



Stacionárne a mobilné zdroje hluku a vibrácií
vizualizácia

doplňkové akreditované skúšky

Električková trať Dúbravsko – Karloveská radiála

December, 2014

Protokol: A_083_2014

1. VŠEOBECNÉ ÚDAJE

Objednávateľ: REMING CONSULT a.s., Trnavská cesta 27, 831 04 Bratislava

Predmet objednávky: Vibroakustická štúdia „Električková trať Dúbravsko – Karloveská radiála“, obj. č. 321/1426/14

Dátum merania: 12.12.2014, 27.28.11.2014

Meranie vykonal: Ing. Ján Šimo, CSc., Ing., Mgr. Michal Bugala, Ing. Lenka Pechancová

Protokol vypracoval: Ing. Ján Šimo, CSc., 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

PRÍPUSTNÉ HODNOTY URČUJÚCICH VELIČÍN HLUKU

Hlukovú situáciu vo vonkajšom priestore záujmového územia projektu „*Električková Dúbravsko - Karloveská radiála*“ posudzujeme v zmysle naplnenia zákona NR SR č. 355/2007 Z. z. z 21. júna 2007, o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov a vyhlášky MZ SR č. 237/2009 Z.z., ktorou sa dopĺňa vyhláška MZ SR č. 549/2007 Z. z. zo 16. augusta 2007, ustanovujúca podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí.

Prípustné hodnoty určujúcich veličín hluku vo vonkajšom prostredí pre hluk z pozemnej dopravy v okolí miestnych komunikácií s hromadnou dopravou v zmysle vyhlášky MZ SR č.549/2007Z.z.

pre kategóriu územia III:	$L_{pAeq,deň} = 60 \text{ dB}$, $L_{pAeq,večer} = 60 \text{ dB}$ $L_{pAeq,noc} = 50 \text{ dB}$
pre kategóriu územia II:	$L_{pAeq,deň} = 50 \text{ dB}$, $L_{pAeq,večer} = 50 \text{ dB}$ $L_{pAeq,noc} = 45 \text{ dB}$

Posudzovaný dvojkoľajný úsek električkovej trate s rozchodom 1000mm s celkovou dĺžkou 8,4km je vedený v samostatnom električkovom telese súbežne s mestskými komunikáciami, pričom hluk z električkovej dopravy sa posudzuje spolu s dopravou na pozemných komunikáciách. Cieľom modernizácie električkovej trate je vytvoriť predpoklad zníženia podielu špecifického hluku tvoreného prevádzkou električiek ku hluku z pozemnej dopravy, ktorý v danej lokalite v súčasnosti prekračuje prípustné hodnoty určujúcich veličín hluku.

Navrhované technické riešenia pre zníženie špecifického hluku z prevádzky električiek:

- výmena opotrebovaných konštrukcií električkovej trate
- otvorený električkový zvršok v úseku Hanulova – obratisko Karlova Ves s možnosťou zakrytovania absorbnými panelmi, ktoré znížia podmienky šírenia hlukových emisií od prejazdov električiek
- pevná jazdná dráha v úseku Karlova Ves – Chatam Sófer so zatravnením trate medzi združenými zástavkami
- v oblúkoch menších polomerov budú inštalované zariadenia na mazanie koľajníc
- nová konštrukcia obratiska Karlova Ves s odstránením tónového hluku

PRÍPUSTNÉ HODNOTY URČUJÚCICH VELIČÍN VIBRÁCIÍ

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 STN 73 0036 posúdenie technickej seizmickej odozvy konštrukcií a podľa STN 73 0031 posúdenie I. medzného stavu pre

triedu odolnosti stavebných objektov **B** (obytné objekty)

a triedy významnosti objektov **U**

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

triedu odolnosti stavebných objektov **D** (budovy z monolitickou kostrou)

a triedy významnosti objektov **I**

medzná hodnota efektívnej rýchlosti vibrácií $v_{ef} = 2,0 \text{ mm.s}^{-1}$

Cieľom modernizácie električkovej trate je vytvoriť predpoklad zníženia určujúcich veličín vibrácií vo vnútornom prostredí budov v miestach zdržiavania sa ľudí v chránených miestnostiach pri súčasnom znížení odozvy konštrukcií stavebných objektov na technickú seizmicitu vyvolanú prevádzkou modernizovanej električkovej trate.

Navrhované technické riešenia pre zníženie vibrácií z prevádzky električiek:

- pružné upevnenie koľaje skrutkovým typom VOSSLOH Skl.12
- koľajnice zvarené do bezстыkovej koľaje
- otvorený električkový zvršok v úseku Hanulova – obratisko Karlova Ves oddelený zvršok električkovej trate antivibračnou fóliou
- pevná jazdná dráha v úseku Karlova Ves – Chatam Sófer
- v oblúkoch menších polomerov budú inštalované zariadenia na mazanie koľajníc

SITUÁCIA ZÁUJMOVÉHO ÚZEMIA

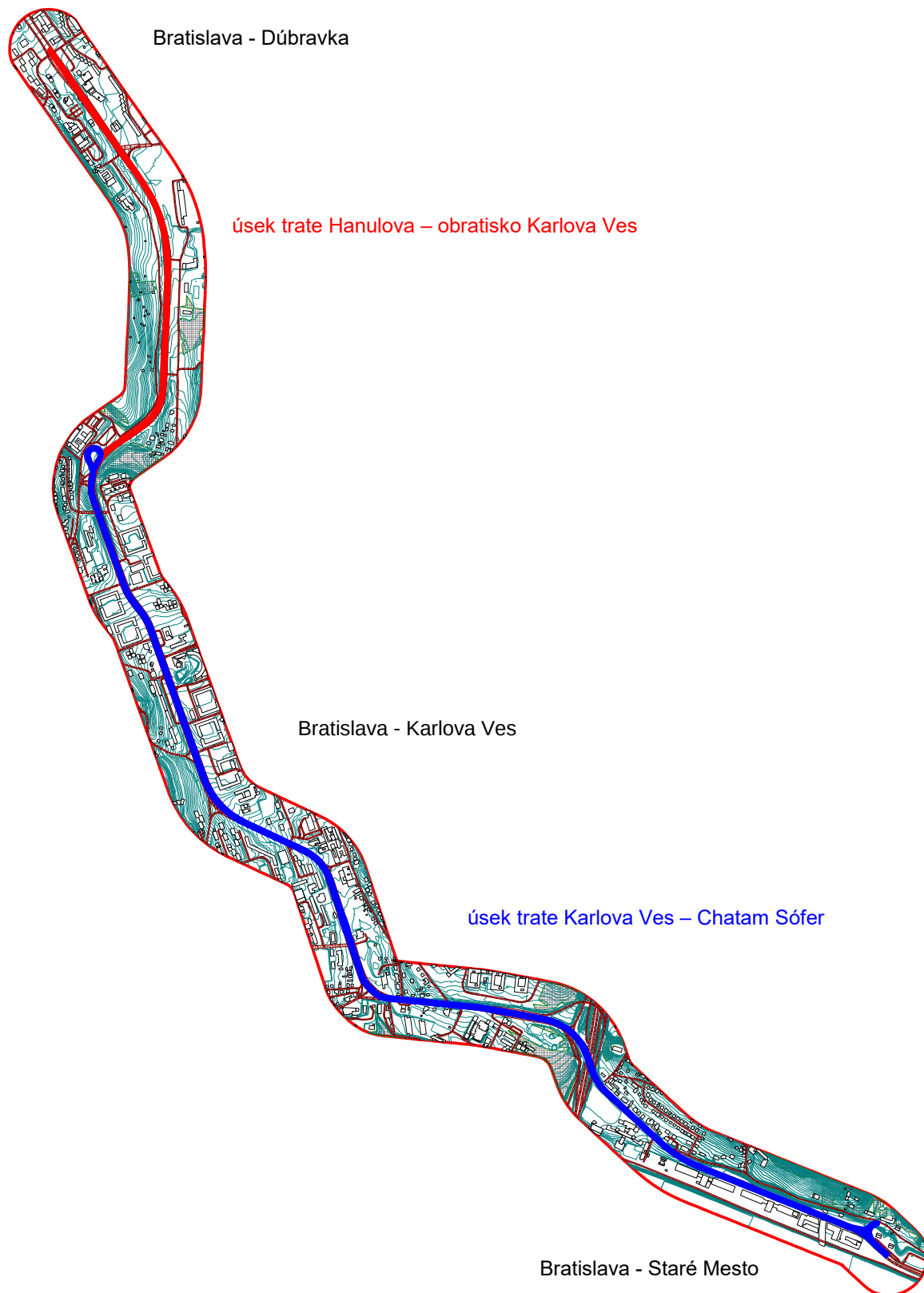
Projekt stavby „Električková trať Dúbravsko – Karloveská radiála“ je rozdelený na dva úseky. Úsek Hanulova – obratisko Karlova ves bude v smere na Dúbravku napojené na existujúcu zmodernizovanú električkovú trať Hanulova – Pri Kríži a v smere do centra mesta pokračovaním na druhý samostatný stavebno-prevádzkový úsek električkovej trate. Úsek obratisko Karlova Ves – tunel bude v smere na Dúbravku napojené na 1. úsek električkovej trate a v smere do centra na centrálnu mestskú oblasť spájajúcu všetky radiály mesta.

Situovanie projektu vid' na **Obr. 2.1**.



3D model záujmového územia

Obr. 2.1 Situácia záujmového územia projektu „Električková trať Dúbravsko – Karloveská radiála“



3 PREDIKCIA AKUSTICKÝCH POMEROV

Na hodnotenie akustickej situácie v záujmovom území pre projekt „Električková trať Dúbravsko – Karloveská radiála“ použijeme výpočtový program Cadna A - metodika „Schall 03“ s aplikačnou úpravou pre podmienky Slovenskej Republiky kalibrovaný meraním in situ (archív Klubu ZPS Protokol A_079_2014 - Meranie imisií hluku v životnom prostredí v hodnotenom mieste po modernizácii „Električková trať Dúbravka v úseku Hanulova – Pri križi“), ktorý umožňuje výpočet hluku vo vonkajšom prostredí generovanom stacionárnymi a mobilnými zdrojmi hluku železničnej dopravy. Údaje potrebné pre výpočet sme zadali na základe obdržaných podkladov od zadávateľa úlohy.

Na základe vykonanej predikcie akustických pomerov a akustických meraní in – situ predpokladáme, že hluk iba od električkovej dopravy po realizácii projektu „Električková trať Dúbravsko – Karloveská radiála“ sa zníži o $\Delta L = 0,5 \text{ dB}$ – bez použitia protihlukových úprav, o $\Delta L = 3,0 \text{ dB}$ – s použitím protihlukových úprav, viď. **Tab. 3.1**.

Tab. 3.1 Vypočítané ekvivalentné hladiny A hluku iba od železničnej dopravy - 2m pred fasádami obytných objektov *pre nočnú dobu* $L_{pAeq,8h}$ (22:00-06:00). Vypočítané hodnoty zvuku pomocou softvérového produktu Cadna A verzia 4.4 po realizácii projektu viď str. 6-9/17

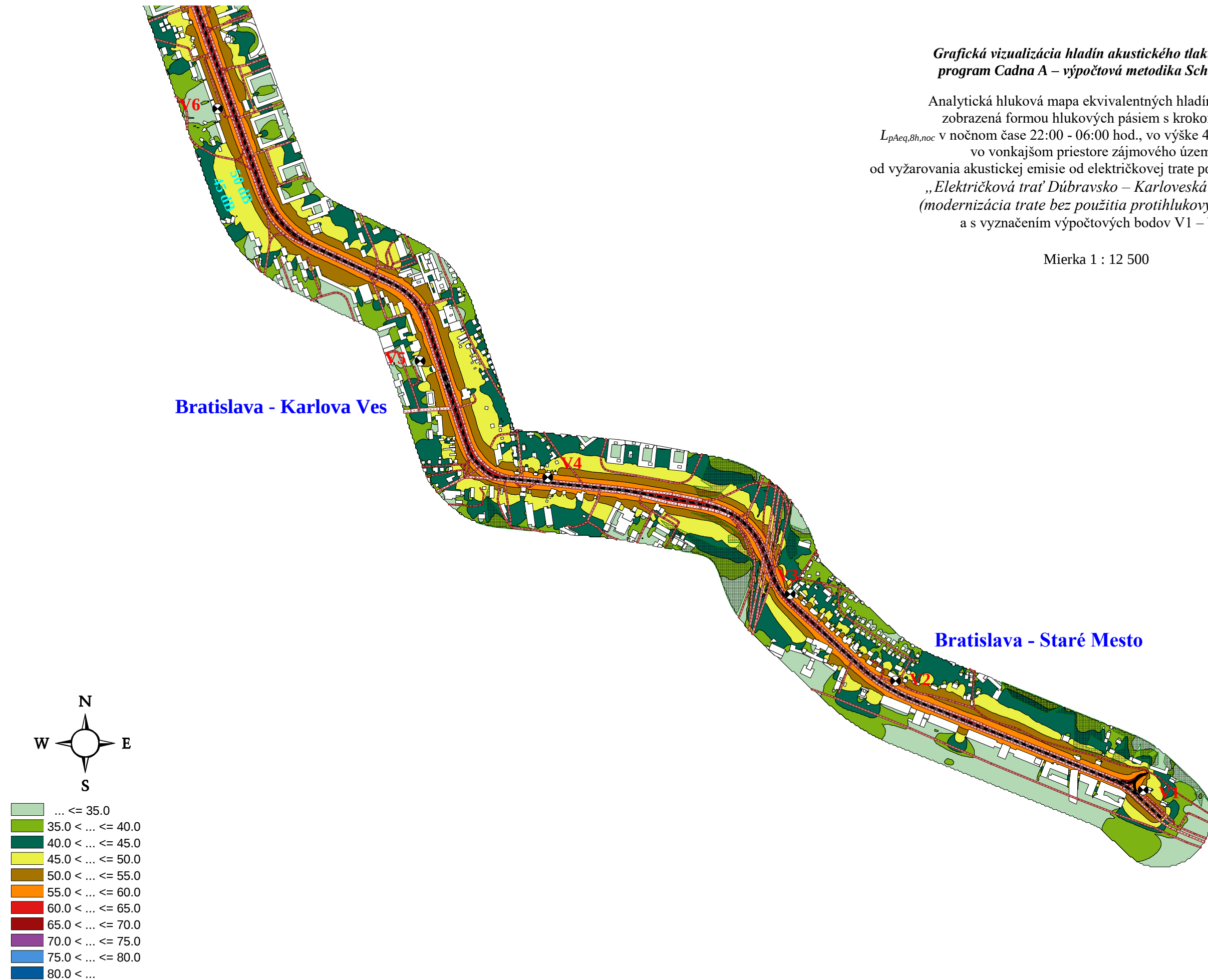
výpočtový bod	výška výp. bodu H	vzdialenosť od trate L	GPS súradnice výp. bodu	Zadanie			neistota predikcie vo výpočtových bodoch
				Nulový stav	Stav po modernizácii trate	Stav po modernizácii trate s využitím protihlukových úprav	
				noc $L_{pAeq,8h}$ [dB]	noc $L_{pAeq,8h}$ [dB]	noc $L_{pAeq,8h}$ [dB]	
V1	H = 4,5m	L = 20m	48°08'29.4"N 17°05'32.5"E	54,9	54,4	51,9	+1,8 dB
V2	H = 4,5m	L = 27m	48°08'37.7"N 17°04'54.6"E	56,7	56,2	53,7	
V3	H = 4,5m	L = 15m	48°08'45.1"N 17°04'37.9"E	59,5	59,0	56,5	
V4	H = 4,5m	L = 14m	48°08'54.1"N 17°04'00.6"E	59,8	59,3	56,8	
V5	H = 4,5m	L = 54m	48°09'04.3"N 17°03'40.2"E	51,2	50,7	48,2	
V6	H = 4,5m	L = 41m	48°09'27.0"N 17°03'06.8"E	54,1	53,6	51,1	
V7	H = 4,5m	L = 46m	48°09'49.2"N 17°02'53.6"E	52,1	51,6	49,1	
V8	H = 4,5m	L = 65m	48°09'58.5"N 17°02'42.7"E	51,6+ 5,0*	51,1	48,6	
V9	H = 4,5m	L = 90m	48°10'41.8"N 17°02'48.4"E	46,3	45,8	43,3	
V10	H = 4,5m	L = 55m	48°10'47.7"N 17°02'31.4"E	49,6	49,1	46,6	

* korekcia K na tónový hluk

**Grafická vizualizácia hladín akustického tlaku L_{pAeq}
program Cadna A – výpočtová metodika Schall 03**

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 4,5m nad terénom,
vo vonkajšom priestore zájmového územia
od vyžarovania akustickej emisie od električkovej trate po realizácii projektu
„Električková trať Dúbravsko – Karloveská radiála“
(modernizácia trate bez použitia protihlukových úprav)
a s vyznačením výpočtových bodov V1 – V10

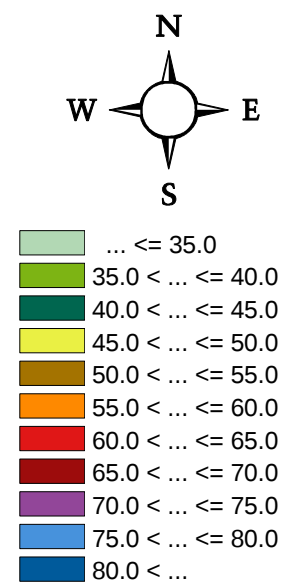
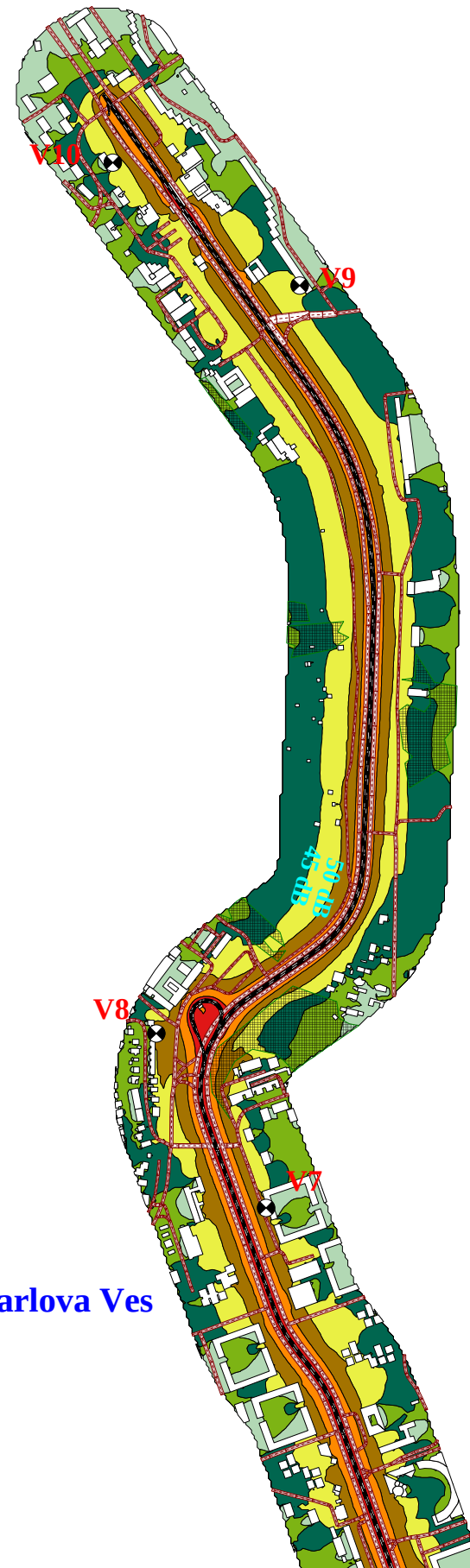
Mierka 1 : 12 500



Bratislava - Dúbravka**Grafická vizualizácia hladín akustického tlaku L_{pAeq}
program Cadna A – výpočtová metodika Schall 03**

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 4,5m nad terénom,
vo vonkajšom priestore zájmového územia
od vyžarovania akustickej emisie od električkovej trate po realizácii projektu
„Električková trať Dúbravsko – Karloveská radiála“
(modernizácia trate bez použitia protihlukových úprav)
a s vyznačením výpočtových bodov V1 – V10

Mierka 1 : 12 500

**Bratislava - Karlova Ves**

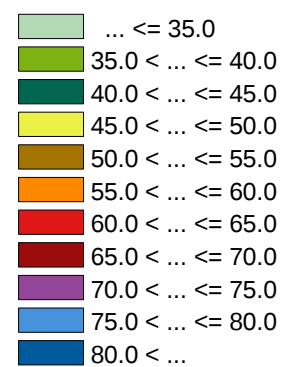
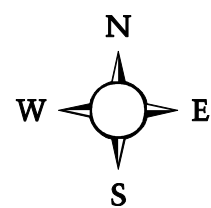
**Grafická vizualizácia hladín akustického tlaku L_{pAeq}
program Cadna A – výpočtová metodika Schall 03**

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 4,5m nad terénom,
vo vonkajšom priestore zájmového územia
od vyžarovania akustickej emisie od električkovej trate po realizácii projektu
„Električková trať Dúbravsko – Karloveská radiála“
(modernizácia trate s použitím protihlukových úprav)
a s vyznačením výpočtových bodov V1 – V10

Mierka 1 : 12 500

Bratislava - Karlova Ves

Bratislava - Staré Mesto

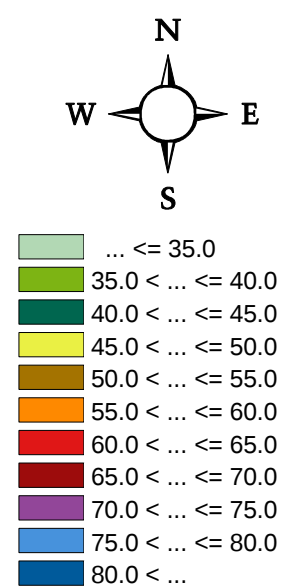


Bratislava - Dúbravka

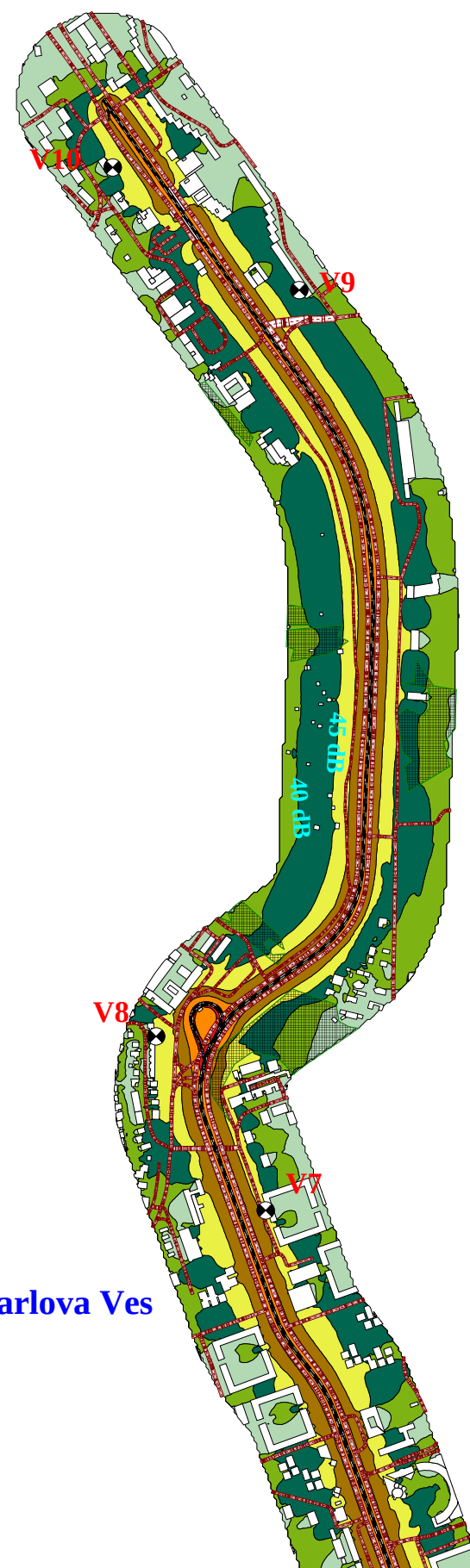
Grafická vizualizácia hladín akustického tlaku L_{pAeq} program Cadna A – výpočtová metodika Schall 03

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 4,5m nad terénom,
vo vonkajšom priestore zájmového územia
od vyžarovania akustickej emisie od električkovej trate po realizácii projektu
„Električková trať Dúbravsko – Karloveská radiála“
(modernizácia trate s použitím protihlukových úprav)
a s vyznačením výpočtových bodov V1 – V10

Mierka 1 : 12 500



Bratislava - Karlova Ves



4 MERANIA HLUKU „IN SITU“ VYKONANÉ V ZÁUJMOVOM ÚZEMÍ

ÚČEL MERANIA

Meranie hluku „in-situ“ v životnom prostredí záujmového územia na preukázanie hlukovej situácie pred výstavbou posudzovaného projektu „Električková trať Dúbravsko – Karloveská radiála“ a na kalibráciu výpočtového modelu v programe CadnaA.

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 spojitely 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.

POUŽITÉ PRÍSTROJE

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/Microtech Gefell, Nemecko/certifikát o overení č.14078.2
Akustický kalibrátor: Nor-1251/v.č.32300/Norsonic AS, Nórsko/certifikát o overení č.13418
Akustický kalibrátor: Nor-1251/v.č.31768/Norsonic AS, Nórsko/certifikát o overení č.13435
Termický anemometer T405-V1: 0560.4053 / v.č.41500288/110 / Testo AG, Lenzkirch, Nemecko / certifikát o overení č.1215/12
Vlhkomer T605-H1: 0560.6053 / v.č.41102100/112 / Testo AG, Lenzkirch, Nemecko /certifikát o overení č.1219/12

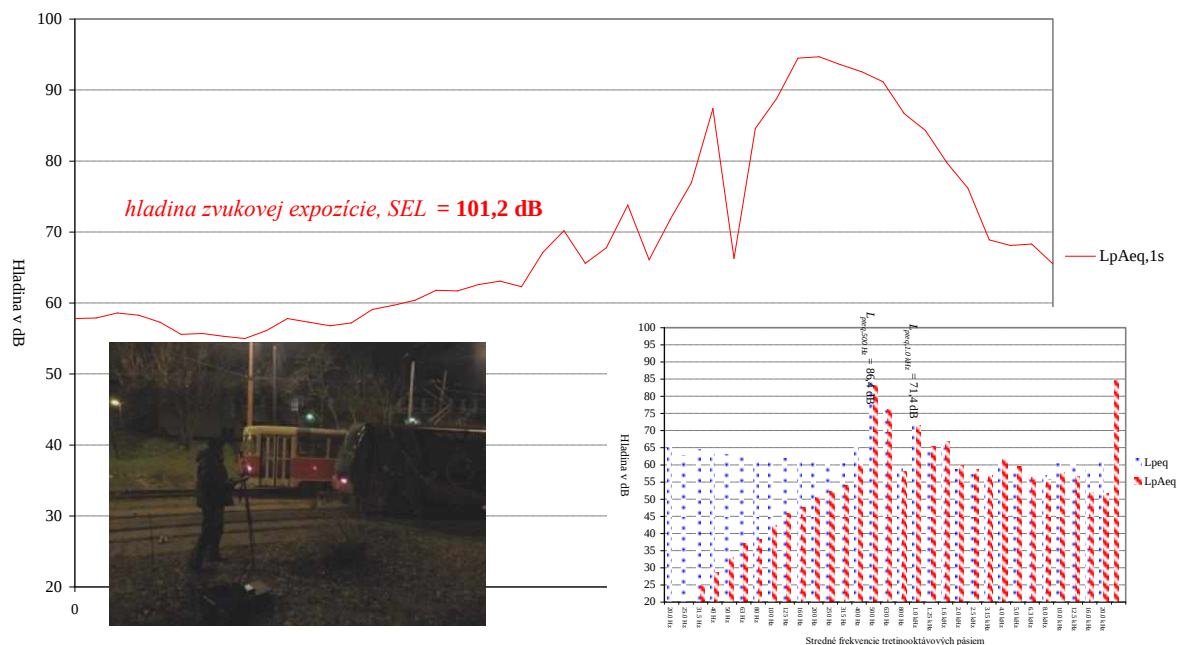
NEISTOTA MERANIA

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

GRAFICKÉ VÝSTUPY A VÝSLEDKY Z MERANÍ HLUKU

Časové priebehy hluku doplnené o tretinooktávovú frekvenčnú analýzu na obrátisku Karlova Ves (pred modernizáciou) **Obr.4.1** a obrátisku Pri Kríži (po modernizácii) **Obr.4.2** poukazujú na možné nepriaznivé akustické prejavy a to výskyt tónového hluku emitovaného prejazdmi električiek najmä počas nočného časového intervalu rýchlosťou $v = 10 \text{ km.h}^{-1}$.

Obr.4.1 Informatívne meranie výskytu tónového hluku na obrátisku Karlova Ves



Obr.4.2 Informatívne meranie výskytu tónového hluku na obrátisku Pri Kríži



KLIMATICKÉ PODMIENKY 12.12.2014

Polooblačno, teplota vzduchu 6°C, vietor premenlivý 2-4 m.s^{-1} , vlhkosť vzduchu 83%, tlak vzduchu prepočítaný na hladinu mora 1014hPa.

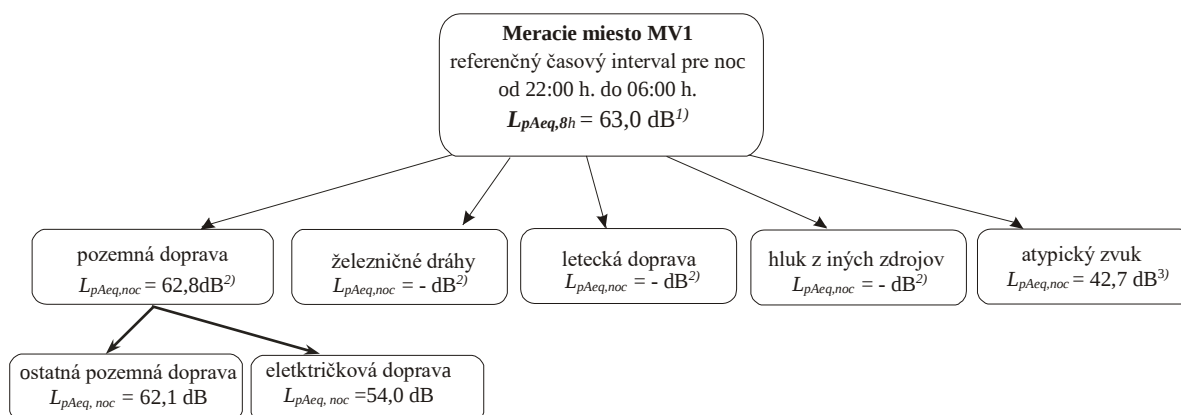
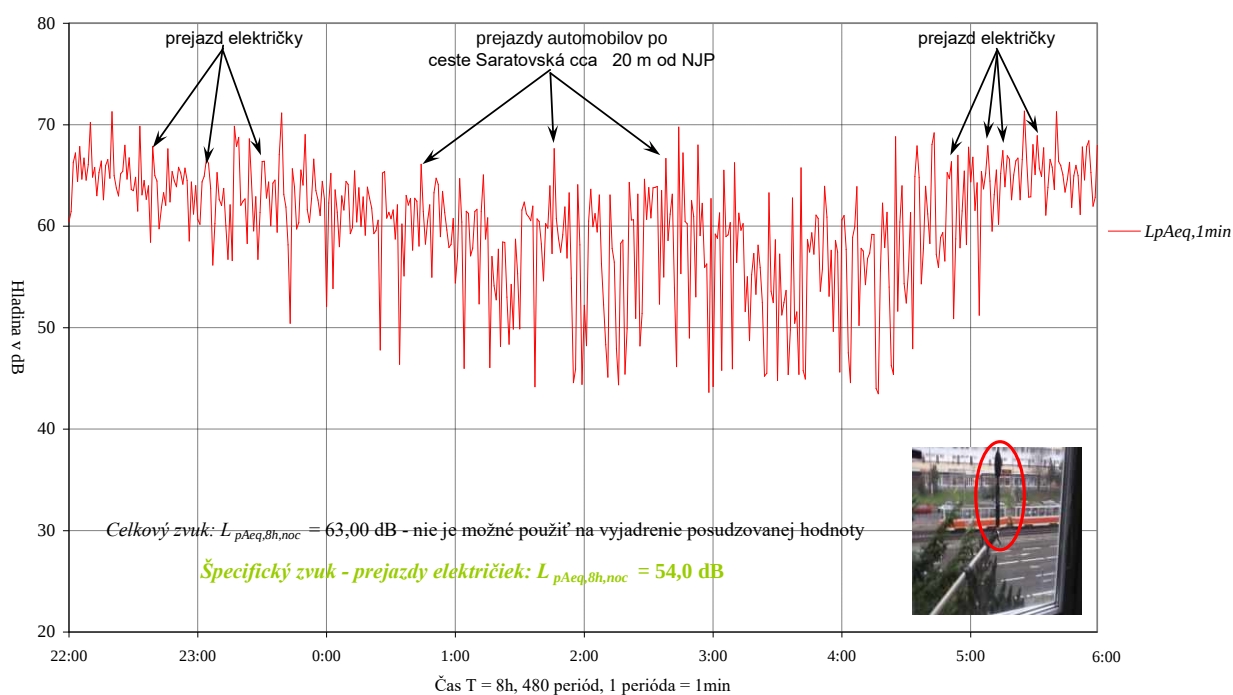
KALIBRAČNÉ MERANIE ELEKTRICHOVEJ TRATE PO MODERNIZÁCII – DÚBRAVKA V ÚSEKU HANULOVA- -PRI KRÍŽI – ARCHÍV KLUBU ZPS

MH1– SARATOVSKÁ 18, BRATISLAVA

- V bytovom dome č. p. 18 na ul. Saratovská, Bratislava, na 3 NP, vo vzdialenosti cca 30 m od najbližšej koľaje posudzovanej trate.



Obr. H 10.1 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase $T=8h$ od 22:00 hod do 06:00 hod (nočný čas) v meracom mieste **MH1** po modernizácii električkovej trate, otvorený zvršok električkovej trate bez zakrytovania absorbnými panelmi.



¹⁾Celkový zvuk – úplne obklopujúci zvuk v danej situácii v danom čase, zvyčajne zvuk zložený z viacerých blízkyh a vzdialených zdrojov, (STN ISO 1996-1) Celkový zvuk nie je možné použiť na vyjadrenie posudzovanej hodnoty.

²⁾Špecifický zvuk – zložka celkového zvuku, ktorú možno konkrétne identifikovať a ktorá je spojená s konkrétnym zdrojom zvuku, (STN ISO 1996-1). Špecifický zvuk umožňuje vyjadriť posudzovanú hodnotu hluku a následne porovnať s prípustnou hodnotou hluku v zmysle platnej legislatívy.

³⁾Atypický zvuk – zložka celkového zvuku, z ktorej sa nedá určiť špecifický zvuk (prejav zvierat, činnosť obyvateľov, nevhodné meteoropodmienky, ...)

VYSVETLIVKY A DEFINÍCIE

$L_{pAeq,T}$ – ekvivalentná hladina A zvuku je časovo priemerovaná hladina A zvuku podľa vzťahu

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

kde $p_A(t)$ je časová funkcia akustického tlaku váženého frekvenčnou váhovou funkciou A,
 p_0 referenčný akustický tlak 20 μPa .

Analytická hluková mapa prezentuje 3D, kalibrovaný model záujmového územia vo forme hlukových pásiem, izočiari a pod., vypočítanú existujúcu alebo prognózovanú akustickú situáciu vo vonkajšom prostredí pre zložku hluku šíreného vzduchom, vzhľadom k definovanej kategórii zdrojov akustickej energie vo vonkajšom prostredí súvisiacich s činnosťou posudzovaného zámeru. Z dôvodu existencie denných, večerných a nočných limitov prípustných hladín hluku $L_{pAeq,p,12h}$, $L_{pAeq,p,4h}$ a $L_{pAeq,p,8h}$ vo vonkajšom prostredí v zmysle platnej legislatívy prezentujeme analytickú hlukovú mapu ekvivalentných hladín akustického tlaku A, pre časový interval 8hod-nočný čas (22:00–06:00), ktorá má v tomto prípade najväčšiu výpovednú hodnotu.

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, v prípade predikcie hluku je to predpokladaná hodnota určujúcej veličiny a stanovená vzhľadom na referenčný časový interval. V značke veličiny sa uvádza index R, napríklad $L_{R,Aeq,n}$.

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 (12 h), pre večer od 18:00 h do 22:00 h (4 h) a pre noc od 22:00 h do 6.00 h (8 h).

Celkový zvuk – úplne obklopujúci zvuk v danej situácii v danom čase, zvyčajne zvuk zložený z viacerých blízkych a vzdialených zdrojov, (STN ISO 1996-1) **Celkový zvuk nie je možné použiť na vyjadrenie posudzovanej hodnoty.**

Špecifický zvuk – zložka celkového zvuku, ktorú možno konkrétne identifikovať a ktorá je spojená s konkrétnym zdrojom zvuku, (STN ISO 1996-1). **Špecifický zvuk umožňuje vyjadriť posudzovanú hodnotu hluku a následne porovnať s prípustnou hodnotou hluku v zmysle platnej legislatívy.**

Neistota merania zvuku (IS-OOFF/05) určená podľa odborného usmernenia Č.: NRÚ/3116/2005 zo dňa 2.5.2005. Klasifikácia meraného hluku v závislosti na frekvenčnom zložení a na jeho smerových vlastnostiach vykazuje výslednú rozšírenú neistotu merania

$$U = 1.8 \text{ dB}$$

5 MERANIE VIBRÁCIÍ „IN SITU“ V ZÁUJMOVOM ÚZEMÍ – EXISTUJÚCA SITUÁCIA

Vykonalí sme meranie vibrácií v záujmovom území pred realizáciou posudzovaného projektu „Električková trať Dúbravsko – Karloveská radiála“. Predpoklady pre vykonanie posúdenia vplyvu vibrácií vychádzajú z objektívnych meraní určujúcich veličín vibrácií alebo týmito veličinám zodpovedajúcich hladín vibrácií a to v decibelovom vyjadrení podľa ISO.

POUŽITÉ PRÍSTROJE

- 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

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

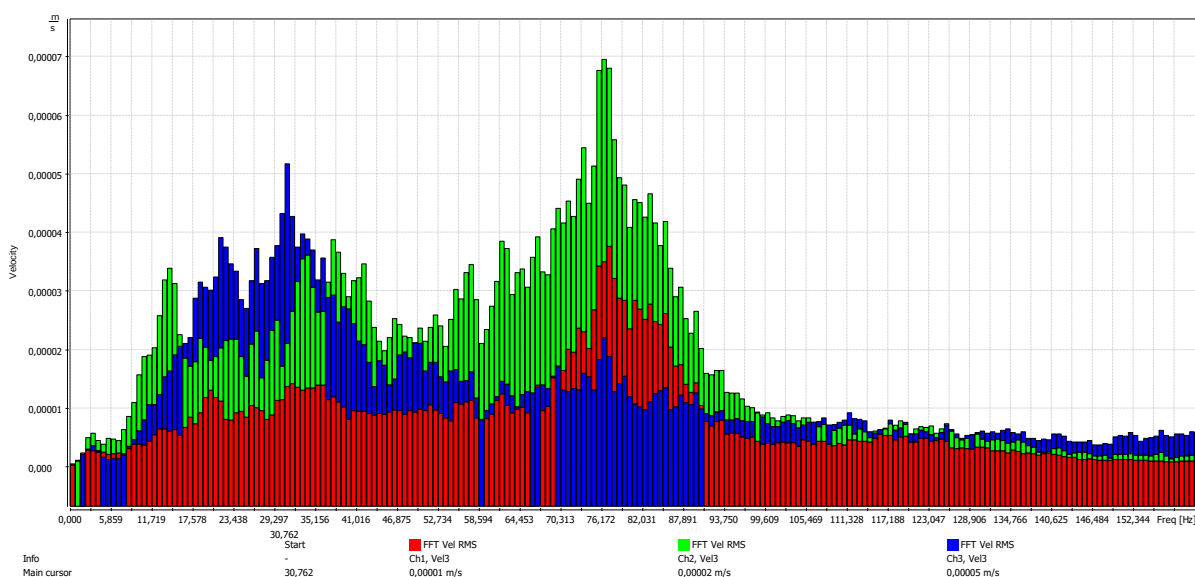
NEISTOTA MERANIA

Neistota merania určená v súlade s metrologickou praxou: $U=40\%$ podľa IS OOFF/14.

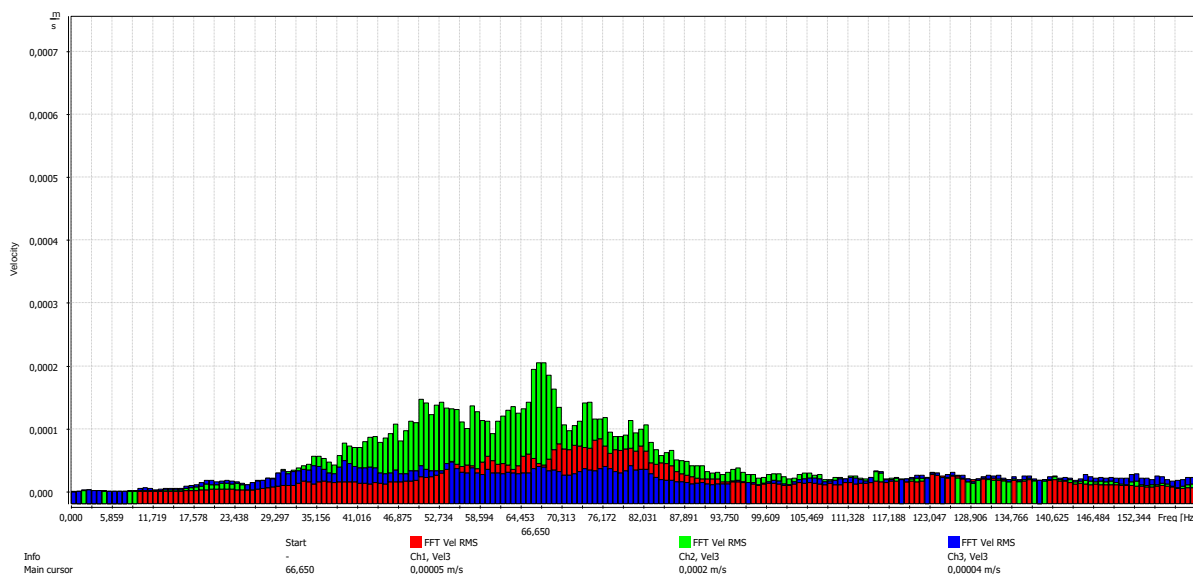
GRAFICKÉ VÝSTUPY A VÝSLEDKY Z MERANÍ VIBRÁCIÍ

FFT analýzy rýchlosti kmitania v osi **x**, **y**, **z** na obratisku Karlova Ves (pred modernizáciou) **Obr.5.1 a 5.3** a na obratisku Pri Kríži (po modernizácii) **Obr.5.2 a 5.4** preukazujú dosiahnuté výrazné zníženie emisií vibrácií pri správnom aplikovaní pružných prvkov v projektovanej skladbe koľajového zvršku a spodku. Zníženie prenosu určujúcich veličín vibrácií s následným znížením odozvy konštrukcií stavebných objektov na technickú seizmicitu vyvolanú prevádzkou modernizovanej električkovej trate výrazne zlepšuje hodnoty zrýchlenia vibrácií v zmysle naplnenia ochrany a podpory verejného zdravia.

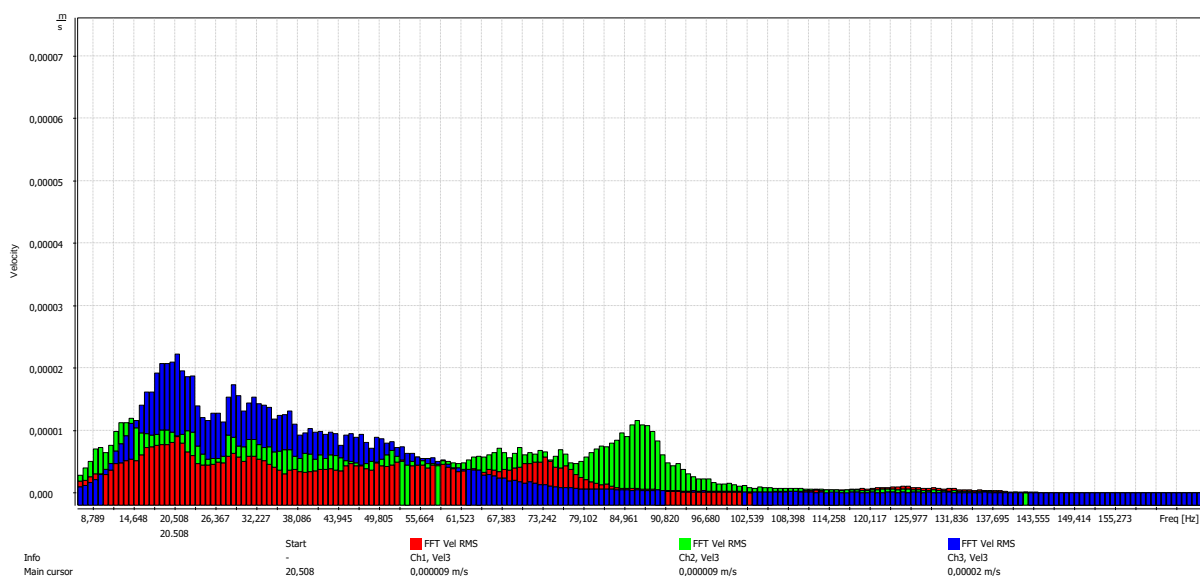
Obr. 5.1 FFT analýza rýchlosti kmitania v osi **x**, **y**, **z** zo dňa 12.12.2014 pre počet vzorkov 1920, so šírkou pásma 1400Hz zobrazenie v časovom okne „Hanning“ existujúca otoč pri SNAS meracie stanovište na základovej pôde vo vzdialenosti 2 m počas prejazdu električky rýchlosťou $v = 10 \text{ km.hod}^{-1}$.



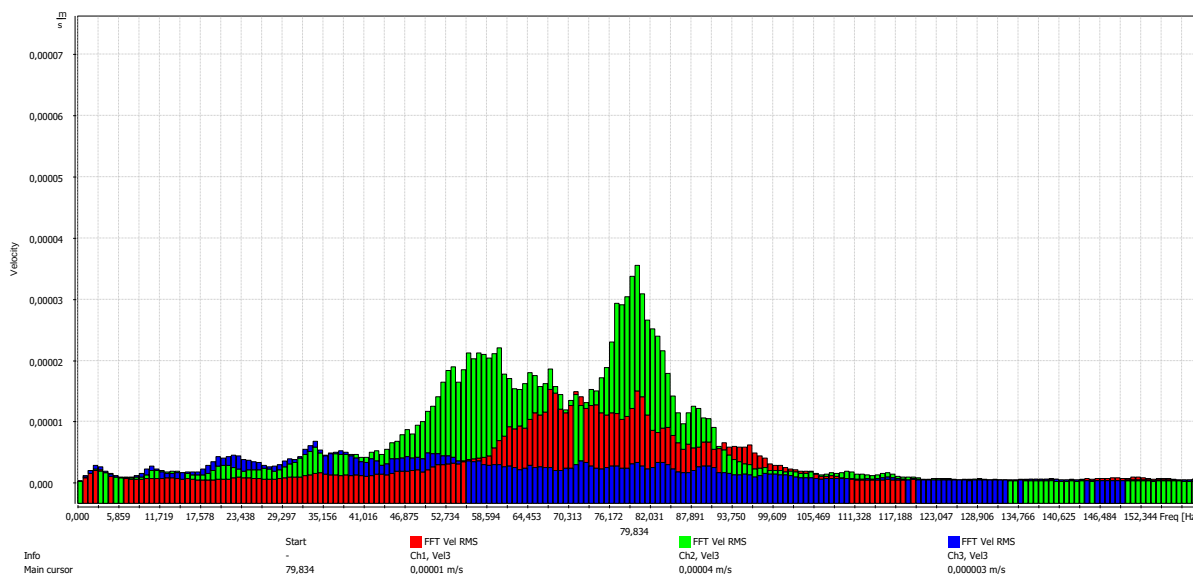
Obr. 5.2 FFT analýza rýchlosti kmitania v osi **x, y, z** zo dňa 12.12.2014 pre počet vzorkov 1920, so šírkou pásma 1400Hz zobrazenie v časovom okne „Hanning“ modernizovaná otoč pri Kríži meracie stanovište na základovej pôde vo vzdialenosti 2 m počas prejazdu električky rýchlosťou $v = 10 \text{ km.hod}^{-1}$.



Obr. 5.3 FFT analýza rýchlosti kmitania v osi **x, y, z** zo dňa 12.12.2014 pre počet vzorkov 1920, so šírkou pásma 1400Hz zobrazenie v časovom okne „Hanning“ existujúca otoč pri SNAS meracie stanovište na základovej pôde vo vzdialenosti 6 m počas prejazdu električky rýchlosťou $v = 10 \text{ km.hod}^{-1}$.



Obr. 5.4 FFT analýza rýchlosti kmitania v osi **x**, **y**, **z** zo dňa 12.12.2014 pre počet vzorkov 1920, so šírkou pásma 1400Hz zobrazenie v časovom okne „Hanning“ existujúca otoč pri SNAS meracie stanovište na základovej pôde vo vzdialenosti 6 m počas prejazdu električky rýchlosťou $v = 10 \text{ km.hod}^{-1}$.



KLIMATICKÉ PODMIENKY 12.12.2014

Polooblačno, teplota vzduchu 6°C, vietor premenlivý 2-4 m.s⁻¹, vlhkosť vzduchu 83%, tlak vzduchu prepočítaný na hladinu mora 1014hPa.

VYSVETLIVKY A DEFINÍCIE

Tretinooktávové frekvenčné pásmo je oblasť frekvencií ohraničená dolnou hraničnou frekvenciou f_d a hornou hraničnou frekvenciou f_h pre ktorú platí:

$$\frac{f_h}{f_d} = \sqrt[3]{2}$$

Otras je náhla jednorázová alebo opakovaná zmena zrýchlenia vibrácií.

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 - $a_{weq} [\text{m.s}^{-2}]$ - 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“ bázycentrickej súradnicovej sústavy počas referenčného časového intervalu pre noc od 22.00 h do 6.00 h (8 h). a pri frekvenčnej tretinooktávovej analýze sa môže index v značke doplniť uvedením strednej frekvencie tretinooktávového pásma, napríklad $a_{teq,z,8h,noc,63\text{Hz}}$

Maximálne vážené zrýchlenie vibrácií - $a_{wmax} [\text{m.s}^{-2}]$ - 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“ bázeicentrickej 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 – zaťaženie pôsobené pohybom podložia zapríčineným 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.)
