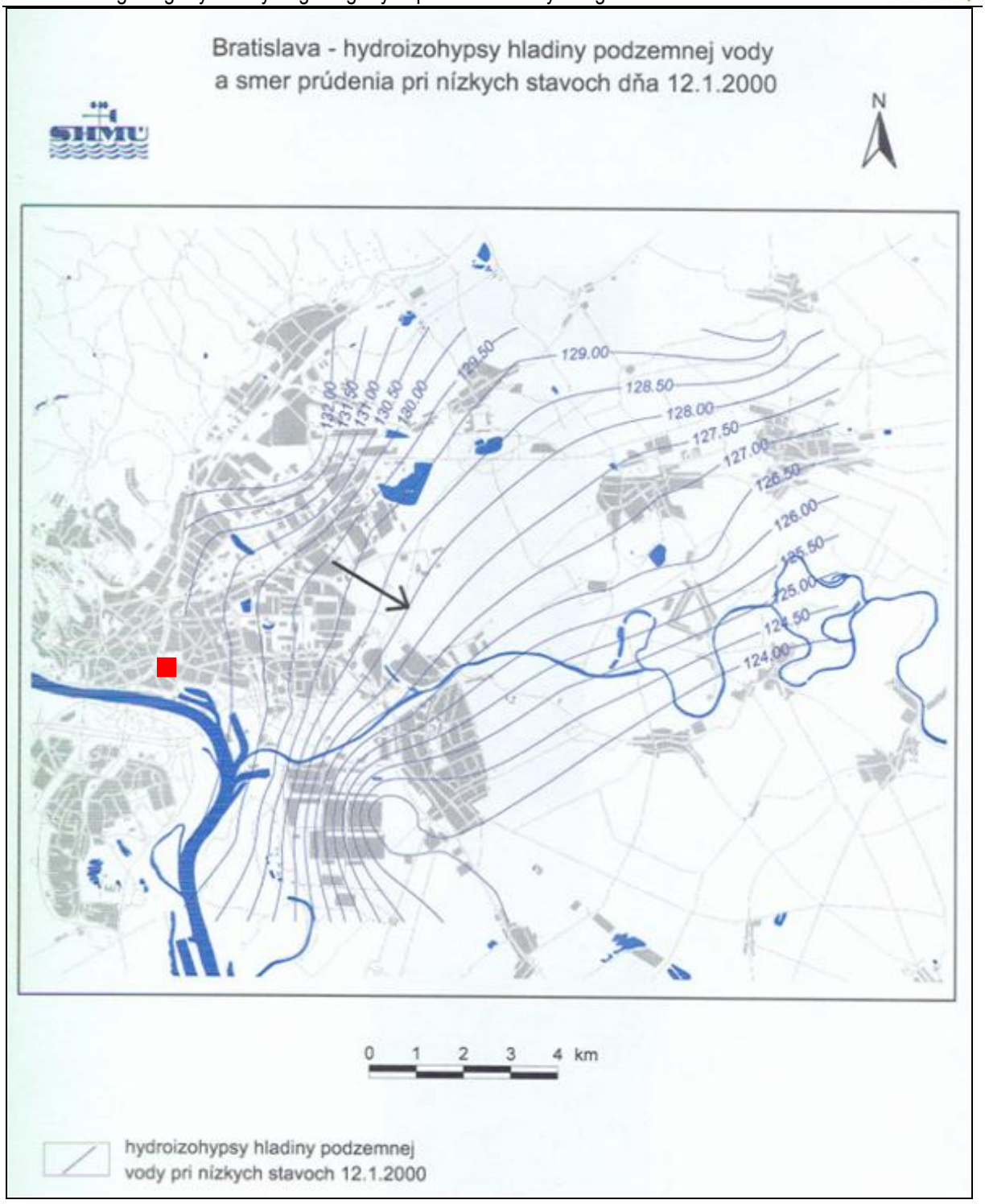
Charakteristickou vlastnosťou štrkopiesčitého súvrstvia **kvartéru** náplavov Dunaja je vrstevná heterogenita, podmienená častým striedaním priepustnejších a menej priepustných vrstiev spojená s vlastnou anizotropiou danou orientáciou sedimentámych častí. Priepustnosť je smerovo variabilná, lokálne veľmi rozdielna. Vo všeobecnosti má komplex kvartémych sedimentov stredný stupeň prietočnosti s hodnotami v intervale 1.10^{-2} $m^2.s^{-1}$ až 1.10^{3} $m^2.s^{-1}$ a horizontálnou priepustnosťou s koeficientmi filtrácie k = 2 až 5.10^{-3} $m.s^{-1}$ (Fekeč a Heglas, 2016) a niekedy až rádovo na úrovni 10^{-2} $m.s^{-1}$. Výdatnosť jednotlivých studní sa podľa archívnych údajov pohybuje od 20 do 70 $l.s^{-1}$ (napr. Polák, 1991, 1995, Janták a Polák, 2001a, b, c), pričom zníženie hladiny dosahuje rádovo len niekoľko málo centimetrov resp. decimetrov.

Sedimenty **neogénu** sú prakticky nepriepustné, podzemná voda je viazaná na polohy pieskov. Táto voda má artézsky (napätý) charakter. Je treba ale upozorniť na skutočnosť, že v neogénnom súvrství bolo zistených (narazených) aj niekoľko zvodnelých horizontov.

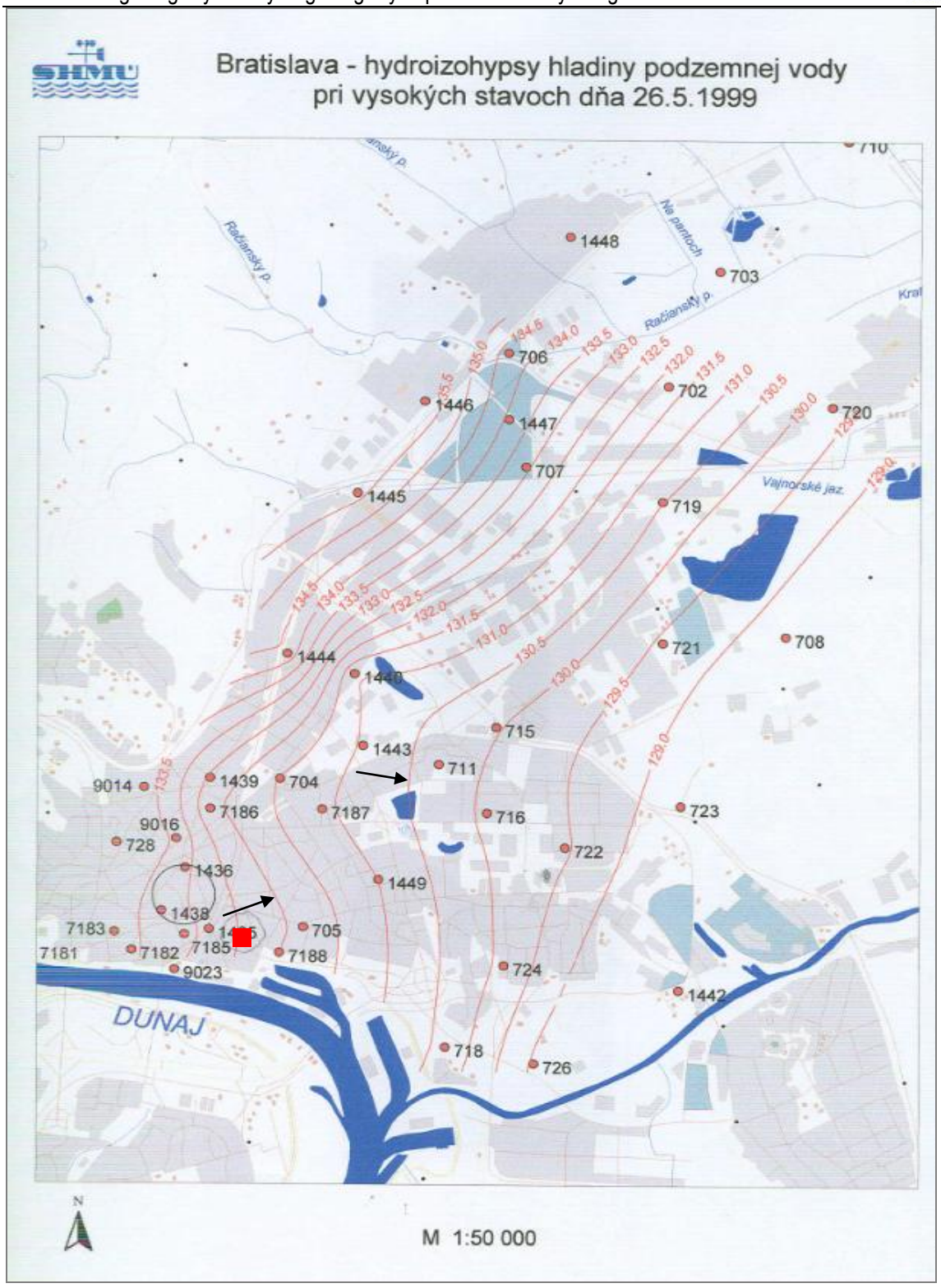
Režim podzemných vôd na záujmovom území je okrem vplyvu Dunaja pravdepodobne čiastočne závislý aj od vôd stekajúcich zo svahov Malých Karpát, t.j. jedná sa o tzv. zmiešaný typ vôd. Podľa prevzatých prieskumných sond a aj podľa pozorovacích objektov SHMÚ Bratislava (objekt č. 1443 Bratislava – Športová hala, objekt č. 1440 Bratislava – Riazanská ul.) sa priemerná hladina podzemnej vody pohybuje na záujmovom území na úrovni cca 130,4 až 130,6 m n.m.. Maximálna hladina podzemnej vody môže podľa pozorovacích objektov vystúpiť maximálne po úroveň 131,5 m n.m. Vysoké hladiny podzemnej vody, blížiace sa k maximálnej úrovni, sa v tejto oblasti vyskytujú často. Za posledných takmer 50 rokov, čo sa vykonáva meranie na uvedených objektoch SHMÚ, bola na záujmovom území nameraná najvyššia hladina podzemnej vody v apríli 1996 (Vlasko, 2016).

Ďalším pozorovacím objektom SHMÚ je objekt č. 1444 (Bratislava – Slimák), monitorovaný nepretržite od roku 1970. Doteraz bola na tomto objekte nameraná maximálna hladina podzemnej vody 19.5.2010 na úrovni 135,17 m n.m., resp. minimálna hladina podzemnej vody 17.10.1973 na úrovni 131,73 m n.m.. Dlhodobo je priemerná hladina podzemnej vody udávaná na úrovni 133,78 m n.m. (zdroj údajov: www.shmu.sk). Od roku 1979 hladina podzemnej vody na tomto pozorovacom objekte neklesla pod úroveň 133,2 m n.m. (Vlasko a kol., 2014).

Podzemné vody na danom území prúdia pri dlhodobo stabilných stavoch vôd Dunaja VJV smerom. Pri stúpajúcej hladine Dunaja sa mení ich smer prúdenia viac ku severu. Pri minimálnych stavoch hladín podzemnej vody sa smer ich prúdenia stáča približne východným smerom. Uvedené je zjavné z máp hydroizohýps maximálnych a minimálnych hladín podzemnej vody (obr. 4 a 5).



Obrázok 4 Priebeh izolínií hladiny podzemnej vody v Bratislave pri nízkom stave na Dunaji (podľa údajov SHMÚ) s vyznačením záujmového územia



Obrázok 5 Priebeh izolínií hladiny podzemnej vody v Bratislave pri vysokom stave na Dunaji (podľa údajov SHMÚ) s vyznačením záujmového územia

4.4 HYDROGEOCHEMICKÉ POMERY

Chemické zloženie podzemnej vody v skúmanej oblasti závisí najmä od:

- chemického zloženia vody Dunaja, resp. zrážkových vôd (iniciálna voda),

- doby zdržania podzemnej vody v horninovom prostredí a priebehu geochemických procesov,
- bodových a difúznych zdrojov kontaminácie.

Povrchová voda Dunaja sa vyznačuje základným nevýrazným Ca-HCO_3 chemickým typom vody. Hodnoty celkovej mineralizácie Dunaja sa pohybujú v intervale 350 – 450 mg.l^{-1}, Ca^{2+} v koncentračnom intervale 40 - 86 mg.l^{-1}, Mg^{2+} 10 - 24 mg.l^{-1}, hydrogénuhličitany 140-270 mg.l^{-1}, sírany 20 - 43 mg.l^{-1} a chloridy 10 - 35 mg.l^{-1}. V zmysle charakteristiky a klasifikácie chemického zloženia podzemnej vody sa v skúmanom antropogénne neovplyvnenom území vyskytujú fluviogénne podzemné vody základného, prevažne výrazného, Ca-Mg-HCO_3 typu chemického zloženia s hodnotami celkovej mineralizácie prevažne v rozmedzí 400–600 mg.l^{-1}. Variabilita hodnôt celkovej mineralizácie je zapríčinená radom faktorov, najmä dĺžkou interakcie voda-hornina, rýchlosťou prúdenia, ako aj antropogénnym ovplyvnením.

Štrkopiesky poriečnej nivy obsahujú významný podiel hornín, ktoré sú tvorené najmä kremičitanmi, hlinitokremičitanmi a karbonátmi (žuly, vápence, kremence, pieskovce). Prítomnosť uvedených minerálov dokazuje, že základnými mineralizačnými procesmi podieľajúcimi sa na tvorbe chemického zloženia týchto podzemných vôd sú hydrolytický rozklad silikátov a rozpúšťanie karbonátov. V malej miere je možné v prostredí očakávať aj oxidačno-redukčné a iónovýmenné procesy.

Podzemná voda s plytkým podpovrchovým obehom v **neogéne** geneticky patrí v závislosti od stupňa karbonatizácie jej kolektorov do skupiny silikátogénnych vôd (nevápnité piesčité kolektory), resp. karbonátogénnych vôd (vápnité kolektory). Hodnoty celkovej mineralizácie týchto vôd sa pohybujú prevažne v rozpätí 550 − 800 mg.l^{-1}. Pri formovaní chemického zloženia vôd sa ako určujúci proces uplatňuje rozpúšťanie karbonátov. Podmieňuje prítomnosť zložky A_2 viac ako 50 cz %. V profile neogénnych sedimentov smerom do hĺbky je charakteristický spojitý prechod chemického zloženia vôd od kalciovo-(magnéziovo) – hydrogenuhličitanového typu k nátriovo-hydrogenuhličitanovému typu. Tieto zmeny súvisia so zmenami termodynamických, oxidačno-redukčných a čiastočne aj hydrodynamických podmienok obehu.

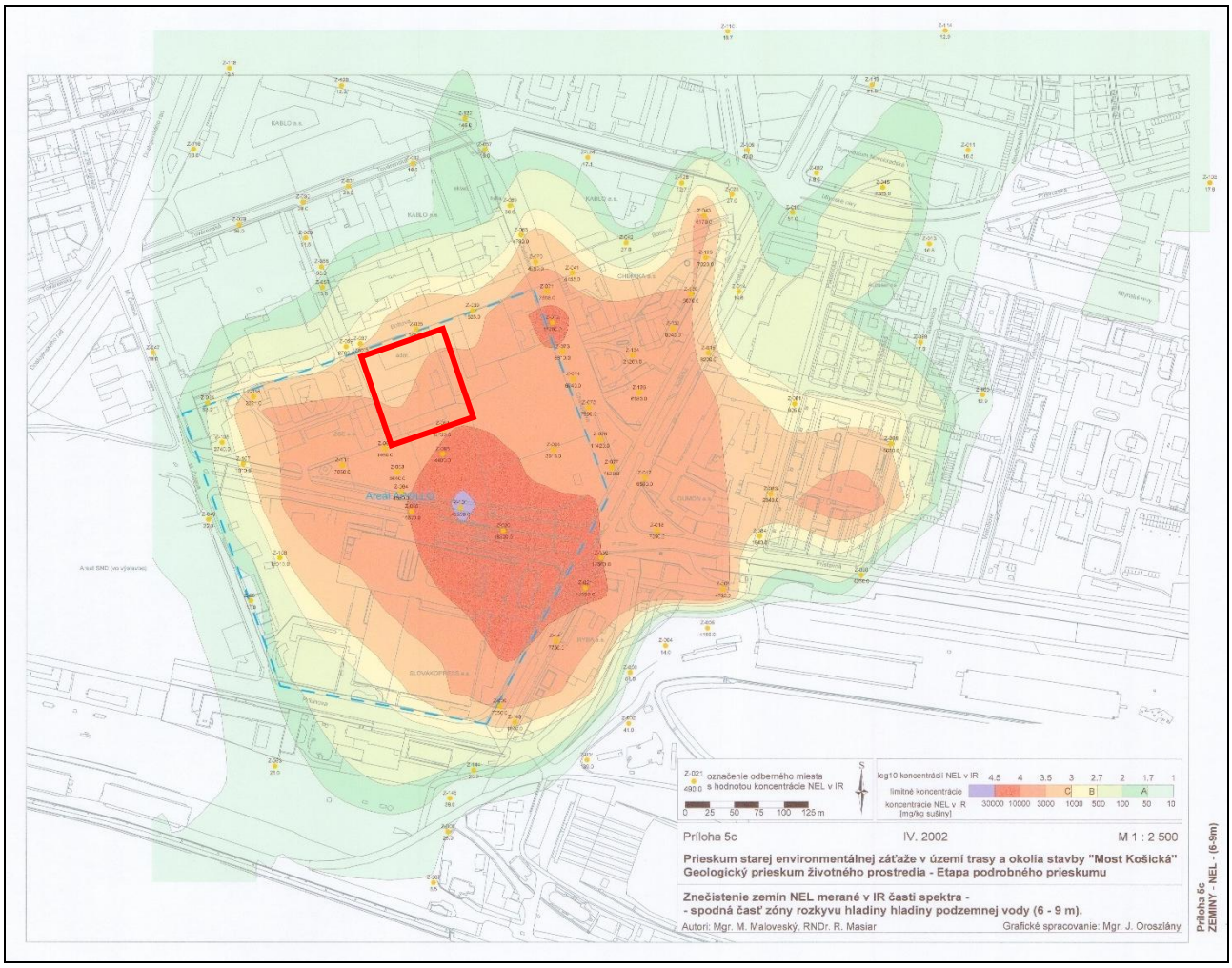
V zmysle rámcovej smernice o vodách 2000/60/ES (Kullman a kol., 2004, 2005) sú podzemné vody hodnoteného územia zaradené do útvaru podzemných vôd (ÚPV) kvartérnych sedimentov SK1000200P: Útvar medzizrnových podzemných vôd kvartérnych náplavov z. časti Podunajskej panvy oblasti povodí Dunaj. Na základe údajov zo Správy Slovenskej republiky o stave implementácie Rámcovej smernice o vode (Kuníková a kol., 2005) bol hodnotený útvar podzemných vôd zahrnutý medzi útvary v možnom riziku nedosiahnutia dobrého chemického stavu.

Pri hodnotení chemického stavu útvaru podzemnej vody SK 1000200P sa vychádzalo z výsledkov záverečnej správy Bodiš a kol. (2008). V záverečnej správe je zhodnotený celý útvar. V ÚPV SK 1000200P priemerné koncentrácie As, Cl^-, Fe, Mn, NO_3^- a SO_4^{2-} z monitorovacích bodov prekračujú stanovené prahové hodnoty. Po združení údajov z monitorovacích bodov na celú plochu útvaru prekračujú priemerné koncentrácie Fe, Mn a SO_4^{2-} hodnoty horného intervalu spoľahlivosti. Podľa údajov uvedených v záverečnej správe z roku 2008 dôležitou skutočnosťou v tomto ÚPV je prevažujúca vysoká zraniteľnosť prostredia.

4.5 ENVIRONMENTÁLNE ZAŤAŽENIE ÚZEMIA

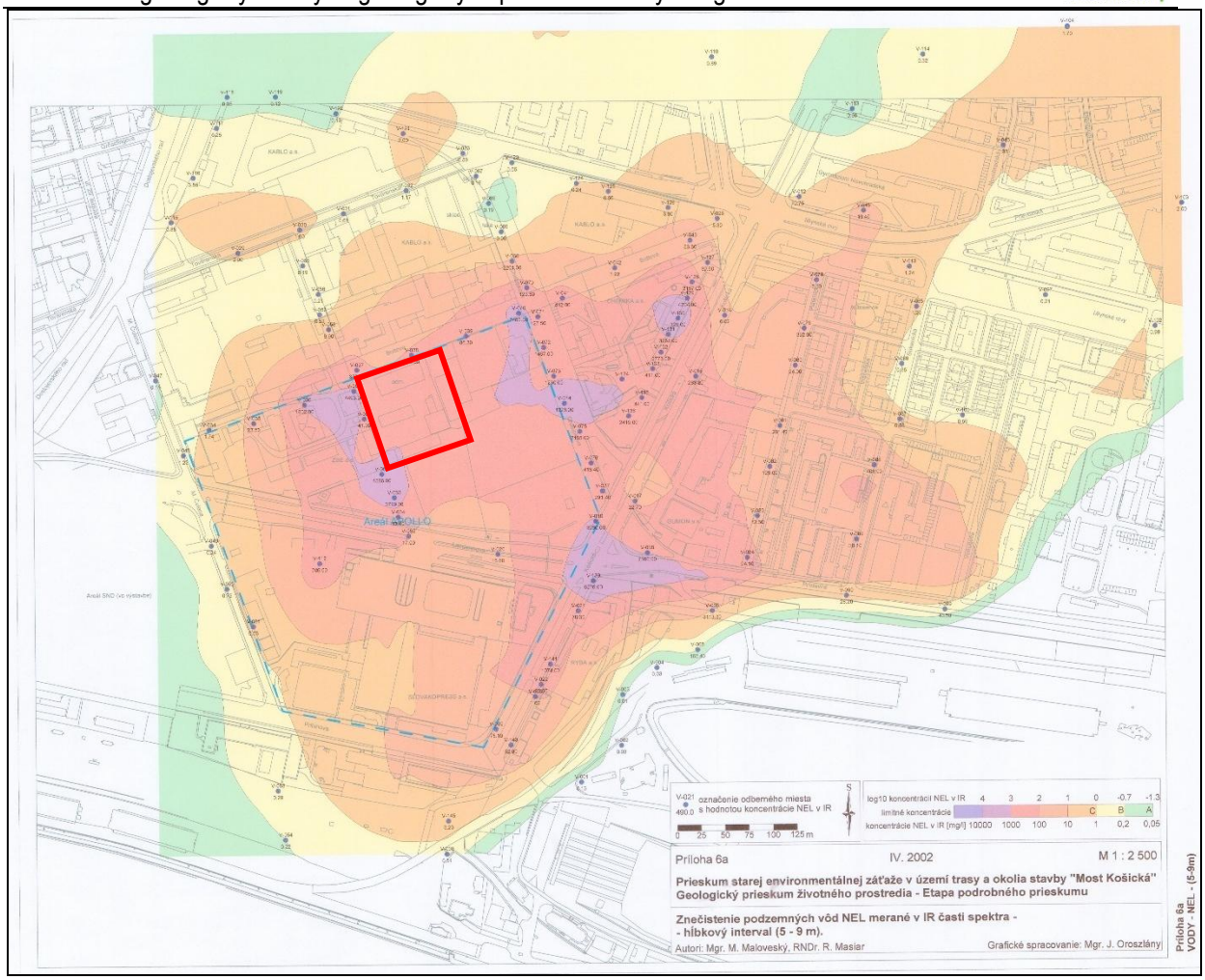
Územie v okolí križovatky dnešnej Landererovej a Košickej ulice bolo priemyselne využívané od roku 1896, kedy bola spustená prevádzka bývalej ropnej rafinérie Apollo. Výroba prebiehala nepretržite až do roku 1944, keď v dôsledku bombardovania bola väčšina

výrobných prevádzok vážne poškodená alebo úplne zničená a došlo k masívnemu úniku ropy a ropných produktov do horninového prostredia a podzemnej vody. V širšej oblasti prebiehala v minulosti rozsiahla priemyselná (najmä chemická) činnosť (napr. podniky Chemika, Kablo, Gumon, MG Tatragas), ktorá bola príčinou únikov znečisťujúcich látok do horninového prostredia a následne aj do podzemnej vody.

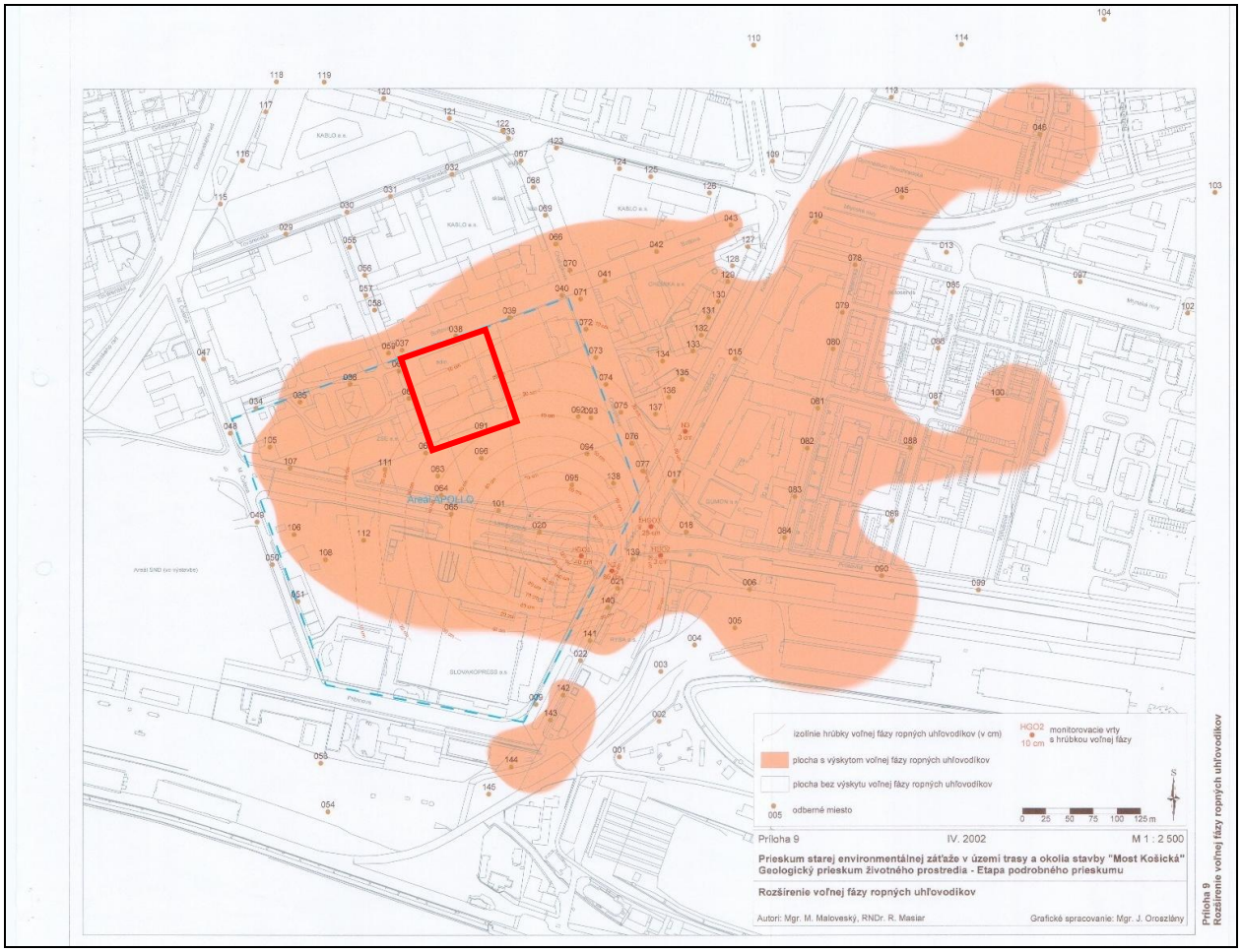


Obrázok 6: Obsah NEL v zeminách v úrovni 6-9 m v roku 2002 (Maloveský et al., 2002)

Starú záťaž predstavuje na predmetnom území prítomná kontaminácia horninového prostredia a podzemných vôd ropnými látkami v dôsledku bombardovania rafinérie Apollo v závere II. svetovej vojny. Kontaminačný mrak, spôsobený ropnými látkami na predmetnom území je znázornený na obr. 6. Kontaminácia je znázornená v úrovni 6,0-9,0m pod terénom. Obrázok 7 a 8 znázorňuje kontamináciu podzemnej vody na lokalite ropnými látkami a voľnú fázu ropných látok. Rozsah kontaminácie ropnými látkami vo vertikálnom profile je viazaný na úroveň cca 1,5-2,0m pod terénom až po úroveň cca 9,0 – 10,0m pod terénom. Prvý horizont 0,0 – 1,5m je tvorený navážkou, ktorá vznikla po bombardovaní rafinérie a tento horizont nie je kontaminovaný.



Obrázok 7: Obsah NEL v podzemnej vode v úrovni 5-9 m v roku 2002 (Maloveský et al., 2002)



Obrázok 8: Rozšírenie voľnej fázy ropných látok v roku 2002 (Maloveský et al., 2002)

4.6 CHARAKTERISTIKA ČASTÍ ÚZEMÍ CHRÁNENÝCH OSOBITNÝMI PREDPISMI

Z hľadiska ochrany prírody je územie „nová budova ZSE“ nie je chráneným územím v zmysle *zákona č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny* v znení neskorších predpisov, nezasahuje do chráneného územia európskeho významu (NATURA 2000) ani chráneného vtáčieho územia. Platí tu 1. stupeň ochrany – všeobecná ochrana prírody.

5 REALIZÁCIA VRTOV PRE TEPELNÉ ČERPADLÁ ZEM – VODA

5.1 REALIZÁCIA VRTOV V GEOLOGICKOM PROSTREDÍ

Na základe geologickej mapy územia (obr.3) a archívnych materiálov je možné konštatovať, že lokalita „nová budova ZSE“ do úrovne 150,0 m je budovaná:

- v prvom horizonte fluviálnymi sedimentmi a to piesčitými štrkmi. Tento horizont na základe prieskumov na lokalite je do hĺbky cca 13,0m-15,0m
- v podloží týchto sedimentov sa budú nachádzať neogénne sedimenty v záujmovom území zastúpené ílovito-piesčitými sedimentmi panónu, pričom vrstevný sled je laterálne a vertikálne veľmi premenlivý (tabuľka 6)

Tabuľka 6 Profil inžinierskogeologického vrtu V-1 z predmetnej lokality

Litologický popis sondy V-1					136,880
hĺbka pod terénom		litologický popis hornín	symb.	trieda	m n.m.
0,00 - 0,35	m p. t.	- betón - zásyp	Y		136,530
0,35 - 3,10	m p. t.	- navážka - tmavohnedá hlina, štrk, kameň, inertný stavebný odpad	Y		133,780
3,10 - 4,40	m p. t.	- silt piesčitý, tuhá konzistencia, svetlosivý	MS	F3	132,480
4,40 - 5,20	m p. t.	- štrk zle zrnený, veľkosť valúnov 0,5-1-3 cm, obsah piesku cca 30%, kyprý, tmavosivý, znečistený RL	GP	G2	131,680
5,20 - 8,20	m p. t.	- štrk zle zrnený, veľkosť valúnov0,5-1-3-5 cm, obsah piesku cca 30-35%, stredne uľahnutý, tmavosivý, znečistený RL	GP	G2	128,680
8,20 - 10,30	m p. t.	- štrk zle zrnený, veľkosť valúnov 0,5-1-3, ojedinele do 7 cm, obsah piesku cca 30%, stredne uľahnutý, tmavosivý, znečistený RL	GP	G2	126,580
10,30 - 12,00	m p. t.	- štrk zle zrnený, veľkosť valúnov 0,5-1-3 cm, obsah piesku cca 35%, stredne uľahnutý, hnedý	GP	G2	124,880
12,00 - 13,50	m p. t.	- piesok s prímesou jemnozrnnej zeminy, s valúnmi štrku do 1-3 cm, stredne uľahnutý, svetlohnedý	S-F	S3	123,380
13,50 - 14,60	m p. t.	- štrk zle zrnený, veľkosť valúnov 1-3-5 cm, obsah piesku cca 35%, stredne uľahnutý, hnedý	GP	G2	122,280
14,60 - 18,20	m p. t.	- silt so strednou plasticitou, pevná konzistencia, svetlosivý	Ml	F5	118,680
18,20 - 19,30	m p. t.	- piesok ílovitý, svetlosivý	SC	S5	117,580
19,30 - 20,50	m p. t.	- íl s veľmi vysokou plasticitou, tvrdá konzistencia, tmavosivý	CV	F8	116,380
20,50 - 20,90	m p. t.	- silt piesčitý, pevná konzistencia, svetlosivý	MS	F3	115,980
20,90 - 24,10	m p. t.	- íl so strednou plasticitou, tvrdá konzistencia, tmavosivý	Cl	F6	112,780
24,10 - 25,70	m p. t.	- silt piesčitý, pevná konzistencia, tmavosivý	MS	F3	111,180
25,70 - 27,20	m p. t.	- íl so strednou plasticitou, tvrdá konzistencia, tmavosivý	Cl	F6	109,680
27,20 - 27,80	m p. t.	- íl piesčitý, tvrdá konzistencia, tmavosivý	CS	F4	109,080
27,80 - 28,90	m p. t.	- silt so strednou plasticitou, tvrdá konzistencia, tmavosivý až čierny	Ml	F5	107,980
28,90 - 29,40	m p. t.	- íl piesčitý, tvrdá konzistencia, tmavosivý	CS	F4	107,480
29,40 - 32,00	m p. t.	- íl s vysokou plasticitou, tvrdá konzistencia, tmavosivý	CH	F8	104,880

Na lokalite bude realizovaných 40 vrtov x 120-150m

Pre realizáciu vrtov pre tepelné čerpadlá zem-voda odporúčame systém vŕtania:

- prepaženie 1.horizontu tvoreného kvartérnymi sedimentmi do úrovne cca 13,0-15,0m
- vŕtanie v intervale 15,0-150,0m systémom valivého dláta s výplachom

5.2 PROJEKTOVANÉ PARAMETRE VRTOV

V1 – V40 plánovaný hĺbkový vrt pre tepelné čerpadlá, hĺbka vrtu od povrchu stavebnej pláne 150 m, vŕtaný priemer cca 125-140 mm

- vystrojenie vrtu: dvojokruhové, materiál vystrojenia PE 100 RC,
- dimenzia vystrojenia. 4 x Ø 32 x 3,0 mm, SDR11, PN16
- vystrojenie vrtu a smerovými šípkami prietoku pre zamedzenie rizika skratovania okruhu
- bezpečnostné separačné jímka proti zaneseniu U-kolena
- kovové liatinové závažie pre ľahké zapustenie sondy
- redukcia počtu vetiev 2 x Ø 32 → 1 x Ø 40 mm
- tlaková injektáž vrtu ekologickou injektážnou zmesou GeoFlow s tep. vodivosťou min. 2,0 W/mK

5.3 ČASOVANIE A ENVIRONMENTÁLNE DOPADY REALIZÁCIE TECHNOLÓGIE TEPELNÝCH ČERPADIEL SYSTÉMU ZEM – VODA

5.3.1 Etapizácia vrtných prác

Vrtné práce budú realizované buď v utesnenej stavebnej jame po odťažení kontaminovaného horninového prostredia a odčerpaní podzemnej vody pod základovú škáru alebo z pláne pred začatím samotnej stavebnej činnosti. Spôsob realizácie vrtných prác vyplynie časovej optimalizácie stavebných procesov. Cieľom optimalizácie bude navoliť spôsob, ktorý najmenej zdrží samotnú výstavbu a umožní plynulú realizáciu 40 vrtov.

5.3.2 Technológia vŕtania

- vrty v kvartérnom horizonte budú realizované systémom prepažovania, pažiacimi kolónami do úrovne neogénnych podložných horizontov, do ktorých budú tieto votknuté
- s kontaminovaným návrtom z kvartérneho horizontu bude nakladané ako s nebezpečným odpadom a tak bude aj likvidovaný v prípade vŕtania zo základovej jamy ako aj z pláne
- následne v neogénom horizonte budú vrtné práce realizované systémom rotačného dláta s použitím bentonitového výplachu (cirkulačné médium, ktoré tesní a drží steny vrtu a vynáša návrt). Bentonitový výplach tesní aj tlakové horizonty podzemnej vody, viazané na priepustné polohy pieskov prípadne štrkov (kolektory podzemnej vody)
- po dovŕtaní na požadovanú úroveň bude vrt vystrojený dvojokruhovým obehovým kolektorom z materiálu PE 100 RC pre tepelné čerpadlá, ktorý je uzavretý a jeho úlohou je distribuovať teplo (prijímať a odovzdávať teplo z horninového prostredia podľa ročného obdobia a potreby chladiť a vykurovať objekty)
- vrt bude utesnený tlakovou injektážou vrtu - ekologickou injektážnou zmesou GeoFlow s tep. vodivosťou min. 2,0 W/mK. Injektáž slúži na zabezpečenie optimálneho prestupu tepla do kolektoru z materiálu PE 100 RC a taktiež slúži k blokácii tlakových podzemných vôd, ktoré by ináč vytekali pozdĺž osadených kolektorov. Tlaková injektáž je tvorená inertným certifikovaným materiálom bez vplyvu na zmenu kvality podzemnej vody
- po vystrojení a injektovaní vrtu bude pažiaca kolóna, držiaca steny vrtu v kvartérnych horizontoch odstránená
- kolektor z materiálu PE 100 RC bude otestovaný tlakovou skúškou, ktorá preukáže jeho tesnosť

5.3.3 Vplyv vrtných prác na geologické a hydrogeologické prostredie

Vrtné práce nebudú mať negatívny vplyv na kvalitu kvartérnych a neogénnych podzemných vôd z nasledovných dôvodov:

- kontaminovaný prvý kvartérny horizont, tvorený dunajskými štrkopieskami bude prepažený do úrovne nepriepustných podložných neogénnych ílov
- návrt z kontaminovaných štrkopieskov bude likvidovaný ako nebezpečný odpad
- neogénne horizonty budú vŕtané systémom rotačného dláta s použitím bentonitového výplachu, ktorý nebude v kontakte so žiadnym kontaminantom (prepažený prvý horizont)

- neogénne sedimenty sú budované piesčitými a štrkovými kolektormi podzemnej vody ktoré sú tlakové a za žiadnych okolností nemôžu byť transportným médiom prenosu kontaminácie ropnými látkami do podložia – za každých okolností prúdia nahor.
- na lokalite bola dokumentovaná výhradne kontaminácia ropnými látkami, ktoré sú ľahšie ako voda a aj z tohto dôvodu nemôžu byť transportované do podložia
- vrty budú utesnené (injektované) zmesou, zabezpečujúcou optimálny prestup tepla a utesnenie tlakových podzemných vôd z neogénnych kolektorov

5.3.4 Prevádzka tepelných čerpadiel zem – voda

Systém tepelných čerpadiel zem – voda bude mať duplexný chod, to znamená že bude slúžiť na kúrenie v zimných mesiacoch a chladenie v letných mesiacoch. Systém je dimenzovaný na zachovanie teplotného režimu v geologickom prostredí, ktorý umožní jeho dlhodobé využívanie. V prípade prehriatia alebo podchladenia prostredia systém stráca účinnosť. Priemerná energetická využiteľnosť tepelných čerpadiel zem – voda je 5 W/1m.

5.4 LEGISLATÍVNE USMERNENIE

Usmernenie generálneho riaditeľa sekcie vôd Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky o tepelných čerpadlách a pôsobnosti orgánov štátnej vodnej správy z Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, Sekcia vôd, Číslo: 2/2020-4, Bratislava, 08.01.2020, **Čl. 4 Tepelné čerpadlá, ktoré odoberajú/ukladajú teplo z/do horninového prostredia a podzemnej vody použitím vrtu, pričom sa podzemná voda neodoberá ani nečerpá, zhodnotiť geologické a hydrogeologické prostredie lokality.**

(1) Tepelné čerpadlo odoberá tepelnú energiu z horninového prostredia a z podzemnej vody použitím vertikálneho vrtu, v ktorom je umiestnené v uzatvorených trubkách cirkulujúce médium, pomocou ktorého sa odoberá tepelná energia horninového prostredia a podzemnej vody, resp. v prípade chladenia objektu sa tepelná energia odvádza do horninového prostredia a podzemnej vody. Pri tomto type tepelného čerpadla sa nevyžaduje povolenie orgánu štátnej vodnej správy podľa § 21 ods. 1 vodného zákona, ale je potrebný súhlas podľa § 27 ods. 1 písm. g) vodného zákona. K vydaniu súhlasu si orgán štátnej vodnej správy vyžiada od žiadateľa hydrogeologický posudok vypracovaný oprávnenou osobou v zmysle § 4 geologického zákona.

(2) Vrty realizované pri vykonávaní geologických prác nie sú vodnými stavbami a nepovoľuje ich orgán štátnej vodnej správy. Orgán štátnej vodnej správy dáva vyjadrenie podľa § 28 ods. 2 písm. h) vodného zákona ku geologickým prácam a zemným prácam, ktoré sú vykonávané na inundačných územiach a v ochranných pásmach vodárenských zdrojov. Ak budú vrty pre tento typ tepelného čerpadla umiestnené v inundačnom území a v ochrannom pásme vodárenského zdroja, orgán štátnej vodnej správy vydáva súhlas podľa § 27 ods. 1 písm. a) a podľa § 27 ods. 1 písm. g) vodného zákona.

(3) Podľa § 12 písm. i) vyhlášky č. 89/1988 Zb. sa jednotlivo ohlasuje strojové vŕtanie studní s hĺbkou väčšou ako 30 m, pričom podľa § 10 ods. 1 tejto vyhlášky organizácia (ktorá vykonáva danú činnosť) ohlasuje banskú činnosť a činnosť vykonávanú banským spôsobom obvodnému banskému úradu.

Na základe zisťovania v predkladanom hydrogeologickom posudku neboli identifikované žiadne skutočnosti, ktoré zabraňujú realizácii vrtov pre tepelné čerpadlá zem-voda v počte 40 vrtov x 120-150m na lokalite „nová budova ZSE“ Bottova ulica v meste Bratislava.

6 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY A INÝCH ZDROJOV

Antal, J., Antal, M., Kovács, T., Scherer, S., Tatarková, V., Tóth, R., 2017: ISTER TOWER, geologický prieskum životného prostredia, záverečná správa s analýzou rizika. Hydrant, s.r.o. Bratislava.

Antal, J., Antal, M., 2018: APOLLO RESIDENCE, zdroj podzemnej vody pre tepelné čerpadlo voda – voda. Záverečná správa z hydrogeologického prieskumu. Hydrant, s.r.o. Bratislava.

Auxt, A., Šuchová, M., Murín, M., Drastichová, I., Murínová, M., 2002: Ekologické riešenie priestoru Košická-Landererova v Bratislave. Sanácia ekologickej záťaže v širšom priestor priemyselnej zóny bývalej rafinérie Apollo v Bratislave. Čiastková úloha: Riziková analýza (hodnotenie rizika). HES-Comgeo spol. s r.o. Banská Bystrica. Manuskript.

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)

Dobrovoda, P., Žitňan, M., 2018: Bratislava Bottova ZSE prieskumné práce, AGaudit, Bratislava

Mészárosová, Z., Schwarz, J., 2012: Polyfunkčná stavba Twin City – južná časť. Doplňujúci geologický prieskumu životného prostredia na lokalite a analýza rizika. ENVIGEO, a.s. Banská Bystrica.

Mészárosová Z., Masiar R., 2012: Polyfunkčná stavba Twin City – južná časť – analýza rizika. ENVIGEO, a.s. Banská Bystrica.

Vass, D., Began, A., Gross, P., Kahan, Š., Köhler, E., Krystek, I., Lexa, J., Nemčok, J., 1988: Regionálne geologické členenie Západných Karpát a severných výbežkov panónskej panvy na území ČSSR. Slov. geol. Úrad Bratislava, GÚDŠ Bratislava.

Vaškovský, I., 1984: Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 25 000 „ Veľká Bratislava-juh“. Manuskript. GÚDŠ Bratislava.

Vaškovský, I., Kohút, M., Nagy, A., Plašienka, D., Putiš, M., Vaškovská, E., Vozár, J. 1987: Stručné vysvetlivky ku geologickej mape 1:25 000 Veľká Bratislava – sever (prvý variant). GÚDŠ Bratislava.

Vaškovský, I., Kohút, M., Nagy, A., Plašienka, D., Putiš, M., Vaškovská, E., Vozár, J., 1988: Geologická mapa Bratislavy a okolia, 1: 25 000. SGÚ - GÚDŠ, Bratislava.

Žitňan, M., Zervanová, J., Jurkovič, Ľ., Šottník, P. 2016: Geologický prieskum oblasti Čulenova – LP2, Bratislava. Aqua-Geo, s.r.o. Bratislava.

Žitňan, M., Jurkovič, Ľ., Šottník, P., Zervanová, J., 2018: Geologický prieskum oblasti Čulenova - New City Centre, IV. obytná veža, Bratislava, záverečná správa s analýzou rizika znečisteného územia, podrobný GP ŽP. AQUA-GEO Bratislava.

služby v oblasti environmentálnej akustiky

EnA CONSULT Topoľčany, s.r.o., 956 12 Preseľany 565
akustika.sk@gmail.com ena@enaconsult.sk
tel: 0907 561938 www.enaconsult.sk

AKUSTICKÁ ŠTÚDIA

č. 23-091-s/2

POLYFUNKČNÝ KOMPLEX EHQ Bratislava

investor: *EHQ s.r.o., Plynárenská 7/C, 821 09 Bratislava*

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

vypracoval: *Ing. Vladimír Plaskoň*

autorizačne overil: *Ing. Richard Komanovič (5565*I1)*

január, 2024

O B S A H

1. ÚVOD 4
2. POŽIADAVKY 4
3. SITUÁCIA A POPIS ZÁMERU 6
4. HLUK VO VONKAJŠOM PROSTREDÍ – SÚČASNÝ STAV 8
5. PREDIKCIA HLUKU Z DOPRAVY 11
6. HLUK ZO STACIONÁRNYCH ZDROJOV 26
7. HLUK VO VNÚTORNOM PROSTREDÍ BUDOV 28
7.1. HLUK PRENIKAJÚCI Z VONKAJŠIEHO PROSTREDIA 28
7.2. HLUK PRENIKAJÚCI Z VNÚTORNÉHO PROSTREDIA BUDOV 29
8. VPLYV VÝSTAVBY AREÁLU NA OKOLIE 30
9. ZÁVER 31
REFERENCIE 32

Spracovateľ štúdie Ing. Vladimír Plaskoň je zapísaný pod č. 421/2006 – OPV do zoznamu odborne spôsobilých osôb na posudzovanie vplyvov činností na životné prostredie podľa §65 ods. 4 zák. NR SR č. 24/2006 Z.z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v odbore činností 2z „hluk a vibrácie“ a je držiteľom osvedčenia o odbornej spôsobilosti na meranie hluku v životnom a pracovnom prostredí č. OOD/7360/2009 v zmysle ustanovenia § 15 a § 16 zákona č. 355/2007 Z.z o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia v znení neskorších predpisov.

Podľa Čl. XXXV zákona č. 136/2010 Z. z. o službách na vnútornom trhu a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov sa mení a dopĺňa § 63a zákona č. 355/2007 Z.z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov takto:

Osvedčenia o odbornej spôsobilosti ***udelené a platné do 31. mája 2010*** *sa považujú za osvedčenia udelené* ***na neurčitý čas.***

Všetky práva k využitiu si vyhradzuje EnA CONSULT Topoľčany, s.r.o., spoločne so zadávateľom. Výsledky obsiahnuté v dokumentácii sú duševným vlastníctvom spoločnosti EnA CONSULT Topoľčany, s.r.o., Ich verejná publikácia a ďalšie využitie nad rámec pôvodného účelu alebo odovzdanie tretej osobe je viazané na súhlas spracovateľa.

Používané značky a skratky

L_{Aeq}	- ekvivalentná hladina hluku (dB)
$L_{Aeq,t}$	- ekvivalentná hladina hluku v časovom intervale *t* (dB)
$L_{Aeq,p}$	- prípustná ekvivalentná hladina hluku (dB)
L_{Amax}	- maximálna hladina hluku (dB)
$L_{Amax,t}$	- maximálna hladina hluku v časovom intervale *t* (dB)
$L_{Amax,p}$	- prípustná maximálna hladina hluku (dB)
$L_{A,min}$	- minimálna hladina akustického tlaku (dB)
$L_{A,N}$	- N percentná ekvivalentná hladina hluku - percentil (dB)
L_{feq}	- ekvivalentná hladina hluku vo frekvenčnom pásme (dB)
$L_{R,Aeq}$	- posudzovaná ekvivalentná hladina A zvuku (dB)
L_{WA}	- hladina akustického výkonu (dB)
L'_{WA}	- hladina zdanlivého (fiktívneho) akustického výkonu (dB)
U	- rozšírená neistota merania (dB)
K_T	- korekcia na tónový charakter hluku (dB)
K_I	- korekcia na impulzný charakter hluku (dB)
K_P	- korekcia na vplyv hlukového pozadia (dB)
R_w	- vzduchová nepriezvučnosť (dB)
R'_w	- stavebná vzduchová nepriezvučnosť (dB)
$D_{nT,w}$	- stupeň štandardizovanej zvukovej izolácie (dB)

M1, M2,...	- meracie miesta
V1, V2,...	- výpočtové body, v ktorých bola posudzovaná akustická situácia
RD	- rodinný dom
BD	- bytový dom
IBV	- individuálna bytová výstavba
n.NP	- *n*-té nadzemné podlažie
UPD	- územnoplánovacia dokumentácia
SSC	- Slovenská správa ciest
OA	- osobný automobil (do 3,5 t)
NA	- nákladný automobil (nad 3,5 t)
VS	- vlaková súprava
PH	- prípustná hodnota
TZB	- technické zabezpečenie budovy
VZT	- vzduchotechnika

1. Úvod

Štúdia je vypracovaná na základe požiadavky spracovateľa projektovej dokumentácie na posúdenie akustickej situácie v dotknutom území po výstavbe nového polyfunkčného areálu s funkciou bývania a administratívy pre účely zákona [1]. Predmetom posúdenia je vplyv hluku z dopravy na vonkajšie chránené prostredie pred oknami obytných miestností navrhovanej stavby a vplyv navrhovanej činnosti na jestvujúce vonkajšie chránené prostredie.

Táto štúdia v plnom rozsahu nahrádza pôvodnú akustickú štúdiu č 23-091-s zo dňa 21.11.2023, ktorú rozširuje o posúdenie vplyvu hluku zo samotnej prevádzky statickej dopravy, vjazdov, výjazdov z podzemných garáží s prístupovými trasami na súvisiace chránené prostredie. Štúdia zároveň preukazuje súlad s čl. 1.9 prílohy vyhlášky [2] vo vzťahu predikovaných hodnôt hluku k priľahlému vonkajšiemu chránenému prostrediu v blízkosti navrhovaných objektov.

2. Požiadavky

Podľa vyhlášky [2] určujúcou veličinou hluku pri hodnotení vo vonkajšom prostredí je ekvivalentná hladina A zvuku L_{Aeq} pre deň (6^{00}-18^{00} h), večer (18^{00}-22^{00} h) a noc (22^{00}-6^{00} h). Prípustné hodnoty sa vzťahujú na priestor mimo budov, na miesta, ktoré ľudia používajú dlhodobo alebo opakovane, ďalej na priestor pred fasádami obytných miestností s oknom, učební a budov vyžadujúcich tiché prostredie. Prípustné hodnoty ekvivalentných hladín A hluku podľa kategórie územia uvádza tabuľka č. 1.

Kategória	Opis chráneného územia	Ref. čas. inter.	Prípustné hodnoty [a] (dB)				
			Hluk z dopravy				Hluk z iných zdrojov
			Pozemná a vodná doprava [b] [c]	Železničné dráhy [c]	Letecká doprava		
			$L_{Aeq,p}$	$L_{Aeq,p}$	$L_{Aeq,p}$	$L_{ASmax,p}$	$L_{Aeq,p}$
I.	Územie s osobitnou ochranou pred hlukom, napr. kúpeľné miesta, kúpeľné a liečebné areály.	deň večer noc	45 45 40	45 45 40	50 50 40	- - 60	45 45 40
II.	Priestor pred oknami obytných miestností bytových a rodinných domov, priestor pred oknami chránených miestností školských budov, zdravotníckych zariadení a iných chránených objektov, [d] rekreačné územie.	deň večer noc	50 50 45	50 50 45	55 55 45	- - 65	50 50 45
III.	Územie ako v kategórii II v okolí diaľnic, ciest I.a II. triedy, miestnych komunikácií s hromadnou dopravou, železničných dráh a letísk, mestské centrá.	deň večer noc	**60** **60** **50**	60 60 55	60 60 50	- - 75	50 50 45
IV.	Územie bez obytnej funkcie a bez chránených vonkajších priestorov, výrobné zóny, priemyselné parky, areály závodov.	deň večer noc	70 70 70	70 70 70	70 70 70	- - 95	70 70 70

a) Prípustné hodnoty platia pre suchý povrch vozovky a nezasnežený terén
b) Pozemná doprava je doprava na pozemných komunikáciách vrátane električkovej dopravy.
c) Zastávky miestnej hromadnej dopravy, autobusovej, železničnej, vodnej dopravy a stanovištia taxi-služieb, určené pre nastupovanie a vystupovanie osôb sa hodnotia ako súčasť dopravy.
d) Prípustné hodnoty pred fasádou nebytových objektov sa uplatňujú v čase ich používania, napr. školy počas vyučovania a pod.

Tabuľka č. 1: Prípustné hladiny hluku v závislosti od kategórie chráneného územia

Určujúcimi veličinami hluku vo vnútornom prostredí budov sú ekvivalentná hladina a zvuku pre zvuk doliehajúci z vonkajšieho prostredia alebo maximálna hladina a zvuku pre hluk z vnútorných zdrojov budovy pre deň (6^{00}-18^{00} h), večer (18^{00}-22^{00} h) a noc (22^{00}-6^{00} h). Prípustné hodnoty sa vzťahujú na chránený vnútorný priestor budov, v ktorom sa zdržiavajú ľudia trvale alebo opakovane dlhodobo. Určujú sa za podmienok, ktoré možno predpokladať pri obvyklom používaní miestnosti (napr. zabezpečenie vetrania). Prípustné hodnoty maximálnych resp. ekvivalentných hladín a hluku podľa kategórie chráneného priestoru uvádza tabuľka č.2:

kateg.	opis chráneného vnútorného priestoru	referenčný časový interval	prípustné hodnoty hluku (dB)	
			z vnútorných zdrojov $L_{Amax,p}$	z vonkajšieho prostredia $L_{Aeq,p}$
A	Nemocničné izby, ubytovanie pacientov v kúpeľoch	deň večer noc	35 30 25 a)	35 30 25
B	Obytné miestnosti, ubytovne, domovy dôchodcov, škôlky a jasle b)	deň večer noc	40 40 30 a)	40 c) 40 c) 30 c)
			$L_{Aeq,p}$	
C	Učebne, posluchárne, čitárne, študovne, konferenčné miestnosti, súdne siene	počas používania	40	40
D	Miestnosti pre styk s verejnosťou, informačné strediská,	počas používania	45	45
E	Priestory vyžadujúce dorozumievania rečou, napr školské dielne, čakárne, vestibuly	počas používania	50	50

a) Posudzovaná hodnota pre impulzový hluk, ktorý vzniká činnosťou osobných výťahov sa stanovuje pripočítaním korekcie K=(-7) dB pre noc
b) Prípustné hodnoty pre škôlky a jasle sa uplatňujú v čase ich používania
c) Posudzovaná hodnota pre hluk z dopravy v kategórii územia III sa stanovuje pripočítaním korekcie K= (-5) dB

Tabuľka 2: Najvyššie prípustné hladiny vnútorného hluku v závislosti od druhu chráneného priestoru

Požiadavky na zvukovú izoláciu obvodového plášťa budov definované v norme [5] v závislosti od druhu chránenej miestnosti a hladiny vonkajšieho hluku uvádza tabuľka č. 3

Požadovaná zvuková izolácia obvodového plášťa v hodnotách R'_w alebo $D_{nT,w}$ (dB)							
Druh chráneného vnútorného priestoru	Ekvivalentná hladina a zvuku v **dennom čase** vo vzdialenosti 2 m pred fasádou $L_{Aeq,2m}$ (dB)						
	≤ 50	> 50	> 55	> 60	> 65	> 70	>75
		≤ 55	≤ 60	≤ 65	≤ 70	≤ 75	≤ 80
Obytné miestnosti bytov, izby v ubytovniach, hoteloch a penziónoch, internáty a p.	30	30	30	33	38	43	48
Nemocničné izby	30	30	33	38	43	48	(53)
Druh chráneného vnútorného priestoru	Ekvivalentná hladina a zvuku **vo večernom čase** vo vzdialenosti 2 m pred fasádou $L_{Aeq,2m}$ (dB)						
	≤ 50	> 50	> 55	> 60	> 65	> 70	>75
		≤ 55	≤ 60	≤ 65	≤ 70	≤ 75	≤ 80
Obytné miestnosti bytov, izby v ubytovniach, hoteloch a penziónoch, internáty a p.	30	30	30	33	38	43	48
Nemocničné izby	30	33	38	43	48	(53)	(58)
Druh chráneného vnútorného priestoru	Ekvivalentná hladina a zvuku v **nočnom čase** vo vzdialenosti 2 m pred fasádou $L_{Aeq,2m}$ (dB)						
	≤ 40	> 40	> 45	> 50	> 55	> 60	> 65
		≤ 45	≤ 50	≤ 55	≤ 60	≤ 65	≤ 70
Obytné miestnosti bytov, izby v ubytovniach, hoteloch a penziónoch, internáty a p.	30	30	30	33	38	43	48
Nemocničné izby	30	30	33	38	43	48	(53)

Tabuľka 3: Požiadavky na zvukovú izoláciu budov v závislosti od vonkajšieho hluku

3. Situácia a popis zámeru

Účelom navrhovanej činnosti je výstavba dvoch solitérne objektov v nadzemnej časti, a to 7-podlažnej administratívnej budovy centrály a nového sídla ZSE a výškovej 19-podlažnej rezidencie s napojením na existujúcu budovu bývalej zámočníckej dielne (býv. Design Factory). Objekty majú prepojený suterén.

Záujmové územie a navrhovaný objekt sa nachádza v širšom centre Bratislavy na východnom okraji katastrálneho územia Starého mesta v intraviláne mesta Bratislava. Územie je známe pod menom Zóna Chalúpkova, kde postupne prebieha transformácia bývalého priemyselného areálu do urbanistickej štruktúry zmiešaných funkcií občianskej vybavenosti, bývania, obchodu a služieb.

Zo severozápadnej strany sú predmetné parcely ohraničené Bottovou ulicou, ktorá je pri zámere ukončená vjazdom do podzemnej garáže komplexu Skypark. Z ostatných strán je územie ohraničené susednými pôvodnými (ZSE) a novopostavenými stavbami (Skypark, Metropolis, Ister), resp. prázdnymi pozemkami pripravenými na výstavbu. Celkový pozemok, ktorý pozostáva z viacerých parciel, je pomerne pravidelný, obdĺžnikového tvaru, s minimálnymi prevýšeniami, z väčšej časti zastavaný existujúcimi budovami a spevnenými plochami. Prístup na pozemok je v severnom rohu zo strany Bottovej ulice a kontrolovaný vstup je aj v južnej časti od existujúcej budovy ZSE. Z juhovýchodnej strany bude zámer ohraničený navrhovanou miestnou obslužnou komunikáciou, ktorá je v riešení a v povoľovacom procese susedného zámeru Ister.

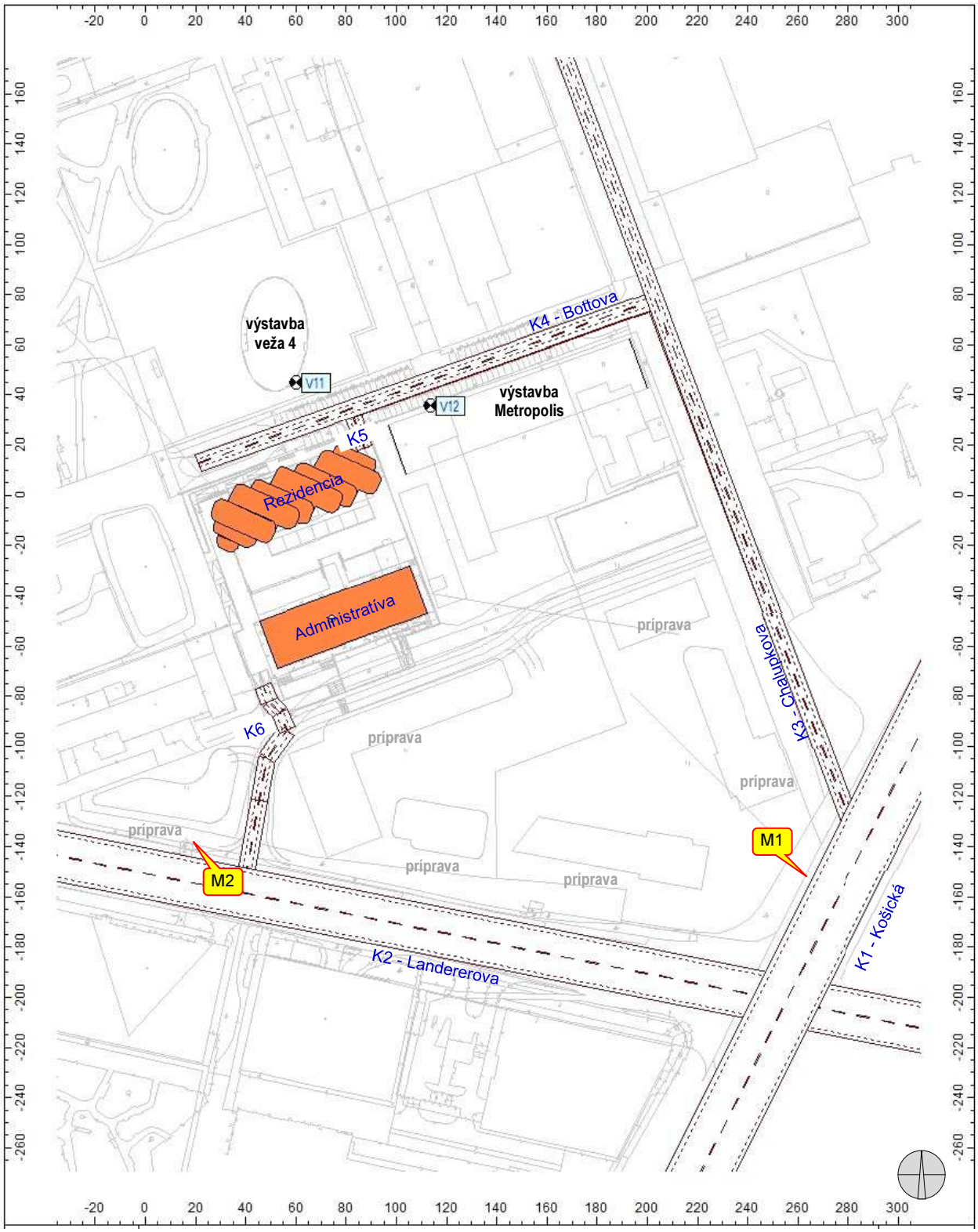
Na parcelách sa nachádzajú existujúce objekty a stavby bývalej zámočníckej dielne (DF, známa ako Design Factory) a budova bývalej technickej vybavenosti energetických závodov ako aj drobné stavby ako oplotenia, múriky, stĺpy a betónové a asfaltové spevnené plochy. Všetky uvedené objekty a stavby budú asanované, okrem budovy zámočníckej dielne, kde sa uvažuje s jej zachovaním v maximálne možnej miere. Územné vzťahy sú zrejmé zo situačnej schémy na obr. 1.

V centrále sú na typických podlažiach situované administratívne priestory, čo tvorí aj prevládajúcu funkciu tejto časti. V strede dispozície je v pozdĺžnom smere umiestnené centrálne vertikálne komunikačné jadro prebiehajúce do posledného podlažia suterénu. Na prízemí a čiastočne aj na 2.NP sú umiestnené rôzne vybavenosti a služby tiež úzko súvisiace s predmetom záujmu budúceho vlastníka stavby. Strešné podlažie je ustúpené a slúži pre pobytovú funkciu zamestnancov ako aj pre umiestnenie technológií potrebných pre prevádzku budovy a naplnenia moderných požiadaviek budúceho vlastníka.

Objekt rezidencie je riešený s prevládajúcou funkciou bývania. Vertikálne komunikačné jadro je taktiež umiestnené v strede dispozície pre maximalizáciu plochy fasády určenej pre bytové priestory. Byty sú umiestnené po celom obvode fasády, každý z bytov má k dispozícii vonkajší priestor v podobe loggie. V rámci partra sú potom umiestňované súvisiace funkcie ako hlavný vstup, vstupná lobby a vyčlenený je priestor aj pre menšie retailové prevádzky. Prevádzkovo sú tieto plochy oddelené od existujúcich priestorov zachovávanej budovy DF, kde sa uvažuje s funkciou galérie resp. podobného zariadenia vhodného pre objekt rezidencie. Strešné podlažie rezidencie je určené pre jej technologickú časť, momentálne uvažované bez prístupu obyvateľov.

Podzemné podlažia sú určené pre potreby parkingu a príslušných komunikácií a rámp, technických priestorov, strojovní, retenčných a akumulačných nádrží a kobiek pre rezidenčnú časť. Konštrukčne sú suterény oddelené deliacou stenou na dve časti pre administratívny a rezidenčný nadzemný objekt . Vzhľadom na to sú navrhované aj dva oddelené vjazdy do garáží: z južnej strany a zo severnej strany z Bottovej ulice, kde pre vjazd je využítá poloha existujúceho vjazdu a brány do nádvoria.

Nároky statickej dopravy pokrýva celkom 392 parkovacích miest, z ktorých 242 náleží potrebám objektu rezidencie a 150 PM objektu centrály.



Obr. 1: Situačná schéma zastavanosti územia,
M1..M2 - miesto merania hluku
V11..V12 – výpočtové bodu jestvujúceho chráneného prostredia

4. Hluk vo vonkajšom prostredí – súčasný stav

Na kalibráciu výpočtového softwaru sa použilo technické kalibračné meranie imisií hluku v definovaných a zaznamenaných podmienkach z archívu spracovateľa štúdie. Kalibrácia výpočtu spočíva v nastavení predikčného programu tak, aby pri rovnakých podmienkach, aké sa vyskytovali pri meraní, program poskytol rovnaké vypočítané hodnoty. Na takúto zhodu má vplyv viacero faktorov (akustická pohltivosť prostredia, odrazové plochy v okolí, povrch vozovky a pod.), ktoré sa zohľadňujú pri kalibrácii výpočtového modelu. Po nastavení programu podľa reálneho merania in-situ tento ďalej už pracuje s oficiálnymi parametrami intenzity a zloženia dopravy. Z uvedeného je zrejmé, že pre kalibráciu je podstatné nastavenie zhody výsledkov reálnych meraní s vypočítanými hodnotami a nie nameraná výška hladín hluku. Z toho dôvodu výsledky kalibračného merania sú určené najmä pre technickú podporu predikčnej metodiky a informatívne opisujú akustický stav daného prostredia v danom čase. Výsledky tohto merania neslúžia pre porovnávanie s prípustnými hodnotami v zmysle príslušnej legislatívy.

Na kalibračné meranie hluku boli použité meradlá určené pre povinné overovanie v zmysle platnej metrologickej legislatívy:

- Zvukový analyzátor Norsonic NOR-140,v.č.1406494, platnosť overenia do 17.1.2024
- Mikrofón Norsonic N-1225, v.č. 227216, platnosť overenia do 17.01.2024
- Mikrofónový kalibrátor RFT 05 000, výr.č.85557, platnosť overenia do 26.09.2024

Meracia sústava zvukomer - mikrofón sa kalibruje pomocou mikrofónového kalibrátora vždy pred začiatkom merania a po skončení merania. Vyhodnotenie merania sa uskutočnilo v počítači pomocou softwarových produktov NOR-XFER 6.0 a NOR-REVIEW 3.1.

V posudzovanom území sa nenachádzajú žiadne výrazné trvalé stacionárne zdroje hluku, ktoré by mohli trvale ovplyvňovať celkovú hladinu hluku vo vonkajšom chránenom prostredí, zdrojom hluku pozadia je dopravný ruch na priľahlých komunikáciách a skupina náhodilých zvukov (rečová komunikácia chodcov, hluk zo staveniska objektov v okolí a pod.). Súčasné hlukové pomery dokumentuje meranie imisií hluku z cestnej dopravy v riešenom území vo vzdialenosti 18 m od osi vozovky Košickej ulice na neregulovanej, nespevnenej parkovacej ploche (merací bod M1) a 12 m od bližšieho okraja vozovky Landerevovej ulice pri oplotení stavebného pozemku (bod M2). Meranie hluku na Bottovej ulici nebolo možné realizovať z dôvodu intenzívnej výstavby na okolitých pozemkoch. Mikrofón vybavený krytom proti vetru bol umiestnený na statíve vo výške 4 m nad úrovňou vozovky, vzorkovacia frekvencia prístroja bola nastavená na 1 s, t.j. počas meracieho intervalu bolo zaznamenaných 3600 hladinových a frekvenčných profilov. Kalibrácia meracej sústavy pred a po meraní nevykazuje odchýlku od menovitej hodnoty kalibrátora väčšiu ako ±0,05 dB. Klimatické podmienky počas merania: teplota vzduchu 22 ^{o}C, prúdenie vzduchu: 0,0-0,8 m.s^{-1}.

Nameraná ekvivalentná hladina a zvuku $L_{Aeq,t}$ reprezentuje energetický priemer všetkých imisných hladín vo vonkajšom prostredí vrátane náhodilých zvukov. Štatistická analýza výskytu zvukových udalostí (percentily) vyjadruje dynamiku meraného zvuku, t.j. vypočítané hladiny hluku, ktoré sú prekročené v N percentách z celkového času hodnotenia. Napr. hodnota $L_{A,95}$ je vypočítaná ekvivalentná hladina a zvuku, ktorá je prekročená v 95 % z celkového času hodnotenia. V uvedených podmienkach merania je možné práve hodnotu $L_{A,95}$ považovať za hladinu hluku pozadia v „tichých“ intervaloch dopravy. Najnižšia dosiahnuteľná minimálna hladina ustáleného hluku v meranom intervale je vyjadrená veličinou $L_{AFmin,t}$. Hodnotiaca hladina hluku L_{Aeq} reprezentuje nameranú ekvivalentnú hladinu hluku zvýšenú o kladnú hodnotu rozšírenej neistoty merania U a o prípadné korekcie na zvláštny charakter zvuku (tónový, impulzný).

EnA CONSULT Topoľčany s.r.o.
Školská 565, 956 12 Preseľany
www.enaconsult.sk

Záznam z merania hluku vo vonkajšom prostredí

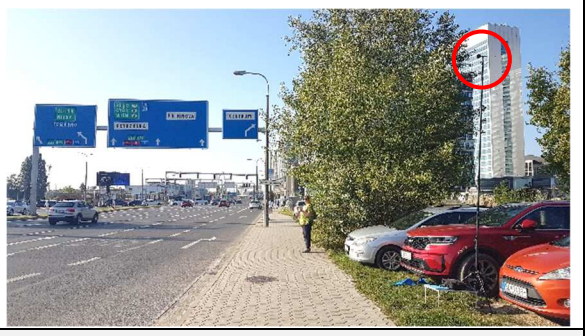
Úsek merania faktorov prostredia

Číslo: **M1** ***Miesto merania:*** vo vzdialenosti 18 m od osi vozovky Košickej ulice

Podmienky merania

Umiestnenie mikrofónu:	4 m nad terénom
Špecifický charakter zvuku:	-
Rozšírená neistota merania:	*U* = 1,4 dB
Prístroj:	NOR-140
Začiatok merania:	26.9.2023 09:21:33
Dĺžka merania:	1:0:0.0
Vzorkovacia perióda:	0:0:1.0
Dátový súbor:	230926_0001.NBF
Merací technik:	Ing. Vladimír Plaskoň

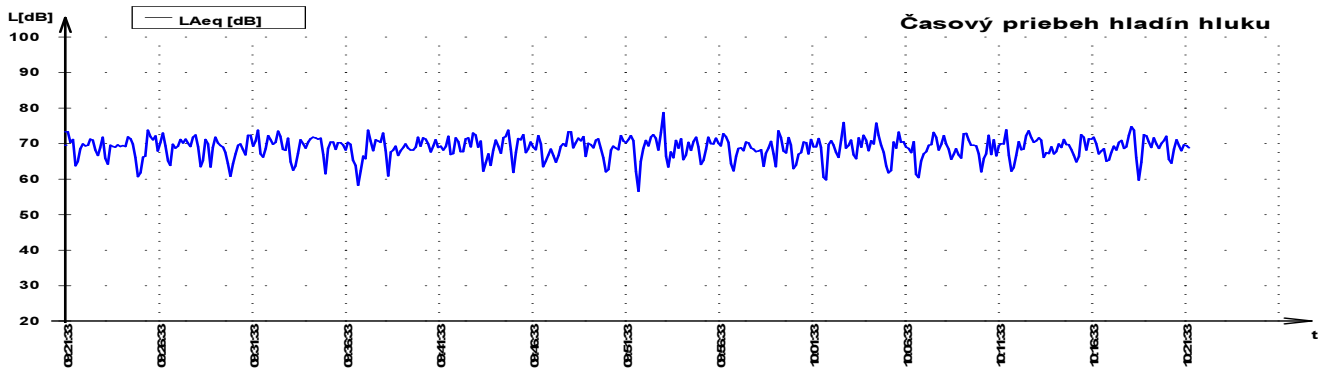
Zdroj hluku: Prejazd 2367 OA + 48 NA /hod



Namerané akustické parametre

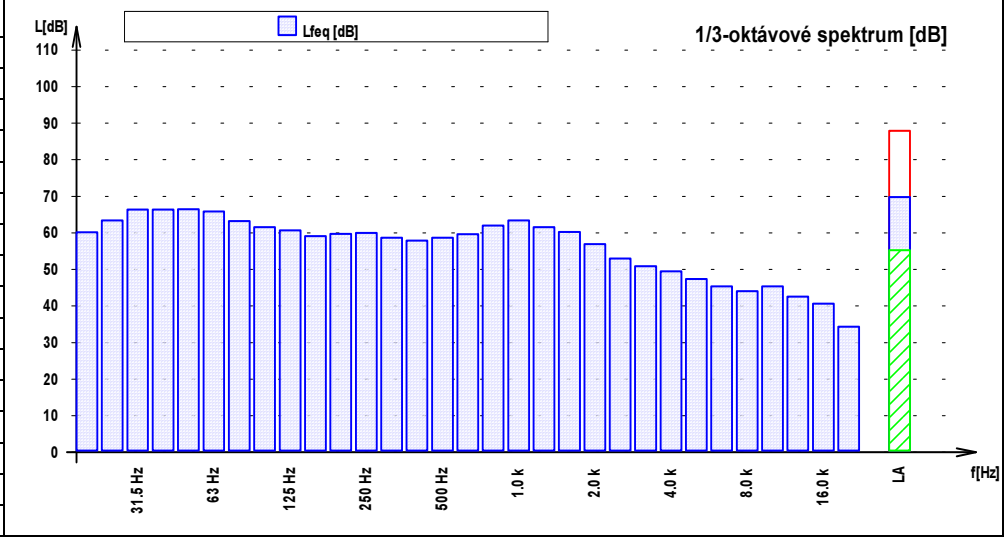
$L_{Aeq,t}$	$L_{AFmax,t}$	$L_{AFmin,t}$	$L_{Aleq,t}$	$L_{A,1}$	$L_{A,5}$	$L_{A,10}$	$L_{A,50}$	$L_{A,90}$	$L_{A,95}$	$L_{A,99}$
69,7	87,9	55,3	70,8	75,4	73,5	72,5	68,8	63,5	61,4	58,9

časový záznam zvuku



frekvenčná analýza

Frekv. [Hz]	$L_{feq,t}$ [dB]	Frekv. [Hz]	$L_{feq,t}$ [dB]
20	60,1	**800**	62,0
25	63,4	**1000**	63,4
31.5	66,3	**1250**	61,6
40	66,3	**1600**	60,3
50	66,4	**2000**	56,9
63	65,8	**2500**	53,0
80	63,2	**3150**	50,9
100	61,5	**4000**	49,4
125	60,7	**5000**	47,3
160	59,1	**6300**	45,3
200	59,7	**8000**	44,0
250	60,0	**10000**	45,4
315	58,7	**12500**	42,6
400	57,9	**16000**	40,6
500	58,6	**20000**	34,3
630	59,6		



EnA CONSULT Topoľčany s.r.o. Školská 565, 956 12 Preseľany www.enaconsult.sk	**Záznam z merania hluku vo vonkajšom prostredí**	EnA CONSULT Úsek merania faktorov prostredia

Číslo: **M2** | ***Miesto merania:*** vo vzdialenosti 12 m od bližšieho okraja vozovky Landererovej ulice

Podmienky merania

Umiestnenie mikrofónu:	4 m nad terénom
Špecifický charakter zvuku:	-
Rozšírená neistota merania:	*U* = 1,4 dB
Prístroj:	NOR-140
Začiatok merania:	7.3.2018 12:31:28
Dĺžka merania:	1:0:0.0
Vzorkovacia perióda:	0:0:1.0
Dátový súbor:	180307_0003.NBF
Merací technik:	Ing. Vladimír Plaskoň

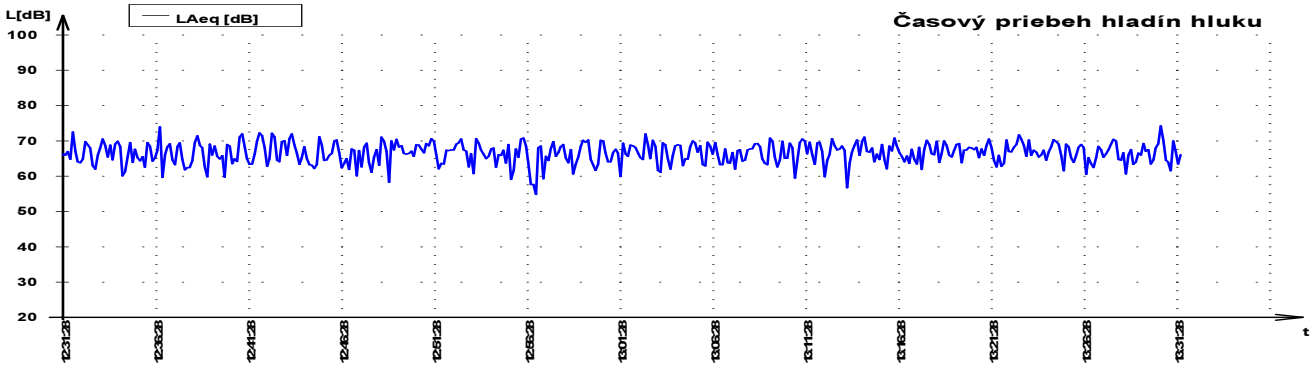
Zdroj hluku: Prejazd 1482 OA + 60 NA /hod



Namerané akustické parametre

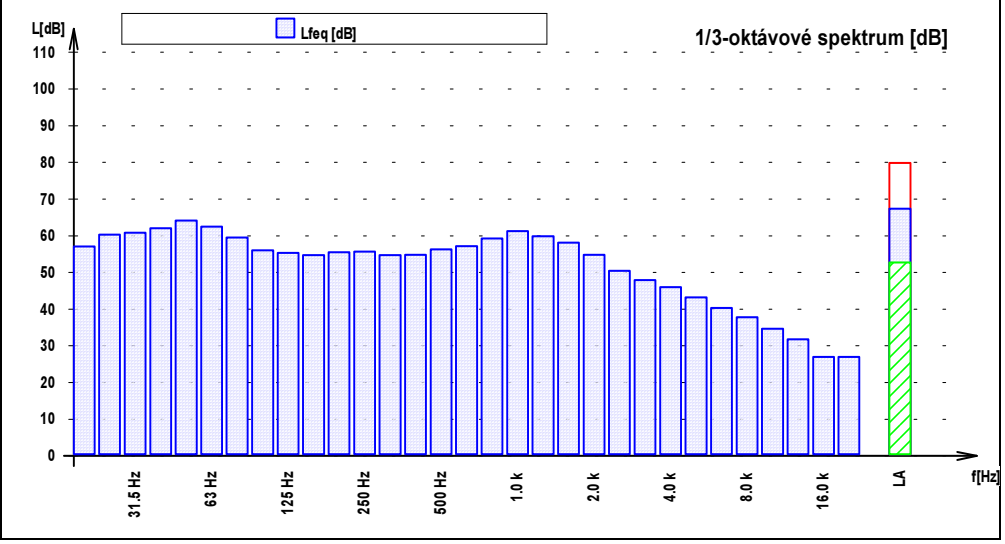
$L_{Aeq,t}$	$L_{AFmax,t}$	$L_{AFmin,t}$	$L_{Aleq,t}$	$L_{A,1}$	$L_{A,5}$	$L_{A,10}$	$L_{A,50}$	$L_{A,90}$	$L_{A,95}$	$L_{A,99}$
67,4	79,8	52,7	68,1	73,3	71,4	70,6	66,1	60,6	58,8	56,6

časový záznam zvuku



frekvenčná analýza

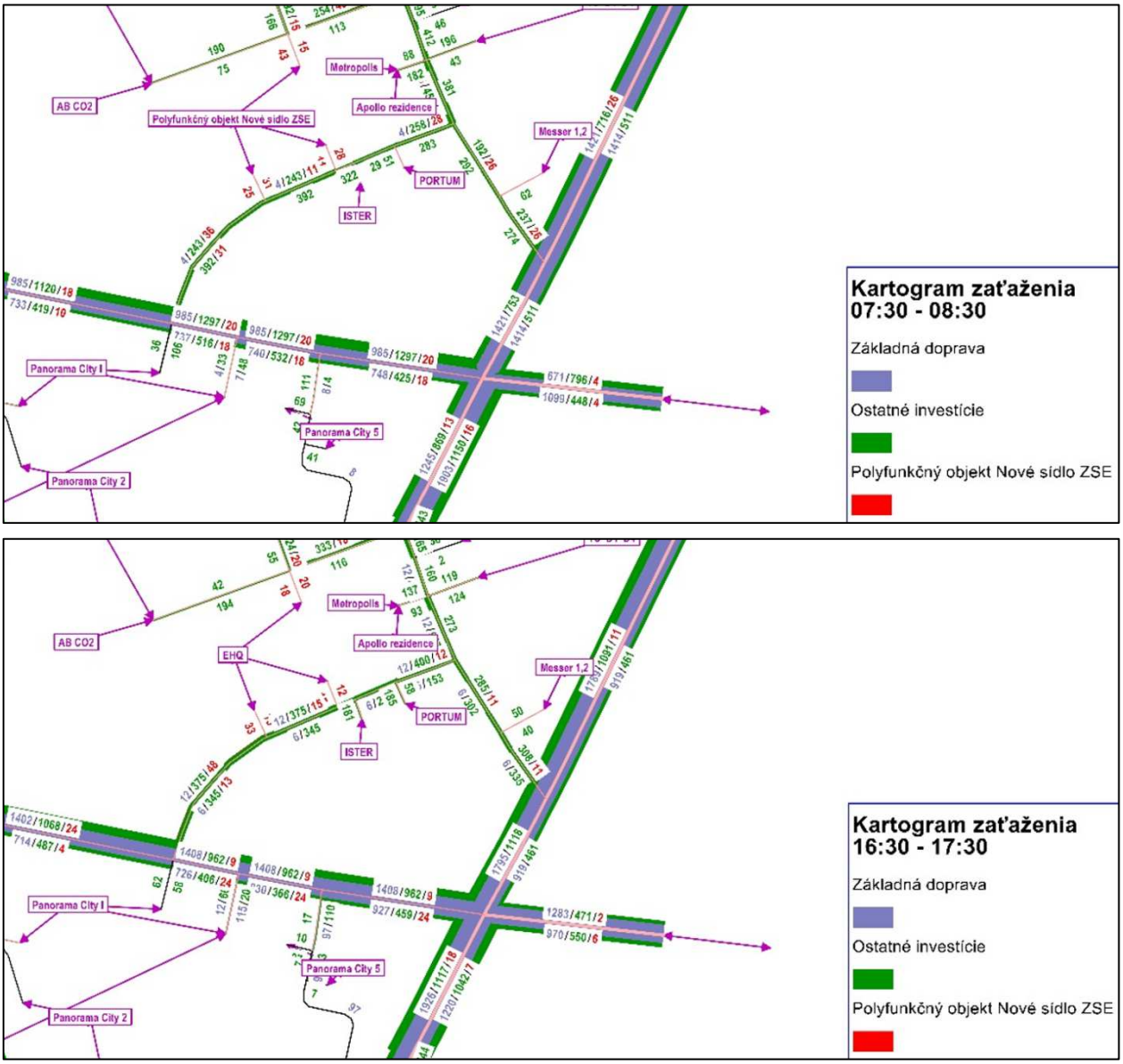
Frekv. [Hz]	$L_{feq,t}$ [dB]	Frekv. [Hz]	$L_{feq,t}$ [dB]
20	57,1	**800**	59,2
25	60,3	**1000**	61,3
31.5	60,8	**1250**	59,8
40	62,1	**1600**	58,1
50	64,1	**2000**	54,8
63	62,5	**2500**	50,4
80	59,5	**3150**	47,9
100	56,0	**4000**	46,0
125	55,3	**5000**	43,2
160	54,7	**6300**	40,3
200	55,5	**8000**	37,8
250	55,7	**10000**	34,6
315	54,7	**12500**	31,8
400	54,8	**16000**	27,0
500	56,3	**20000**	27,0
630	57,1		



5. Predikcia hluku z dopravy

Celkový hluk z cestnej dopravy bol v záujmovom území posudzovaný pre situáciu po realizácii zámeru. Hladiny hlukových imisií vo vonkajšom prostredí z líniových zdrojov hluku sa určili výpočtovou metódou pomocou programového produktu CadnaA podľa metodiky NMPB-Routes-96 (cesty) a normy ISO 9613 (priemysel) upravenej pre podmienky SR odborným usmernením ÚVZ SR [9]. Východiskovými výpočtovými parametrami bola intenzita a zloženie dopravy na posudzovaných dopravných úsekoch, kvalita povrchu vozovky, plynulosť dopravného prúdu, terénny profil a urbanizačná štruktúra posudzovaného územia. Zloženie celkovej dopravy bolo rozdelené do dvoch skupín zdrojov hluku, z ktorých jedna predstavuje ľahké vozidlá – OA (osobné, malé úžitkové) a druhá ťažké vozidlá nad 3,5 t – NA (nákladné vozidlá a autobusy).

Podkladom pre tvorbu výpočtového modelu bola dopravná štúdia riešeného územia [12], ktorá zahrňuje stav základnej intenzity dopravy, stav ostatných plánovaných investícii a príspevok dopravy generovanej navrhovanou činnosťou. Kartogram dopravného zaťaženia územia z uvedenej dopravnej štúdie je zobrazený na obr. č. 2. Prepočet dopravy v špičkových hodinách ranného a popoludňajšieho času na 24 hod dopravné intenzity sa uskutočnil podľa metodiky [7].

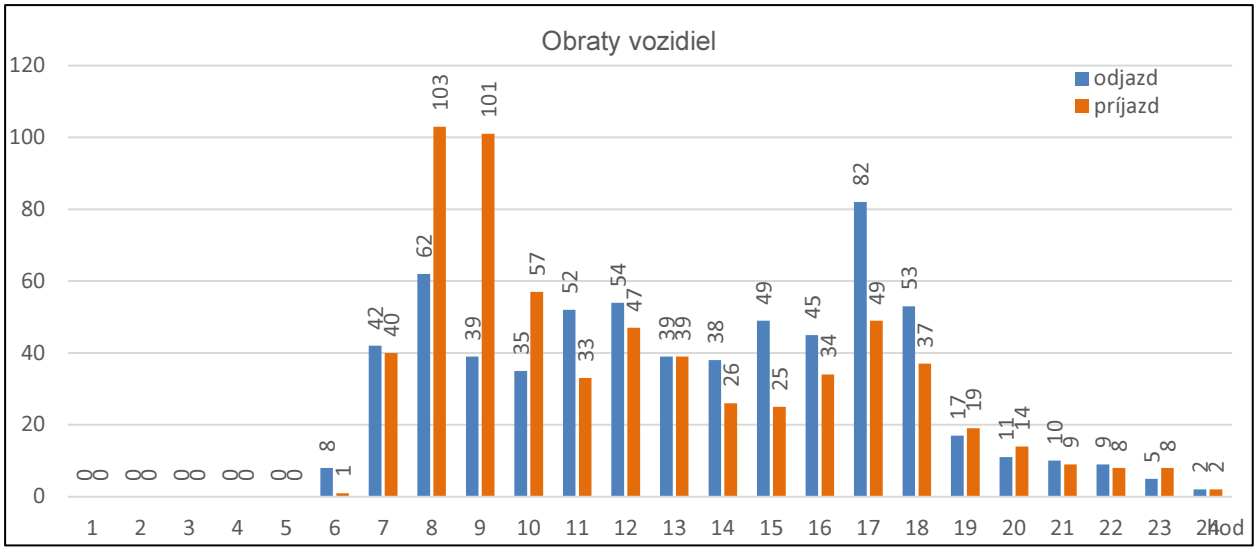


Obr. 2: Kartogram dopravného zaťaženia riešeného územia v špičkových hodinách [12].

V07

V06

Dopravné priťaženie riešeného územia je determinované objemom statickej dopravy po dostavbe areálu a bude realizované len osobnou automobilovou dopravou. Podľa metodiky [8] sa celodenný príspevok dopravy z počtu 392 parkovacích miest stanovil nasledovne:



Obr. 3: Bilancia pohybov vozidiel areálu počas 24 hod.

Nultý variant vo výpočtovom akustickom modeli reprezentuje základná doprava a doprava z ostatných investícií spolu. Po zohľadnení bilancie navrhovanej činnosti, ktorá podľa grafu na obr.3 vygeneruje celkom 1304 pohybov OA / 24 hod, sa stanovila prognóza celodennej dopravy na relevantných priľahlých komunikáciách. Podiel nákladnej dopravy vychádza z odpočtu dopravy počas kalibračného merania hluku a predstavuje pohyb cca 2-4% na celkovej dopravnej intenzite. Štruktúra dopravy v riešenom území je zhrnutá v tab. č. 4.

Komunikácia	**Nultý variant**		**Príspevok činnosti**		**Nový stav**	
	OA	**NA**	**OA**	**NA**	**OA**	**NA**
K1 – Košická	56183	1146	280	0	56463	1146
K2 – Landererova	47235	1968	372	0	47607	1968
K3 – Chalupkova	7304	73	560	0	7864	73
K4 – Bottova	5552	0	560	0	6112	0
K5 – rezidenčná zóna	0	0	560	0	560	0
K6 – administratívna zóna	0	0	744	0	744	0

Tabuľka 4: Prognóza dopravy za 24 h v riešenom území

Akustické modelovanie je založené na prerozdelení dopravných intenzít medzi parciálne komunikácie tvoriace homogénne líniové zdroje hluku K1-K6 počas pracovného dňa. V rámci dňa sa predpokladá zhustenie dopravy v čase rannej a popoludňajšej špičky, určujúcou veličinou pre posudzovanie hluku v zmysle vyhlášky [2] je len ekvivalentná hladina hluku v rámci referenčného intervalu deň, večer a noc. Prepočet celkovej dopravy na referenčné intervaly sa uskutočnil podľa metodiky [7]. Na základe vyššie uvedených dopravných údajov sa stanovili vstupné výpočtové parametre na zostrojenie analytických hlukových máp uvedené v tab. č. 5:

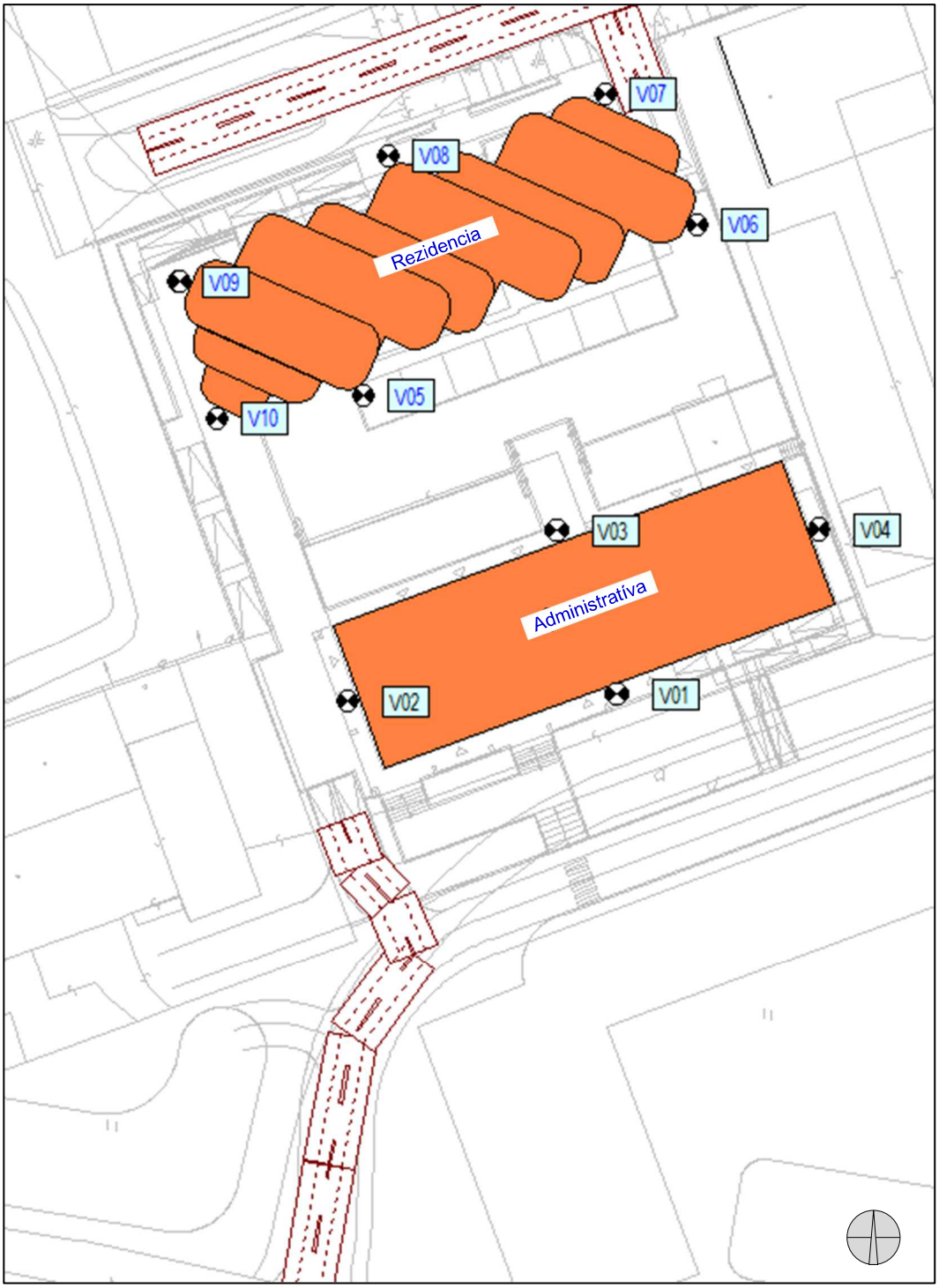
Komunikácia	deň		večer		noc	
	OA	NA	OA	NA	OA	NA
Súčasný stav						
K1 – Košická	45059	942	8203	110	2921	94
K2 – Landererova	37788	1610	6896	189	2551	169
K3 – Chalupkova	5938	66	942	3	424	5
K4 - Bottova	4514	0	716	0	322	0
Navrhovaný stav						
K1 – Košická	45284	942	8244	110	2935	94
K2 – Landererova	38087	1610	6951	189	2569	169
K3 – Chalupkova	6393	66	1014	3	456	5
K4 - Bottova	4969	0	788	0	354	0
K5 – rezidenčná zóna	455	0	72	0	32	0
K6 – administratívna zóna	605	0	96	0	43	0

Tabuľka 5: Vstupné výpočtové parametre cestnej dopravy v referenčných intervaloch

Do akustického modelovania boli zahrnuté ďalšie výpočtové parametre:

- typ komunikácie: cesta I. triedy, miestna
- povrch vozovky: hladký asfalt
- výpočtová rýchlosť: 20-70 km/h
- pozdĺžny sklon vozovky: 0%
- terén: čiastočne pohltivý (α=0,5)
- činiteľ zvukovej pohltivosti fasád budov: α=0,21
- referenčný časový interval: 12h (deň), 4h (večer), 8h (noc)
- výpočtová výška izofon: 5 m nad terénom (2.NP)
- korekcia z kalibračného merania: 1,3 dB

Výpočtové body nového vonkajšieho chráneného prostredia predstavuje priestor vo vzdialenosti 1,5 m pred fasádami budov vo výške okien 2.NP a 7.NP, v prípade rezidenčnej budovy aj vo výške okien 12.NP a 17.NP (obr. č. 4, body V01-V08). Vypočítané hladiny hluku v uvedených bodoch pre čas využívania priestorov v referenčnom intervale deň, večer a noc sú uvedené v tab. 6. Zodpovedajúce hlukové mapy dotknutého územia sú uvedené na obr. 5-9. Všetky výpočty reprezentujú dopravné zaťaženie riešeného územia bez vplyvu hlukového pozadia.



Obr. 4 Lokalizácia výpočtových bodov V01-V10 pred fasádami nových budov

objekt	výpočtový bod č.	nadzemné podlažie	ekvivalentná hodnota hluku z dopravy (dB)			požiadavka na $R'_{w,min}$ (dB)
			deň $L_{Aeq,12h}$	večer $L_{Aeq,4h}$	noc, $L_{Aeq,8h}$	
Centrála	V01	2.NP	61,2	58,1	*52,4*	***30***
		7.NP	62,8	59,3	*53,2*	***30***
Centrála	V02	2.NP	57,9	54,5	*48,7*	***30***
		7.NP	60,0	56,3	*50,3*	***30***
Centrála	V03	2.NP	45,7	43,2	*37,6*	***30***
		7.NP	47,8	44,6	*38,5*	***30***
Centrála	V04	2.NP	57,2	54,5	*48,8*	***30***
		7.NP	59,3	56,0	*49,7*	***30***
Rezidencia	V05	2.NP	48,1	45,4	39,8	***30***
		7.NP	52,3	48,8	42,8	***30***
		12.NP	57,4	54,4	48,6	***30***
		17.NP	60,1	56,6	50,4	***30***
Rezidencia	V06	2.NP	55,2	52,7	47,1	***30***
Rezidencia	V07	2.NP	60,3	57,2	50,8	***30***
Rezidencia	V08	2.NP	60,1	57,0	50,5	***30***
		7.NP	57,2	54,0	47,6	***30***
Rezidencia	V09	2.NP	55,0	51,8	45,4	***30***
		7.NP	54,4	51,1	44,9	***30***
		12.NP	53,3	49,9	43,6	***30***
		17.NP	52,4	49,0	42,9	***30***
Rezidencia	V10	2.NP	51,6	48,5	42,9	***30***
		7.NP	54,8	51,2	45,1	***30***
		12.NP	57,6	54,5	48,7	***30***

Tabuľka 6: Hladiny hluku z dopravy pred fasádami navrhovaných objektov

Administratívne priestory sa posudzujú podľa [11] ako pracoviská, pre ktoré sú stanovené akčné hodnoty hlukovej expozície pre skupiny prác. Tieto akčné hodnoty sú stanovené pre hodnotenie ochrany zamestnancov pred nešpecifickými, najmä rušivými alebo obťažujúcimi účinkami hluku a sú definované ako akčné hodnoty normalizovaných hladín hlukovej expozície pre 8 hod. pracovnú zmenu ($L_{AEX,8h}$). Činnosti v administratívnych priestoroch sú počas ich používania (deň, večer) štandardne zaradené podľa [11] do II. skupiny prác s akčnou hodnotou:

$L_{AEX,8h}$ = 50 dB

Základná požadovaná hodnota zvukovej izolácie obvodového plášťa administratívnej časti budovy sa určila podľa normy [5] zo vzťahu:

$$R'_w = L_{Aeq,out} - L_{Aeq,in} + 8 \quad \text{(dB)} \quad (1)$$

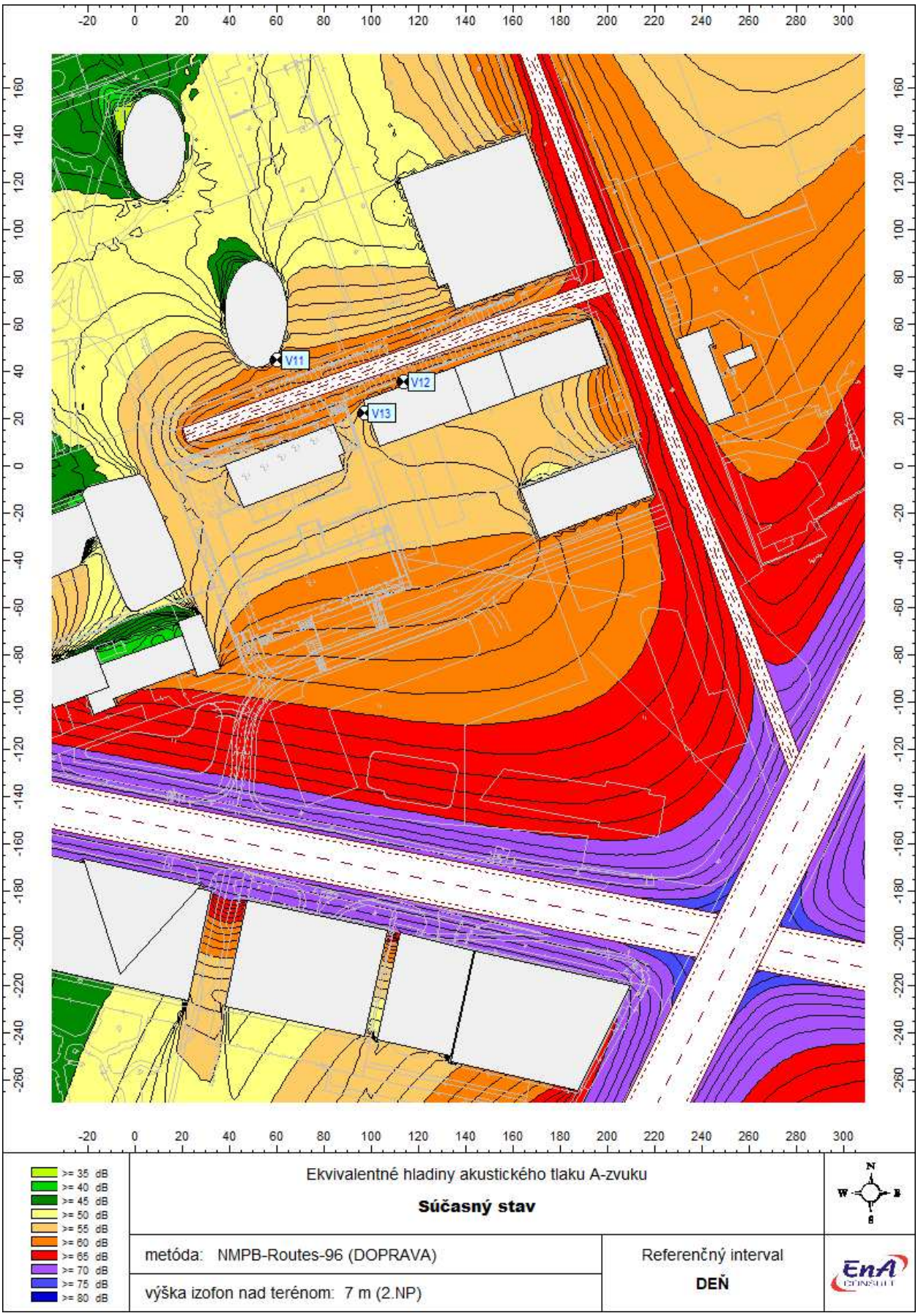
kde: R'_w - je požiadavka na stavebnú nepriezvučnosť obvodového plášťa
$L_{Aeq,out}$ - je predikciou určená ekvivalentná hladina A zvuku pred posudzovanou časťou fasády
$L_{Aeq,in}$ - je prípustná hodnota určujúcej veličiny hluku pre vnútorné prostredie, v tomto prípade $L_{Aeq,in} = L_{AEX,8h}$

Požiadavky normy na zvukovú izoláciu obvodového plášťa administratívnej časti budovy sú nižšie ako na obytnú časť. Vzhľadom na vysoký štandard budovy sa nedoporučuje zasklenie okien výplňami s nižšou vzduchovou nepriezvučnosťou ako 30 dB.

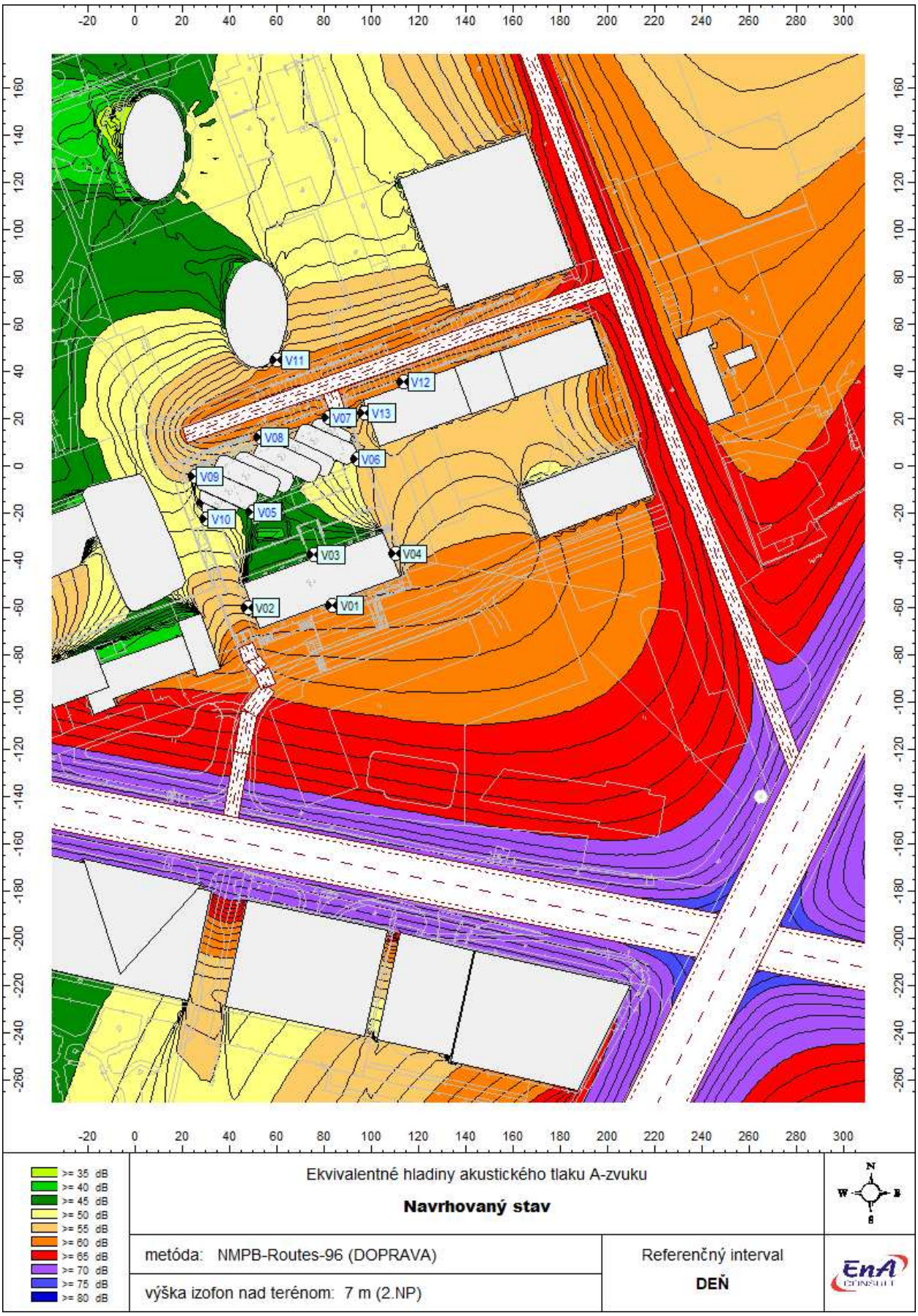
Posudzované body jestvujúceho vonkajšieho chráneného prostredia predstavuje priestor vo vzdialenosti 1,5 m pred fasádami okolitých budov vo výške okien 2.NP, (body V11 - V13). Vypočítané hladiny hluku v uvedených bodoch pre referenčné intervaly deň, večer a noc sú uvedené v tab. 7.

výpočtový bod	objekt	nultý variant	po výstavbe	zmena	len EHQ
deň - $L_{Aeq,12h}$ *(dB)*					
V11	Skypark, Veža 4	60,8	60,1	*-0,7*	45,8
V12	Metropolis (sever)	61,0	61,4	*+0,4*	50,6
V13	Metropolis (západ)	58,0	57,4	*-0,6*	47,8
večer - $L_{Aeq,4h}$ *(dB)*					
V11	Skypark, Veža 4	57,8	57,0	*-0,8*	42,7
V12	Metropolis (sever)	57,8	58,2	*+0,4*	47,4
V13	Metropolis (západ)	54,9	54,3	*-0,6*	44,6
noc - $L_{Aeq,8h}$ *(dB)*					
V11	Skypark, Veža 4	51,7	50,6	*-1,1*	36,2
V12	Metropolis (sever)	51,4	51,7	*+0,4*	40,9
V13	Metropolis (západ)	48,8	47,9	*-0,9*	38,1

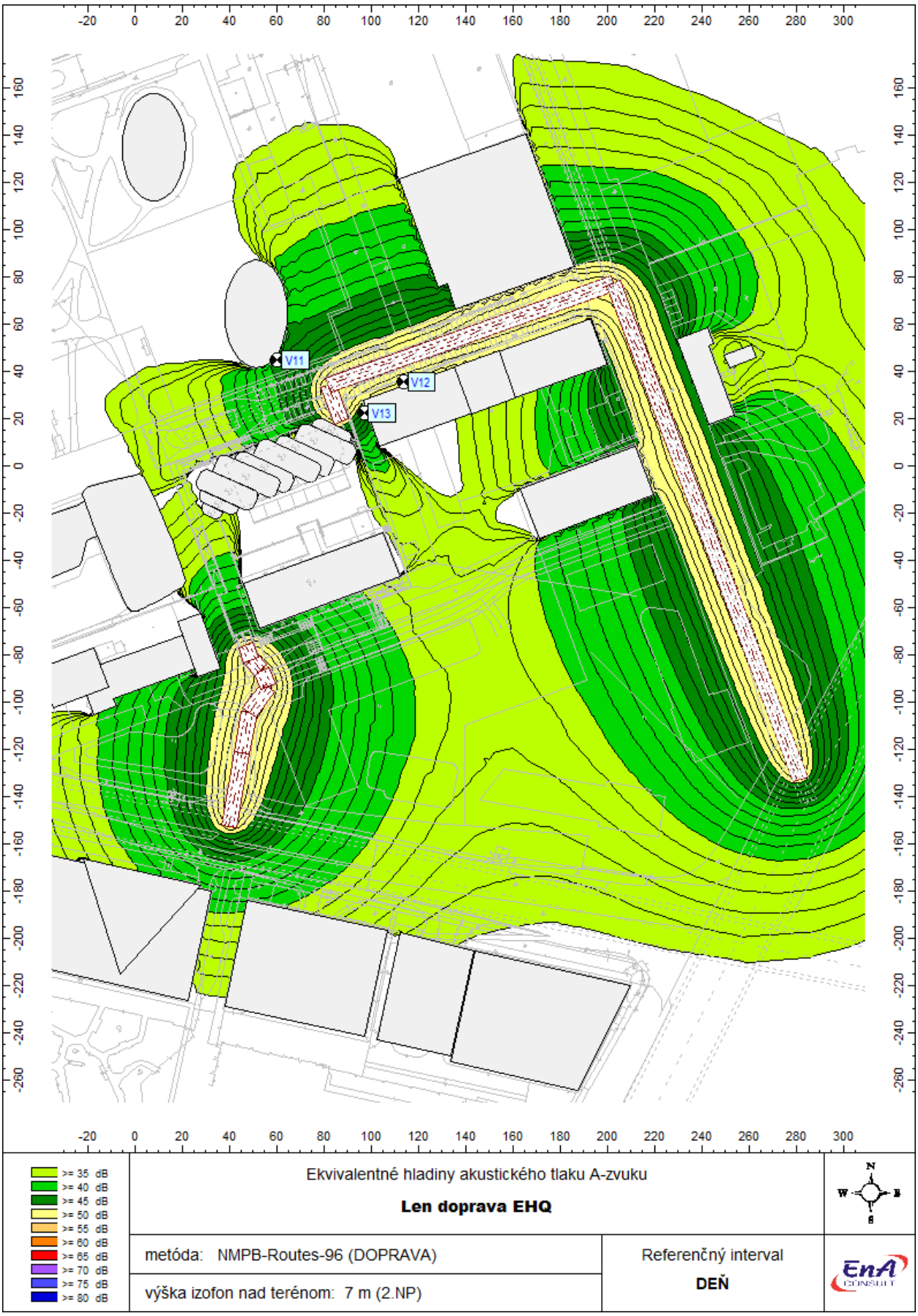
Tabuľka 7: Vypočítané imisné hladiny hluku z dopravy v priľahlom vonkajšom prostredí



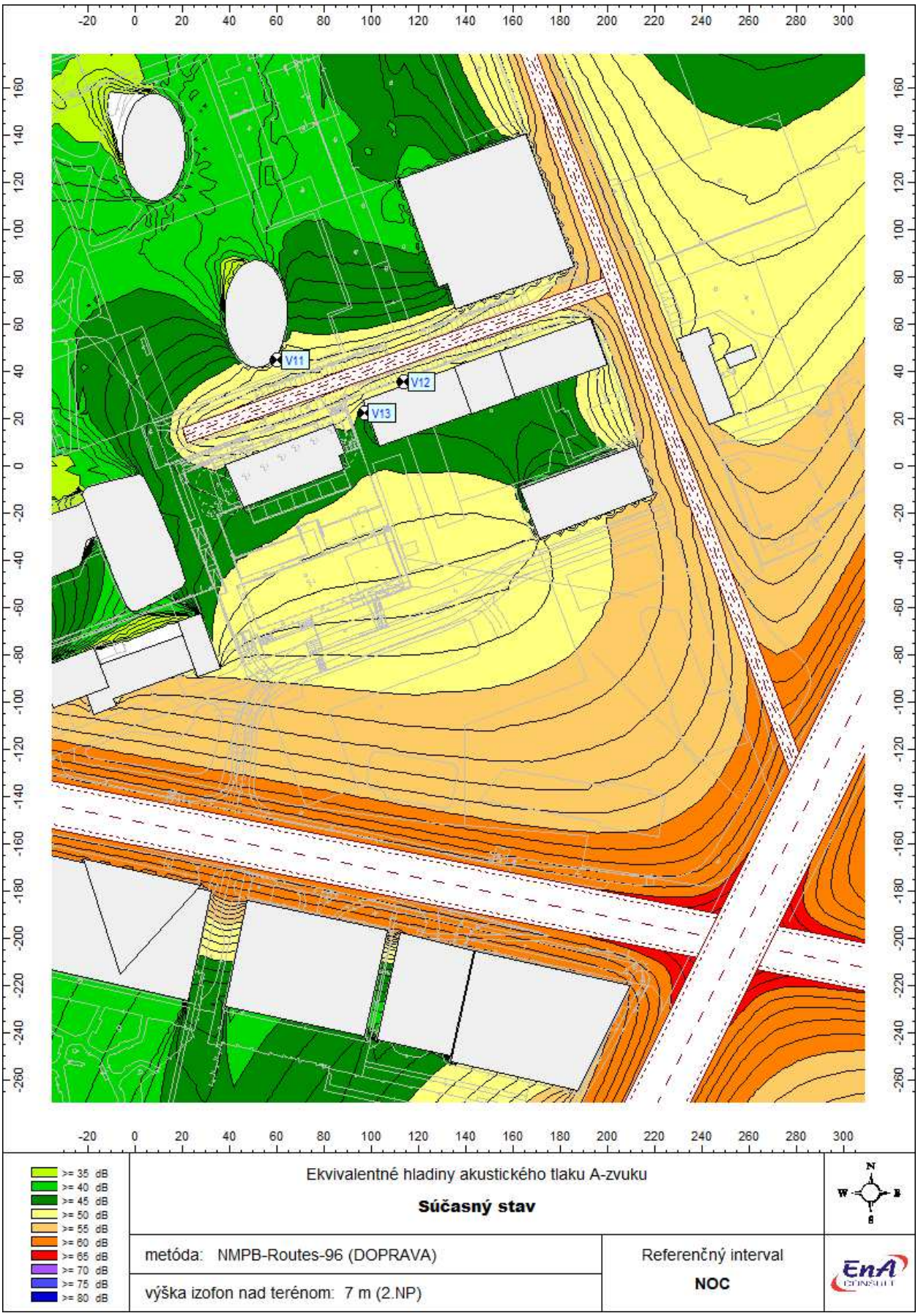
Obr. 5 Hluková mapa $L_{Aeq,12h}$ z dopravy v nultom variante



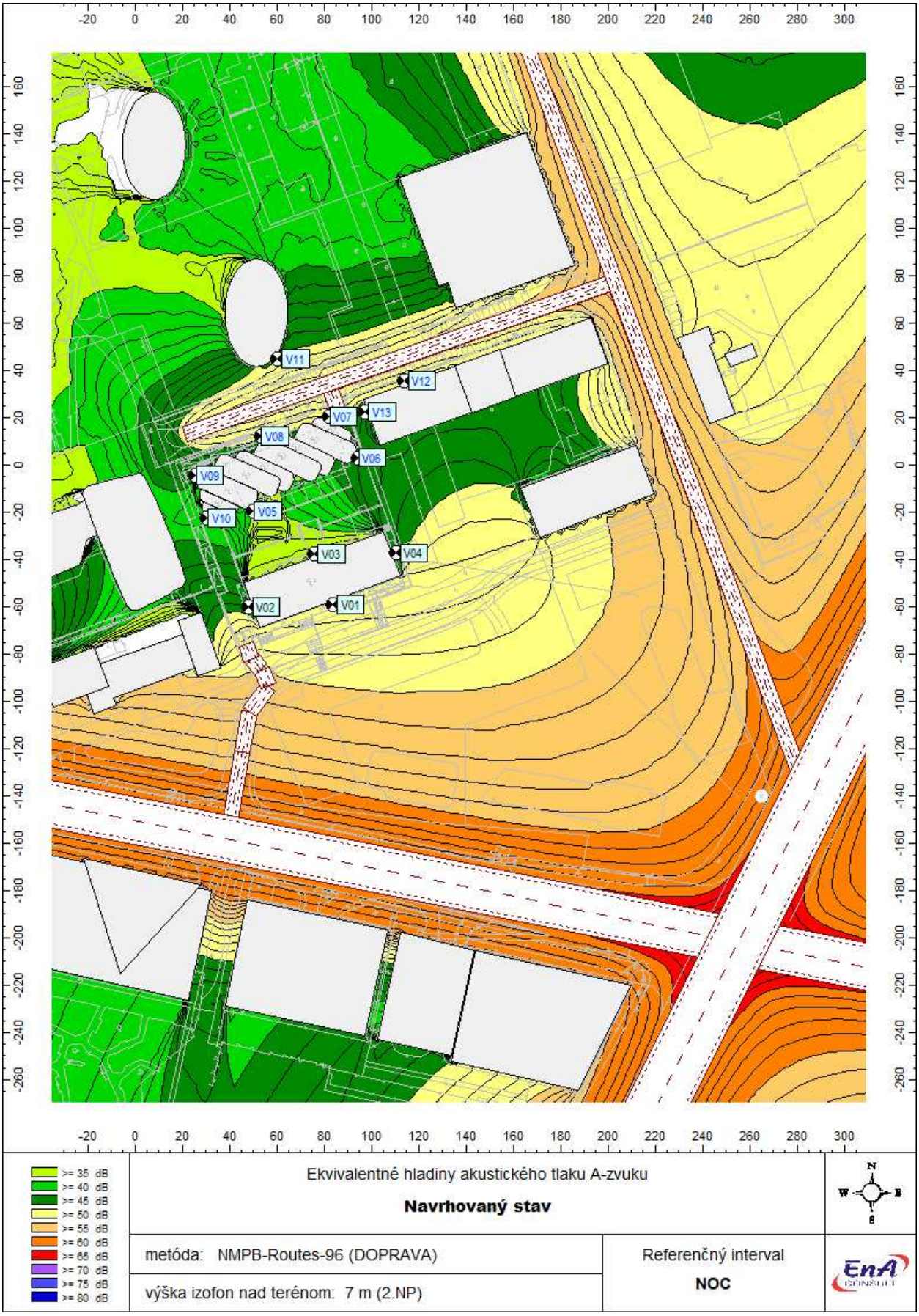
Obr. 6 Hluková mapa $L_{Aeq,12h}$ z celkovej dopravy v navrhovanom variante



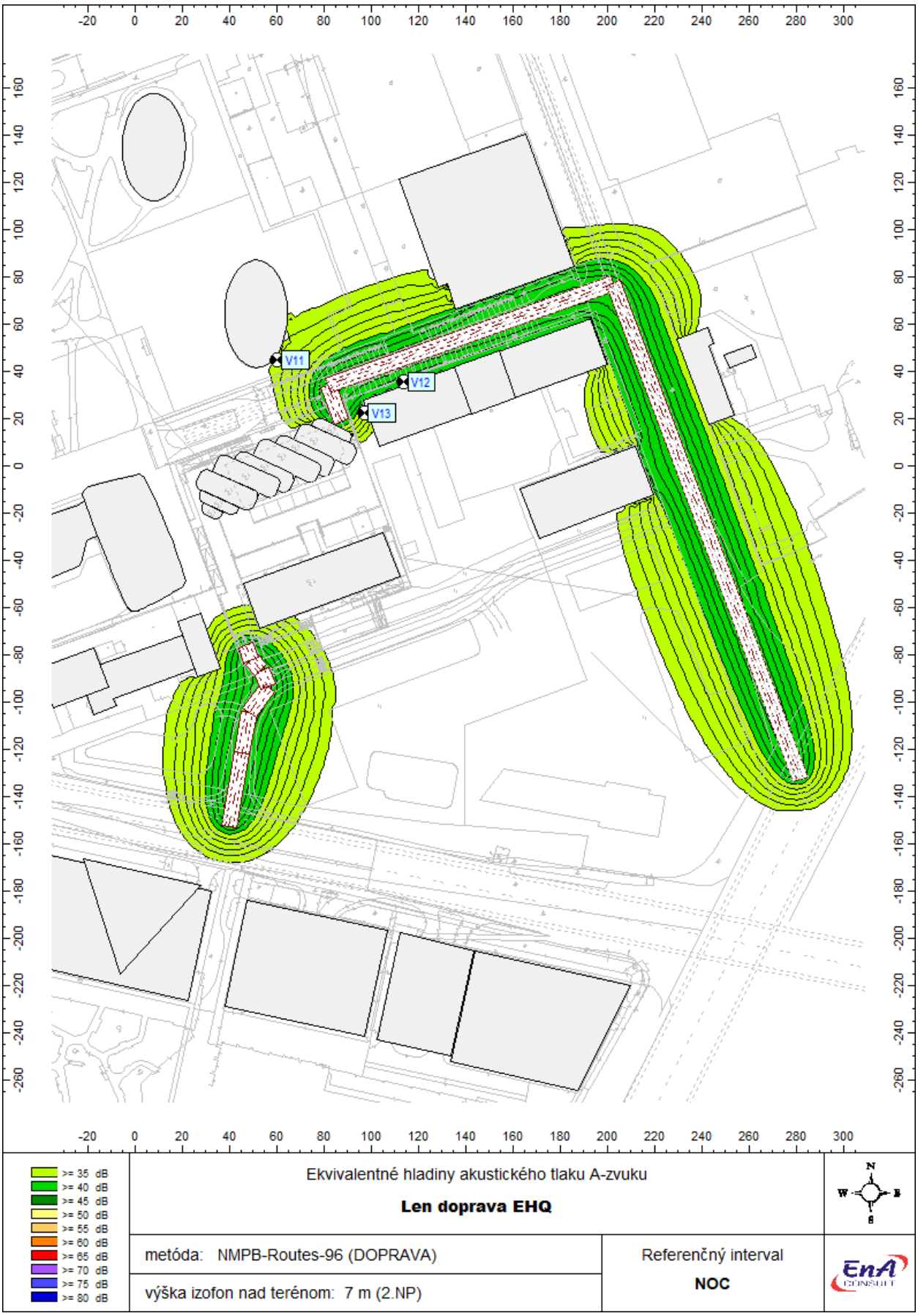
Obr. 7 Hluková mapa $L_{Aeq,12h}$ len z vlastnej dopravy v navrhovanom variante



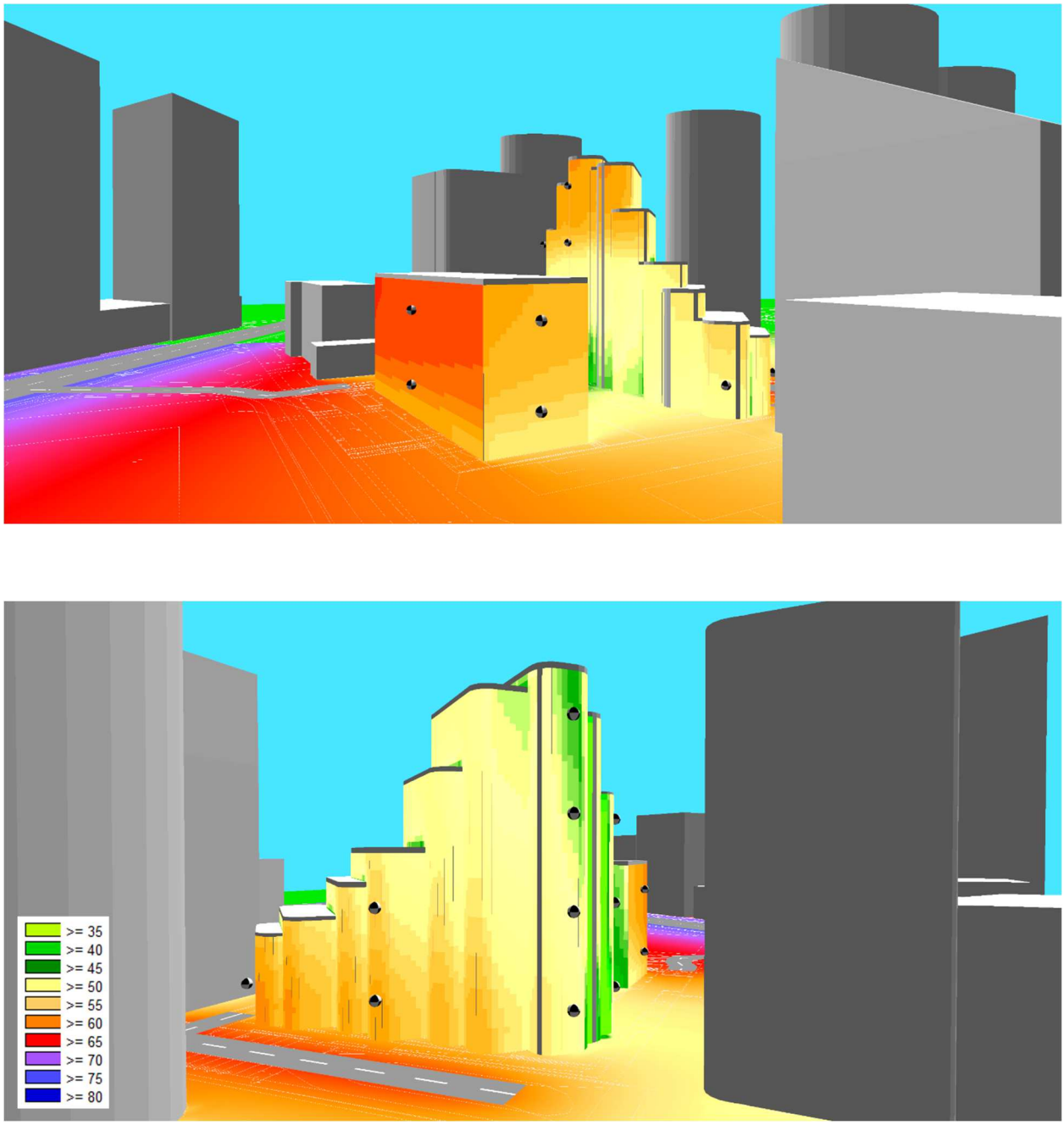
Obr. 8 Hluková mapa $L_{Aeq,8h}$ z dopravy v nultom variante



Obr. 9 Hluková mapa $L_{Aeq,8h}$ z celkovej dopravy v navrhovanom variante

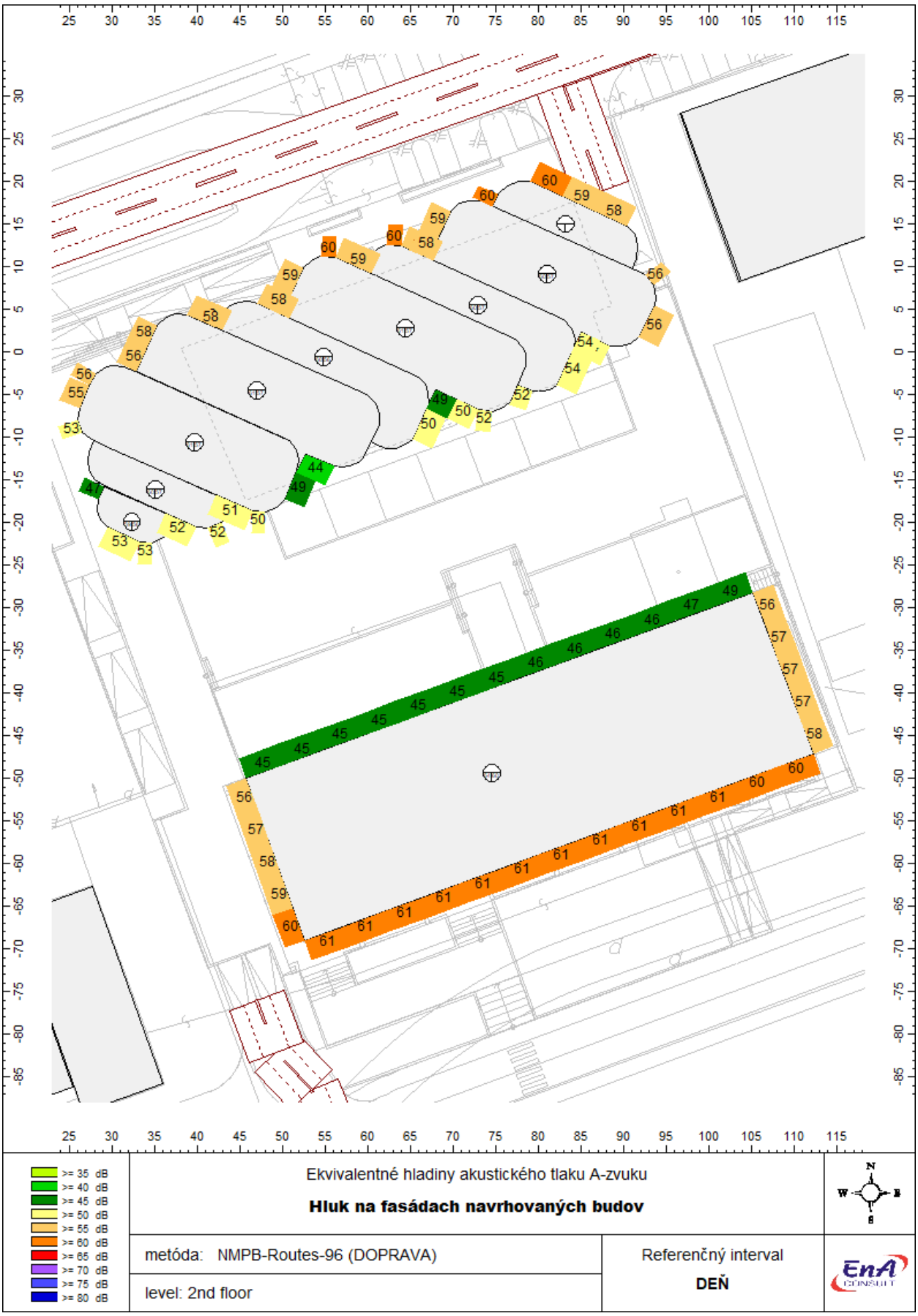


Obr. 10 Hluková mapa $L_{Aeq,8h}$ len z vlastnej dopravy v navrhovanom variante



Obr. 11 Vertikálny profil šírenia hluku $L_{Aeq,12h}$ v 3D modeli, východný (hore) a severný (dole) pohľad

Vzhľadom na nepravidelný tvar a výšku fasád rezidenčnej budovy sa vypočítali hladiny hluku vo vzdialenosti 1,5 m a vo výške druhého aj vo výške najvyššieho nadzemného podlažia. Rozloženie vypočítaných hladín v numerickom vyjadrení pred fasádami prezentuje obr. 12 a 13.



Obr. 12 Hladiny hluku $L_{Aeq,12h}$ na fasádach budov vo výške 2.NP



Obr. 13 Hladiny hluku $L_{Aeq,12h}$ na fasádach budov vo výške najvyšších podlaží

6. Hluk zo stacionárnych zdrojov

Stacionárne zdroje hluku predstavujú zariadenia pre vetranie, vykurovanie a chladenie stavebných objektov.

Administratívna budova (centrála)

- Vzduchotechnické jednotky pre kancelárske plochy sú osadené na streche budovy, v strojovniach v technologických nadstavbách. Satie čerstvého a výfuk odpadového vzduchu je cez protidažďové žalúzie, osadené na stenách strojovní.
- Vzduchotechnické jednotky pre pridružené prevádzky na 1. NP (vstupné lobby, klientske centrá a showroomy, detské centrum, stravovacie zariadenie ďalšie) sú umiestnené priamo vo vetraných priestoroch, prípadne v strojovniach VZT v 1. PP. Satie čerstvého a výfuk odpadového vzduchu pre väčšinu z týchto prevádzok na 1.NP je z a na fasádu, cez protidažďové žalúzie, umiestnené v shopfrontoch; v prípade detského centra je tento princíp použitý ešte aj na fasáde 2.NP. V prípade niekoľkých VZT jednotiek stravovacieho zariadenia je zriadené spoločné miesto nasávania čerstvého vzduchu v zeleni na teréne pri budove, prepojené do budovy vzduchotechnickým kanálom. Výfuk odpadového vzduchu zo stravovacieho zariadenia je vertikálnym potrubím nad strechu nadstavieb budovy.
- Podzemné garáže sú odvetrané podtlakovo, odvodom vzduchu vertikálnym potrubím nad strechu nadstavieb budovy.
- Technické miestnosti v podzemných podlažiach sú vetrané z/do priľahlej garáže; okrem miestnosti lapolu stravovacieho zariadenia, ktorá je odvetraná vertikálnym potrubím nad strechu nadstavieb budovy.
- Nad strechu nadstavieb budovy sú tiež vertikálnymi potrubiami odvetrané hygienické miestnosti v budove, čajové kuchynky a miestnosti kopírovacích strojov v administratívnych plochách, upratovacie miestnosti a iné priestory, zaťažené vlhkosťou a/alebo pachy.
- Diesel generátor, umiestnený v suteréne budovy, je vetraný a chladený vzduchom cez anglické dvory, opatrené mrežou v úrovni terénu.
- Pri administratívnych plochách sa predpokladá možnosť prirodzeného vetrania oknami v obdobiach, keď to vonkajšie klimatické podmienky dovolia.
- Zdrojom tepla a chladu budovy je kaskáda kompresorových jednotiek, umiestnených v strojovni v suteréne. Primárnym zdrojom energie je pole energetických vrtov pod budovou; špičkovým zdrojom tepelnej energie je OST (odovzdávacia stanica tepla), umiestnená na 1.PP, špičkovým zdrojom chladu je dvojica adiabatických chladičov, umiestnených na streche budovy.
- Vykurovanie a chladenie administratívnych plôch i priestory doplnkových funkcií na 1.NP je riešené primárne systémom BKT (aktivácia betónového jadra stropných dosiek); doplnkovo pre zasadacie miestnosti a pod. fancoily, umiestnené v zdvojenej podlahe.
- Vykurovacia aj chladená voda je zároveň použitá na ohrev a chladenie vzduchotechniky. Priestor suterénov je koncipovaný ako nevykurovaný.

Všetky VZT zariadenia, umiestnené vo vnútri budovy, budú opatrené tlmičmi hluku do potrubia tak, aby na fasádnych žalúziách boli dosiahnuté hodnoty $L_{p,1m}$ = 50 dB(A). Žalúzie sa uvažujú:

- na fasádach nadstrešných strojovní VZT
- na fasáde 1.NP v hornej časti shopfrontov retailov
- dva anglické dvory pre dieselgenerátor v úrovni terénu tesne pri budove
- nasávacie žalúzie pre gastro prevádzku v zeleni južne od budovy na úrovni terénu

Vykurovanie a chladenie

- Na streche sa nachádzajú dva adiabatické chladiče s hodnotou L_w = 90 dB(A) každý.
- Kompresorové jednotky sú umiestnené vo vnútri budovy a neemitujú hluk do okolia.

Rezidenčná budova

- Vzduchotechnické rekuperačné jednotky pre byty sú osadené na strechách ako centrálna vzduchotechnická jednotka. Hygienické miestnosti a kuchyňa sú odvetrané odvodom vzduchu vertikálnymi stúpacími potrubiami nad strechu.
- Vzduchotechnické jednotky pre pridružené prevádzky na 1. NP (vstupné lobby, občianska vybavenosť) sú umiestnené priamo vo vetraných priestoroch, prípadne v strojovniach VZT v 1.PP. Sanie čerstvého a výfuk odpadového vzduchu pre tieto prevádzky na 1.NP je z a na fasádu, cez protidažďové žalúzie, umiestnené v shopfrontoch.
- Podzemné garáže sú odvetrané podtlakovo, odvodom vzduchu vertikálnym potrubím nad strechu budovy. Technické miestnosti v podzemných podlažiach sú vetrané z/do priľahlej garáže.
- Zdrojom tepla a chladu budovy je kaskáda kompresorových jednotiek, umiestnených v strojovni v suteréne. Primárnym zdrojom energie je dvojica adiabatických chladičov, umiestnených na streche budovy; špičkovým zdrojom tepelnej energie je OST umiestnená na 1.PP.
- Vykurovanie bytov je riešené primárne systémom podlahového vykurovania; chladenie cirkulačnými jednotkami fancoil. Priestory doplnkových funkcií na 1.NP sú vykurované aj chladené cirkulačnými jednotkami fancoil.
- Vykurovacia aj chladená voda je zároveň použitá na ohrev a chladenie vzduchotechniky. Priestor suterénov je koncipovaný ako nevykurovaný.

Rekuperačné jednotky, majú požadovaný útlm hluku. Všetky VZT zariadenia, umiestnené vo vnútri budovy, budú opatrené tlmičmi hluku do potrubia tak, aby na fasádnych žalúziách boli dosiahnuté hodnoty $L_{p,1m}$ = 50 dB(A). Žalúzie sa uvažujú:

- na vyústení odpadového vzduchu z bytov (WC, kúpeľne, kuchyne) na streche
- na fasáde 1.NP v hodnej časti shopfrontov retailov
- dva anglické dvory pre dieselgenerátor v úrovni terénu tesne pri budove
- dve žalúzie/anglické dvory pre strojovňu požiarneho vetrania v suteréne

Vykurovanie a chladenie

- Na streche sa nachádzajú dva adiabatické chladiče s hodnotou L_w = 90 dB(A) každý.
- Kompresorové jednotky sú umiestnené vo vnútri budovy a neemitujú hluk do okolia.

Akustické parametre sú odhadnuté na základe predchádzajúcej projekčnej praxe a skúsenosti a budú spresnené v ďalších fázach projektu. Pre prípad umiestnenia ľubovoľného bodového zdroja hluku vo vonkajšom prostredí na strechách budov sa stanovil jeho maximálny prípustný akustický výkon, pri ktorom ešte nedôjde k prekročeniu prípustných hodnôt pred fasádami susediacich objektov (t.č. vo výstavbe). Akustický výkon zdroja hluku je daný vzťahom:

$$L_W = L_{Aeq} - \log(Q/4\pi) + 20 \log r \quad \text{dB(A)} \quad (1)$$

Počas pracovného dňa pri nepretržitej prevádzke zdroja hluku, ktorý je umiestnený na streche budovy, sa za limitnú hranicu hlukových imisií (L_{Aeq}) vo vonkajšom prostredí chráneného územia považovala prípustná hodnota stanovená v zmysle Vyhl. MZ SR č. 549/2007 Z.z. pre hluk z iných zdrojov ako dopravy a pre nočnú dobu $L_{Aeq,n,p}$ = 45 dB. Najbližšie vonkajšie chránené priestory susediacich budov sa nachádzajú vo vzdialenosti (r) cca 30 m. Maximálny prípustný akustický výkon zdroja hluku so smerovou charakteristikou Q=2 umiestneného pri okraji strechy stavebného objektu potom je:

L_W = 82 dB(A)

alebo hladina akustického tlaku A zvuku vo vzdialenosti 5 m od zdroja hluku:

$L_{Aeq,5m}$ = 60 dB

7. Hluk vo vnútornom prostredí budov

Pre ochranu rezidentov navrhovaného areálu pred nadmerným hlukovým zaťažením je nutné už pri tvorbe projektovej dokumentácie zohľadňovať také konštrukčné systémy, ktoré zabezpečia dostatočný hlukový komfort pri udržaní všetkých nárokov na štandardné využívanie vnútorných priestorov (napr. nároky na vetranie a pod.). Určujúcimi veličinami hluku vo vnútornom prostredí budov sú ekvivalentná hladina a zvuku L_{Aeq} pre zvuk doliehajúci z vonkajšieho prostredia alebo maximálna hladina a zvuku L_{Amax} pre hluk z vnútorných zdrojov budovy.

7.1. Hluk prenikajúci z vonkajšieho prostredia

Pre účinnú separáciu hluku prenikajúceho z vonkajšieho prostredia sú rozhodujúce zvukovoizolačné vlastnosti obvodového plášťa budov, ktoré sú pre technické potreby dostatočne charakterizované indexom vzduchovej nepriezvučnosti R_w. Požiadavky na nepriezvučnosť obvodového plášťa v závislosti od funkčného využitia vnútorných priestorov sú definované v STN 73 05 32 (tab. č. 3).

Rezidenčná budova - Vypočítané hladiny hluku sa pred oknami izieb pohybujú od 48 dB do 60 dB cez deň a od 40 dB do 50 dB v noci v závislosti od orientácie fasády, od výšky a vzdialenosti výpočtového bodu od dopravných zdrojov hluku. Požiadavka na index stavebnej nepriezvučnosti pre obvodový plášť obytnej budovy vrátane zasklenia okien je $R'_W \geq 30$ dB (tab. č. 7). Vnútorné priestory budú prevetrávané rekuperačnými jednotkami inštalovanými priamo v bytoch, čím je výmena vzduchu zabezpečená aj bez nutnosti otvárania okien a bez zníženia akustického komfortu v obytnom prostredí.

Administratívna budova - Vypočítané hladiny hluku sa pred oknami kancelárií pohybujú do 63 dB počas ich používania (deň, večer) v závislosti od orientácie fasády, výšky a vzdialenosti výpočtového bodu od dopravných zdrojov hluku. Pre ochranu pracovníkov v tomto objekte pred obťažujúcimi účinkami dopravného hluku a vytvorením požadovanej akustickej pohody na pracovisku sa doporučuje v dotknutých pracovných priestoroch inštalovať systém vetrania miestností bez nutnosti otvárania okien. Navrhnutým riešením núteného vetrania je zavedenie centrálnej vzduchotechniky administratívneho objektu.

Pri výbere konštrukčných materiálov je nutné zohľadniť skutočnosť, že v uvedenej tabuľke sú hodnoty R'_w stavebnými hodnotami na rozdiel od údajov v technických listoch výrobcov a dodávateľov, ktorí deklarujú laboratórne hodnoty vzduchovej nepriezvučnosti R_w. Po zabudovaní takýchto materiálov do stavebnej konštrukcie dochádza vplyvom vedľajších ciest šírenia zvuku k reálnemu zníženiu laboratórnych hodnôt spravidla o 2 až 6 dB. Napr. pri fasádnych systémoch sa hodnota R_w izolačného trojskla po jeho osadení do fasádneho systému zníži o cca 2-4 dB pri malých zaskleniach a o cca 4-8 dB pri veľkoplošných zaskleniach.

Vypočítaná požiadavka platí pre obvodový plášť ako celok. V prípade ak plocha okien presahuje 50% plášťa pri pohľade z miestnosti, platí uvedená hodnota aj pre okná. Ak plocha okien predstavuje od 35% do 50% celkovej plochy obvodovej konštrukcie v miestnosti, vyžadovaný index nepriezvučnosti okna R_w môže byť o 3 dB nižší ako uvedená hodnota. Pre okná s plochou menšou ako 35% je možné vyžadovaný index okna R_w znížiť o 5 dB. Uvedené platí za predpokladu, že plná časť obvodového plášťa má nepriezvučnosť minimálne o 10 dB vyššiu, než okná, dvere, resp. presklené plochy.

7.2. Hluk prenikajúci z vnútorného prostredia budov

Pri riešení problematiky hlučnosti vo vnútri budov je nutné počas vypracovania projektovej dokumentácie pre stavebné povolenie rozlišovať dve základné zložky hluku, ktoré sa budú šíriť od zdrojov hluku umiestnených vo vnútornom priestore obytných objektov:

L_1 – prenos zvuku priamo cez vnútorné deliace zvislé a vodorovné konštrukcie – zložku hluku je možné definovať indexom stavebnej nepriezvučnosti R'_W

L_2 – prenos zvuku konštrukciou budovy (chvením) – zložka hluku je tvorená chvením zdrojov hluku a jeho prenosom dotykom priamo do konštrukcie vplyvom uchytenia (napríklad privarením) alebo tvrdým uložením. Táto zložka sa prenáša do chráneného priestoru iba pevnou fázou, t.j. konštrukciou budovy a inštaláciami a je následne vyžarovaná povrchom konštrukčných prvkov (typickým príkladom je kročajový hluk, syčanie potrubí, zatvárače dverí a pod).

Výsledná hladina hluku v chránenom priestore vo vnútri budov bytovej časti je daná energetickým súčtom oboch zložiek:

$$L = 10 \log (10^{0,1.L1} + 1010^{0,1.L2}) \quad \text{(dB)}$$

Minimalizovanie zložky L_1 je možné dosiahnuť použitím materiálov s dostatočne vysokým stupňom indexu stavebnej nepriezvučnosti R'_W na konštrukciu priečok a stropných dosiek. Minimálne požiadavky podľa STN 73 0532 : 2013 sú:

- Zvislé steny medzi kanceláriami: $R'_W = 45$ dB
- Stropy medzi kanceláriami: $R'_W = 52$ dB
- Zvislé steny medzi bytmi a stropy medzi bytmi: $R'_W = 53$ dB
- Stropy medzi bytmi a prevádzkarňou do 20:00 hod: $R'_W = 57$ dB

Do deliacich konštrukcií medzi obytnými miestnosťami a okolitými priestormi iných bytov (alebo nebytových priestorov) nesmú byť realizované otvory a drážky, ktoré môžu výrazne znížiť nepriezvučnosť deklarovanú výrobcom akustického stavebného materiálu. Elektrické zásuvky prípadne vypínače na protiľahlých povrchoch steny by nemali byť umiestnené oproti sebe, ale posunuté min. 500 mm od seba. Počet zásuviek v akusticky deliacich stenách obmedziť na minimum. Zároveň je nutné dodržať stavebné postupy stanovené dodávateľom pre minimalizáciu šírenia zvuku bočnými cestami (kontaktné priečky, stropy, podlahy).

Znižovanie vplyvu zložky L_2 je možné docieliť len aktívnym odpružením všetkých potenciálnych zdrojov hluku od skeletu budovy a voľbou vhodného dispozičného riešenia bytových priestorov (napr. priestory WC a kúpeľní nemajú spoločnú priečku s chránenými obytnými miestnosťami susediacich bytov). Znižovanie vplyvu zložky L_2 súčasne kladie veľký dôraz a vysoké nároky na výkon stavebného dozoru, nakoľko jeden tvrdý kontakt zdroja hluku s konštrukciou budovy zníži až anuluje účinok realizovaných protihlukových opatrení. Dôležité je zamerať sa na pružné odizolovanie vstavaného nábytku, ktorý je často zdrojom impulzného hluku (napr. kuchynské linky) a sanitárnych prvkov (vane, umývadlá, batérie, WC sety a pod.) od konštrukčných prvkov budovy. To isté platí aj pre prvky technického zabezpečenia budovy (osadenie tepelných čerpadiel, rozvodných potrubí), pre pripojenie potrubí na zariadenia je potrebné použiť gumové kompenzátory. Je nanajvýš nutné zamedziť tvrdému styku potrubí so skeletom budovy pri prechode deliacimi konštrukciami. Prechody musia byť vyplnené pružným materiálom, avšak nie bežnými montážnymi PUR penami (riešením môže byť napr. akustická PU pena).

8. Vplyv výstavby areálu na okolie

Počas výstavby možno očakávať zvýšenie hluku, prašnosti a znečistenie ovzdušia spôsobené pohybom stavebných mechanizmov v priestore staveniska. Tento vplyv však bude obmedzený na priestor stavby a časovo obmedzený na dobu výstavby, predovšetkým v čase terénnych úprav a zemných prác. v neskorších fázach výstavby bude hluková záťaž obyvateľstva v území nižšia.

V zmysle Vyhl. MZ SR č. 549/2007 Z.z. sa pri stavebnej činnosti v pracovných dňoch od 7^{00} do 21^{00} hod a v sobotu od 8^{00} do 13^{00} hod hluk v blízkom okolí posudzuje hodnotiacou hladinou pri použití korekcie -10 dB, v tomto prípade by ekvivalentná denná hluková záťaž od stavebných mechanizmov v najbližšom jestvujúcom chránenom prostredí a v uvedenom časovom intervale nemala presiahnuť hladinu hluku 60 dB.

Pri prácach je potrebné používať iba zariadenia, ktoré neprodukujú nadmerný hluk a v prípade ich nevyhnutného použitia je nutné opatriť ich kapotážou, prípadne použiť dočasné protihlukové steny. Ďalšou podmienkou je, aby vozidlá boli pri vykladaní a nakladaní s vypnutými motormi. Kompresor a elektro centrála musia byť umiestnené v akustickom prístrešku.

9. Záver

Z hľadiska kategorizácie územia podľa tab. č.1 je vonkajšie prostredie posudzovaného územia navrhovanej zástavby v širšom mestskom centre s hromadnou dopravou zaradené do III. kategórie chránených území s prípustnou hodnotou hluku z dopravy 60 dB cez deň a večer a 50 dB v noci.

Vplyv navrhovanej činnosti na jestvujúce chránené prostredie - V súčasnosti je riešené územie zaťažované dopravným hlukom, ktorý na Bottovej ulici vo vonkajšom chránenom prostredí prekračuje prípustnú hodnotu hluku určenú pre III. kategóriu území (body V09 a V10) o menej ako 2 dB. Po realizácii navrhovanej činnosti sa v jestvujúcom obytnom území zvýši dopravný hluk na Bottovej ulici o predikovanú hodnotu +0,4 dB (bod V12). Uvedený nárast hluku je z hľadiska subjektívneho vnímania sluchom zanedbateľný, z objektívneho hľadiska sa tento nárast pohybuje v rámci neistoty bežného merania hluku.

Na nižších podlažiach susediacej Veže 4 súboru Skypark (výpočtový bod V11) a pred západnou fasádou objektu Metropolis (bod V13) dôjde k miernemu zníženiu dopravného hluku (do -1,0 dB) v dôsledku akustického tienenia dopravy od Langererovej ulice hmotou novostavby.

Doprava generovaná len prevádzkou navrhovanej činnosti na vjazdoch a výjazdoch podzemných garáží nespôsobí prekročenie prípustných hodnôt hluku stanovených pre III. kategóriu území v dotknutom vonkajšom chránenom prostredí.

Maximálne prípustné emisné parametre zdrojov hluku umiestnených na strechách oboch objektov, pri ktorých ešte nedôjde k prekročeniu prípustných hodnôt pred oknami najbližšej obytnej budovy, sú nižšie ako predpokladané parametre navrhnutých chladičov. Z toho dôvodu sa doporučuje pri obstarávaní zariadení zohľadniť čo najnižší ich akustický výkon (prevedenie „low noise“) a vo vyšších stupňoch PD uvažovať s kotviacimi prvkami na streche objektu pre dodatočné upevnenie protihlukovej clony v blízkosti chladičov v štádiu prípravy. Efektívna výška clony musí presahovať spojnicu vzdialenejšieho okraja zdroja hluku a rímsy strechy najbližšej obytnej budovy. Nepriezvučnosť clony R_W by mala byť min 25 dB (napr. sendvičové panely s minerálnou vlnou). Ukotvenie clony musí byť bez špár medzi strechou a clonou resp. medzi jednotlivými panelmi clony a musí zodpovedať požiadavkám na dostatočnú odolnosť voči nepriaznivým meteorologickým vplyvom. Nutnosť dodatočnej inštalácie protihlukovej clony preukážu až výsledky reálneho merania hluku v rámci kolaudačného konania.

Odvod vzduchu od VZT cez protidažďové žalúzie strešných strojovní sa doporučuje riešiť cez ich južnú fasádu, ktorá je odvrátená od rezidenčných častí okolitých budov.

Vplyv okolia na navrhovanú zástavbu - Predikciou zistené imisné hladiny hluku z dynamickej dopravy pred fasádami navrhovanej rezidenčnej budovy neprekračujú prípustné hodnoty hluku stanovené pre III. kategóriu chránených území. Dodržanie zvukovoizolačných požiadaviek na konštrukčné prvky obvodového plášťa budovy pri zabezpečení dostatočného vetrania chránených miestností je nevyhnutnou podmienkou k tomu, aby nedochádzalo k prekročeniu prípustných hodnôt určujúcich veličín hluku vo vnútornom priestore chránených miestností (viď. čl. 7.1).

Z vypočítaných hladín hluku pred fasádami rezidenčnej budovy na obr. 12 a 13 je zrejmé, že zistené hodnoty ekvivalentných hladín hluku z dopravy vo vonkajšom chránenom prostredí neprekračujú prípustné hodnoty uvedené pre kategóriu územia III o viac ako 5 dB v zmysle čl. 1.9 prílohy k vyhláške [2].

Základnou podmienkou pre splnenie prípustných hodnôt určujúcich veličín hluku vo vnútornom priestore obytných miestností je dodržanie všetkých antivibračných zásad pri inštalácii hlukovo dominantných komponentov TZB vo vnútri budov a zabezpečenie dostatočne vysokej nepriezvučnosti medzibytových deliacich konštrukcií v zmysle STN 730532. Vonkajšie jednotky zariadení umiestnených na streche budov musia byť pružne odizolované od konštrukčných prvkov pre zabránenie prenosu štrukturálneho hluku do chránených priestorov.

Posudzovaný stav navrhovanej činnosti za podmienky dodržania doporučených opatrení na zvukovú izoláciu obvodového plášťa navrhovaných budov **vyhovuje** požiadavkám Vyhlášky MZ SR č.549/2007 Z.z pre vonkajšie a vnútorné chránené prostredie v dotknutom území.

25.1.2024 Ing. Vladimír Plaskoň

Referencie

[1] Zákon NR SR č. 355/2007 Z.z o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších úprav.

[2] Vyhláška MZ SR č. 549/2007 Z.z. ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí v znení neskorších úprav.

[3] STN ISO 1996-1:2006 Akustika. Opis, meranie a posudzovanie hluku vo vonkajšom prostredí. Časť 1. Základné veličiny a postupy posudzovania

[4] STN ISO 1996-2:2008 Akustika. Opis, meranie a posudzovanie hluku vo vonkajšom prostredí. Časť 2. Určovanie hladín zvuku

[5] STN 73 05 32 Hodnotenie zvukovo izolačných vlastností budov a stav. konštrukcií

[6] Vaverka, J. a kol.: Stavební fyzika 1, urbanistická, stavební a prostorová akustika. Vysoké učení technické v Brne, Brno, 1998.

[7] Liberko, M. RNDr., Výpočet hluku z automobilové dopravy, Účelová publikace pro Ředitelství silnic a dálnic České republiky, Praha, november 2011

[8] Metodika dopravno-kapacitného posudzovania vplyvov investičných projektov, Príloha k rozhodnutiu primátora hlavného mesta Slovenskej republiky Bratislavy č.15/2014, (aktualizácia 05/2014)

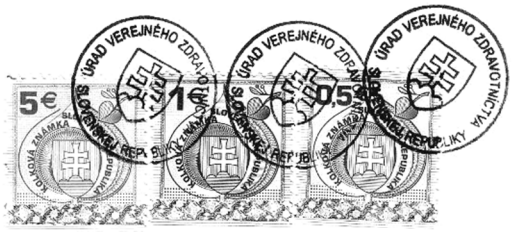
[9] Odborné usmernenie Úradu verejného zdravotníctva SR, ktorým sa upravuje postup pri vypracovaní strategických hlukových máp, č. 99/2005, Vestník MZ SR, čiastka 55-60

[10] TP-07/2013, Technické podmienky - Prognózovanie výhľadových intenzít na cestnej sieti do roku 2040 (MDVaRR SR, november 2013)

[11] Nariadenie vlády SR č. 115/2006 Z.z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou hluku

[12] Dopravno-kapacitné posúdenie „Polyfunkčný objekt Nové sídlo ZSE“ (IR data, jún 2023)

ÚRAD VEREJNÉHO ZDRAVOTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY
Trnavská cesta 52
P. O. BOX 45
826 45 Bratislava



Číslo: OOD/7360/2009
Dátum: 29. 10. 2009

OSVEDČENIE O ODBORNEJ SPÔSOBILOSTI

vydané podľa §15 a §16 zákona č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov

Meno a priezvisko, titul: **Ing. Vladimír Plaskoň**

Dátum a miesto narodenia:

Bydlisko:

na kvalitatívne a kvantitatívne zisťovanie faktorov životného prostredia a pracovného prostredia na účely posudzovania ich možného vplyvu na zdravie.

Dátum a miesto vykonania skúšky: 28.10.2009 pred skúšobnou komisiou Úradu verejného zdravotníctva Slovenskej republiky so sídlom v Bratislave, zriadenou dňa 05. 12. 2007 pod č. ZHHSR/10095/2007 s dodatkom zo dňa 05. 06. 2008 pod č. ZHHSR/5244/2008, s dodatkom č. 2 zo dňa 19. 11. 2008 pod č. OOD/5244/2008 a s dodatkom č. 3 - 8 zo dňa 27. 11. 2008 pod č. OOD/5244/2008.

Menovaný je odborne spôsobilý vykonávať meranie hluku.

Čas platnosti osvedčenia: **29. 10. 2014**

Predseda skúšobnej komisie: **doc. MUDr. Ivan Rovný, PhD., MPH**

ÚRAD VEREJNÉHO ZDRAVOTNÍCTVA SLOVENSKEJ REPUBLIKY -1-

doc. MUDr. Ivan Rovný, PhD., MPH
hlavný hygienik SR

Osvedčenia o odbornej spôsobilosti ***udelené a platné do 31. mája 2010*** *sa považujú za osvedčenia udelené* ***na neurčitý čas.***

3 S – PROJEKT, s.r.o., Ing. Zsolt Straňák, Boldog č. 145, 925 26 Boldog
Konzultačná a projekčná činnosť v oblasti stavebnej fyziky

Posúdenie vplyvu plánovanej výstavby Polyfunkčného komplexu EHQ na preslnenie plánovaných bytov a na denné osvetlenie miestností v povolenej stavbe „Polyfunkčná stavba Nová Bottova“

Vplyv plánovanej výstavby na preslnenie bytov povolenej stavby „Polyfunkčná stavba Nová Bottova“

Požiadavky na preslnenie bytov stanovuje čl. 5.2.1 (najmä 5.2.1.1 a 5.2.1.2) STN 73 4301. Podľa čl. 5.2.1.2 tejto normy musí slnečné žiarenie dopadať na kritický bod v rovine vnútorného zasklenia okna vo výške 0,3 m nad stredom spodnej hrany osvetľovacieho otvoru (širokého aspoň 0,9 m), ale najmenej 1,2 m nad úrovňou podlahy obytnej miestnosti. Čas preslnenia bytu je vyhovujúci vtedy, ak je od 21.marca do 22.septembra preslnená aspoň 1,5 hodinu denne najmenej tretina súčtu plôch všetkých jeho obytných miestností, (pri rešpektovaní podmienok ďalších článkov STN 73 4301).

Vzhľadom na dostatočnú vzdialenosť medzi plánovanými výstavbami preslnenie navrhovaných bytov s juhozápadnou orientáciou nebude negatívne ovplyvnené plánovanou výstavbou Polyfunkčného komplexu EHQ v kritickom dátume 21.marca. Byty s inou orientáciou, ako juhozápadná vôbec nebudú ovplyvnené plánovanou výstavbou.

Vplyv plánovanej výstavby Polyfunkčného komplexu EHQ na preslnenie plánovaných bytov v povolenej stavbe „Polyfunkčná stavba Nová Bottova“ vyhovuje požiadavkám STN 73 4301. Plánovaná výstavba Polyfunkčného komplexu EHQ svojou polohou a výškou neovplyvní vyhovujúce preslnenie plánovaných bytov.

Vplyv plánovanej výstavby na denné osvetlenie miestností povolenej stavby „Polyfunkčná stavba Nová Bottova“

Ekvivalentný uhol (vonkajšieho) tienenia - uhol od horizontálnej roviny vynesený v normálovom smere spravidla zo stredu osvetľovacieho otvoru (prípadne z kontrolného bodu vo zvislej rovine) na vonkajšom povrchu obvodovej konštrukcie vo výške najmenej 2,0 m nad terénom priliehajúcim k posudzovanému objektu; predstavuje tienenie nekonečne dlhej prekážky paralelnej s rovinou posudzovanej obvodovej konštrukcie, ktorá v podmienkach oblohy podľa 2.8 spôsoby rovnaké zníženie oblohovej osvetlenosti vertikálnej roviny, ako existujúce alebo navrhované tieniace prekážky.

Pri navrhovaní denného osvetlenia vnútorných priestorov určených na trvalý pobyt ľudí počas dňa sa odporúča v prípadoch, keď nie je známa budúca výstavba v okolí navrhovanej stavby alebo miesto stavby, predpokladať tienenie osvetľovacích otvorov vonkajšou prekážkou s uhlom tienenia aspoň 25^{o} okrem prípadu, keď je v budúcnosti vonkajšie tienenie v takejto hodnote vylúčené.

Pri navrhovaní a úpravách stavebných objektov (nadstavby, prístavby a podobne) sa musí dbať na to, aby sa výrazne nezhoršili podmienky denného osvetlenia v existujúcich okolitých vnútorných priestoroch s trvalým pobytom ľudí a aby sa vytvorili podmienky na dostatočné denné osvetlenie budov na dočasne nezastavaných stavebných parcelách.

Ekvivalentný uhol tienenia hlavných bočných osvetľovacích otvorov ostatných existujúcich alebo navrhovaných vnútorných priestorov s trvalým pobytom ľudí sa odporúča do 25°, nesmie však prekročiť 30°.

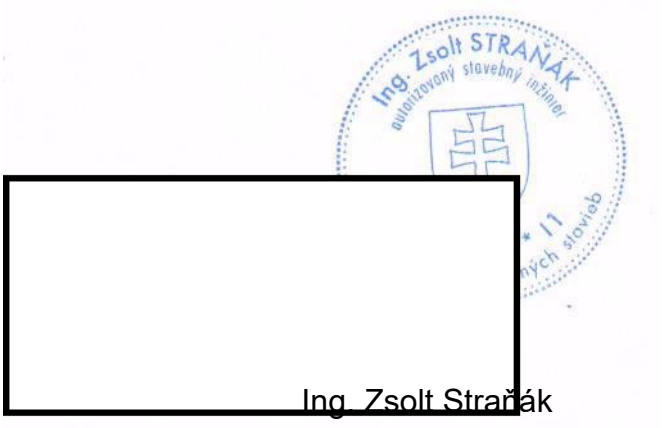
Ak oprávnené inštitúcie príslušnej obce jednoznačne vymedzia zóny obce so zvýšenou hustotou zástavby (najmä vo väčších mestách), nesmie ekvivalentný uhol tienenia hlavných bočných osvetľovacích otvorov existujúcich alebo navrhovaných vnútorných priestorov s trvalým pobytom ľudí prekročiť:

- 36° v súvislej radovej uličnej zástavbe v centrálnych častiach väčších miest,
- 42° v súvislej radovej uličnej zástavbe v mimoriadne stiesnených priestoroch v historických centrách miest.

Na tieto účely sa do ekvivalentného uhla tienenia nezapočítava tienenie kontrolných bodov vlastnými časťami objektu (lodžiami, zalomeniami vlastného objektu a podobne).

Vzhľadom na dostatočnú vzdialenosť medzi plánovanými výstavbami dovolený ekvivalentný uhol tienenia 36° nebude prekročený v rámci sektoru stavby pre najviac tienené okno v povolenej stavbe „Polyfunkčná stavba Nová Bottova“.

Vplyv plánovanej výstavby Polyfunkčného komplexu EHQ vyhovuje požiadavkám STN 73 0580-1, Zmena 2 na denné osvetlenie miestností v povolenej stavbe „Polyfunkčná stavba Nová Bottova“. Plánovaná výstavba Polyfunkčného komplexu EHQ svojou polohou a výškou neovplyvní vyhovujúce denné osvetlenie plánovaných miestností a dovolený ekvivalentný uhol tienenia 36° nebude prekročený v rámci sektoru stavby pre najviac tienené okno.



V Boldogu dňa 6.2.2024

Ing. Zsolt Straňák

Autorizovaný stavebný inžinier