



**VIBROAKUSTICKÁ ŠTÚDIA PRE PROJEKT
„NOSNÝ SYSTÉM MHD, PREVÁDZKOVÝ ÚSEK JANÍKOV DVOR –
ŠAFÁRIKOVO NÁMESTIE V BRATISLAVE
2. ČASŤ BOSÁKOVA ULICA – JANÍKOV DVOR“**

**STACIONÁRNE A MOBILNÉ ZDROJE HLUKU A VIBRÁCIÍ –
VIZUALIZÁCIA**

**STUPEŇ POSUDZOVANIA EIA
JANUÁR 2016**

Protokol: A_022a_2016

1 VŠEOBECNÉ ÚDAJE
Objednávateľ: REMING CONSULT a.s., Trnavská cesta 27, 831 04 Bratislava 3
Predmet objednávky: Nosný systém MHD, prevádzkový úsek Janíkov dvor – Šafárikovo námestie, 2. časť Bosákova ulica – Janíkov dvor. Objednávka číslo 323/1515/15.
Dátum merania: 15-17.1.2016
Meranie vykonal: Ing. Ján Šimo, CSc., Ing. Mgr. Michal Bugala
Protokol vypracoval: Ing. Ján Sobota, Ing. Mgr. Michal Bugala
Protokol schválil vedúci pracoviska: Ing. Ján Šimo, CSc.

UPOZORNENIE: Výsledky sa vzťahujú iba na predmety skúšky a protokol sa bez písomného súhlasu môže reprodukovat' iba ako celok.

2 VYHODNOTENIE MOŽNÉHO VPLYVU NA ZDRAVIE – HLUK A VIBRÁCIE

2.1 HLUK

Akustickú situáciu vo vonkajšom priestore záujmového územia projektu stavby „Nosný systém MHD, prevádzkový úsek Janíkov dvor – Šafárikovo námestie, 2. časť Bosákova ulica – Janíkov dvor“ posudzujeme v zmysle zákona NR SR č. 355/2007 Z.z., vyhlášky MZ SR č.237/2009 Z.z., ktorou sa dopĺňa vyhláška MZ SR č. 549/2007 Z.z. V protokole prezentujeme výpočet hlukovej situácie, v 3D modeli verifikovanom a kalibrovanom meraniami in-situ, formou grafickej vizualizácie hladín akustického tlaku.



Obr. 2.1.1 Pohľady na záujmové územie plánovanej výstavby projektu nosného systému MHD.

V protokole prezentujeme výpočet hlukovej situácie v 3D modeli, kalibrovanom 24-hodinovými meraniami in-situ, formou grafickej vizualizácie hladín akustického tlaku. Projekt navrhovanej dopravnej infraštruktúry predstavuje električková trať Nosného systému mestskej hromadnej dopravy (NSMHD) medzi Bosákovou ulicou a lokalitou Janíkov dvor v mestskej časti Bratislava Petržalka vrátane nadväzujúcich a súvisiacich cestných komunikácií a nového depa v dvoch variantoch.

Meracie/výpočtové body Mx/Vx:

MH1/MV1/V1 –ul. Šitavská 26, Bratislava, GPS: 48° 6'21.76"S, 17° 6'26.15"V

V2 – ul. Vígľašská 17, Bratislava, GPS: 48° 5'44.48"S, 17° 6'30.50"V

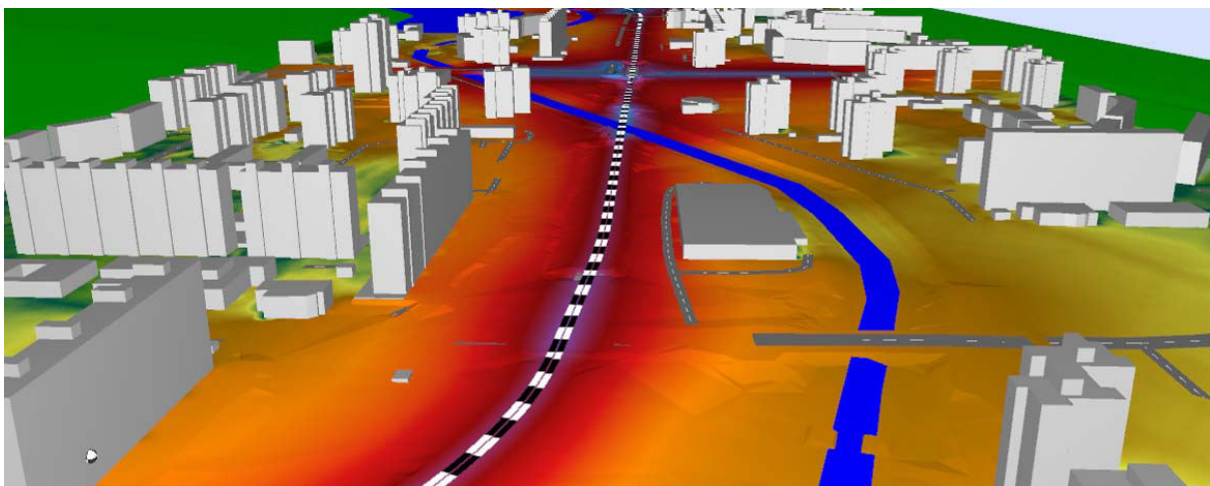
V3 - ul. Jasovská, Bratislava, GPS: 48° 5'41.93"S, 17° 6'44.76"V

V4 – ul. Beňadická, Bratislava, GPS: 48° 5'57.92"S, 17° 6'31.45"V

V5 – ul. Holičska, Bratislava, GPS: 48° 7'5.84"S, 17° 6'37.15"V

V6 - ul. Osuského, Bratislava, GPS: 48° 6'36.42"S, 17° 6'26.37"V

V7 - ul. Jungmanova, Bratislava, GPS: 48° 7'28.22"S, 17° 6'51.27"V



Obr. 2.1.2 Pohľad na záujmové územie plánovanej výstavby projektu nosného systému MHD.

Na základe vykonanej predikcie akustických pomerov v záujmovom území od emisie hluku z mobilných zdrojov pozemnej dopravy a stacionárnych zdrojov, ktoré súvisia **iba s prevádzkou nosný systém MHD v Bratislave, Šafárikovo námestie – Janíkov dvor, 2.časť Bosákova ulica – Janíkov dvor**, pre denný, večerný a nočný čas konštatujeme, že podľa limitov prípustných hodnôt hluku z mobilných zdrojov hluku pre kategóriu územia III., v priestore pred oknami obytných miestností bytových domov vo výpočtových bodoch:

Variant 1:

*pre denný čas prípustná hodnota nie je prekročená v bodoch V1, V2, V3, V4, V6,
pre večerný čas prípustná hodnota nie je prekročená v bodoch V1, V2, V3, V4, V6,
pre nočný čas prípustná hodnota nie je prekročená v bodoch V2, V3, V6,*

*pre denný čas prípustná hodnota je prekročená v bodoch V5, V7,
pre večerný čas prípustná hodnota je prekročená v bodoch V5, V7,
pre nočný čas prípustná hodnota je prekročená v bodoch V1, V4, V5, V7.*

Variant 2:

*pre denný čas prípustná hodnota nie je prekročená v bodoch V1, V2, V3, V6,
pre večerný čas prípustná hodnota nie je prekročená v bodoch V1, V2, V3, V6,
pre nočný čas prípustná hodnota nie je prekročená v bodoch V2, V3, V6,*

*pre denný čas prípustná hodnota je prekročená v bodoch V4, V5, V7,
pre večerný čas prípustná hodnota je prekročená v bodoch V4, V5, V7,
pre nočný čas prípustná hodnota je prekročená v bodoch V1, V4, V5, V7.*

Tab. 2.1.1 Súčasná a predikovaná situácia – hluk v kontrolnom bode MH1.

Kontrolný bod (Merací bod Mx/ výpočtový bod Vx)	referenčný časový interval	Celkový zvuk* (existujúci stav – nulový variant) [dB]	Špecifický zvuk** (iba od posudzovanej činnosti) [dB]	ΔL [dB] (teoretický prírastok od posudzovanej činnosti k existujúcemu stavu)
MH1/V1 vo výške 9m – variant 1	deň	62,6	54,0	0,6
	večer	59,3	53,8	1,1
	noc	56,4	52,3	1,4
MH1/V1 vo výške 9m – variant 2	deň	62,6	54,6	0,6
	večer	59,3	54,3	1,2
	noc	56,4	52,6	1,5

* úplne obklopujúci zvuk v danej situácii v danom čase, zvyčajne zvuk zložený z viacerých blízkych a vzdialených zdrojov (získaný meraním „in - situ“ v bode M1 a M2 tzn. **existujúci stav – nulový variant.**) v zmysle STN ISO 1996-1

** zložka celkového zvuku v zmysle STN ISO 1996-1 ktorú možno konkrétne identifikovať a ktorá je spojená s konkrétnym zdrojom zvuku ktorý súvisí s posudzovaným zámerom získaný predikciou v bode V1, (tzn. špecifický zvuk **iba od posudzovanej pozemnej dopravy vrátane električkovej trate Nosného systému mestskej hromadnej dopravy**).



Obr. 2.1.3 Pohľady na záujmové územie plánovanej výstavby projektu nosného systému MHD.

2.2 VIBRÁCIE

Meranie zrýchlenia vibrácií bolo vykonané v zmysle naplnenia zákona NR SR č. 355/2007 Z.z. z 21. júna 2007 o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia, v zmysle Vyhlášky MZ SR č.237/2009 Z.z., ktorou sa dopĺňa Vyhláška č.549/2007 Z.z. zo 16. augusta 2007, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí v súlade s STN ISO 2631-1:1999 a internej smernice akreditovaného laboratória Klubu ZPS vo vibroakustike, s.r.o. IS-OOFF/04.

Tab. 2.2.1 Súčasná situácia – vibrácie v kontrolnom bode MV1.

Merací bod	Referenčný časový interval T	Posudzovaná hodnota $a_{R_{\text{req}}}$ [m.s^{-2}]	Posudzovaná hodnota $a_{R_{\text{wmax}}}$ [m.s^{-2}]
MV1	večer	0,00045	0,01082
	noc	0,00032	0,01511
	deň	0,00056	0,03582

Vyhodnotené hodnoty ekvivalentného $a_{R_{\text{req}}}$ a maximálneho $a_{R_{\text{wmax}}}$ zrýchlenia vibrácií v meracom bode MV1 **pre existujúci stav** vo vnútornom prostredí na 3 NP BD, č.p. 26 ul. Šintavská 26, Bratislava **neprekračujú** prípustné hodnoty určujúcich veličín zrýchlenia vibrácií v zmysle naplnenia zákona NR SR č. 355/2007 Z.z. a vyhlášky MZ SR č. 237/2009 z.z. a vyhlášky č. 549/2007 Z.z.

Celkové posúdenie výsledkov predikcie je v zmysle zákona

Národnej rady Slovenskej republiky č. 355/2007 Z. z. z 21. júna 2007 o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia v plnej právomoci príslušného orgánu verejného zdravotníctva.

Meranie rýchlosti vibrácií bolo vykonané v súlade s STN ISO 4866 + Amd 1 + Amd 2 Pokyny na meranie kmitania a hodnotenia jeho vplyvov na budovy, STN ISO 8569 Merania a hodnotenia vplyvov otasu a kmitania na citlivosť zariadenia v budovách a internej smernice akreditovaného laboratória Klub ZPS vo vibroakustike, s.r.o. IS -OOFF/12

Merací bod	Referenčný časový interval T	Vrcholová hodnota rýchlosti vibrácií $V_{\text{peak,z}}$ [mm.s^{-1}]	Posudzovaná hodnota –existujúci stav $V_{R_{\text{peak,z}}}$ [mm.s^{-1}]
MV1	večer	0,251	0,301
	noc	0,133	
	deň	0,207	

Posudzované hodnoty rýchlosti vibrácií $v_{R_{\text{peak,z}}}$ v meracom bode **MV1 pre existujúci stav neprekračujú** dynamickú odozvu spôsobenou technickou seizmicitou z hľadiska I. medzného stavu a nie je treba ich analyzovať.

2.3 NÁZORY A INTERPRETÁCIE

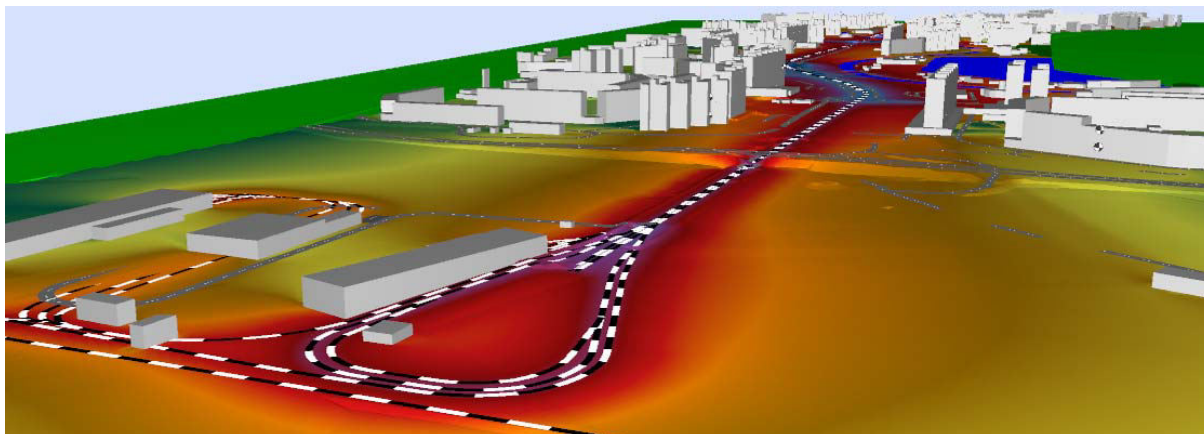
Podľa platných prípustných hodnôt (limitov) v Slovenskej republike sú záväzné prípustné hodnoty pre „pozemnú a vodnú dopravu“. Vyhodnotenie hluku z pozemnej a vodnej dopravy v zmysle legislatívy vykonávame od prejazdov po všetkých komunikáciách, vrátane električkovej dopravy.

Pre príslušné časové intervaly a hodnotené meracie miesta sme vyjadrili hodnoty zvuku pre posudzovaný nosný systém MHD čo zohľadňuje prejazdy po komunikáciách vrátane električkovej dopravy.

Doporučujeme preferovať primárne opatrenia oproti sekundárnym a terciárnym opatreniam na zmiernenie nepriaznivého dopadu zvuku v záujmovom území a to:

- pružné upevnenie koľaje
- koľajnice zvarené do bezstykovej koľaje
- v oblúkoch menších polomerov (pod 25m) implementovať zariadenia na mazanie koľajníc
- z oboch strán koľajnice aplikovať bokovnice, alebo iný progresívny antivibračný materiál
- preferenciou električiek zvýšiť plynulosť jazdy
- po finálnej úprave geometrickej polohy koľaje prebrúsiť hlavu koľajníc

3 PREDIKCIA AKUSTICKÝCH POMEROV



Obr. 3.1 Pohľad na záujmové územie plánovanej výstavby projektu nosného systému MHD.

Naplnenie zákona NR SR č. 355/2007 Z. z. z 21. júna 2007 o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia v zmysle Vyhlášky MZ SR č. 237/2009 Z.z., ktorou sa dopĺňa Vyhláška MZ SR č. 549/2007 Z. z., ustanovujúca podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií, sa kontroluje porovnaním posudzovanej hodnoty s prípustnou hodnotou. *Posudzovaná hodnota v prípade predikcie hluku je predpokladaná hodnota určujúcej veličiny vrátane príslušnej neistoty.*

Tab. 3.1 Prípustné hodnoty určujúcich veličín hluku vo vonkajšom prostredí

Kategória územia	Opis chráneného územia alebo vonkajšieho priestoru	Ref. čas. inter.	Prípustné hodnoty (dB) ^{a)}				
			Hluk z dopravy				Hluk z iných zdrojov $L_{Aeq, p}$
			Pozemná a vodná doprava ^{b)c)} $L_{Aeq, p}$	Železničné dráhy ^{c)} $L_{Aeq, p}$	Letecká doprava		
					$L_{Aeq, p}$	$L_{ASmax, p}$	
I.	Územie s osobitnou ochranou pred hlukom, napr. kúpeľné miesta, kúpeľné a liečebné areály.	deň	45	45	50	-	45
		večer	45	45	50	-	45
		noc	40	40	40	60	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)} vonkajší priestor v obytnom a rekreačnom území	deň	50	50	55	-	50
		večer	50	50	55	-	50
		noc	45	45	45	65	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	60	60	60	-	50
		večer	60	60	60	-	50
		noc	50	55	50	75	45
IV.	Územie bez obytnej funkcie a bez chránených vonkajších priestorov, výrobné zóny, priemyselné parky, areály závodov.	deň	70	70	70	-	70
		večer	70	70	70	-	70
		noc	70	70	70	95	70

^{a)} Prípustné hodnoty platia pre suchý povrch vozovky a nezasnežený terén, ak ide o sezónne zariadenia, hluk sa hodnotí pri podmienkach, ktoré je možné pri ich prevádzke predpokladať.

^{b)} Pozemná doprava je doprava na pozemných komunikáciách vrátane električkovej dopravy.

^{c)} Zástavky miestnej hromadnej dopravy, autobusovej, železničnej, vodnej dopravy a stanovišťa taxislužieb určené na nastupovanie a vystupovanie osôb sa hodnotia ako súčasť pozemnej a vodnej dopravy.

^{d)} Prípustné hodnoty pred fasádou nebytových objektov sa uplatňujú v čase ich používania, napr. školy počas vyučovania a pod.

Na hodnotenie akustickej situácie v záujmovom území pre projekt „Nosný systém MHD, prevádzkový úsek Janíkov dvor – Šafárikovo námestie, 2. časť Bosákova ulica – Janíkov dvor – električková trať vrátane nadväzujúcich a súvisiacich cestných komunikácií (*úpravy cestnej infraštruktúry, dopravné preriešenie dotknutých križovatkových uzlov, atď*)“ a nového depa“ sme použili výpočtový program Cadna A - metodiku „Schall 03“ a metodiku „NMPB Routes 96“ s aplikačnou úpravou povrchov vozoviek a korekcií pre podmienky Slovenskej Republiky kalibrovaný meraním in situ. Údaje potrebné pre výpočet sme zadali na základe obdržaných podkladov od zadávateľa úlohy.

Po vyhodnotení výpočtu v kalibrovanom 3D modeli sme zistili prekročenie prípustných hodnôt hluku v záujmovom obytnom území projektu (pre kategóriu územia III.)

Akustická situácia v záujmovom území po realizácii projektu „Nosný systém MHD, prevádzkový úsek Janíkov dvor – Šafárikovo námestie, 2. časť Bosákova ulica – Janíkov dvor“ pre prognózovanú situáciu, denný, večerný, nočný čas.

Tab. 2.1 Vypočítané ekvivalentné hladiny A hluku vo zvolených imisných bodoch

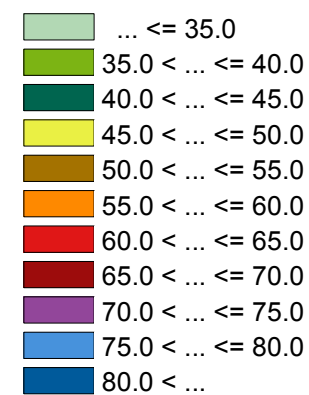
výpočtový bod / výška výpočtového bodu <i>H</i>		Situácia iba od činnosti projektu NS MHD (električková trať, súvisiace cestné komunikácie, vozovňa)						neistota predikcie vo výpočtových bodoch
		Variant 1			Variant 2			
		deň <i>L</i> _{pAeq,12} [dB]	večer <i>L</i> _{pAeq,4h} [dB]	noc <i>L</i> _{pAeq,8h} [dB]	deň <i>L</i> _{pAeq,12} [dB]	večer <i>L</i> _{pAeq,4h} [dB]	noc <i>L</i> _{pAeq,8h} [dB]	
V1	<i>H</i> =9 m	54,0	53,8	52,3	54,6	54,3	52,6	+1,8 dB
	<i>H</i> =20 m	54,6	54,2	52,5	55,2	54,7	52,8	
V2	<i>H</i> =8 m	45,8	46,1	45,3	45,9	46,1	45,4	
	<i>H</i> =24 m	48,7	48,7	47,7	48,7	48,7	47,7	
V3	<i>H</i> =8 m	40,5	41,1	40,9	40,6	41,2	40,9	
	<i>H</i> =20 m	42,4	42,6	41,9	42,5	42,7	41,9	
V4	<i>H</i> =24 m	52,2	52,2	51,2	63,5	61,9	58,5	
V5	<i>H</i> =9 m	62,1	60,5	56,2	62,1	60,5	56,2	
V6	<i>H</i> =9 m	47,7	47,8	46,8	47,7	47,8	46,8	
V7	<i>H</i> =4 m	68,3	66,9	62,1	68,4	66,9	62,2	

Xy - prípustná hodnota hluku je prekročená

Xy - prípustná hodnota hluku nie je prekročená

Po zadání zdrojov hluku do programu CadnaA verzia 4.4 podľa A) *Zadania* sme vyhodnotili akustickú situáciu záujmového územia projektu „Nosný systém MHD, prevádzkový úsek Janíkov dvor – Šafárikovo námestie, 2. časť Bosákova ulica – Janíkov dvor“ pre denný, večerný a nočný čas pred výstavbou projektu – pozri grafické výstupy z programu na str. 7-12/23.

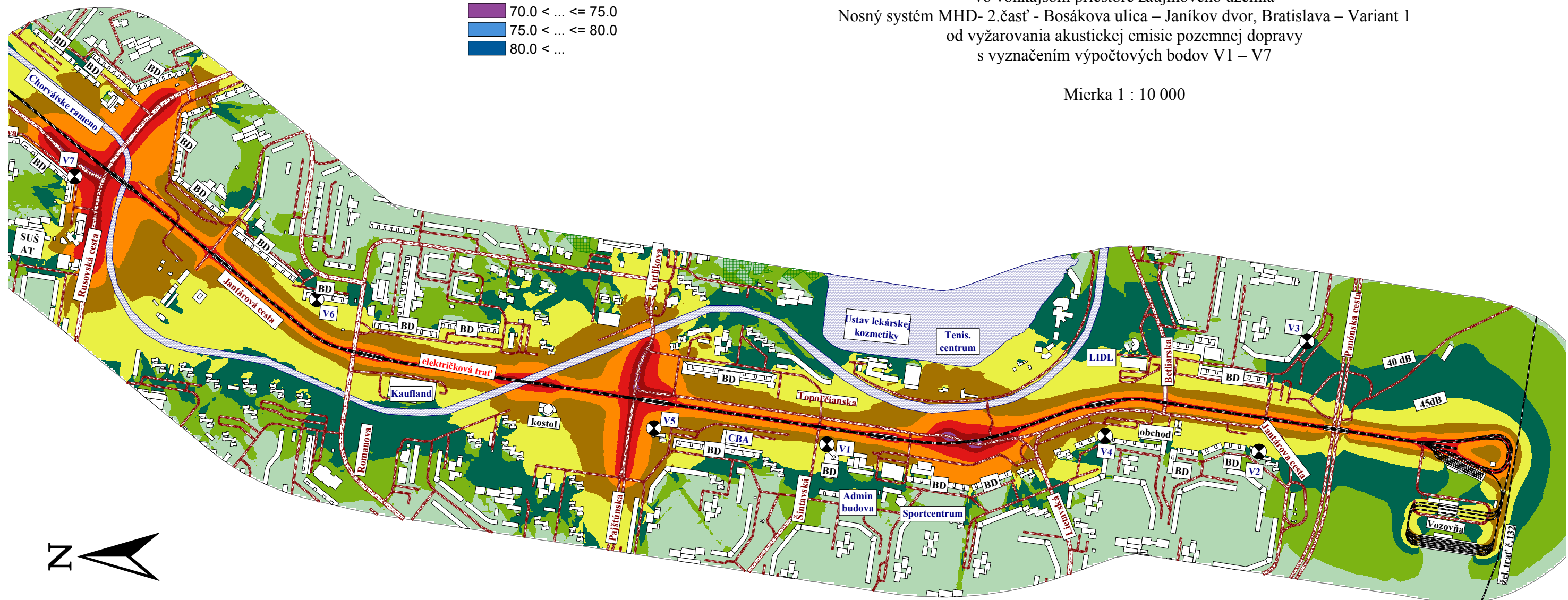
Klub ZPS vo vibroakustike, s.r.o.
V. Tvrdeho 23, SK - 010 01 Žilina
Oddelenie objektivizácie fyzikálnych faktorov



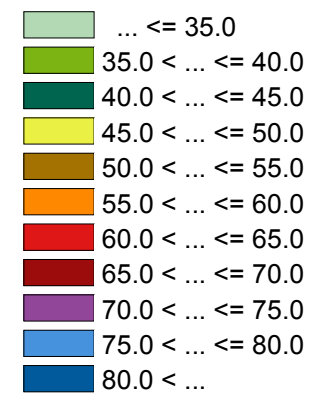
**Grafická vizualizácia hladín akustického tlaku $L_{pAeq,T}$
program Cadna A – výpočtová metodika NMPB Routes 96**

Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku
zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB
 $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 4m nad terénom,
vo vonkajšom priestore záujmového územia
Nosný systém MHD- 2.časť - Bosákova ulica – Janíkov dvor, Bratislava – Variant 1
od vyžarovania akustickej emisie pozemnej dopravy
s vyznačením výpočtových bodov V1 – V7

Mierka 1 : 10 000



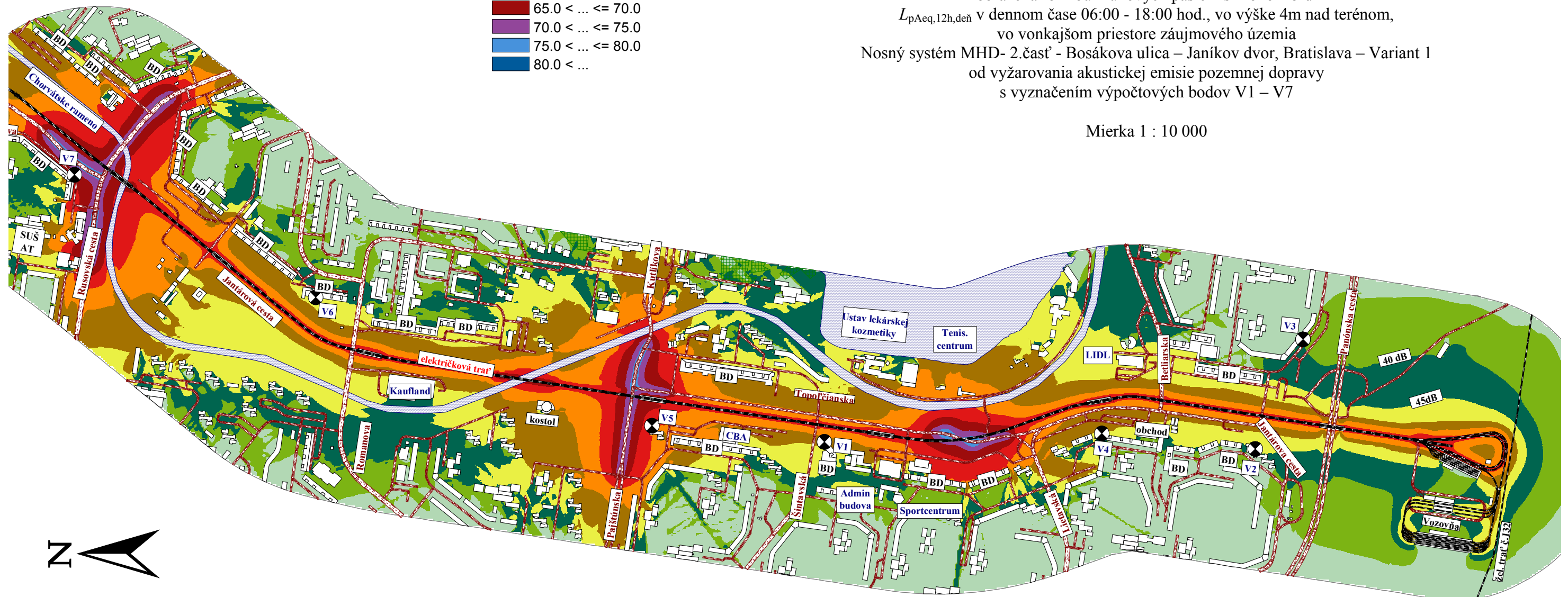
Klub ZPS vo vibroakustike, s.r.o.
V. Tvrdeho 23, SK - 010 01 Žilina
Oddelenie objektivizácie fyzikálnych faktorov



**Grafická vizualizácia hladín akustického tlaku $L_{pAeq,T}$
program Cadna A – výpočtová metodika NMPB Routes 96**

Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku
zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB
 $L_{pAeq,12h,deň}$ v dennom čase 06:00 - 18:00 hod., vo výške 4m nad terénom,
vo vonkajšom priestore záujmového územia
Nosný systém MHD- 2.časť - Bosákova ulica – Janíkov dvor, Bratislava – Variant 1
od vyžarovania akustickej emisie pozemnej dopravy
s vyznačením výpočtových bodov V1 – V7

Mierka 1 : 10 000



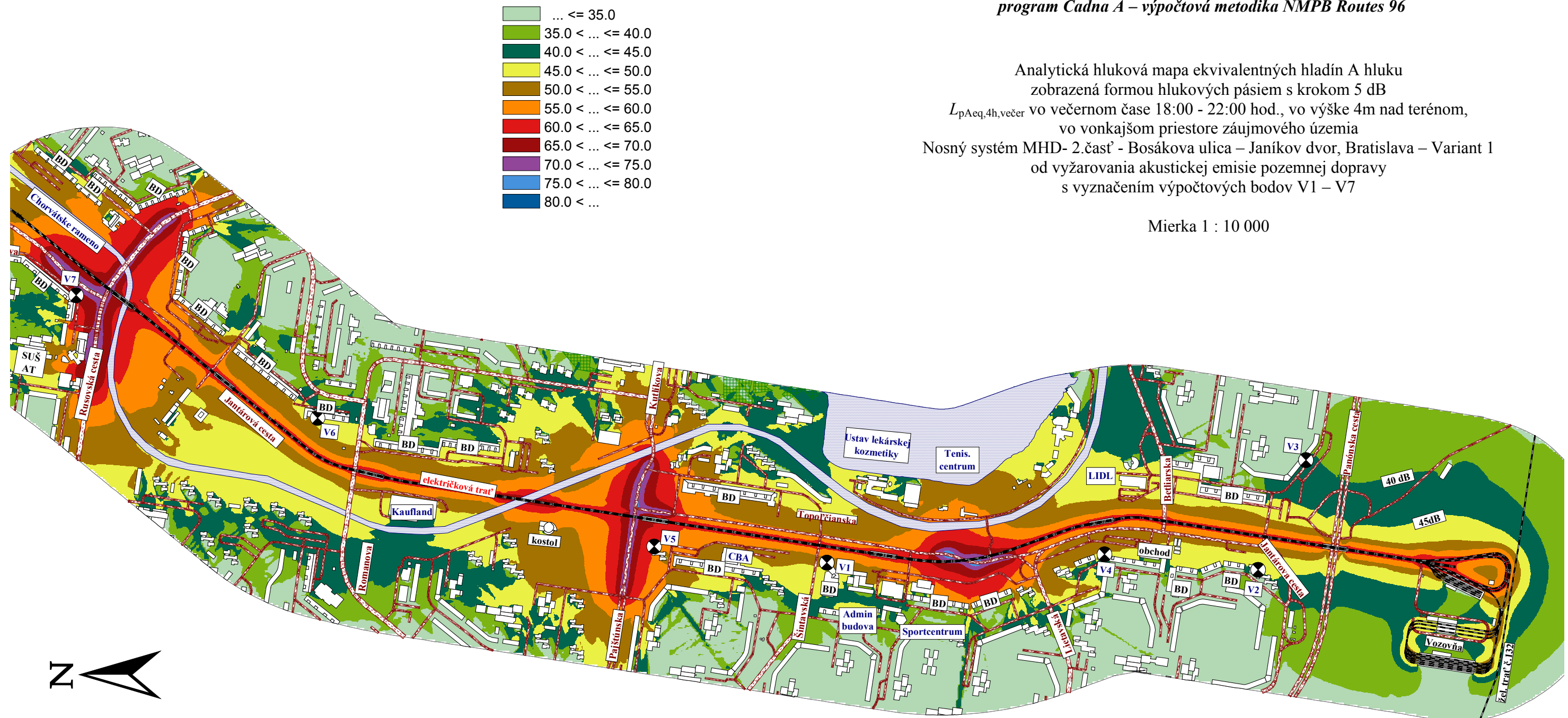
Klub ZPS vo vibroakustike, s.r.o.
V. Tvrdeho 23, SK - 010 01 Žilina
Oddelenie objektivizácie fyzikálnych faktorov



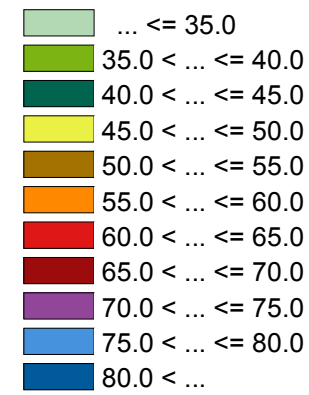
**Grafická vizualizácia hladín akustického tlaku $L_{pAeq,T}$
program Cadna A – výpočtová metodika NMPB Routes 96**

Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku
zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB
 $L_{pAeq,4h,večer}$ vo večernom čase 18:00 - 22:00 hod., vo výške 4m nad terénom,
vo vonkajšom priestore záujmového územia
Nosný systém MHD- 2.časť - Bosákova ulica – Janíkov dvor, Bratislava – Variant 1
od vyžarovania akustickej emisie pozemnej dopravy
s vyznačením výpočtových bodov V1 – V7

Mierka 1 : 10 000



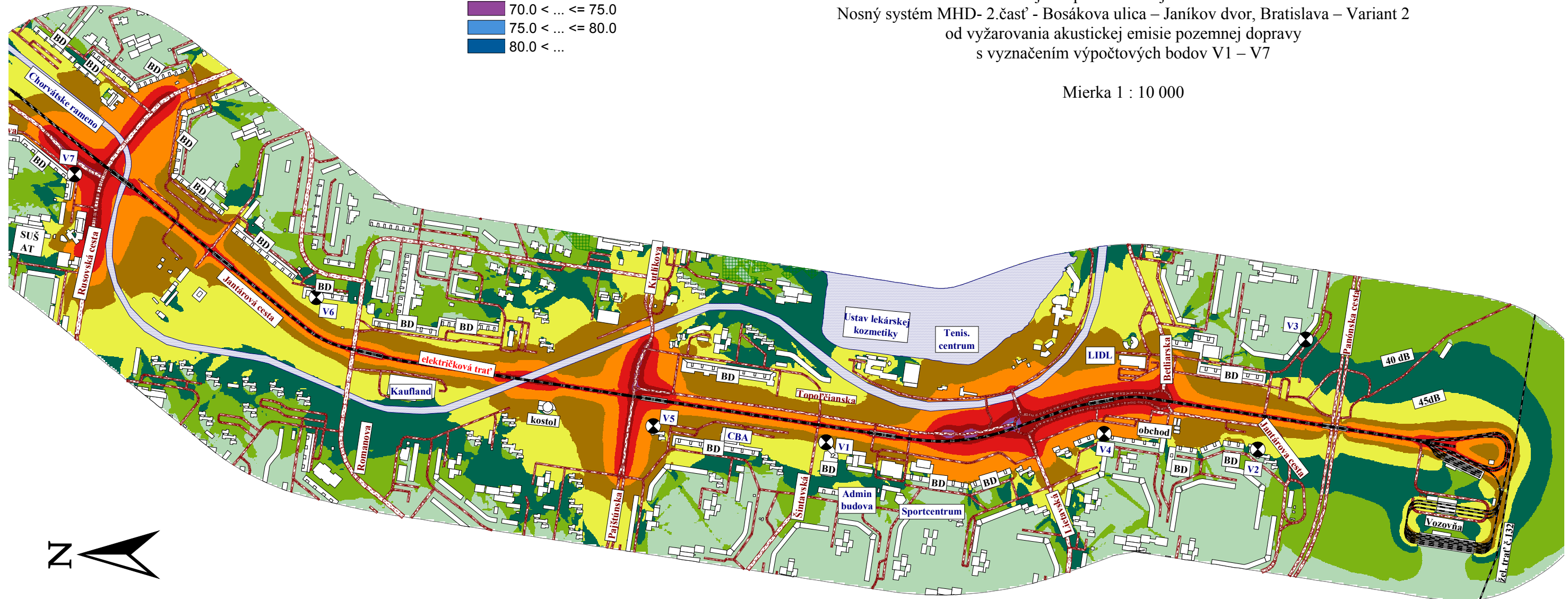
Klub ZPS vo vibroakustike, s.r.o.
V. Tvrdeho 23, SK - 010 01 Žilina
Oddelenie objektivizácie fyzikálnych faktorov



**Grafická vizualizácia hladín akustického tlaku $L_{pAeq,T}$
program Cadna A – výpočtová metodika NMPB Routes 96**

Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku
zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB
 $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 4m nad terénom,
vo vonkajšom priestore záujmového územia
Nosný systém MHD- 2.časť - Bosákova ulica – Janíkov dvor, Bratislava – Variant 2
od vyžarovania akustickej emisie pozemnej dopravy
s vyznačením výpočtových bodov V1 – V7

Mierka 1 : 10 000



Klub ZPS vo vibroakustike, s.r.o.
V. Tvrdého 23, SK - 010 01 Žilina
Oddelenie objektivizácie fyzikálnych faktorov

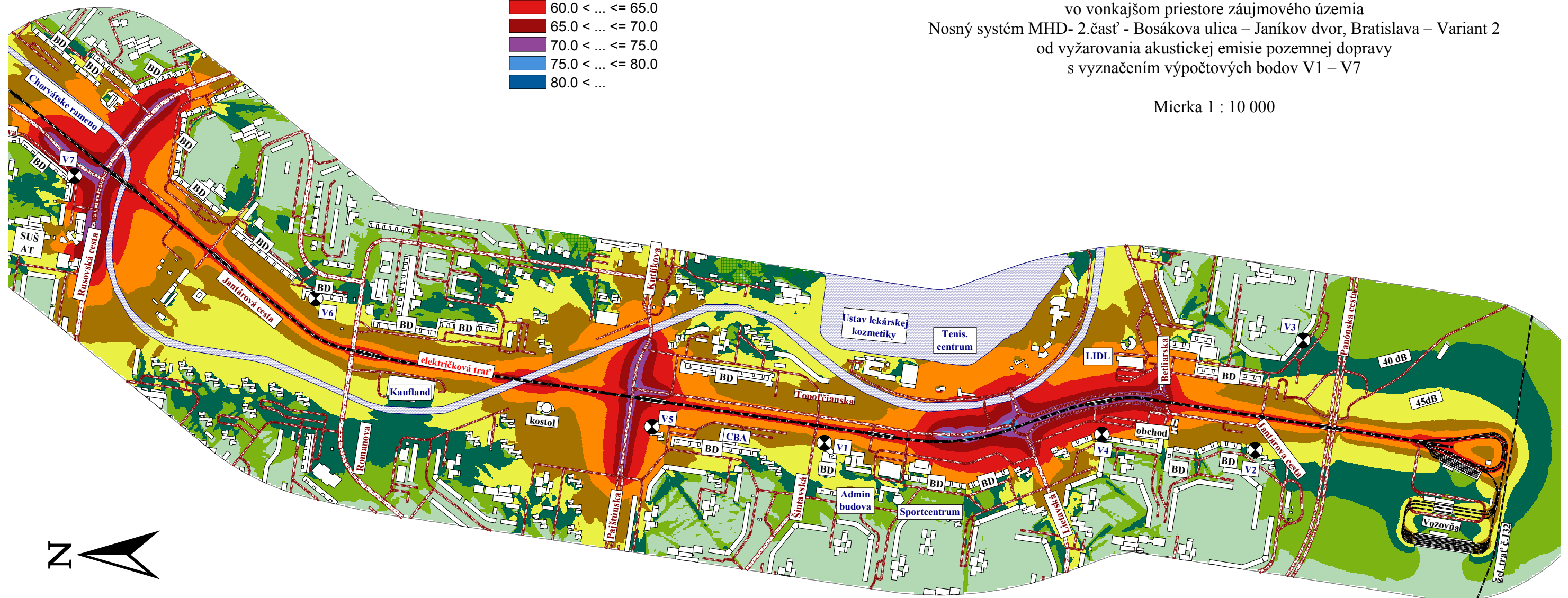


**Grafická vizualizácia hladín akustického tlaku $L_{pAeq,T}$
program Cadna A – výpočtová metodika NMPB Routes 96**

...	≤ 35.0
35.0 < ...	≤ 40.0
40.0 < ...	≤ 45.0
45.0 < ...	≤ 50.0
50.0 < ...	≤ 55.0
55.0 < ...	≤ 60.0
60.0 < ...	≤ 65.0
65.0 < ...	≤ 70.0
70.0 < ...	≤ 75.0
75.0 < ...	≤ 80.0
80.0 < ...	

Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku
zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB
 $L_{pAeq,4h,večer}$ vo večernom čase 18:00 - 22:00 hod., vo výške 4m nad terénom,
vo vonkajšom priestore záujmového územia
Nosný systém MHD- 2.časť - Bosákova ulica – Janíkov dvor, Bratislava – Variant 2
od vyžarovania akustickej emisie pozemnej dopravy
s vyznačením výpočtových bodov V1 – V7

Mierka 1 : 10 000



4 MERANIE HLUKU „IN-SITU“ VYKONANÉ V ZÁUJMOVOM ÚZEMÍ

ÚČEL MERANIA

24 hodinové meranie hluku „in-situ“ v životnom prostredí „*Nosný systém MHD, Prevádzkový úsek 2. časť Bosákova ulica – Janíkov Dvor, Bratislava*“ v meracom bode MH1 situovanom v záujmovom území vo vonkajšom prostredí BD č.p. 26, ulica Šintavská, Bratislava.

POPIS MERACÍCH BODOV

MH1 – 2m pred oknom obytnej miestnosti BD č.p. 26, ul. Šintavská, Bratislava, vo vzdialenosti cca 30m od NJP ulice Šintavská a cca 65m od Jantárovej cesty.

METÓDA MERANIA

- Meranie bolo vykonané v zmysle naplnenia Vyhlášky MZ SR č. 237/2009 Z.z., ktorou sa dopĺňa Vyhláška č. 549/2007 Z.z. zo 16. augusta 2007, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí, metodického usmernenia OHŽP – 7197/2009 a internej smernice akreditovaného laboratória Klubu ZPS vo vibroakustike s.r.o. IS-OOFF/01.

Metódou spojenej integrácie sme zaznamenali celkový zvuk – úplne obklopujúci zvuk v danej situácii v danom čase, zvyčajne zvuk zložený z viacerých blízkych a vzdialených zdrojov, v zmysle STN ISO 1996 – 1.

ZOZNAM POUŽITÉHO PRÍSTROJOVÉHO VYBAVENIA

Meracie reťazce overené kalibračným laboratóriom akreditovaným Národnou akreditačnou službou SNAS, reg. No. 009 / K – 16:

Meradlo: Nor – 118/v.č. 31538/Norsonic AS, Nórsko/certifikát o overení č.14078
Predzosilovač: Nor – 1201/ v.č. 17623 / Norsonic AS, Nórsko/certifikát o overení č. 14078
Merací mikrofón: MK 221/v.č.11492/Norsonic AS, Nórsko/certifikát o overení č. 15094
Akustický kalibrátor: Nor – 1251/v.č.25034/Norsonic AS, Nórsko/certifikát o overení č. 15096
Termický anemometer: T405-V1: 0560.4053 / v.č.41500288/110 / Testo AG, Lenzkirch, Nemecko / certifikát o overení č.2057/14
Vlhkomer T605 – H1: 0560.6053 / v.č.41102100/112 / Testo AG, Lenzkirch, Nemecko / certifikát o overení č.2056/14

NEISTOTA MERANIA

Neistota merania $U = 1,8$ dB, je určená v zmysle IS-OOFF/13

VÝSLEDKY MERANÍ

Tab. 4.1 Namerané hodnoty celkového zvuku – vid' *Grafický výstup z 24 – hodinového merania hluku 16. – 17.01.2016* pozri obr. 4.1 a 4.2

Merací bod	Referenčný časový interval	Nameraný celkový zvuk L_{pAeqT} [dB]
MH1	deň	62,6
	večer	59,3
	noc	56,4

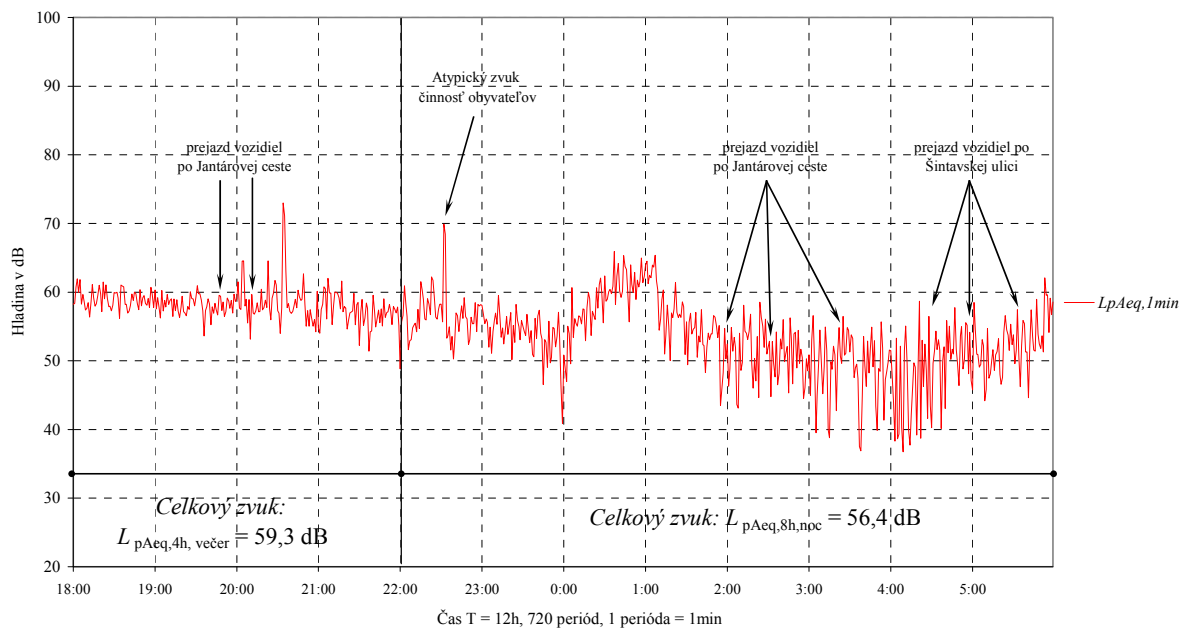
GRAFICKÉ VÝSTUPY Z MERANÍ HLUKU

MH1 – BD č.p. 26, ul. Šintavská, Bratislava

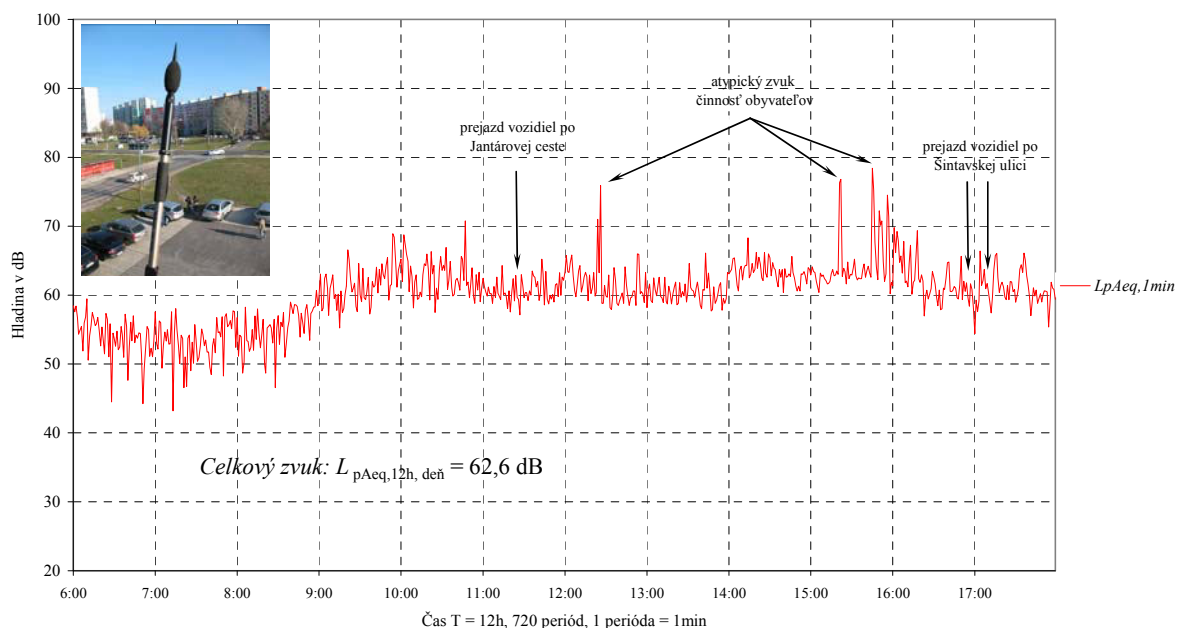
- 2 m pred oknom na 3. NP bytového domu
- vo vzdialenosti cca 30m od osi NJP ulice Šintavská a cca 65m od Jantárovej cesty



Obr. 4.1 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v referenčnom časovom intervale večer a noc v čase T=12h od 18:00 hod dňa 16.01.2016 do 06:00 hod dňa 17.01.2016 v meracom bode **MH1**.



Obr. 4.2 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v referenčnom časovom intervale deň v čase T = 12h od 06:00 do 18:00 hod. dňa 17.01.2016 v meracom bode MH1.



5 MERANIE VIBRÁCIÍ „IN-SITU“ V ZÁUJMOVOM ÚZEMÍ

ÚČEL MERANIA

24 hodinové meranie vibrácií „in-situ“ v životnom prostredí „Nosný systém MHD, Prevádzkový úsek 2. časť Bosákova ulica – Janíkov Dvor, Bratislava“ v meracom bode MV1 situovanom v záujmovom území BD č.p. 26, ulica Šintavská, Bratislava.

OPIS ZÁUJMOVÉHO ÚZEMIA

Merací bod MV1 bol vytypovaný v blízkosti plánovaného projektu „Nosný systém MHD, Prevádzkový úsek 2. časť Bosákova ulica – Janíkov Dvor, Bratislava“ vo vzdialenosti cca 30 m od osi NJP ulice Šintavská a cca 65 m od Jantárovej cesty.

METÓDA MERANIA

- Meranie zrýchlenia vibrácií bolo vykonané v zmysle naplnenia zákona NR SR č. 355/2007 Z.z. z 21. júna 2007 o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia, v zmysle Vyhlášky MZ SR č.237/2009 Z.z., ktorou sa dopĺňa Vyhláška č.549/2007 Z.z. zo 16. augusta 2007, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí v súlade s STN ISO 2631-1:1999 a internej smernice akreditovaného laboratória Klubu ZPS vo vibroakustike, s.r.o. IS-OOFF/04.
- Meranie rýchlosti vibrácií bolo vykonané v súlade s STN ISO 4866 + Amd 1 + Amd 2 Pokyny na meranie kmitania a hodnotenia jeho vplyvov na budovy, STN ISO 8569 Merania a hodnotenia vplyvov otasu a kmitania na citlivosť zariadenia v budovách a internej smernice akreditovaného laboratória Klub ZPS vo vibroakustike, s.r.o. IS - OOFF/12

ZOZNAM POUŽITÉHO PRÍSTROJOVÉHO VYBAVENIA

- merací reťazec overený kalibračným laboratóriom akreditovaným Národnou akreditačnou službou SNAS, reg. No. 009/K-016, certifikát o overení č. 14281:

senzor kmitania: 3233A / v.č. 1039 / Polsko, certifikát o overení č. 14281.1

merací prístroj: SVAN 958 A / v.č. 13146 / Polsko, certifikát o overení č. 14281

kalibrátor mechanického kmitania: VC-11/v.č. 00512/Metra Mess-und Frequenztechnik, Nemecko, certifikát o overení č. 091119

NEISTOTA MERANIA

Neistota merania $U = 20\%$ v zmysle IS-OOFF/14.

PRÍPUSTNÉ HODNOTY URČUJÚCICH VELIČÍN

• zrýchlenie vibrácií

Podľa Vyhlášky MZ SR č.549/2007 tab. č. 4 pre obytné miestnosti, ubytovne, domovy dôchodcov, pre referenčný časový interval:

večer:	$a_{weq,p}=0,008 \text{ m.s}^{-2}$, $a_{wmax,p}=0,11 \text{ m.s}^{-2}$
noc:	$a_{weq,p}=0,005 \text{ m.s}^{-2}$, $a_{wmax,p}=0,05 \text{ m.s}^{-2}$
deň:	$a_{weq,p}=0,008 \text{ m.s}^{-2}$, $a_{wmax,p}=0,11 \text{ m.s}^{-2}$

• rýchlosť vibrácií

Podľa Eurokódu 8 STN EN 1998-1/NA/Z1 posúdenie dynamickej odozvy spôsobenej technickou seizmicitou z hľadiska I. medzného stavu pre:

- triedu odolnosti objektu **B** a triedu významnosti objektu **IV**

$$\text{medzná hodnota rýchlosti vibrácií } v_i = 0,4 \text{ mm.s}^{-1}$$

STANOVENIE POSUDZOVANEJ HODNOTY

Posudzovaná hodnota – nameraná hodnota určujúcej veličiny zrýchlenia a rýchlosti vibrácií rozšírená o neistotu merania U , ktorá je určená v súlade s metrologickou praxou, t.j. 20% z nameranej hodnoty vážené zrýchlenie vibrácií vo vnútornom prostredí budov

$$a_{R_{\text{weq}},T} = (a_{\text{weq},T} + U)$$

$$a_{R_{\text{wmax}},T} = (a_{\text{wmax},T} + U)$$

- vrcholová rýchlosť vibrácií v referenčnom stanovisku konštrukcie budov

$$v_{R,\text{peak},T} = (v_{\text{peak},T} + U)$$

VÝSLEDKY MERANIA

Tab. 5.1 Posudzované hodnoty zrýchlenia vibrácií vo vnútornom prostredí budov.

Grafické výstupy z merania vid' obr.4.1, 4.2 a 4.3

Merací bod	Referenčný časový interval T	Posudzovaná hodnota $a_{R_{\text{weq}}} [\text{m.s}^{-2}]$	Posudzovaná hodnota $a_{R_{\text{wmax}}} [\text{m.s}^{-2}]$
MV1	večer	0,00045	0,01082
	noc	0,00032	0,01511
	deň	0,00056	0,03582

Tab. 5.2 Posudzované vrcholové hodnoty rýchlosti vibrácií v referenčnom stanovisku konštrukcie budov.

Grafické výstupy z merania vid' obr.5.1, 5.2 a 5.3

Merací bod	Referenčný časový interval T	Vrcholová hodnota rýchlosti vibrácií $V_{\text{peak},z} [\text{mm.s}^{-1}]$	Posudzovaná hodnota –existujúci stav $V_{R_{\text{peak},z}} [\text{mm.s}^{-1}]$
MV1	večer	0,251	0,301
	noc	0,133	
	deň	0,207	

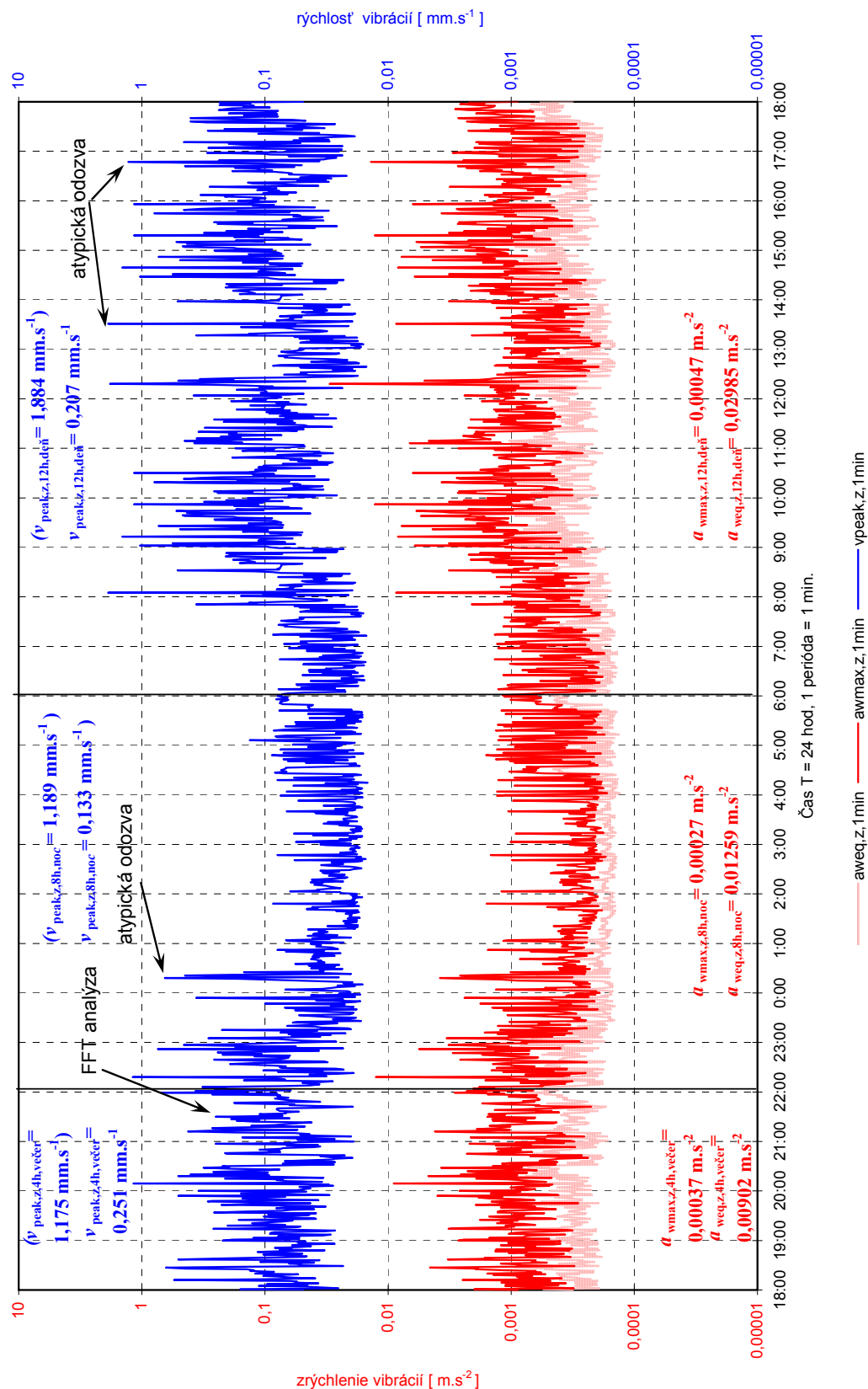
VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV MERANIA

Vyhodnotené hodnoty ekvivalentného $a_{R_{\text{weq}}}$ a maximálneho $a_{R_{\text{wmax}}}$ zrýchlenia vibrácií v meracom bode MV1 **pre existujúci stav** vo vnútornom prostredí na 3 NP BD, č.p. 26 ul. Šintavská 26, Bratislava **neprekračujú** prípustné hodnoty určujúcich veličín zrýchlenia vibrácií v zmysle naplnenia zákona NR SR č. 355/2007 Z.z. a vyhlášky MZ SR č. 237/2009 z.z. a vyhlášky č. 549/2007 Z.z.

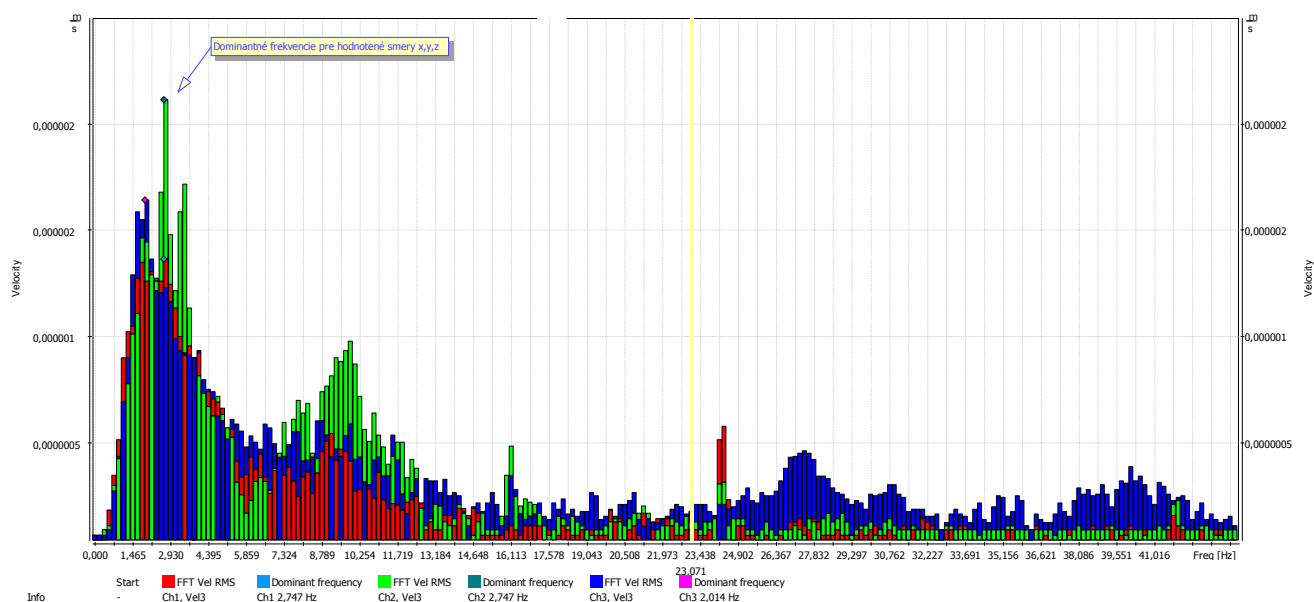
Posudzované hodnoty rýchlosti vibrácií $v_{R_{\text{peak},z}}$ v meracom bode **MV1 pre existujúci stav neprekračujú** dynamickú odozvu spôsobenou technickou seizmicitou z hľadiska I. medzného stavu a nie je treba ich analyzovať.

GRAFICKÉ VÝSTUPY Z MERANÍ VIBRÁCIÍ A TECHNICKEJ SEIZMICITY

Obr.5.1 Časový priebeh ekvivalentného $a_{\text{weq},z,1\text{min}}$, maximálneho $a_{\text{wmax},z,1\text{min}}$ váženého zrýchlenia vibrácií a efektívnej hodnoty $v_{\text{peak},z,1\text{min}}$ rýchlosti vibrácií na referenčnom stanovisku s maximálnym prenosom v smere osi „Z“ v čase T=24h od 18:00 hod do 18:00 hod, v meracom bode MV1.

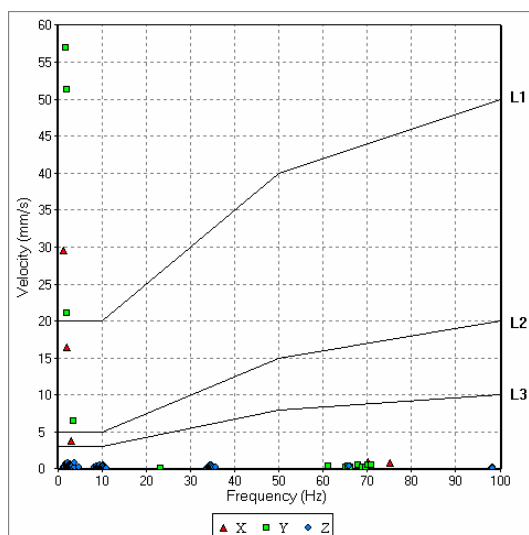


Obr. 5.2 Dominantné frekvencie efektívnej rýchlosti vibrácií v hodnotených smeroch x,y,z určené FFT analýzou s časovým oknom „Hanning“.



Obr. 5.3 Vyhodnotenie technickej seizmicity podľa DIN 4150-3.

Device type	SVAN 958A	No. 34576	Standard	DIN 4150-3
File name	Buffer_1			
Measurement time	25:42:42			
Measurement date	16. 1. 2016			
Logger step	1 m			
FFT band	175,000 Hz			
Recorded at	16. 1. 2016	21:30:42		
Peak	X 0,040	Y 0,076	Z 0,251	mm/s
Dominant frequency	X 2,747	Y 2,747	Z 2,014	Hz



6 KALIBRAČNÉ MERANIA PRE HLUK A VIBRÁCIE – ZÁVEREČNÉ DOPORUČENIA

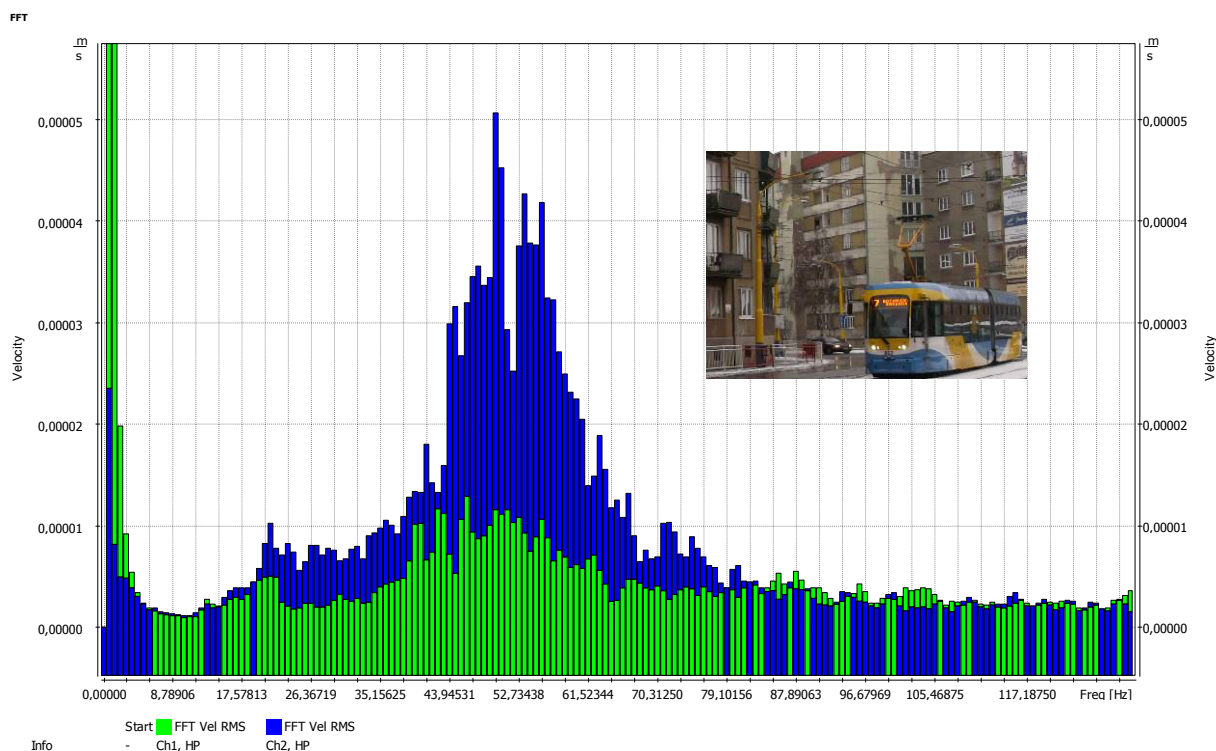
Teoretický prírastok od činnosti posudzovanej stavby „Nosný systém MHD, prevádzkový úsek Janíkov dvor – Šafárikovo námestie v Bratislave, 2. časť Bosákova ulica – Janíkov dvor“ k existujúcemu stavu pre variant riešenia 1 vykazuje pre referenčný časový interval noc $\Delta L_{pAeq,T} = 1,4$ dB a pre variant riešenia 2 vykazuje pre referenčný časový interval noc $\Delta L_{pAeq,T} = 1,5$ dB. Mierne navýšenie hluku od pozemnej dopravy vrátane električkovej dopravy je zapríčinené dominantne úpravou cestnej infraštruktúry, dopravného preriešenia dotknutých križovatkových uzlov, atď.

Opatrenia: Pri návrhu technického riešenia použitie progresívnych prvkov a nových technológií prinesie preukázateľné zlepšenie emisných hodnôt hluku a vibrácií z prejazdov električiek a následného šírenia vzduchom a konštrukciou do chránených objektov v záujmovom území riešeného projektu. Štandardizovaný koľajový zvršok s aplikáciou pružných a absorbčných prvkov minimalizuje rizikové faktory hluku a vibrácií. Prejazdy moderných trakčných vozidiel Škoda 29T ForCity Plus a Škoda 30T ForCity Plus po odpruženom koľajovom zvršku zabezpečí minimalizáciu negatívnych vplyvov hluku a vibrácií v dotknutom záujmovom území.

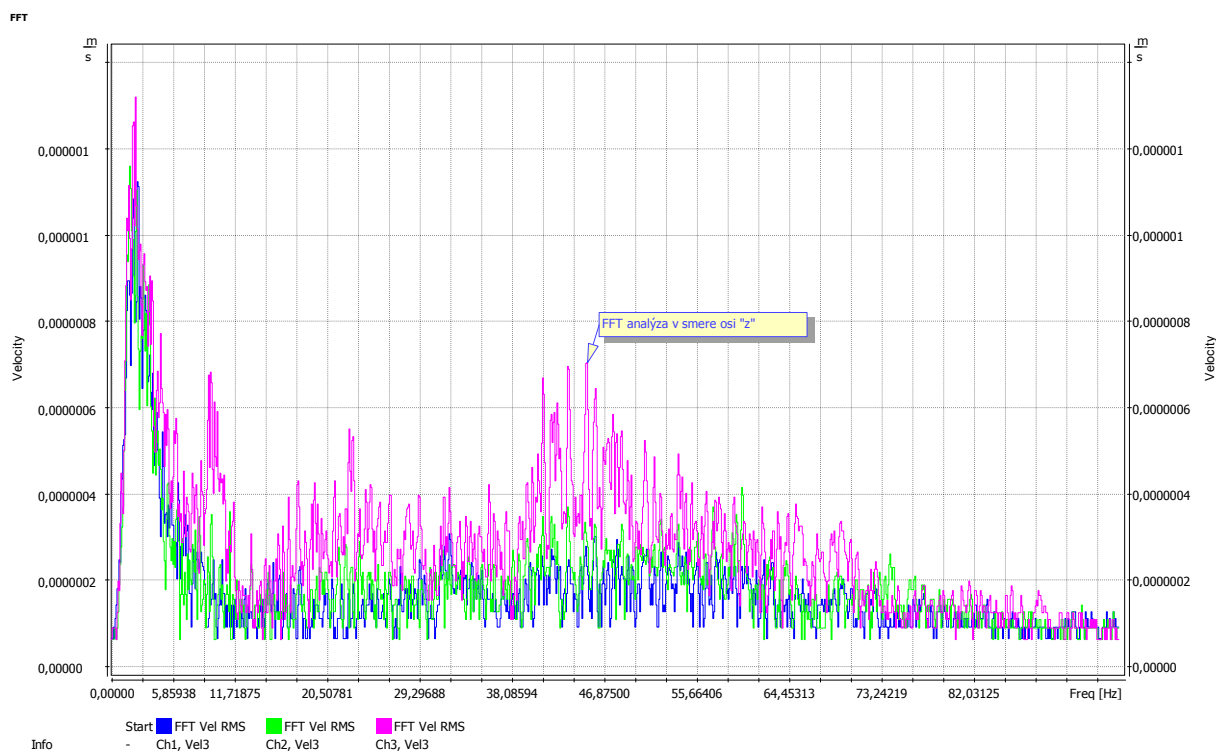


Doporučenie: Po spustení do prevádzky prvej časti úseku Štúrova – Starý most – Bosákova doporučujeme vykonať merania hluku a vibrácií „in situ“ a skúsenosti zohľadniť v ďalších stupňoch riešenia stavby „Nosný systém MHD, prevádzkový úsek Janíkov dvor – Šafárikovo námestie v Bratislave, 2. časť Bosákova ulica – Janíkov dvor“.

Obr. 6.1 TRAM052 : FFT analýza v smere osi „z“ vo vzdialenosti 1m od koľaje pre smer idúcej električky od križovatky ČS. Armády na ul. Zimná. Merací bod A kanál č.1(Ch1) je umiestnený pri novej koľaji a merací bod B kanál č.2 (Ch2) je umiestnený pri starej koľaji.



Obr. 6.2 TRAM151 : FFT analýza v smere osi „x, y, z“ vo vzdialenosti 10m od koľaje smer idúcej električky od križovatky ČS. Armády na ul. Zimná, Košice pri prejazde nového typu električky č.802 s rýchlosťou prejazdu 30 km/h.



7.KLIMATICKÉ PODMIENKY

<i>Dátum</i>	<i>Teplota vzduchu [°C]</i>	<i>Rýchlosť vetra [m.s⁻¹]</i>	<i>Smer vetra</i>	<i>Relatívna vlhkosť vzduchu [%]</i>	<i>Tlak vzduchu prepoč. na hladinu mora [hPa]</i>
15.- 16.01. 2016	-1 / 6	2 - 4	Prevládajúci západný	68-93	1016-1018
16.- 17.04. 2016	-4 / 1	2 - 4	Prevládajúci západný	41-82	1018-1015

8 VYSVETLIVKY A DEFINÍCIE

č.p. – číslo popisné, **RD** – rodinný dom, **NP** – nadzemné podlažie, **NJP** – najbližší jazdný pruh,

OA – osobný automobil, **NA** – nákladný automobil

Referenčný časový interval – je časový interval, na ktorý sa vzťahuje posudzovaná alebo prípustná hodnota. Referenčný časový interval pre deň je od 6.00 h do 18.00 h (12h), pre večer od 18.00 h do 22.00 h (4h) a pre noc od 22.00 h do 6.00 h (8h).

Posudzovaná hodnota – je hodnota, ktorá sa porovnáva s prípustnou hodnotou. Je to nameraná hodnota alebo z nameranej hodnoty odvodená hodnota určujúcej veličiny zväčšená o hodnotu neistoty merania a v prípade potreby upravená korekciami a stanovená vzhľadom na referenčný časový interval.

Hladina zvuku A - L_{pA} je okamžitá hladina akustického tlaku alebo zvuku zistená pri použití váhového filtra A zvukomeru. Určuje sa meraním zvukomerom alebo výpočtom zo spektra hluku a vyjadruje sa v dB.

Ekvivalentná hladina A zvuku - $L_{pAeq,T}$ je časovo priemerovaná hladina A zvuku podľa

vzťahu $L_{pAeq,T} = 10 \log \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left[\frac{p_A(t)}{p_0} \right]^2 dt$, vyjadruje sa v dB.

Priebežná efektívna hodnota fyzikálnej veličiny - u_τ

je hodnota tejto veličiny podľa vzťahu:

$$u_\tau = \left[\frac{1}{\tau} \int_t^{t_0} [u(t)]^2 \cdot e^{(t-t_0)/\tau} dt \right]^{\frac{1}{2}},$$

kde $u(t)$ je časová funkcia fyzikálnej veličiny,

$e^{(t-t_0)/\tau}$ je exponenciálna časová váhová funkcia,

τ je časová konštanta,

t je priebežný čas,

t_0 je čas pozorovania.

Vibrácie, mechanické kmitanie je pohyb mechanickej sústavy alebo jej časti, pri ktorom veličina opisujúca jej pohyb alebo polohu je striedavo väčšia a menšia ako určitá rovnovážna alebo vzťažná hodnota tejto veličiny.

Otras je náhla jednorazová alebo opakovaná zmena veličiny opisujúcej vibrácie.

Vibrácie pôsobiace na celé telo sú vibrácie, ktoré sa v budovách prenášajú na stojacu, sediacu alebo ležiacu osobu cez kontaktný povrch a predstavujú riziko pre zdravie človeka alebo pôsobia rušivo.

Ekvivalentné vážené zrýchlenie vibrácií - a_{weq} [m.s⁻²]

je ekvivalentné zrýchlenie vibrácií získané použitím frekvenčnej váhovej funkcie na časovú funkciu zrýchlenia vibrácií.

Index v značke sa môže doplniť smerom hodnotenia a integračným časovým intervalom, napríklad $a_{weq,z,8h,noc}$ ekvivalentné vážené zrýchlenie vibrácií pre smer hodnotenia v smere osi „z“ bázičnickej súradnicovej sústavy počas referenčného časového intervalu pre noc od 22.00 h do 6.00 h (8 h).

Maximálne vážené zrýchlenie vibrácií a_{wmax} [m.s⁻²] je najvyššia hodnota váženého zrýchlenia vibrácií v sledovanom časovom intervale a v danom mieste s použitím časovej váhovej funkcie S.

Index v značke sa môže doplniť smerom hodnotenia a integračným časovým intervalom, napríklad $a_{wmax,z,8h,noc}$ maximálne vážené zrýchlenie vibrácií pre smer hodnotenia v smere osi „z“ bázičnickej súradnicovej sústavy počas referenčného časového intervalu pre noc od 22.00 h do 6.00 h (8 h).

Maximálna hodnota rýchlosti kmitania – maximálna hodnota funkcie rýchlosti kmitania, keď následkom ľubovoľnej malej zmeny je pokles hodnoty funkcie.

Snímač rýchlosti – snímač transformujúci vstupnú rýchlosť na výstup (obyčajne elektrický), ktorý je úmerný vstupnej rýchlosti.

Seizmické zaťaženie – pohyb základovej pôdy vyvolaný prírodnou alebo ľudskou činnosťou: pôsobí buď ako kinematické budenie nadzemných konštrukcií, alebo ako priame dynamické zaťaženie podzemných konštrukcií a horninového prostredia.

Technická seizmicita – charakteristika seizmických otrasov vyvolaných umelými zdrojmi kmitania (dopravou, priemyselnou činnosťou, ťhacími prácami, pulzáciou vodného prúdu a pod.) Odozva objektov na seizmické zaťaženie je v čase premenná v závislosti na charakteru budenia a na vlastnostiach objektu.

Vrcholová hodnota rýchlosti vibrácií $v_{peak,z,T}$ [mm.s⁻¹] je vrcholová hodnota rýchlosti vibrácií pri použití funkcie Peak.

Index v značke sa môže doplniť smerom hodnotenia v smere osi „z“ bázičnickej súradnicovej sústavy a časovým intervalom vyhodnotenia.

Posudzovaná hodnota zrýchlenia a rýchlosti vibrácií a_R , v_R – nameraná hodnota určujúcej veličiny zrýchlenia a rýchlosti vibrácií rozšírená o neistotu merania U , ktorá je určená v súlade s metrologickou praxou.

Frekvenčné spektrum – funkcia znázorňujúca závislosť budenia alebo odozvy na frekvencii.

FFT analýza – rýchla Fourierova transformácia (Fast Fourier Transform) slúži na prevod signálov z časovej oblasti do oblasti frekvenčnej.

FFT band – šírka frekvenčného pásma použitého pri FFT analýze.