Klub ZPS vo vibroakustike, s.r.o.
V. Tvrdého 23, SK – 010 01 Žilina
Akreditované skúšobné laboratórium pre meranie hluku, vibrácií a intenzity podľa požiadaviek normy ISO/IEC 17025

SNAS
Reg. No. 366/S-288

Tel, Fax: +421/41/724 70 26
Mobil: 0903 307 616, 0914 108 001
E-mail: vibroakustika@vibroakustika.sk
web: http://www.vibroakustika.sk/

VIBROAKUSTICKÁ ŠTÚDIA S NÁVRHOM OPATRENÍ PRE STUPEŇ EIA MODERNIZÁCIA ŽELEZNIČNÉHO UZLA BRATISLAVA – VETVA VÝCHOD JANUÁR 2021

Protokol: A_013_2021

1. VŠEOBECNÉ ÚDAJE

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

Predmet objednávky: Vypracovanie akreditovanej vibroakustickej štúdie „***Modernizácia železničného uzla Bratislava – vetva východ***“ v zmysle naplnenia zákona č. 355/2007 Z.z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia, vyhlášky č.237/2009 Z.z., ktorou sa dopĺňa vyhláška č. 549/2007 Z. z., ustanovujúca podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí a zákona NR SR č. 312/2016 Z.z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 24/2006 Z.z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie.

Dátum merania: 23/24.7.2019, 26/27.11.2019, 31. 8. 2020, 8.12.2020

Meranie vykonal: Doc., RNDr. Julián Kondela, PhD., Prof. Blažej Pandula, PhD., Ing. Ján Sobota, Ing. Ján Šimo, CSc.

Protokol vypracoval: Ing. Ján Šimo, CSc., Ing., Mgr. Michal Bugala

Protokol schválil vedúci pracoviska:
Žilina 31. január 2021 Ing. Ján Šimo, CSc.

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

2. ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Vibroakustickú situáciu v záujmovom území plánovaného zámeru posudzujeme pre stupeň posudzovania EIA v zmysle zákona NR SR č. 355/2007 Z.z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a 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 v životnom prostredí, zákona NR SR č. 312/2016 Z.z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 24/2006 Z.z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie a podľa Eurokódu 8 Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť.

2.1 Požiadavky na hodnotenie určujúcich veličín hluku, vibrácií a otrasov.

- ekvivalentná hladina A zvuku $L_{Aeq,T,}$ vo vonkajšom prostredí chráneného územia sa hodnotí mimo budov vo výške 1,5 m ± 0,2 m nad terénom a pred obvodovou stenou budov vo vzdialenosti 1,5 m ± 0,5 m od steny a vo výške 1,5 m ± 0,2 m nad podlahou príslušného podlažia.

Prezentovaný grafický výstup z výpočtového modelu nám vizualizuje šírenie zložky hluku vzduchom od prejazdov jednotlivých typov vlakov s uvažovanými priemernými rýchlosťami a dáva nám celkový prehľad prenosu hluku v okolí železničnej trate. Postup extrapolácie merania a výpočtu sa môže použiť v životnom prostredí pre zložku zvuku šírenú vzduchom lebo impedancia vzduchu je vo všetkých miestach konštantná a má charakter reálneho vlnového odporu..

- ekvivalentná hladina A zvuku $L_{Aeq,T,}$ vo vnútornom prostredí budov pre hluk z vonkajšieho prostredia sa hodnotí vo výške 1,5 m ± 0,2 m nad podlahou a najmenej 0,5 m od stien miestnosti, pri súčasnom zabezpečení ostatných vlastností chránenej miestnosti, napríklad vetranie, vykurovanie, osvetlenie.

Hodnoty ekvivalentnej hladiny A zvuku $L_{Aeq,T}$ vo vnútornom prostredí budov závisia od hluku vo vonkajšom priestore a zvukovej izolácie obvodového plášťa hodnotenej budovy R'_w

- maximálna hladina A zvuku $L_{Amax,T,}$ vo vnútorných priestoroch budov pre hluk z vnútorných zdrojov sa hodnotí vo výške 1,5 m ± 0,2 m nad podlahou a najmenej 0,5 m od stien miestnosti. Pri meraní v bytoch, lôžkových oddeleniach nemocníc, škôlkach a v iných miestnostiach na spanie sa meria i v blízkosti mesta hlavy pri spaní a v miestach maxím zvukového poľa, ak sa takéto miesta nachádzajú v priestore zdržiavania sa ľudí.

Maximálne hodnoty hluku $L_{Amax,}$ vo vnútornom priestore v prípade podozrenia výskytu hluku a vibrácií šírených podložím od koľajového systému si vyžadujú validáciu vo forme doplnenia merania vibrácií v hodnotenej miestnosti (podlaha, steny a strop) a v medziľahlých miestach na základoch budovy a v blízkosti budovy aby bolo možné odhadnúť väzobnú stratu budovy (frekvenčne závislý rozdiel rýchlosti vibrácií medzi voľným povrchom a základom budovy) a činiteľ prenosu budovy (frekvenčne závislý rozdiel rýchlosti vibrácií medzi základom budovy a podlahami v budove).

- ekvivalentná $a_{weq,T}$ a maximálna $a_{wmax,T}$ vážená hodnota zrýchlenia vibrácií a otrasov sa hodnotí v miestach zdržiavania sa ľudí, na ktoré sa vzťahujú prípustné hodnoty vibrácií.

Vyhodnotenie ekvivalentného $\boldsymbol{a_{weq,T}}$ *a maximálneho* $\boldsymbol{a_{wmax,T}}$ *váženého zrýchlenia vibrácií a otrasov na celé telo pre smer a miesto s najvyššími hodnotami vibrácií zistených v chránenej miestnosti v budovách v mieste zdržovania sa ľudí sa vykoná porovnaním posudzovanej hodnoty s prípustnými hodnotami určujúcich veličín pre referenčné časové intervaly deň, večer, noc v zmysle Tab. č.4 vyhlášky MZ SR č. 549/2007 Z.z.*

Vyhodnotenie nameraného ekvivalentného $\boldsymbol{a_{weq,T}}$ *a maximálneho* $\boldsymbol{a_{wmax,T}}$ *váženého zrýchlenia vibrácií na celé telo pre smer a miesto s najvyššími hodnotami vibrácií zistených na pracovnom mieste sa vykoná porovnaním posudzovanej hodnoty s prípustnými akčnými a limitnými hodnotami určujúcich veličín v zmysle ochrany zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou vibráciám podľa Nariadenia vlády MZ SR č. 416/2005 Z.z.*

Pri meraní a hodnotení vibrácií na celé telo je potrebné brať do úvahy, či vibrácie obsahujú otrasy. V prípade výskytu otrasov je potrebné okrem ekvivalentného váženého zrýchlenia $a_{weq,T}$ *sledovať i maximálne hodnoty priebežného váženého zrýchlenia* $a_{wmax,T}$ *a určiť súčiniteľ maximálneho zrýchlenia* $k_{max} = a_{wmax,T} / a_{weq,T}$, pričom $T = 1$s (časová váhová funkcia Slow). Pri vibráciách bez výskytu otrasov je *súčiniteľ maximálneho zrýchlenia* $k_{max} \leq 1{,}5$.

- efektívna v_{ef} a vrcholová v_{peak} rýchlosť vibrácií pre základovú pôdu, budovy a zariadenia v budovách sa hodnotí v troch smeroch x, y a z vo frekvenčnom rozsahu 1Hz až 1 kHz pre dominantné frekvencie určené z FFT analýzy

Vyhodnotenie rýchlosti vibrácií pre zdokumentovanie medzných stavov konštrukcie budov na otrasy a kmitanie v budovách sa pri vyhodnotení vplyvov dopravnými, stavebnými a konštrukčnými aktivitami vykoná porovnaním posudzovanej hodnoty s prípustnými hodnotami podľa Eurokódu 8 Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť.

V prípade umiestnenia citlivých zariadení na otrasy a kmitanie v budovách sa pri vyhodnotení vplyvov dopravnými, stavebnými a konštrukčnými aktivitami na sledované jednotky zariadení zaznamenáva efektívna $\boldsymbol{v_{ef,T}}$ *a vrcholová* $\boldsymbol{v_{peak,T}}$ *hodnota rýchlosti vibrácií vo frekvenčnom rozsahu od 0,5 Hz do 250 Hz pre prenos z podlahy, stolov, stien alebo izolačnej sústavy v mieste uloženia. Nevyhodnocujú sa ozvy na kmitanie vo vnútri zariadení. Vyhodnotenie sa vykonáva v zmysle STN ISO 8569 a riadi hodnotami stanovenými výrobcom alebo príslušným štátnym orgánom.*

3. PREDIKCIA AKUSTICKÝCH POMEROV

Naplnenie 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, 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.	Uzemie 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)] vonkajší priestor v obytnom a rekreačnom území	deň večer noc	50 50 45	50 50 45	55 55 45	- - 65	50 50 45
III.	Uzemie 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, 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 stanovištia 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 zložky zvuku šírenej vzduchom vo vonkajšom prostredí záujmového územia pre zámer „Modernizácia železničného uzla Bratislava – vetva VÝCHOD“ sme použili výpočtový program CadnaA (metodika „Schall 03 “ s úpravou pre použitie v Slovenskej Republike), kalibrovaný meraním „in-situ“. Údaje potrebné pre výpočet sme zadali na základe podkladov obdržaných od zadávateľa úlohy a akustických meraní.

A) Zadanie – hluk zo železničných dráh v záujmovom území zámeru „Modernizácia železničného uzla Bratislava – vetva VÝCHOD“ pre časový interval 12 hodín – deň (06:00 – 18:00 hod.), 4 hodiny– večer (18:00 – 22:00 hod.) a 8 hodín – noc (22:00 – 06:00 hod.).

Tab. 3.2 Uvažovaná priemerná dĺžka vlaku a podiel kotúčových bŕzd jednotlivých typov vlakov

Označenie kategórie vlakov	Kategórie vlakov	Priemerná dĺžka vlakov [m]	Podiel kotúčových bŕzd [%]
EC, R	EuroCity	240	100
RR, REX	Regionálny expres	300	100
Os	Osobný vlak	80	100
Nex	Nákladný expresný vlak	600	100
Pn	Priebežný nákladný vlak	650	100
Mn	Manipulačný nákladný vlak	300	100

Tab. 3.3 Uvažované intenzity dopravy pre výhľadový rok 2040 po železničných dráhach v sledovanom úseku v referenčných časových intervaloch. (Štúdia realizovateľnosti uzla BA z roku 2019)

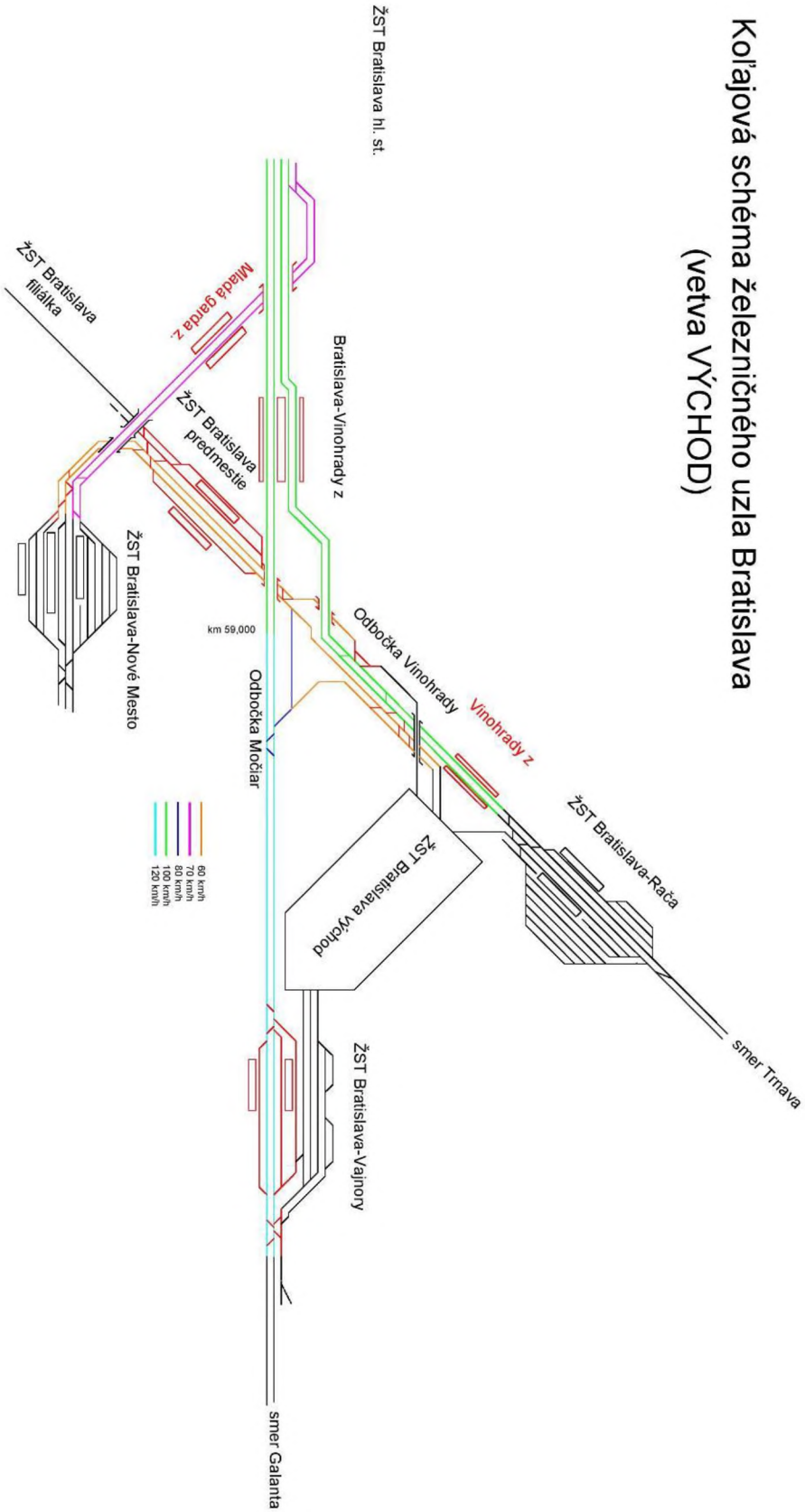
smer Trnava, úsek BA-Rača - Pezinok			
Označenie kategórie vlakov	noc 22:00 - 06:00	deň 06:00 - 18:00	večer 18:00 - 22:00
EC, R	3	17	6
RR, REX	0	30	6
Os	8	48	16
Nex	13	12	7
Pn	6	4	7
Mn	0	2	0
smer Trnava, úsek BA hl.st. - Odb. Vinohrady - BA-Rača			
Označenie kategórie vlakov	noc 22:00 - 06:00	deň 06:00 - 18:00	večer 18:00 - 22:00
EC, R	3	17	6
RR, REX	0	30	6
Os	0	0	0
Nex	14	7	6
Pn	5	0	1
Mn	0	0	0
smer Trnava, úsek Odb. Vinohrady - BA Predmestie			
Označenie kategórie vlakov	noc 22:00 - 06:00	deň 06:00 - 18:00	večer 18:00 - 22:00
EC, R	0	0	0
RR, REX	0	0	0
Os	8	48	16
Nex	15	14	9
Pn	7	5	8
Mn	0	0	0
smer Galanta, úsek Bernolákovo - BA-Vajnory			
Označenie kategórie vlakov	noc 22:00 - 06:00	deň 06:00 - 18:00	večer 18:00 - 22:00
EC, R	8	24	8
RR, REX	0	12	0
Os	8	48	16
Nex	26	11	12
Pn	3	4	3
Mn	1	0	1
smer Galanta, Odb.Močiar - BA hl.st.			
Označenie kategórie vlakov	noc 22:00 - 06:00	deň 06:00 - 18:00	večer 18:00 - 22:00
EC, R	8	24	8
RR, REX	0	12	0
Os	0	0	0
Nex	21	4	11
Pn	1	2	2
Mn	0	0	0

smer Galanta, Odb.Močiar - BA Predmestie			
Označenie kategórie vlakov	noc 22:00 - 06:00	deň 06:00 - 18:00	večer 18:00 - 22:00
EC, R	0	0	0
RR, REX	0	0	0
Os	8	48	16
Nex	7	3	3
Pn	2	2	1
Mn	0	0	0
smer Dun. Streda, úsek BA hl.st. - BA-N. Mesto			
Označenie kategórie vlakov	noc 22:00 - 06:00	deň 06:00 - 18:00	večer 18:00 - 22:00
EC, R	0	0	0
RR, REX	0	4	0
Os	4	44	6
Nex	6	10	2
Pn	0	1	0
Mn	0	0	0
smer Dun. Streda, úsek BA-N. Mesto - Odb.Ružinov			
Označenie kategórie vlakov	noc 22:00 - 06:00	deň 06:00 - 18:00	večer 18:00 - 22:00
EC, R	0	0	0
RR, REX	0	4	0
Os	4	44	6
Nex	7	11	4
Pn	0	3	0
Mn	0	1	1
ÚSEK BA Predmestie - BA-Nové Mesto			
Označenie kategórie vlakov	noc 22:00 - 06:00	deň 06:00 - 18:00	večer 18:00 - 22:00
EC, R	0	0	0
RR, REX	0	0	0
Os	16	96	32
Nex	41	18	15
Pn	10	12	5
Mn	0	2	0

Tab. 3.4 Uvažovaná priem. rýchlosti jednotlivých typov vlakov

Označenie kategórie vlakov	Kategórie vlakov	Priem. rýchlosť v strede medzistaničného úseku [km/h]	Priem. rýchlosť pred/za stanicou [km/h]
EC, R	EuroCity	95	70
RR, REX	Regionálny expres	80	60
Os	Osobný vlak	70	40
Nex	Nákladný expresný vlak	75	45
Pn	Priebežný nákladný vlak	60	40
Mn	Manipulačný nákladný vlak	50	40

Obr. 3.1 Uvažované výpočtové rýchlosti vlakov



Po zadaní údajov podľa Obr. 3.1, Tab. 3.2, Tab. 3.3, Tab. 3.4 do výpočtového programu sme vyhodnotili akustickú situáciu v záujmovom území pre denný, večerný a nočný čas po realizácii zámeru a vyjadrili posudzovanú hodnotu iba od železničných dráh v záujmovom území zámeru „Modernizácia železničného uzla Bratislava – vetva VÝCHOD“.

Posudzovaná hodnota – z vypočítanej hodnoty zvuku vyjadrená hodnota špecifického zvuku od zámeru „Modernizácia železničného uzla Bratislava – vetva VÝCHOD“ zväčšená o hodnotu neistoty predikcie U = (+1,8 dB), t.j. v súlade s IS-OOFF/13:

$$L_{RAeq,T} = (L_{pAeq,T} + U)$$

Po vyhodnotení výpočtu v kalibrovanom 3D modeli (Tab 3.5) sme zistili prekročenie prípustných hodnôt hluku v záujmovom obytnom území zámeru „Modernizácia železničného uzla Bratislava – vetva VÝCHOD“ (pre kategóriu územia II. a III.). Následne sme navrhli sekundárne opatrenia v dvoch variantoch:

- Variant 1 – Výška PHC bez obmedzenia (Tab 3.6),
- Variant 2 – PHC do výšky 2,5m (Tab. 3.7)

a terciárne opatrenia*, ktorými sa eliminujú tieto negatívne dopady a naplnia podmienky platnej legislatívy – dodržanie prípustných hodnôt hluku vo vonkajšom priestore obytných miestností bytových a rodinných domov.

*Terciárne protihlukové opatrenia (zvýšenie nepriezvučnosti obvodového plášťa budov – výmena okien so štrbinovým vetracím systémom): Pre presné určenie obytných jednotiek, kde je nutné realizovať terciárne protihlukové opatrenia je potrebné vykonať akustické merania po realizácii stavby v predmetnej oblasti a na základe nich určiť obytné jednotky, v ktorých dochádza k prekročeniu prípustných hladín hluku.

Tab. 3.4 Posudzované hodnoty od hluku zo železničných dráh

Imisný bod	Výška bodu [m]	Súradnice bodu [m]		Posudzovaná hladina hluku od železničných dráh bez aplikácie protihlukových clôn $L_{R,Aeq,T}$ [dB]			Posudzovaná hladina hluku od železničných dráh s aplikáciou protihlukových clôn $L_{R,Aeq,T}$ [dB]			Posudzovaná hladina hluku od železničných dráh s aplikáciou protihlukových clôn do výšky 2,5m $L_{R,Aeq,T}$ [dB]			Prípustná hladina hluku $L_{Aeq,p}$ [dB] / kategória územia		
				deň	večer	noc	deň	večer	noc	deň	večer	noc	deň	večer	noc
V01	25,5	-572684	-1278909	55,3	56,4	55,3	41,0	41,3	40,4	49,9	50,3	49,2	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V02	10,5	-572556	-1278196	57,3	58,7	57,8	57,3	58,7	57,8	57,3	58,7	57,8	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V03	10,5	-572607	-1278178	52,7	54,3	53,6	52,7	54,3	53,6	52,7	54,3	53,6	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V04	4,5	-572316	-1277524	58,3	59,6	59,0	44,9	47,2	46,7	51,5	53,5	53,0	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V05	4,5	-572410	-1277563	54,1	56,0	55,6	45,4	47,9	47,5	51,9	54,2	53,7	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V06	16,5	-572082	-1277494	59,0	60,7	59,5	43,2	44,3	43,3	51,6	52,8	51,7	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V07	19,5	-571222	-1277752	51,4	52,2	52,8	44,7	43,3	44,0	48,0	47,0	47,7	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V08	22,5	-571339	-1276895	52,5	54,8	55,0	43,7	46,1	46,1	50,2	52,7	52,8	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V09	25,5	-571269	-1276807	48,9	51,3	50,9	41,5	43,9	43,3	46,4	48,9	48,5	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V10	19,5	-571353	-1276786	57,9	60,5	60,7	46,1	48,8	48,6	57,6	60,2	60,5	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V11	4,5	-571572	-1276641	48,5	51,1	51,0	40,4	43,1	43,4	45,2	47,7	47,8	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V12	10,5	-571794	-1276598	56,8	58,6	57,3	43,4	45,1	43,9	52,3	53,8	52,5	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V13	10,5	-571796	-1276633	51,4	53,2	52,1	41,1	43,1	42,3	47,4	49,1	48,1	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V14	4,5	-571691	-1276372	63,3	65,0	63,7	45,6	47,9	47,0	57,4	59,8	58,7	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V15	4,5	-571732	-1276296	51,3	53,8	53,2	40,3	43,4	42,9	47,5	50,4	49,9	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V16	4,5	-571036	-1276074	59,0	60,6	59,1	40,3	43,1	42,3	48,3	50,9	50,0	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V17	19,5	-571071	-1275863	52,6	54,5	53,3	44,2	47,5	46,8	47,6	50,4	49,5	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V18	13,5	-570870	-1275902	59,2	61,3	59,5	44,4	47,6	46,9	50,0	52,7	51,3	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V19	19,5	-570788	-1275710	54,5	56,5	54,8	41,8	44,9	44,2	49,1	51,2	49,7	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V20	1,5	-570663	-1275667	56,7	59,1	58,0	41,9	44,9	44,3	51,5	54,0	52,9	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V21	13,5	-570654	-1275483	50,7	52,6	51,3	40,9	43,9	43,3	48,4	50,6	49,2	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V22	10,5	-569561	-1276270	56,6	59,5	58,3	42,1	45,1	44,2	51,0	54,0	52,9	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V23	10,5	-569535	-1276295	53,5	56,4	55,4	41,9	44,9	44,1	49,6	52,7	51,7	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V24	4,5	-568903	-1276128	69,2	72,1	70,9	55,0	58,0	57,0	57,0	59,9	58,8	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V25	7,5	-569818	-1274748	60,1	60,8	59,2	45,5	46,5	45,0	51,6	52,4	50,9	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V26	4,5	-569833	-1274660	47,9	49,3	48,3	38,2	39,9	39,1	42,2	43,7	42,8	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V27	19,5	-569258	-1274876	42,4	43,8	42,9	34,8	36,8	36,1	37,3	39,0	38,1	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V28	19,5	-569244	-1274848	42,0	43,4	42,4	34,0	36,0	35,2	36,7	38,4	37,5	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V29	4,5	-565773	-1275826	50,3	52,1	51,6	50,3	52,1	51,6	50,3	52,1	51,6	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V30	4,5	-565798	-1275796	48,9	50,7	50,3	48,9	50,7	50,3	48,9	50,7	50,3	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V31 – MH1	1,5	-565061	-1275910	60,0	61,3	60,3	60,0	61,3	60,3	60,0	61,3	60,3	60 / III.	60 / III.	55 / III.

Pozn:
* Ak je preukázané, že jestvujúci hluk z pozemnej a koľajovej dopravy prekračujúci prípustné hodnoty podľa tabuľky č. 3.1 pre kategórie územia II a III zapríčinený postupným narastaním dopravy nie je možné obmedziť dostupnými technickými opatreniami alebo organizačnými opatreniami bez podstatného narušenia dopravného výkonu, posudzovaná hodnota pre kategóriu územia II môže prekročiť prípustné hodnoty určujúcich veličín hluku z pozemnej dopravy uvedené v tabuľke č. 3.1 najviac o 5dB a pre kategórie územia III a IV najviac o 10dB.

Umiestnenie výpočtových bodov viď: str. 12 - 16

Tab. 3.5 Umiestnenie a charakteristiky PHC

Označenie PHC	Úsek	Umiestnenie PHC	Staničenie PHC [km]	Dĺžka PHC [m]	Výška PHC [m]	Tvar PHC	Pozn.
PHC 1	Úsek D	vpravo	55,225 – 56,320	1095	4,5	zvislá	
PHC 2	Úsek D	vpravo	56,320 – 56,520	200	3,0	zvislá	
PHC 3	Úsek D	vpravo	56,520 – 59,000	2480	4,5	zvislá	
PHC 4	Úsek D	vpravo	59,000 – 59,590	590	3,0	zvislá	
PHC 5	Úsek D	vpravo	59,850 – 60,650	800	5,0	zvislá	
PHC 6	Úsek D	vpravo	60,650 – 60,850	200	4,0	zvislá	
PHC 7	Úsek D	vľavo	60,960 – 61,010	50	3,0	zvislá	
PHC 8	Úsek C	vľavo	2,440 – 3,040	600	5,0	zvislá	
PHC 9	Úsek C	vľavo	3,560 – 5,060	1500	6,0	zvislá	
PHC 10	Úsek C	vľavo	5,100 – 5,360	260	7,0	zvislá	
PHC 11	Úsek C	vľavo	5,300 – 5,750	450	5,0	zvislá	
PHC 12	Úsek C	vľavo	5,750 – 6,575	825	2,5	zvislá	
PHC 13	Úsek C	vpravo	6,120 – 6,575	455	3,0	zvislá	
PHC 14	Úsek F	vľavo	2,440 – 3,010	570	5,0	zvislá	
PHC 15	Úsek F	vľavo	3,010 – 3,150	140	3,0	zvislá	
PHC 16	Úsek F	vpravo	2,610 – 3,270	660	3,0	zvislá	
PHC 17	Úsek F	vpravo	3,270 – 4,510	1240	2,5	zvislá	
PHC 18	Úsek F	vľavo	3,270 – 4,510	1240	4,0	zvislá	
PHC 19	Úsek E	vpravo	4,000 – 4,640	640	3,0	zvislá	
PHC 20	Úsek E	vpravo	4,640 – 5,350	710	3,0	zvislá	
PHC 21	Úsek E	vľavo	3,810 - 4,050	240	4,0	zvislá	
PHC 22	Úsek E	vľavo	4,500 - 4,725	225	5,0	zvislá	
PHC 23	Úsek E	vľavo	3,360 – 4,000	550	9,0	zvislá	
PHC 24	Úsek E	vľavo	3,390 – 3,060	330	7,0	zvislá	
PHC 25	Úsek E	vpravo	3,380 – 3,640	260	4,0	zvislá	
PHC 26	Úsek E	vpravo	3,000 – 5,100	760	8,0	zvislá	Úsek E - Úsek C
PHC 27	Úsek E	vľavo	1,000 - 5,050	460	4,0	zvislá	Úsek E - Úsek C
PHC 28	Úsek E	vpravo	0,430 – 0,950	520	4,0	zvislá	

Umiestnenie PHC viď: str. 12 - 16

Poznámky:

- **Vlastné charakteristiky PHC musia mať jednočíselnú veličinu odrazu zvuku: $D_{LRI} \geq 6$ s výnimkou použitia priehľadných odrazivých PMMA panelov na mostoch s hodnotou $D_{LRI} < 1$ (16272-3-2) a jednočíselnú veličinu nepriezvučnosti pre pohltivé aj odrazivé PHC prvky $D_{LSI,E} \geq 28$ a pre PHC stĺpiky $D_{LSI,P} \geq 28$ (STN EN 16272-6)**
- **Umiestnenie PHC treba prispôsobiť zmenám terénu pri prechode do zárezu, tzn. staničenie je orientačné. Uvedené staničenia sú určené na úrovni vstupných údajov výpočtového modelu. Pri návrhu jednotlivých objektov protihlukových stien treba postupovať v zmysle dosiahnutia plynulých prechodov a prekrytí PHC a v súlade s prílohou hlukovej mapy. Je tiež potrebné zosúladiť staničenia so súvisiacimi objektmi pri vetvách, napojeniach, prekrytoch a pod. (napr. mosty, múry, ekodukty, ORL ...) tak, aby bolo dodržané spojité bariérové krytie.**
- **Vo výpočte boli zohľadnené protihlukové clony zvislé a zalomené s 0% otvorov. Doporučujeme na základe výsledkov meraní in situ v okolí železničnej trate v obytných zónach zvážiť využitie doplnkových zariadení na navrhované PHC vo forme zvukových rezonátorov umiestnené na vrchnú hranu PHC , pri zachovaní prechodového prierezu a voľného manipulačného priestoru v zmysle predpisov ŽSR.**

Po realizácii stavby je nutné meraním overiť reálny účinok PHC z pohľadu zníženia hlukovej záťaže v dotknutom okolí posudzovanej železničnej dráhy:

- **Hodnoty odrazu RI podľa STN EN 16272-3-2**
- **Hodnoty indexu vzduchovej nepriezvučnosti SI podľa STN EN 16272-6**
- **Akreditované merania vloženého útlmu PHC v mieste umiestnenia (in-situ) STN ISO 10847 Akustika a stanovenie vloženého útlmu vonkajších protihlukových bariér všetkých typov na mieste trvalého uloženia (in-situ).**

Tab. 3.6 Umiestnenie a charakteristiky PHC

Označenie PHC	Úsek	Umiestnenie PHC	Staničenie PHC [km]	Dĺžka PHC [m]	Výška PHC [m]	Tvar PHC	Pozn.
PHC 1	Úsek D	vpravo	55,225 – 56,320	1095	2,5	zvislá	
PHC 2	Úsek D	vpravo	56,320 – 56,520	200	2,5	zvislá	
PHC 3	Úsek D	vpravo	56,520 – 59,000	2480	2,5	zvislá	
PHC 4	Úsek D	vpravo	59,000 – 59,590	590	2,5	zvislá	
PHC 5	Úsek D	vpravo	59,850 – 60,650	800	2,5	zvislá	
PHC 6	Úsek D	vpravo	60,650 – 60,850	200	2,5	zvislá	
PHC 7	Úsek D	vľavo	60,960 – 61,010	50	2,5	zvislá	
PHC 8	Úsek C	vľavo	2,440 – 3,040	600	2,5	zvislá	
PHC 9	Úsek C	vľavo	3,560 – 5,060	1500	2,5	zvislá	
PHC 10	Úsek C	vľavo	5,100 – 5,360	260	2,5	zvislá	
PHC 11	Úsek C	vľavo	5,300 – 5,750	450	2,5	zvislá	
PHC 12	Úsek C	vľavo	5,750 – 6,575	825	2,5	zvislá	
PHC 13	Úsek C	vpravo	6,120 – 6,575	455	2,5	zvislá	
PHC 14	Úsek F	vľavo	2,440 – 3,010	570	2,5	zvislá	
PHC 15	Úsek F	vľavo	3,010 – 3,150	140	2,5	zvislá	
PHC 16	Úsek F	vpravo	2,610 – 3,270	660	2,5	zvislá	
PHC 17	Úsek F	vpravo	3,270 – 4,510	1240	2,5	zvislá	
PHC 18	Úsek F	vľavo	3,270 – 4,510	1240	2,5	zvislá	
PHC 19	Úsek E	vpravo	4,000 – 4,640	640	2,5	zvislá	
PHC 20	Úsek E	vpravo	4,640 – 5,350	710	2,5	zvislá	
PHC 21	Úsek E	vľavo	3,810 - 4,050	240	2,5	zvislá	
PHC 22	Úsek E	vľavo	4,500 - 4,725	225	2,5	zvislá	
PHC 23	Úsek E	vľavo	3,360 – 4,000	550	2,5	zvislá	
PHC 24	Úsek E	vľavo	3,390 – 3,060	330	2,5	zvislá	
PHC 25	Úsek E	vpravo	3,380 – 3,640	260	2,5	zvislá	
PHC 26	Úsek E	vpravo	3,000 – 5,100	760	2,5	zvislá	Úsek E - Úsek C
PHC 27	Úsek E	vľavo	1,000 - 5,050	460	2,5	zvislá	Úsek E - Úsek C
PHC 28	Úsek E	vpravo	0,430 – 0,950	520	2,5	zvislá	

Umiestnenie PHC viď: str. 12 - 16

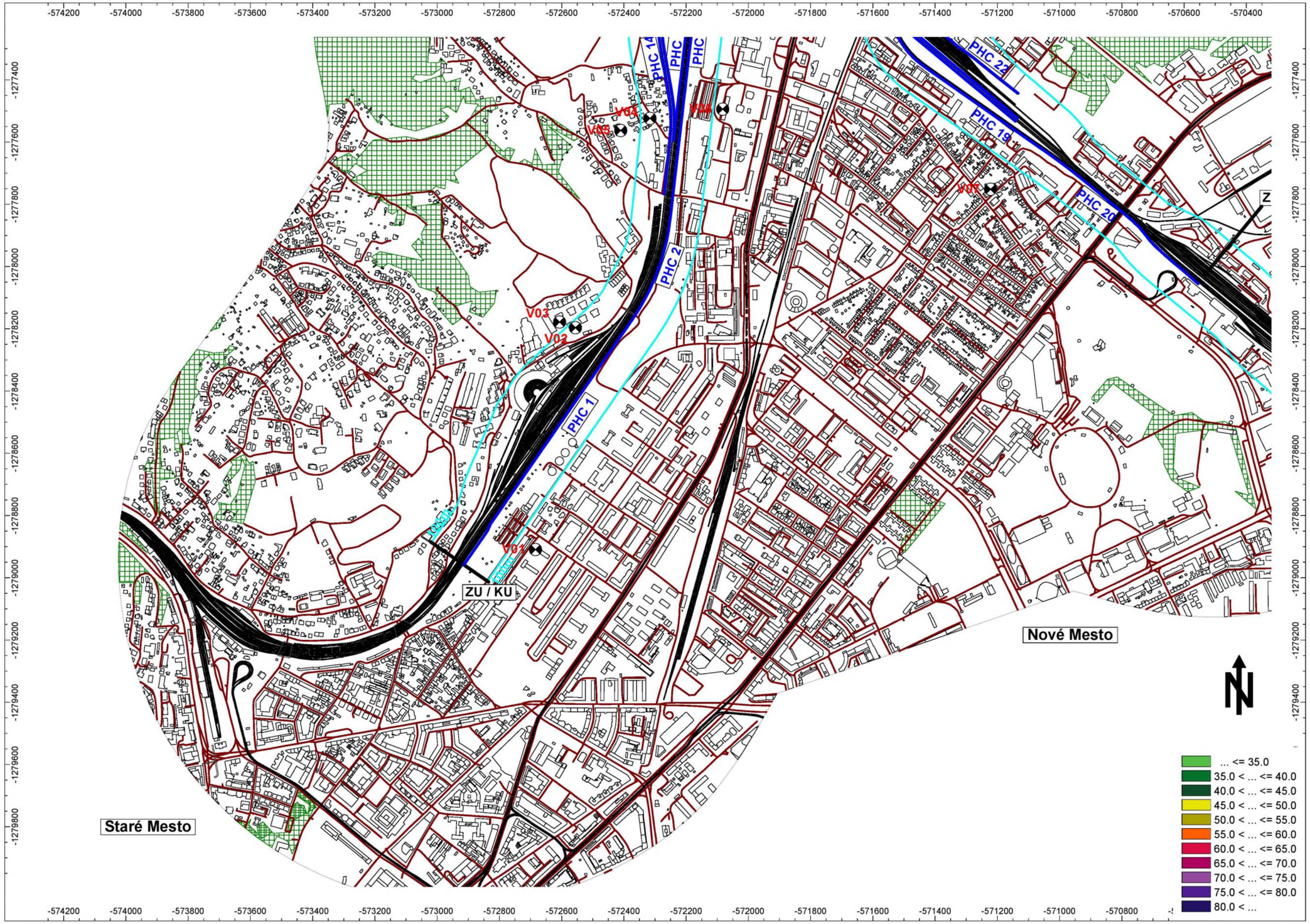
Poznámky:

- **Vlastné charakteristiky PHC musia mať jednočíselnú veličinu odrazu zvuku: $D_{LRI} \geq 6$ s výnimkou použitia priehľadných odrazivých PMMA panelov na mostoch s hodnotou $D_{LRI} < 1$ (STN EN 16272-3-2) a jednočíselnú veličinu nepriezvučnosti pre pohltivé aj odrazivé PHC prvky $D_{LSI,E} \geq 28$ a pre PHC stĺpiky $D_{LSI,P} \geq 28$ (STN EN 16272-6)**
- **Umiestnenie PHC treba prispôsobiť zmenám terénu pri prechode do zárezu, tzn. staničenie je orientačné. Uvedené staničenia sú určené na úrovni vstupných údajov výpočtového modelu. Pri návrhu jednotlivých objektov protihlukových stien treba postupovať v zmysle dosiahnutia plynulých prechodov a prekrytí PHC a v súlade s prílohou hlukovej mapy. Je tiež potrebné zosúladiť staničenia so súvisiacimi objektmi pri vetvách, napojeniach, prekrytoch a pod. (napr. mosty, múry, ekodukty, ORL ...) tak, aby bolo dodržané spojité bariérové krytie.**
- **Vo výpočte boli zohľadnené protihlukové clony zvislé a zalomené s 0% otvorov. Doporučujeme na základe výsledkov meraní in situ v okolí železničnej trate v obytných zónach zvážiť využitie doplnkových zariadení na navrhované PHC vo forme zvukových rezonátorov umiestnené na vrchnú hranu PHC , pri zachovaní prechodového prierezu a voľného manipulačného priestoru v zmysle predpisov ŽSR.**

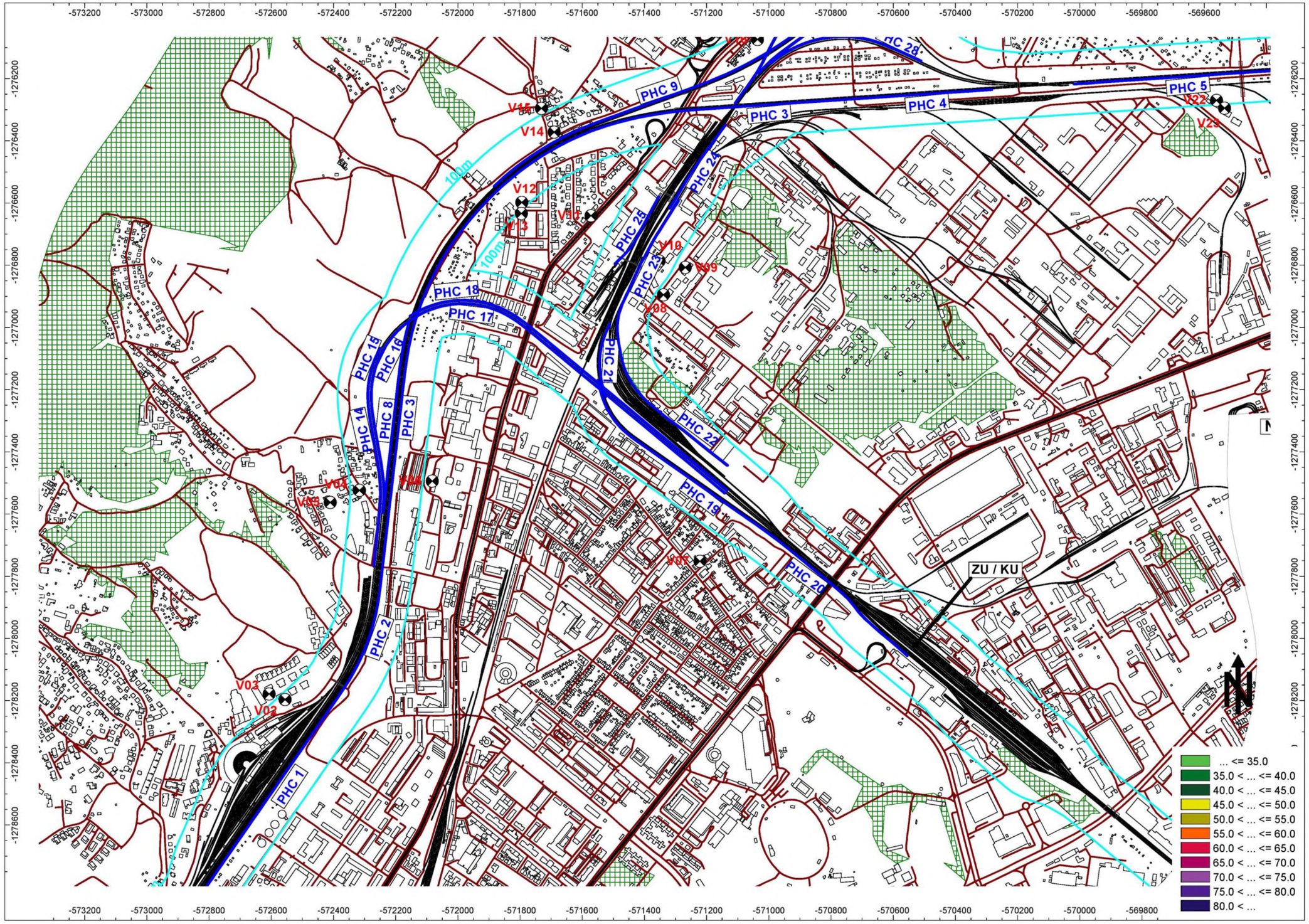
Po realizácii stavby je nutné meraním overiť reálny účinok PHC z pohľadu zníženia hlukovej záťaže v dotknutom okolí posudzovanej železničnej dráhy:

- **Hodnoty odrazu RI podľa STN EN 16272-3-2**
- **Hodnoty indexu vzduchovej nepriezvučnosti SI podľa STN EN 16272-6**
- **Akreditované merania vloženého útlmu PHC v mieste umiestnenia (in-situ) STN ISO 10847 Akustika a stanovenie vloženého útlmu vonkajších protihlukových bariér všetkých typov na mieste trvalého uloženia (in-situ).**

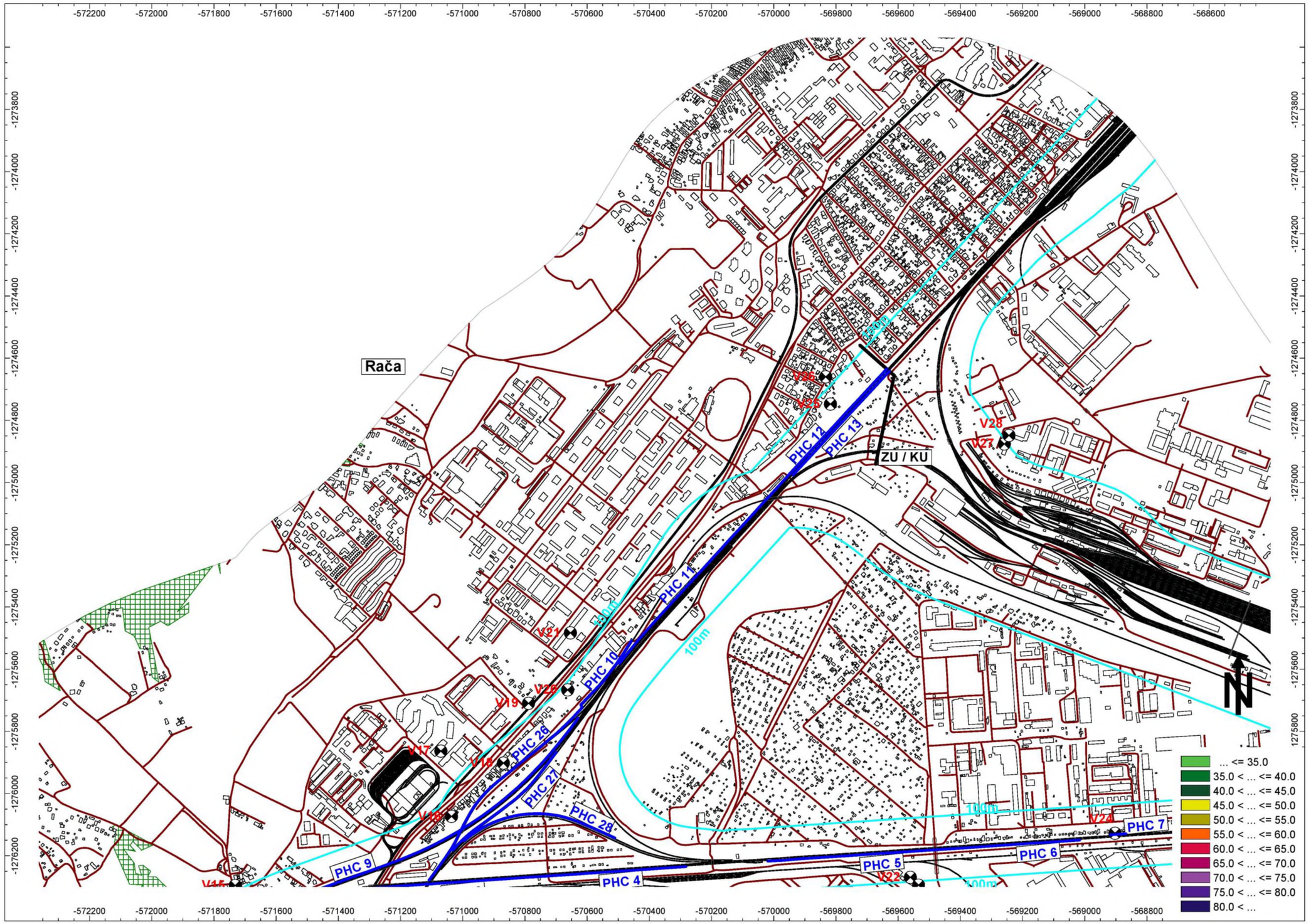
Umiestnenie PHC a výpočtových bodov



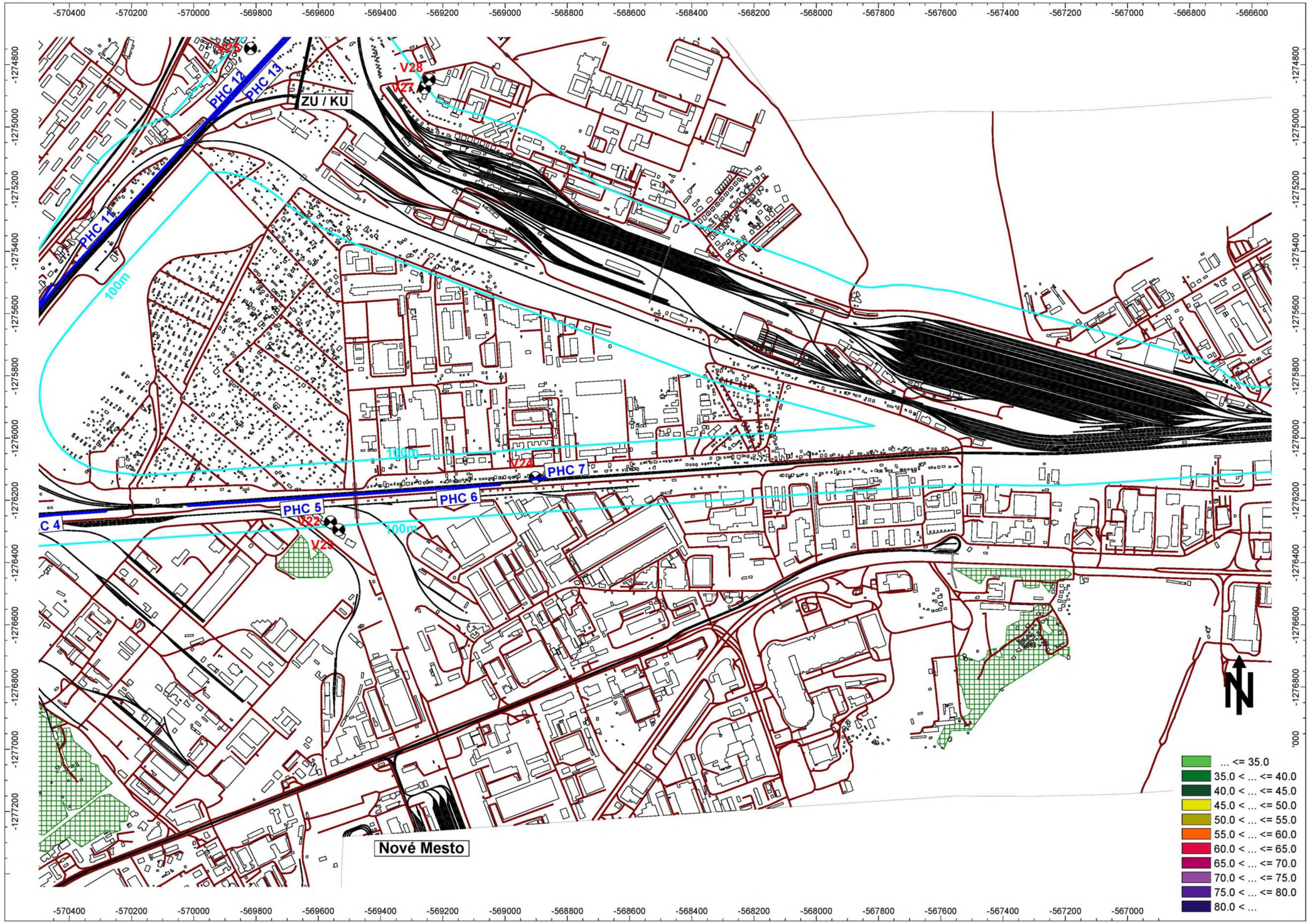
Umiestnenie PHC a výpočtových bodov



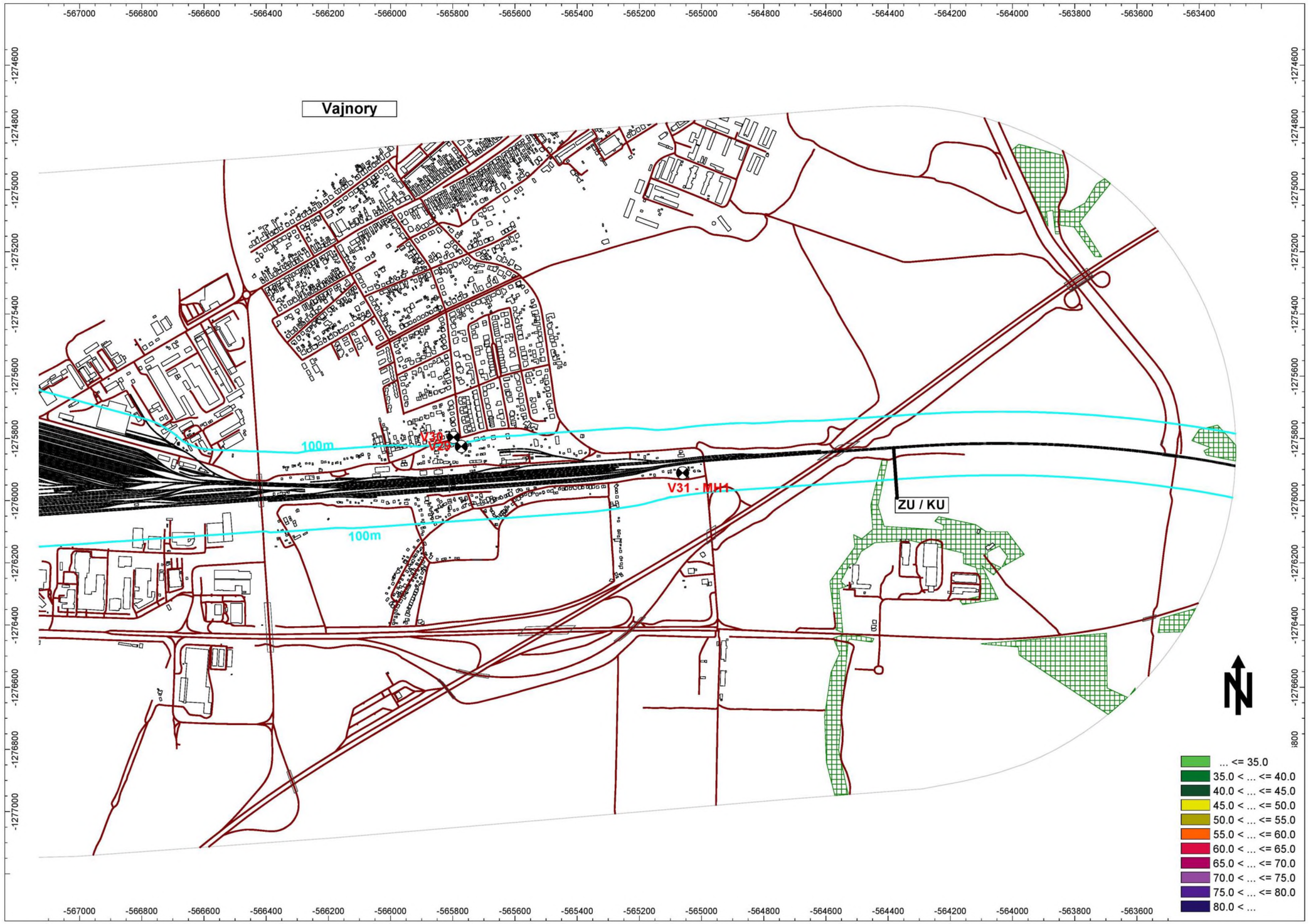
Umiestnenie PHC a výpočtových bodov



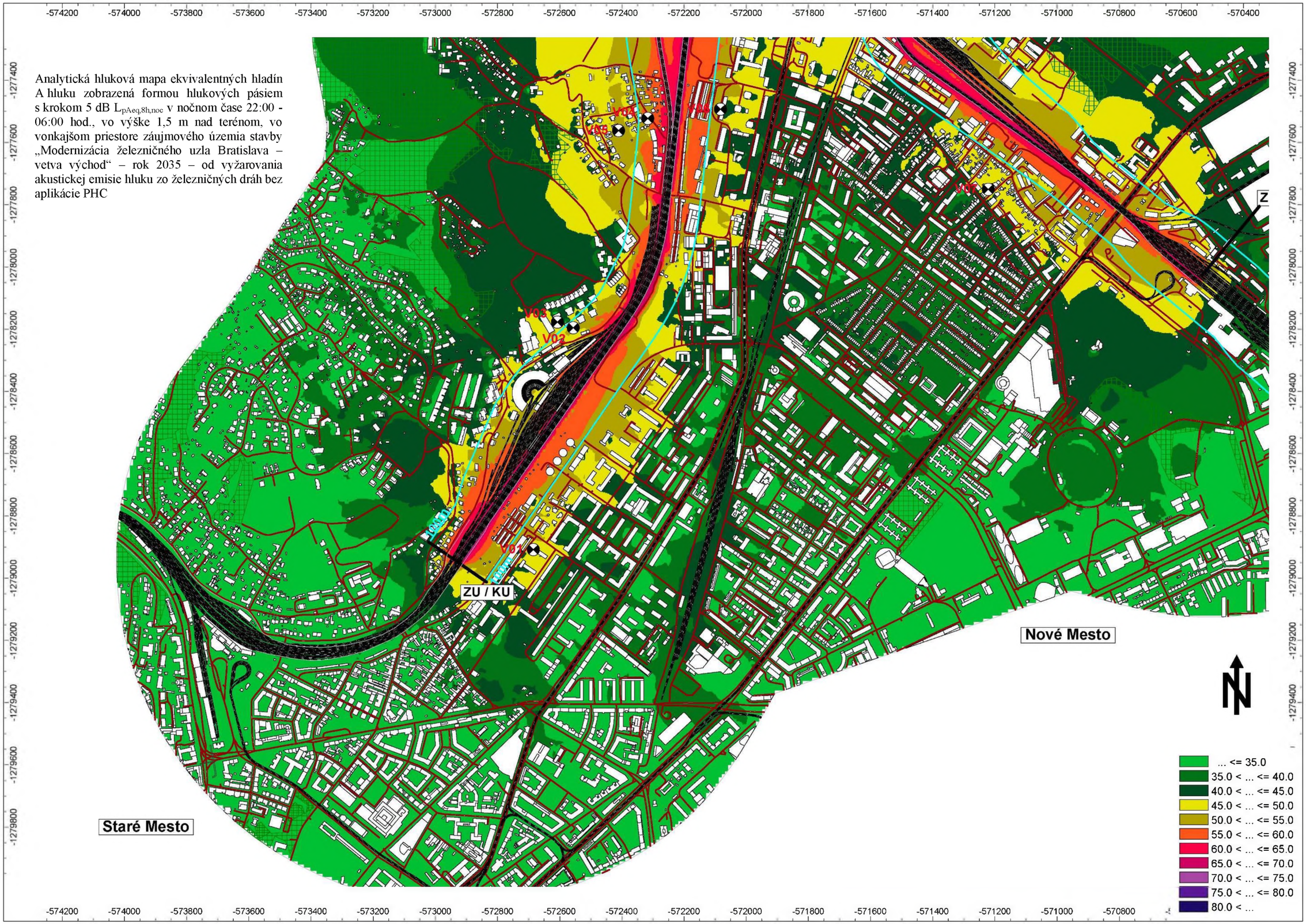
Umiestnenie PHC a výpočtových bodov



Umiestnenie PHC a výpočtových bodov

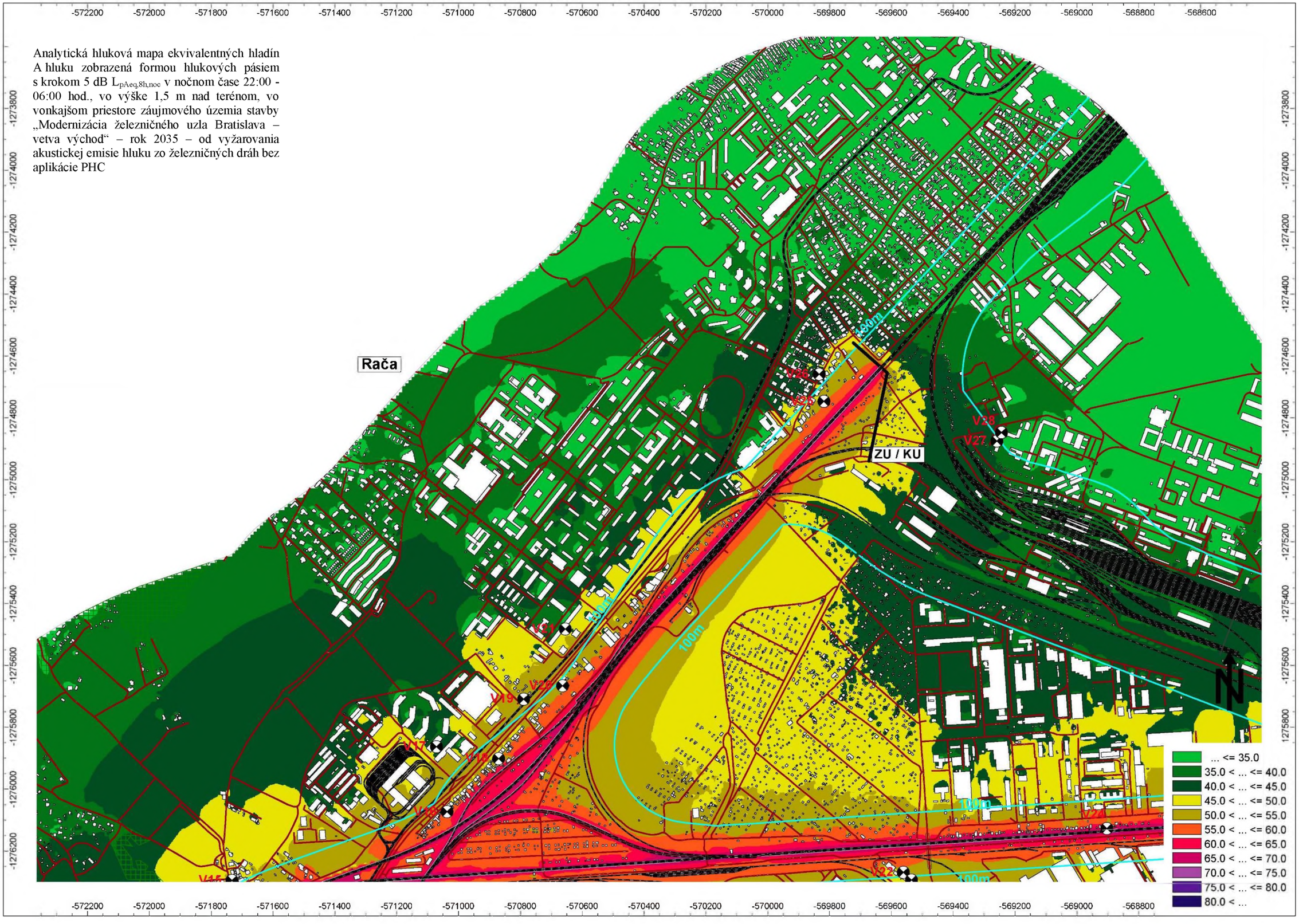


Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „Modernizácia železničného uzla Bratislava – vetva východ“ – rok 2035 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh bez aplikácie PHC

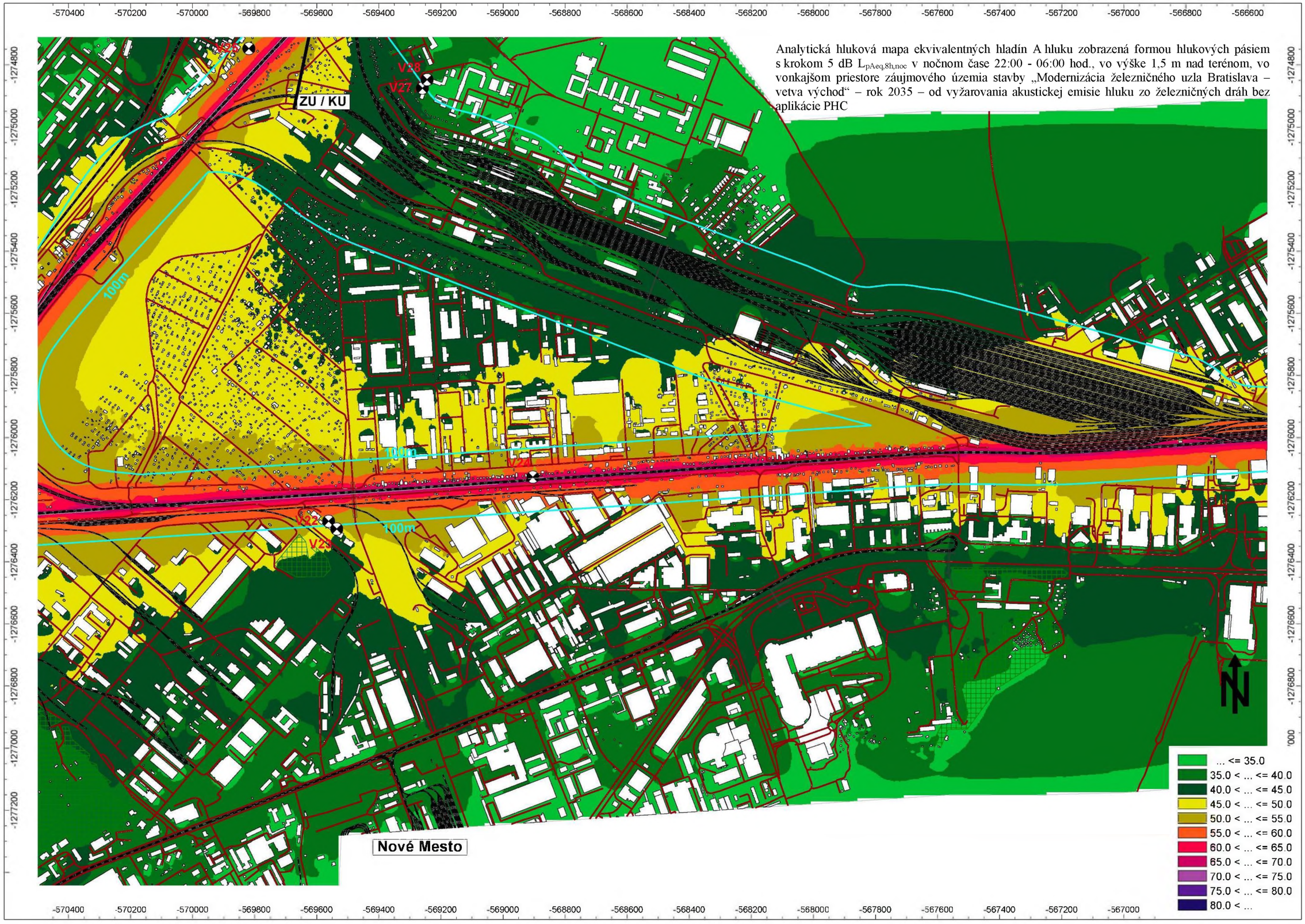


Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB $L_{pAeq,8hnoc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „Modernizácia železničného uzla Bratislava - vetva východ" – rok 2035 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh bez aplikácie PHC

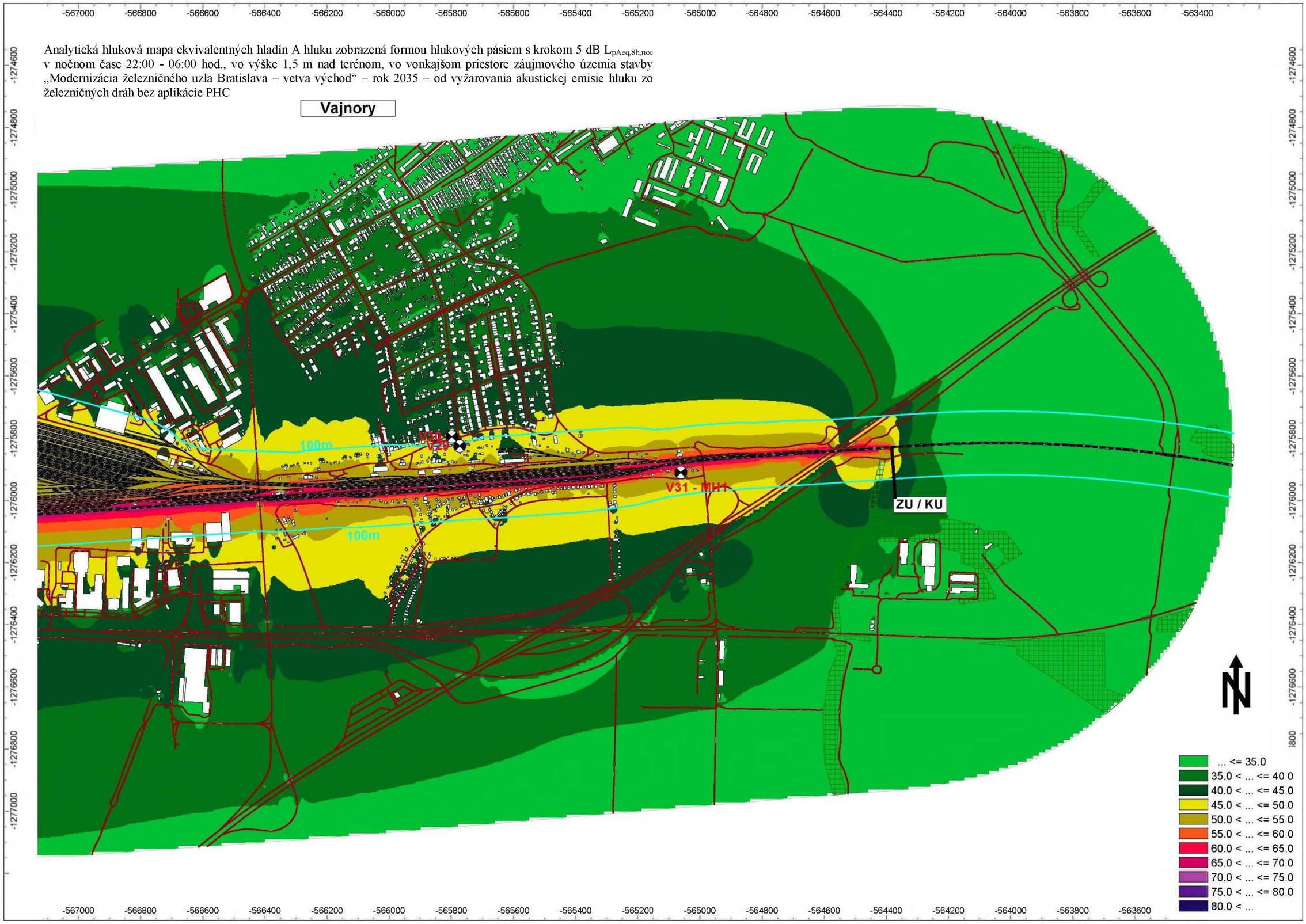
Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „Modernizácia železničného uzla Bratislava – vetva východ“ – rok 2035 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh bez aplikácie PHC



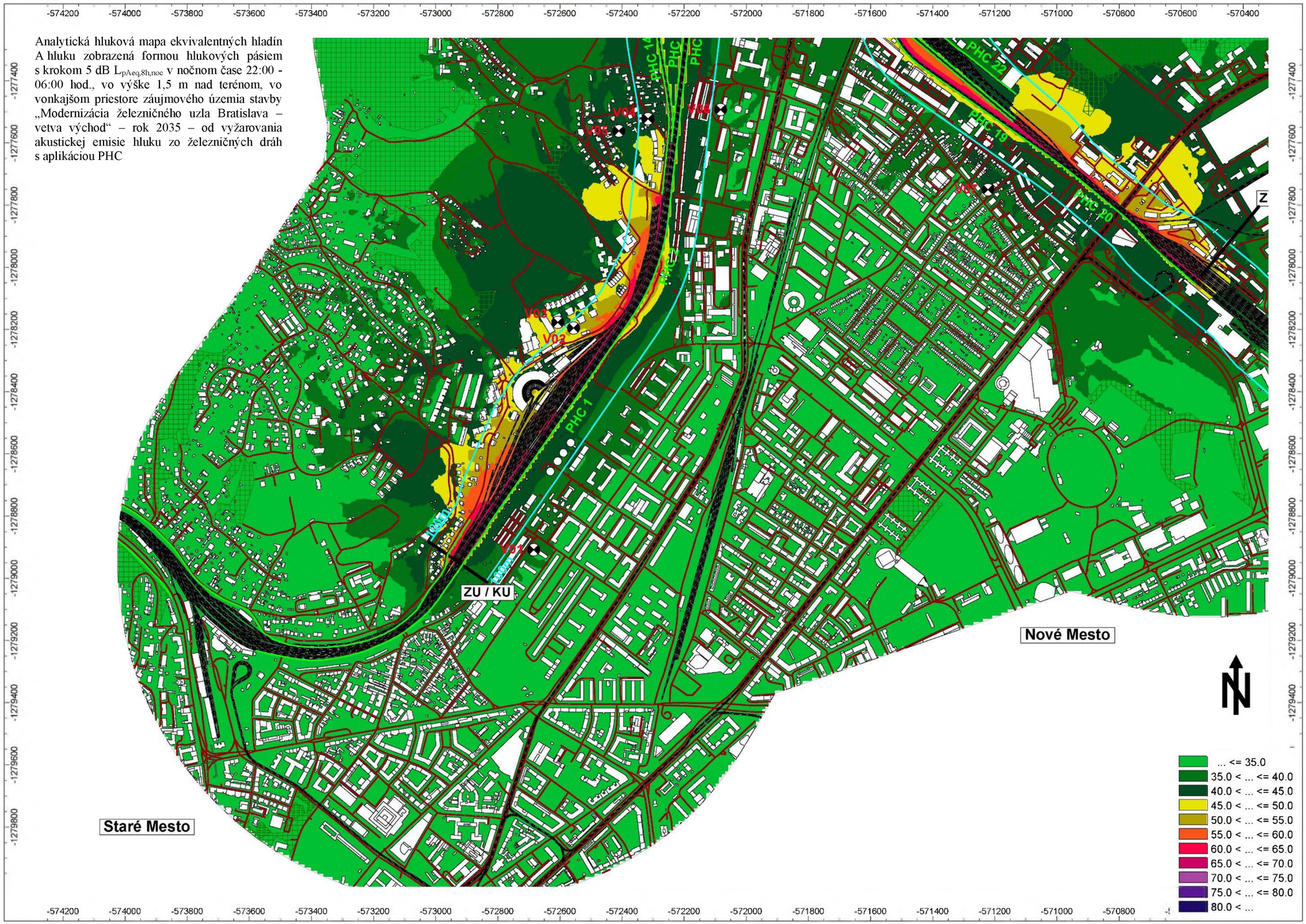
Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „Modernizácia železničného uzla Bratislava – vetva východ“ – rok 2035 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh bez aplikácie PHC



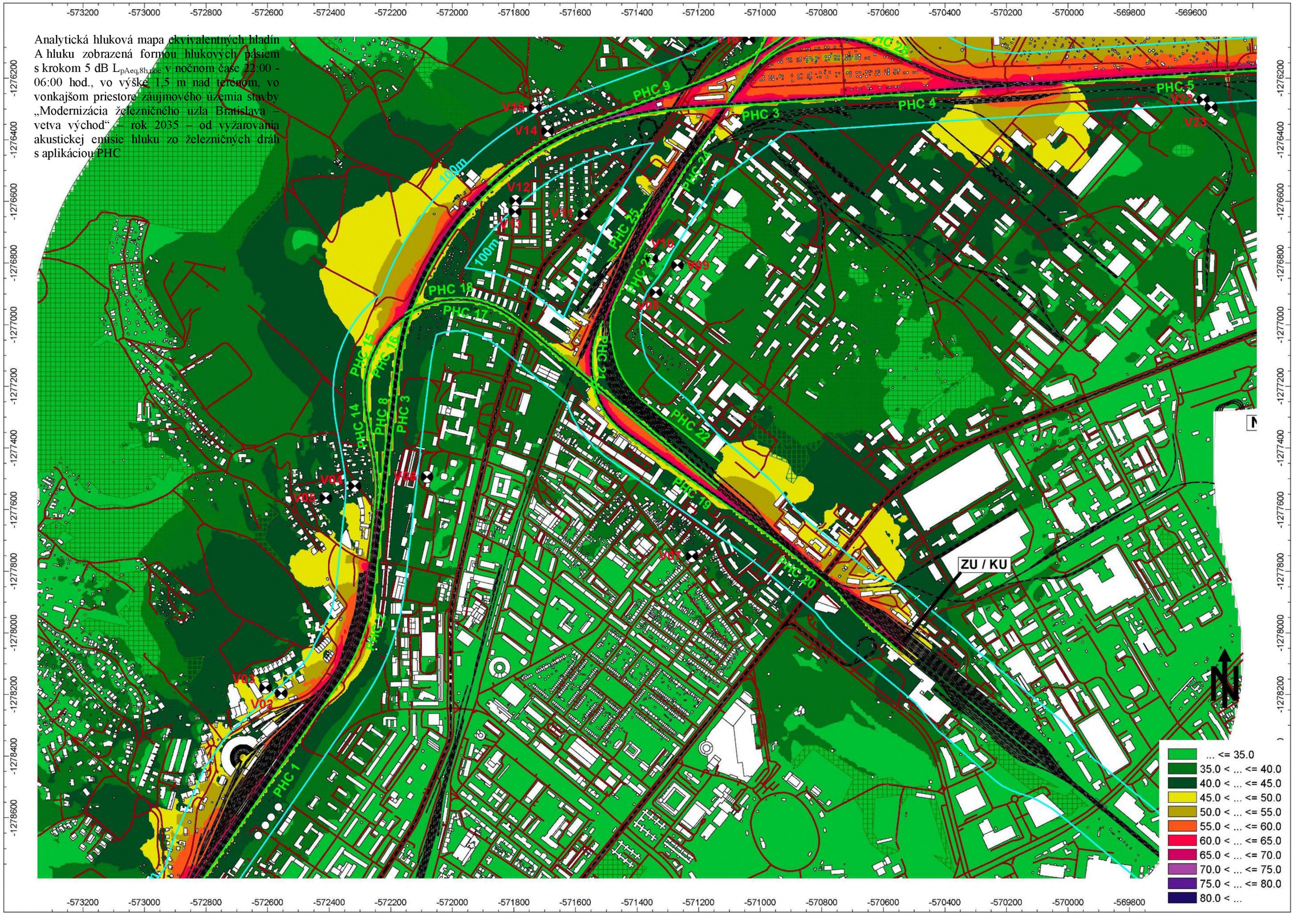
Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „Modernizácia železničného uzla Bratislava – vetva východ“ – rok 2035 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh bez aplikácie PHC



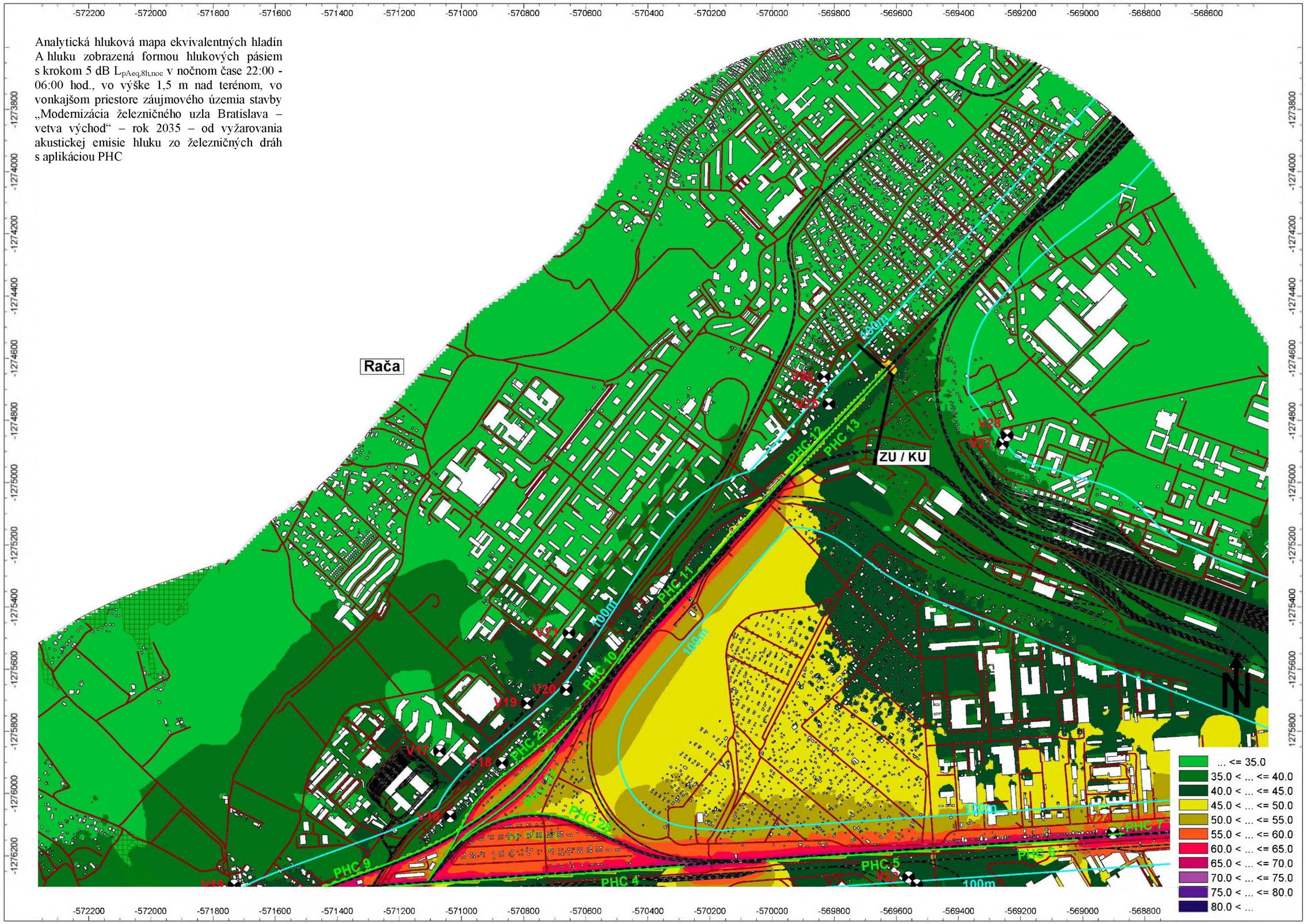
Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „Modernizácia železničného uzla Bratislava – vetva východ“ – rok 2035 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC



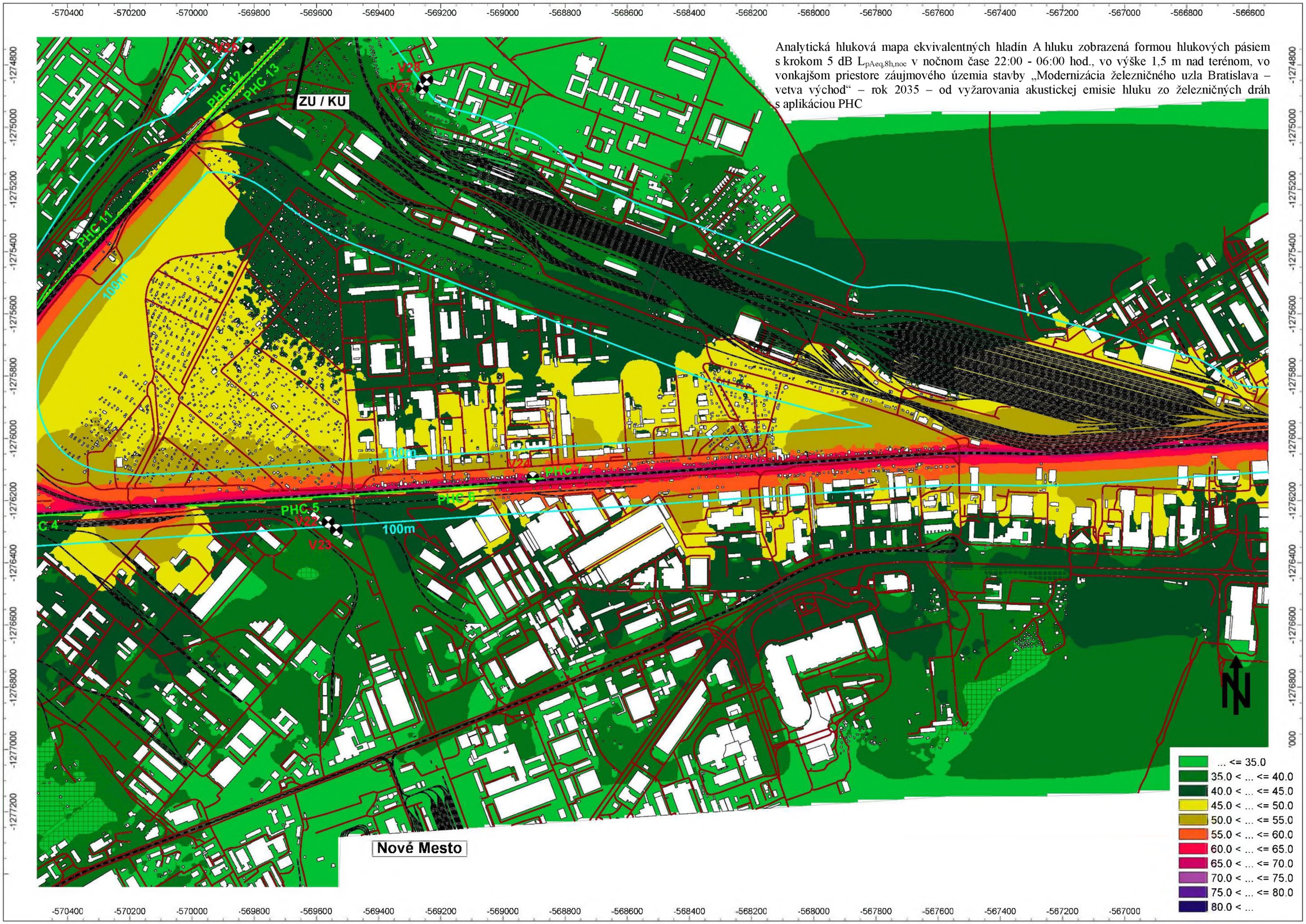
Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1.5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „Modernizácia železničného uzla Bratislava – vetva východ“ – rok 2035 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC



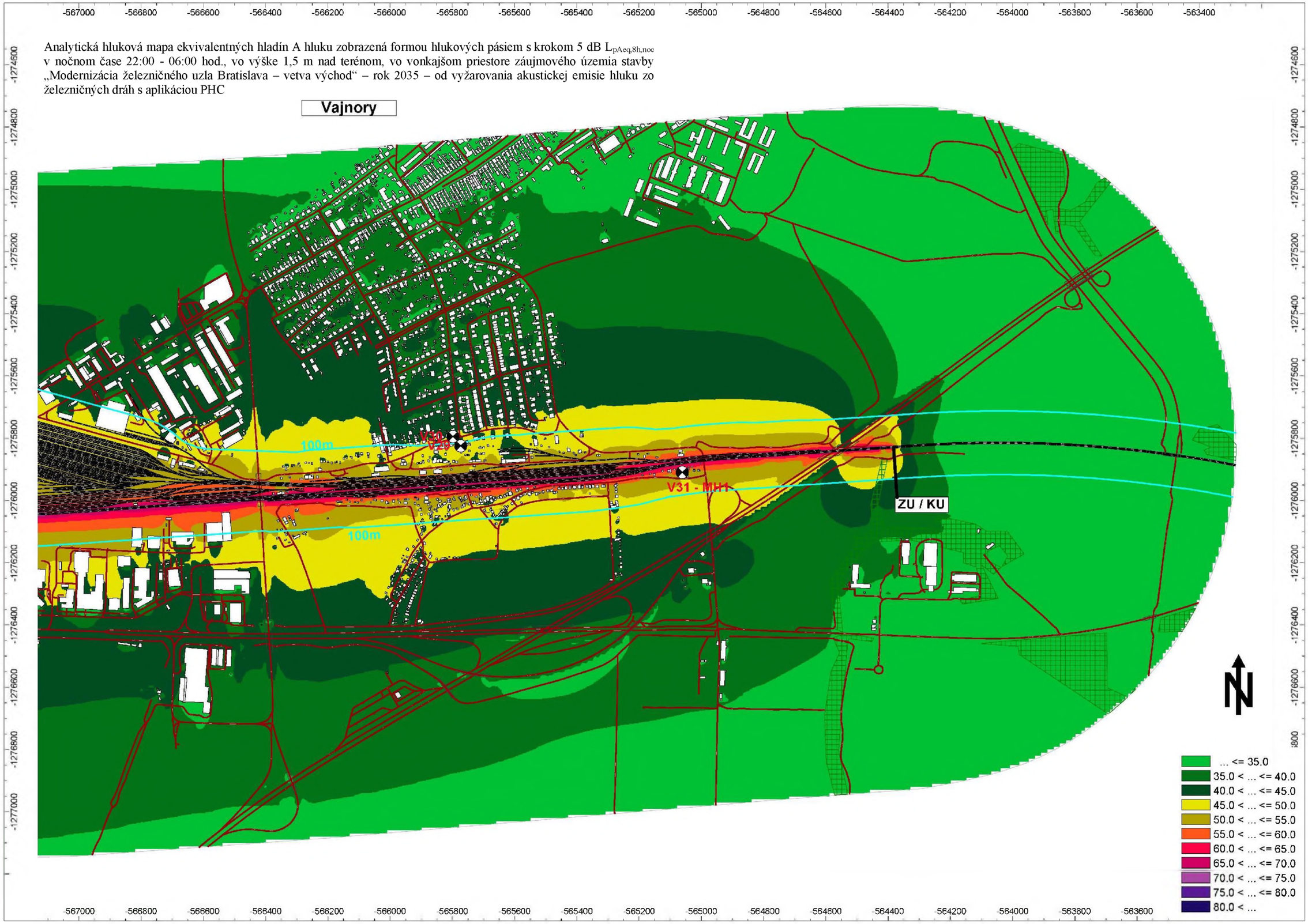
Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „Modernizácia železničného uzla Bratislava – vetva východ“ – rok 2035 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC



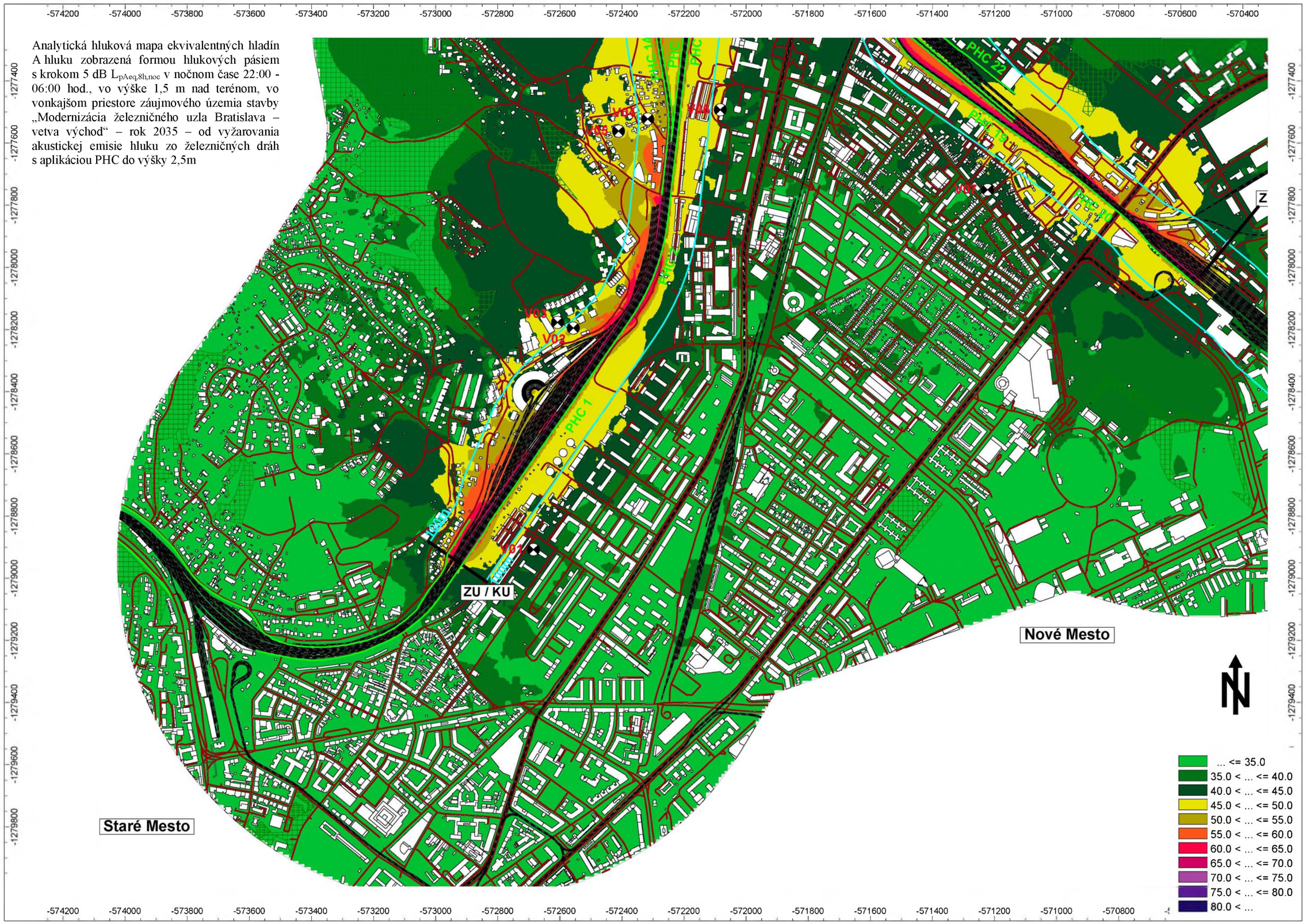
Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „Modernizácia železničného uzla Bratislava – vetva východ“ – rok 2035 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC



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 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „Modernizácia železničného uzla Bratislava – vetva východ“ – rok 2035 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC

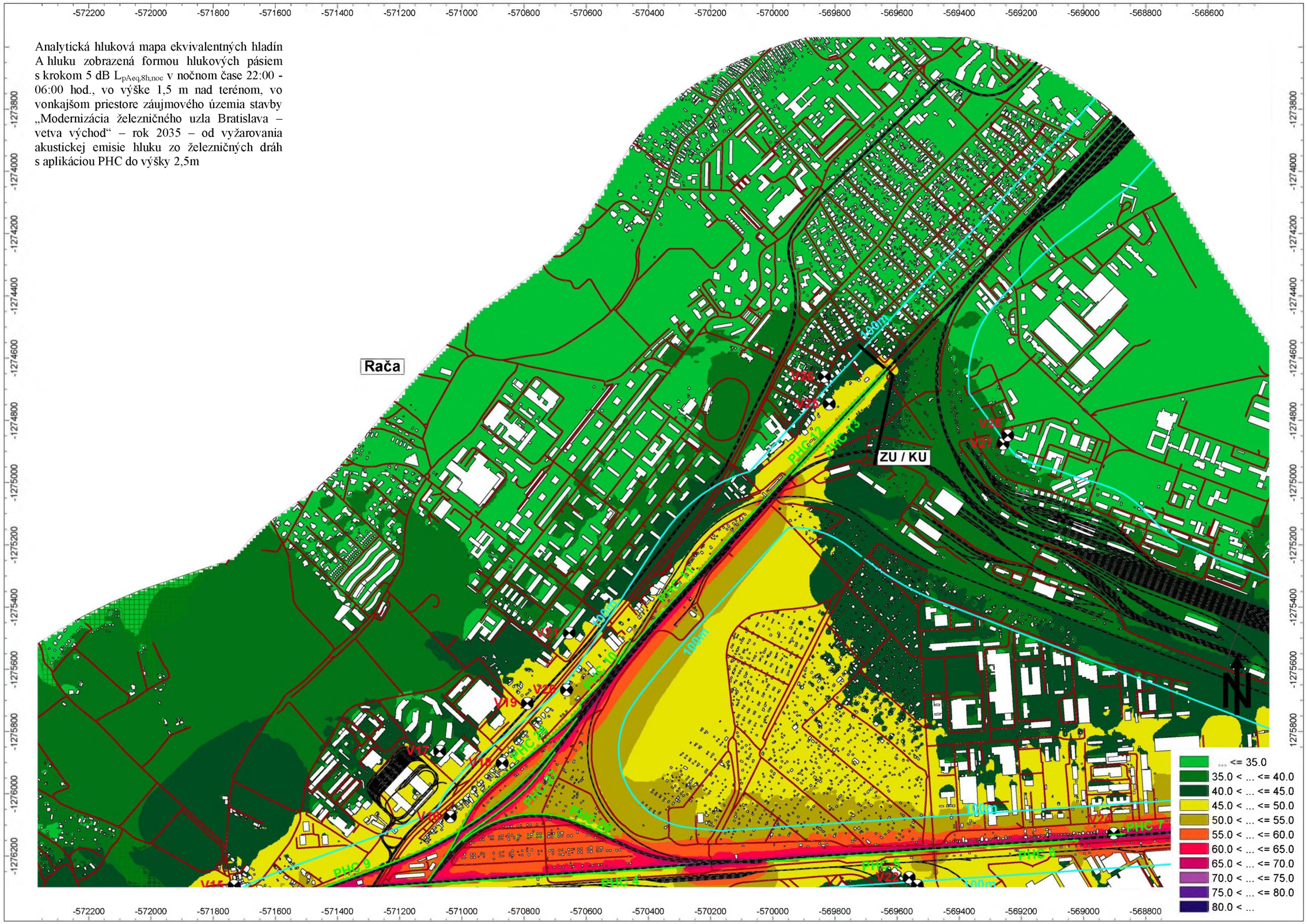


Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „Modernizácia železničného uzla Bratislava – vetva východ“ – rok 2035 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC do výšky 2,5m



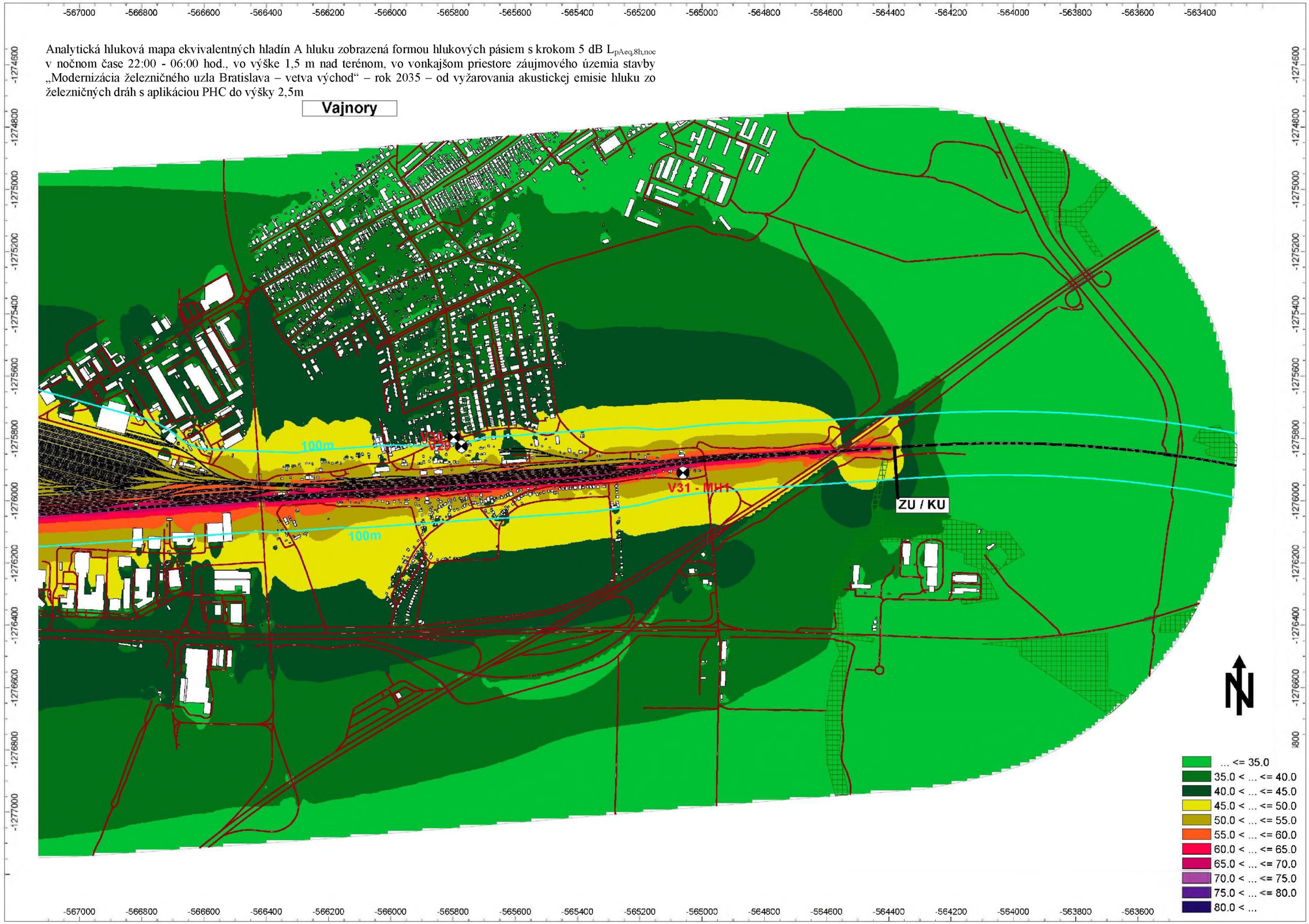
Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1.5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „Modernizácia železničného uzla Bratislava – vetva východ“ – rok 2035 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC do výšky 2.5m

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 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „Modernizácia železničného uzla Bratislava – vetva východ“ – rok 2035 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC do výšky 2,5m



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 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „Modernizácia železničného uzla Bratislava – vetva východ“ – rok 2035 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC do výšky 2,5m

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 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „Modernizácia železničného uzla Bratislava – vetva východ“ – rok 2035 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC do výšky 2,5m



4. MERANIE HLUKU, VIBRÁCIÍ A OTRASOV „IN SITU“

4.1 Meranie hluku

4.1.1 Metóda merania

Meranie hluku 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 a internej smernice akreditovaného laboratória Klubu ZPS vo vibroakustike, s.r.o. IS-OOFF/01.

Metódou spojitej integrácie sme zaznamenali pomocou monitorovacej stanice celkový zvuk (úplne obklopujúci zvuk v danej situácií v danom čase, zvyčajne zvuk zložený z viacerých blízkych a vzdialených zdrojov, v zmysle STN ISO 1996-1), z ktorého sme následne s použitím časového záznamu, vizuálneho a zvukového záznamu vyjadrili špecifický zvuk z pozemnej dopravy (pomocou substrakcie hodnôt sledovanej veličiny). Pripočítaním rozšírenej neistoty merania k špecifickému zvuku sme vyjadrili posudzovanú hodnotu pre referenčný časový interval deň 06:00 h – 18:00 h (12h) a časový interval večer18:00h – 22:00 h (4h).

4.1.2 Zoznam použitého prístrojového vybavenia

Meradlá a meracie zariadenia použité na meranie, overené akreditovaným kalibračným laboratóriom v zmysle platných metrologických predpisov:

Typ meradla	Výrobca	Výr. číslo	Kalibračný certifikát	Platnosť overenia
Zvukomer SVAN 979	Svantek	45278	18638	08.01.2021
Merací mikrofón MK 221	Microtech Gefell	11000	19764	09.12.2020
Zvukomer SVAN 979	Svantek	46131	19062	19.02.2021
Merací mikrofón MK 221	Microtech Gefell	10873	19764	09.12.2020
Zvukomer SVAN 979	Svantek	46132	18639	12.12.2020
Merací mikrofón MK 221	Microtech Gefell	12819	19765	09.12.2020
Zvukomer SVAN 979	Svantek	69418	18640	06.12.2020
Merací mikrofón MK 221	Microtech Gefell	15125	19766	09.12.2020
Zvukomer SVAN 979	Svantek	69419	18641	13.12.2020
Merací mikrofón Nor 1220	Norsonic	23212	19767	09.12.2020
Zvukomer SVAN 979	Svantek	69420	18642	17.12.2020
Merací mikrofón Nor 1225	Norsonic	33213	19768	09.12.2020
Akustický kalibrátor Nor– 1251	Norsonic	32300	19769	08.12.2020
Termický anemometer T405-V1	Testo AG	41500288/110	0404/18 0405/18	31.01.2023
Vlhkomer T605-H1	Testo AG	41102100/112	2019/2984	04.07.2024

4.1.3 Neistota merania

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

4.1.4 Prípustné hodnoty

Podľa Vyhlášky MZ SR č.549/2007 príloha k vyhláške Tab. č.1 prípustné hodnoty určujúcich veličín hluku vo vonkajšom prostredí pre hluk z dopravy: železničné dráhy

- kategória územia II.: $L_{Aeq,p,deň}$ = 50 dB, $L_{Aeq,p,večer}$ = 50 dB, $L_{Aeq,p,noc}$ = 45 dB
- kategória územia III. : $L_{Aeq,p,deň}$ = 60 dB, $L_{Aeq,p,večer}$ = 60 dB, $L_{Aeq,p,noc}$ = 55 dB
- kategória územia IV. : $L_{Aeq,p,deň}$ = 70 dB, $L_{Aeq,p,večer}$ = 70 dB, $L_{Aeq,p,noc}$ = 70 dB

4.1.5 Objektivizácia

Posudzovaná hodnota – z nameranej celkovej hodnoty zvuku vyjadrená hodnota špecifického zvuku od železničnej dráhy zväčšená o hodnotu neistoty merania U = (+1,8 dB), t.j. v súlade s IS-OOFF/13.

$$L_{RAeq,T} = (L_{pAeq,T} + U)$$

4.1.6 Výsledky merania a hodnotenie

Tab.4.1.6.1 Namerané hodnoty a zo špecifického hluku vyjadrené posudzované hodnoty – viď odsek 3.1.7 až 3.1.9 *grafické výstupy z 24-hodinových meraní hluku.*

Merací bod	Referenčný časový interval T	Nameraný celkový zvuk $L_{pAeq,T}$ [dB]	Posudzovaná hodnota od železničnej dopravy $L_{RAeq,T}$ [dB]	Kategória územia / Prípustné hodnoty [dB]	Prekročenie PH (prípustnej hodnoty)
MH1 jar	večer	64,2	**65,3**	III / 60	**je prekročená**
	noc	64,1	**65,2**	III / 55	**je prekročená**
	deň	62,4	**63,4**	III / 60	**je prekročená**
MH1 jeseň	večer	63,1	**63,9**	III / 60	**je prekročená**
	noc	62,2	**62,1**	III / 55	**je prekročená**
	deň	65,2	**63,8**	III / 60	**je prekročená**

MH1 - 1m pred oknom na 1. NP rodinného domu Vajnory, č.p. 9823/62; vo vzdialenosti cca 196m od diaľnice D1, 11m od miestnej komunikácie, 65m od ul. Pri mlyne , 37m od železničnej trate č.130; merací bod sa nachádza na rovinatom teréne, v okolí je zástavba, okolité RD plochy sú prevažne – zeleň krovinatého charakteru, trávnaté plochy; GPS objektu: 48°11´44.8″ S, 17°13´02.1″ V

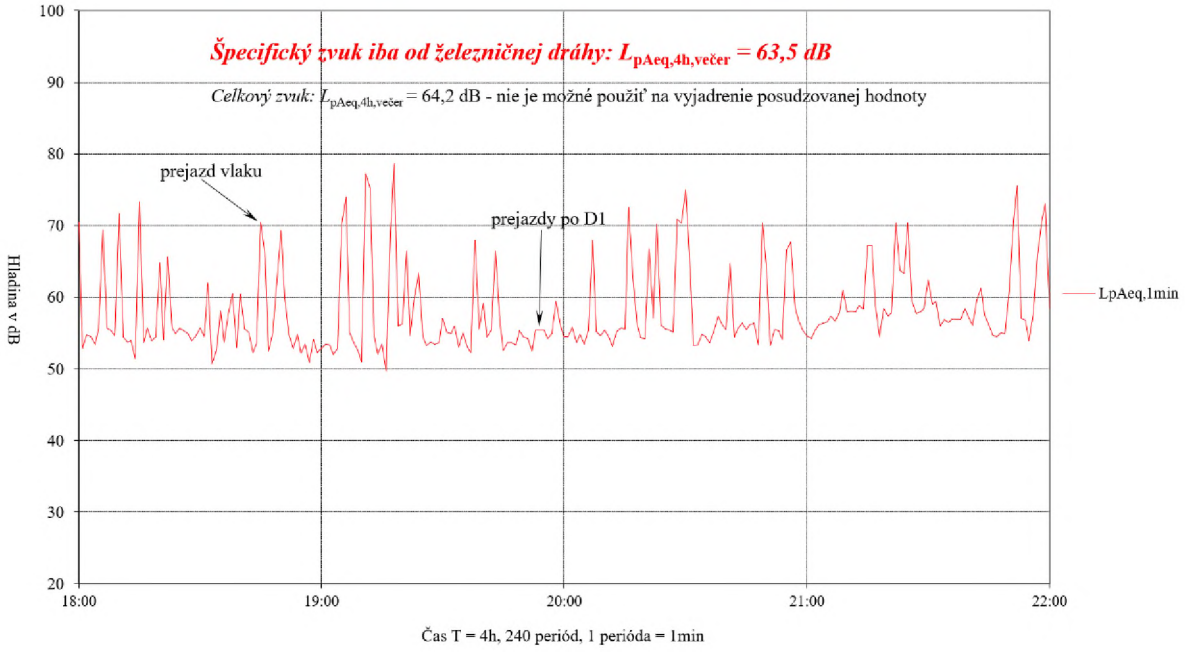
4.1.7 Grafické výstupy z 24-hodinových meraní hluku

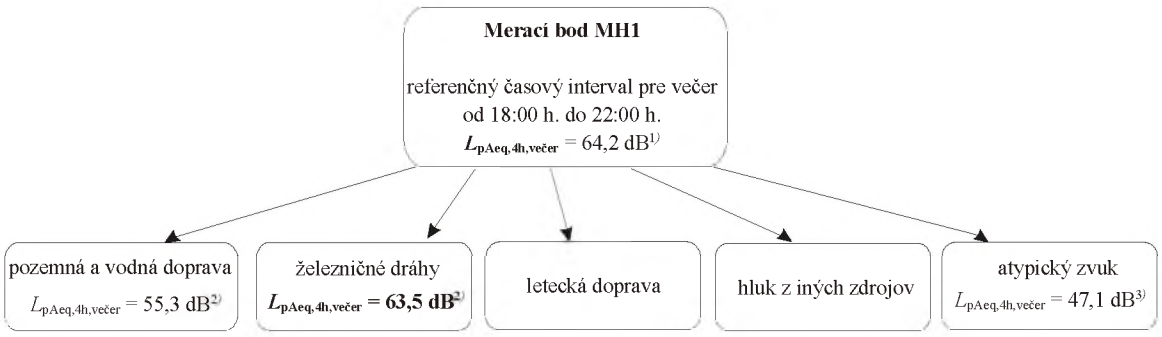
MH1 – RD Vajnory, č.p. 9823/62

- 1m pred oknom na 1. NP rodinného domu,
- vo vzdialenosti cca 196m od diaľnice D1, 11m od miestnej komunikácie, 65m od ul. Pri mlyne , **37m od železničnej trate č.130;**

GPS objektu: 48°11´44.8˝ S, 17°13´02.1˝ V

Obr. 4.1.7.1 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T=4h *od 18:00 hod. do 22:00 hod. dňa 23.07.2019 (večerný čas)* v meracom bode **MH1**.



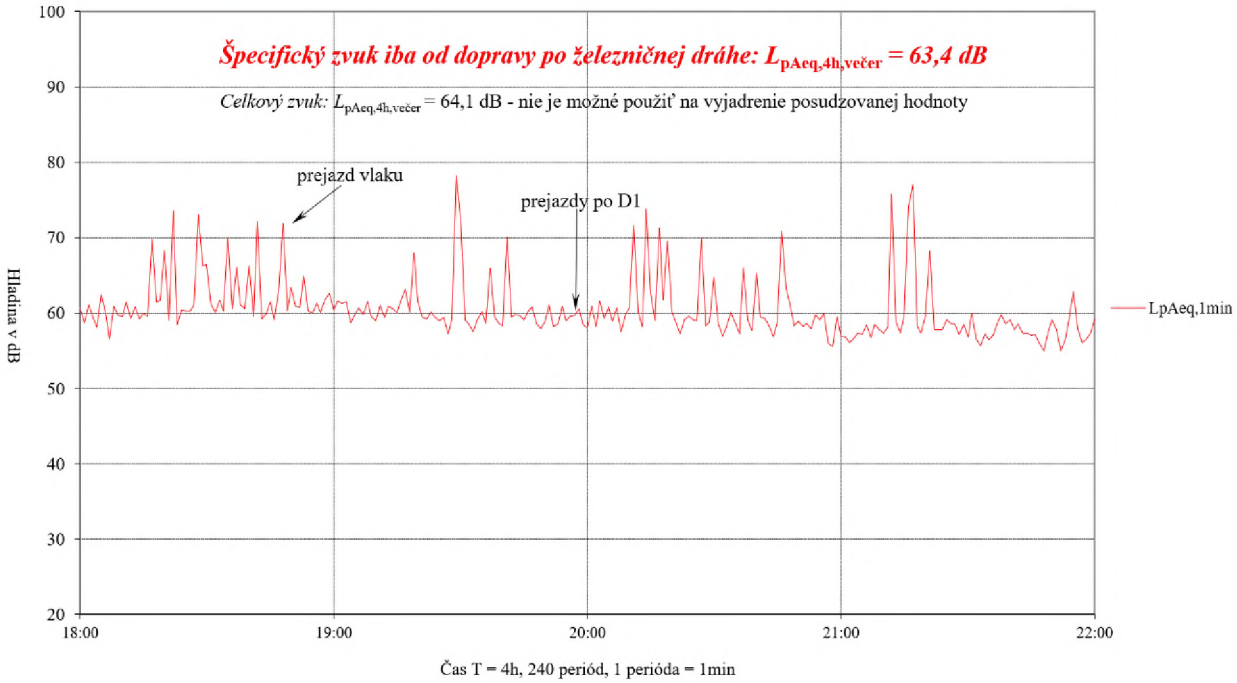


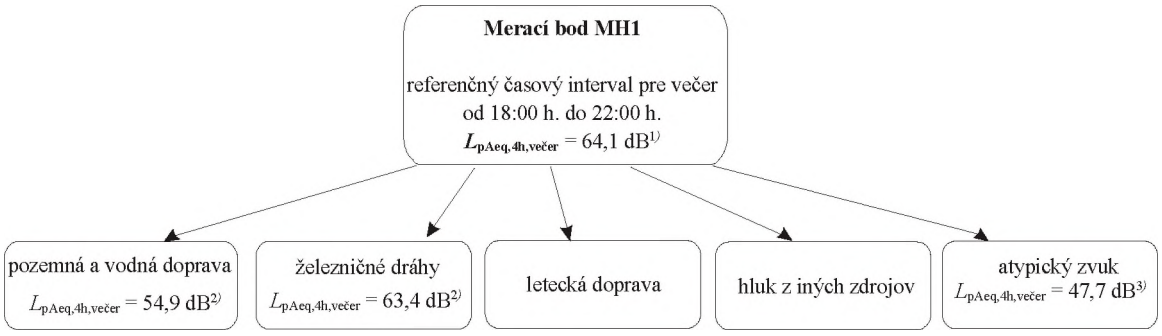
[1)]**Celkový zvuk** – úplne obklopujúci zvuk v danej situácií v danom čase, zvyčajne zvuk zložený z viacerých blízkych a vzdialených zdrojov, (STN ISO 1996-1) ***Celkový zvuk nie je možné použiť na vyjadrenie posudzovanej hodnoty.***

[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 (prejavy zvierat, činnosť obyvateľov, nevhodné meteopodmienky, ...)

Obr. 4.1.7.2 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T=4h *od 18:00 hod. do 22:00 hod. dňa 26.11.2019 (večerný čas)* v meracom bode **MH1**.



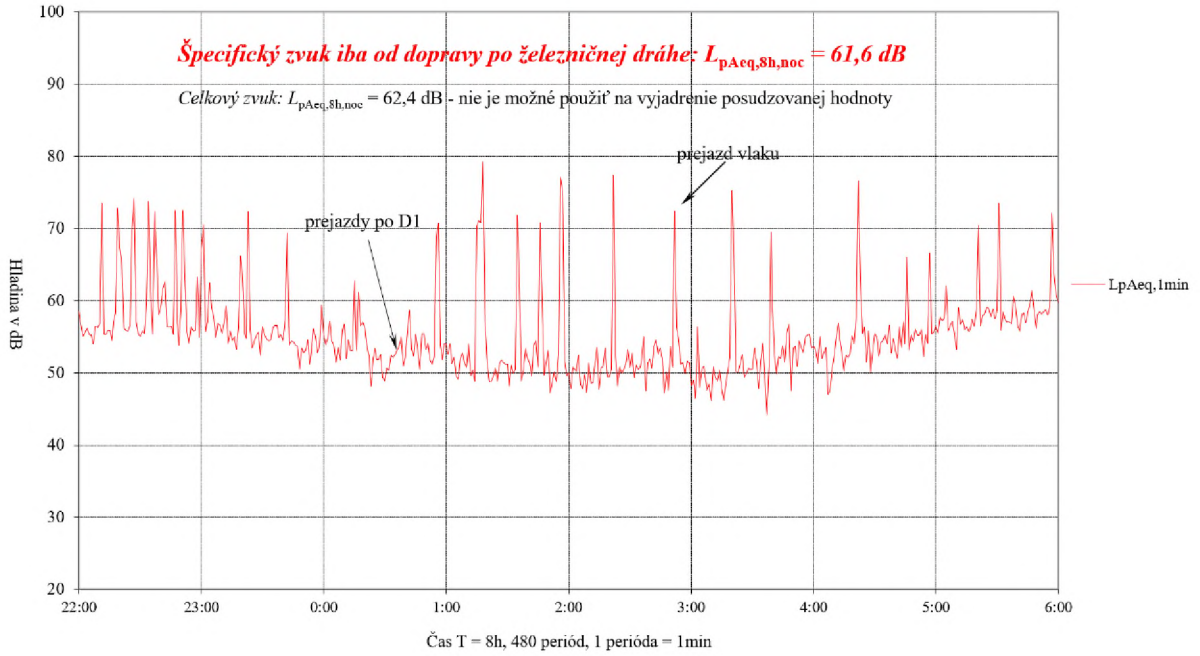


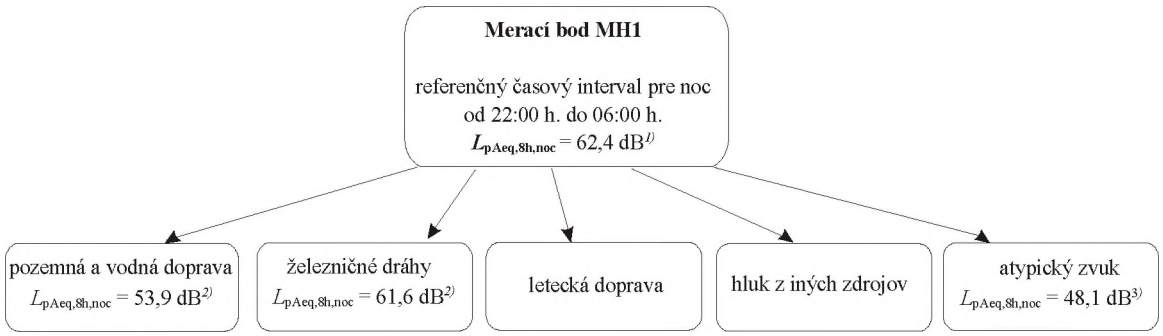
[1)]**Celkový zvuk** – úplne obklopujúci zvuk v danej situácií v danom čase, zvyčajne zvuk zložený z viacerých blízkych a vzdialených zdrojov, (STN ISO 1996-1) ***Celkový zvuk nie je možné použiť na vyjadrenie posudzovanej hodnoty.***

[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 znysle platnej legislatívy.***

[3)]**Atypický zvuk** – zložka celkového zvuku, z ktorej sa nedá určiť špecifický zvuk (prejavy zvierat, činnosť obyvateľov, nevhodné meteopodmienky, ...)

Obr. 4.1.7.3 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T=8h
od 22:00 hod. dňa 23.07.2019 do 06:00 hod. dňa 24.07.2019 (nočný čas) v meracom bode **MH1**.



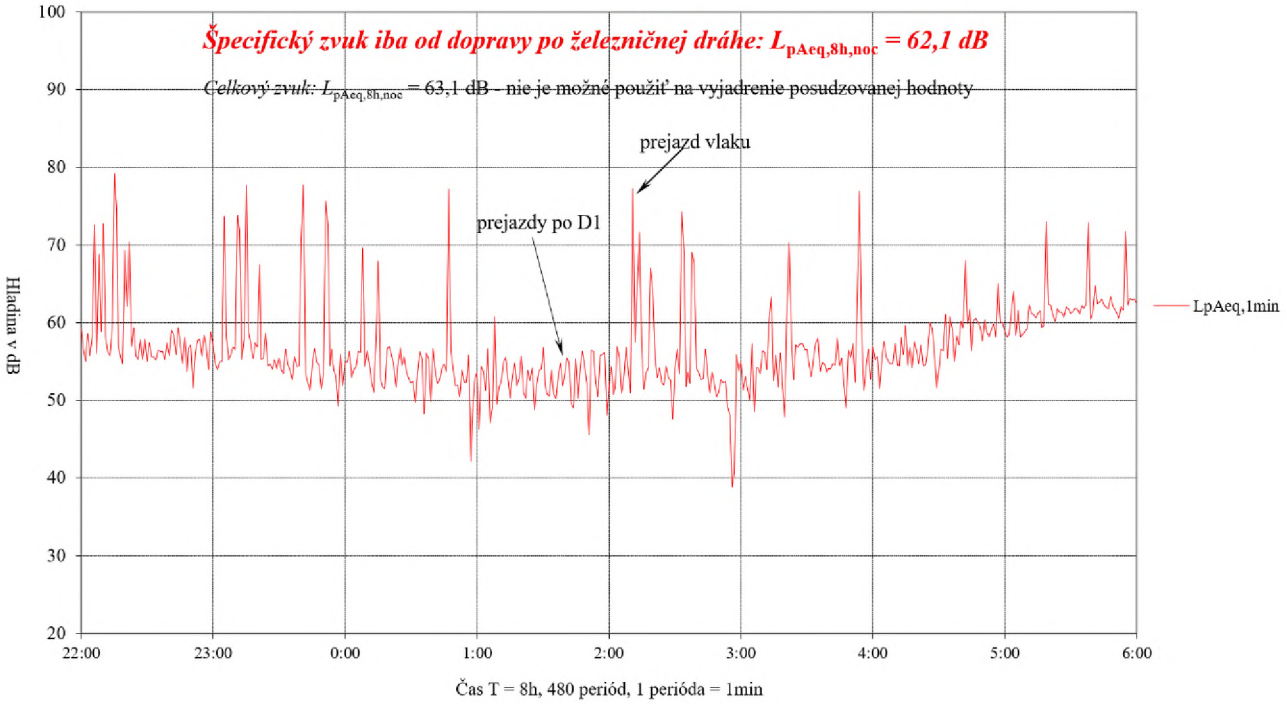


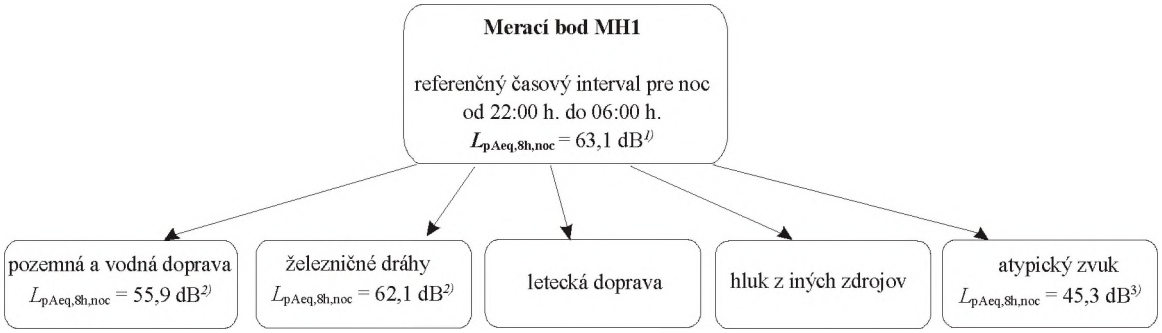
[1)]**Celkový zvuk** – úplne obklopujúci zvuk v danej situácií v danom čase, zvyčajne zvuk zložený z viacerých blízkych a vzdialených zdrojov, (STN ISO 1996-1) ***Celkový zvuk nie je možné použiť na vyjadrenie posudzovanej hodnoty.***

[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 (prejavy zvierat, činnosť obyvateľov, nevhodné meteopodmienky, ...)

Obr. Obr. 4.1.7.4 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T=8h
od 22:00 hod. dňa 26.11.2019 do 06:00 hod. dňa 27.11.2019 (nočný čas) v meracom bode **MH1**.



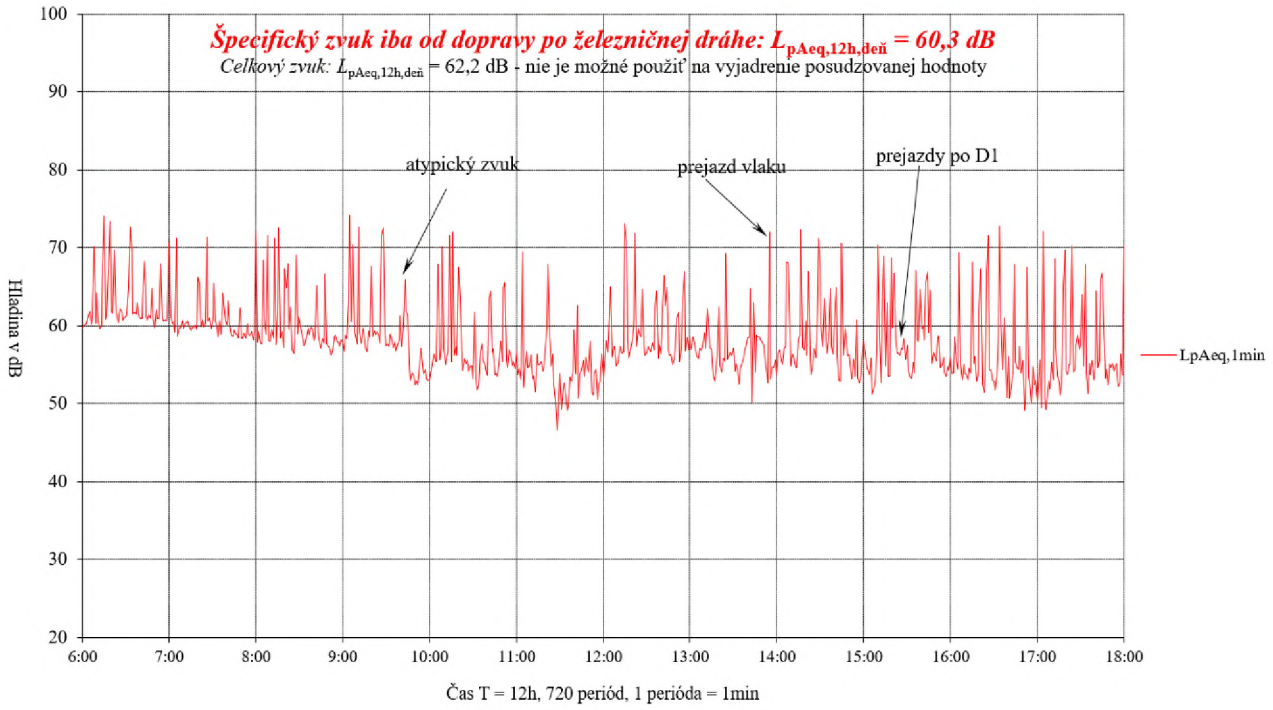


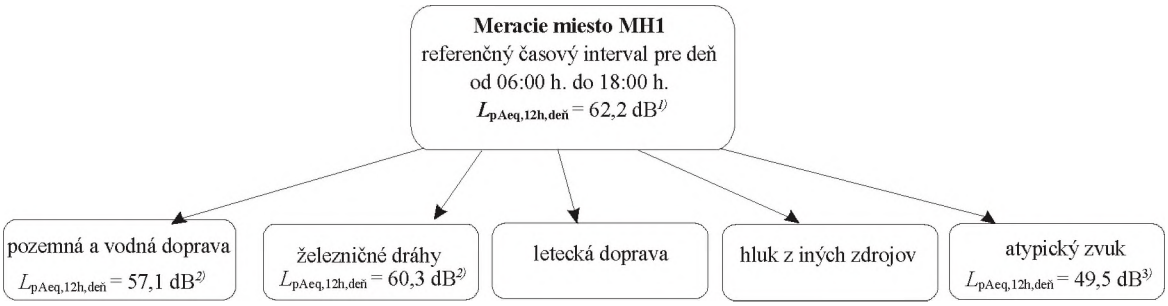
[1)]**Celkový zvuk** – úplne obklopujúci zvuk v danej situácií v danom čase, zvyčajne zvuk zložený z viacerých blízkych a vzdialených zdrojov, (STN ISO 1996-1) ***Celkový zvuk nie je možné použiť na vyjadrenie posudzovanej hodnoty.***

[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 (prejavy zvierat, činnosť obyvateľov, nevhodné meteopodmienky, ...)

Obr. Obr. 4.1.7.5 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T=12h *od 06:00 hod. do 18:00 hod. dňa 24.07.2019 (denný čas)* v meracom mieste **MH1**.



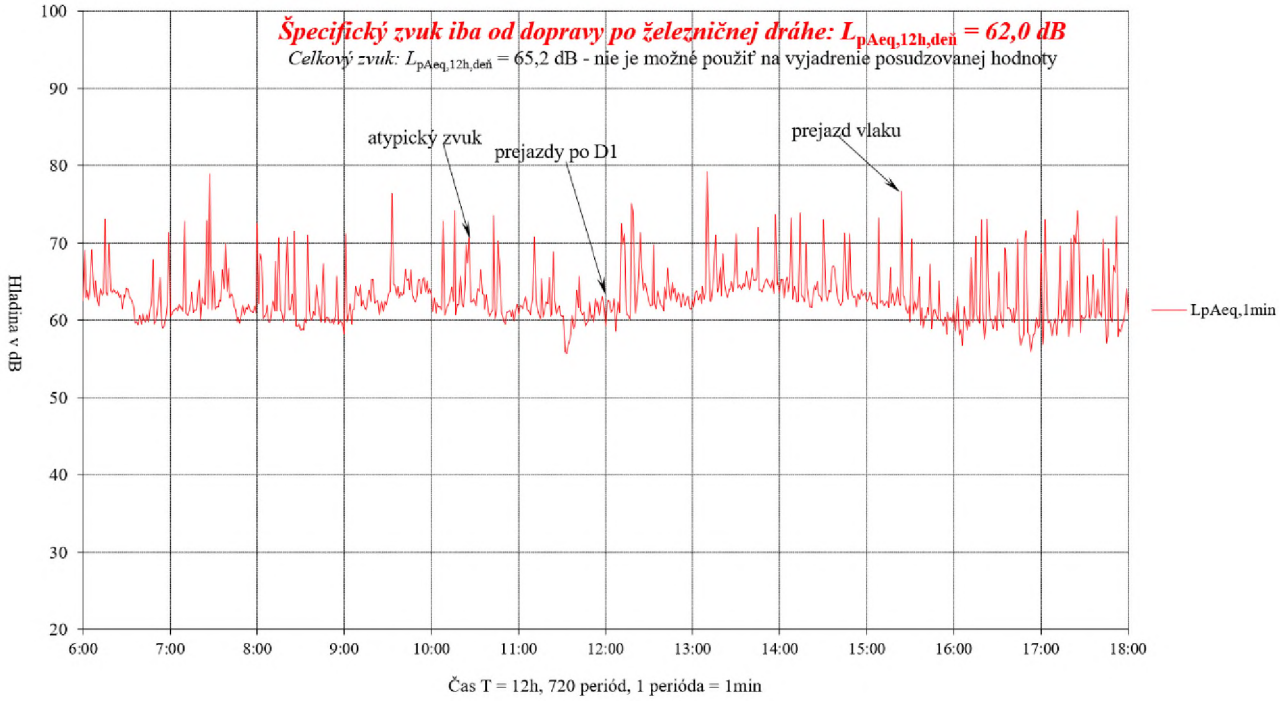


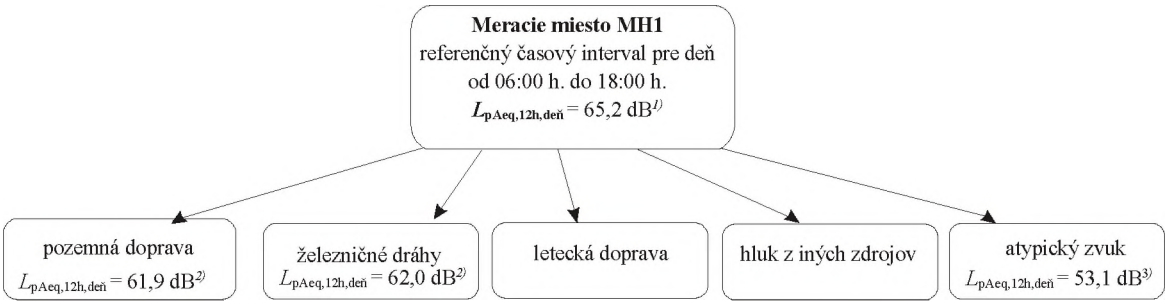
[1)]**Celkový zvuk** – úplne obklopujúci zvuk v danej situácii v danom čase, zvyčajne zvuk zložený z viacerých blízkych a vzdialených zdrojov, (STN ISO 1996-1) ***Celkový zvuk nie je možné použiť na vyjadrenie posudzovanej hodnoty.***

[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 (prejavy zvierat, činnosť obyvateľov, nevhodné meteopodmienky, ...)

Obr. Obr. 4.1.7.6 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T=12h *od 06:00 hod. do 18:00 hod. dňa 27.11.2019 (denný čas)* v meracom mieste **MH1**.





[1)]**Celkový zvuk** – úplne obklopujúci zvuk v danej situácií 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.***

[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 znysle platnej legislatívy.***

[3)]**Atypický zvuk** – zložka celkového zvuku, z ktorej sa nedá určiť špecifický zvuk (prejavy zvierat, činnosť obyvateľov, nevhodné meteopodmienky, ...)

4.1 Meranie vibrácií a otrasov

4.2.1 Metóda merania

Vibrácie a otrasy z hľadiska vplyvu na zdravie ľudí sa hodnotia minimálne 24 hodín počas časového intervalu večer, noc a deň v chránených miestnostiach v budovách na miestach zdržiavania sa ľudí.

Základnou fyzikálnou veličinou je ekvivalentné a_{weq} a maximálne a_{wmax} vážené zrýchlenie vibrácií vo frekvenčnom rozsahu od 1 Hz do 80 Hz v troch smeroch x, y a z.

Meranie a vyhodnotenie zrýchlenia vibrácií sa vykonáva 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, pričom posudzovaná hodnota je vzťahovaná na referenčný časový interval, tento pre deň trvá od 6.00 h do 18.00h (12h), pre večer od 18.00h do 22.00h (4h) a pre noc od 22,00h do 6,00h (8h).

4.2.2 Zoznam použitého prístrojového vybavenia

Meradlá a meracie zariadenia použité na meranie, overené akreditovaným kalibračným laboratóriom v zmysle platných metrologických predpisov:

Typ meradla	Výrobca	Výr. číslo	Kalibračný certifikát	Platnosť overenia
Vibromer Svan 958 „A“	Svantek	34576	K021.9/013/20	05.03.2025
Senzor mechanického kmitania 3233A	Dytran	1039	K021.9/015/20	05.03.2025
Kalibrátor mechanického kmitania VC-11	Metra-Mess	005152	16418	24.08.2021
Termický anemometer T405-V1	Testo AG	41500288/110	0404/18 0405/18	31.01.2023
Vlhkomer T605-H1	Testo AG	41102100/112	2019/2984	04.07.2024

4.2.3 Neistota merania

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

4.2.4 Prípustné hodnoty určujúcich veličín rýchlosti kmitania a otrasov

Podľa Eurokódu 8 STN EN 1998-1/NA/Z1 posúdenie dynamickej odozvy spôsobenej technickou seizmicitou z hľadiska I. medzného stavu netreba ďalej analyzovať, pokiaľ na referenčnom stanovisku nie je prekročená medzná hodnota efektívnej rýchlosti pre:

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

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

Podľa Eurokódu 8 národná príloha tabuľka NB.8.3 kategorizácia dynamickej odozvy (s výnimkou odozvy na trhacie práce) dôležitého miesta konštrukcie triedy odolnosti tabuľka NB.8.2 **B** a triedy významnosti objektu tabuľka 4.3 STN EN 1998-1 **IV**

dynamický výpočet netreba pre hodnotu efektívnej rýchlosti $v_{ef} < 0{,}4\ mm.s^{-1}$

dynamický výpočet treba pre hodnotu efektívnej rýchlosti $v_{ef} \geq 1{,}6\ mm.s^{-1}$

Podľa Eurokódu 8 národná príloha tabuľka NB.8.7 orientačné závislosti stupňa poškodenia stavebných objektov vplyvom trhacích prác pre stupeň poškodenia ***0***, triedu odolnosti objektu ***A*** a druh horninového prostredia ***a***

vrcholová hodnota rýchlosti v_{peak}

$f < 10$ Hz	$10 \text{ Hz} < f < 50$ Hz	$f > 50$ Hz
$v_{peak} < 3 \text{ mm.s}^{-1}$	$3 \text{ mm.s}^{-1} < v_{peak} < 6 \text{ mm.s}^{-1}$	$6 \text{ mm.s}^{-1} < v_{peak} < 15 \text{ mm.s}^{-1}$

4.2.5 Objektivizácia

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

- efektívna a vrcholová rýchlosť kmitania v referenčnom stanovisku konštrukcie budov

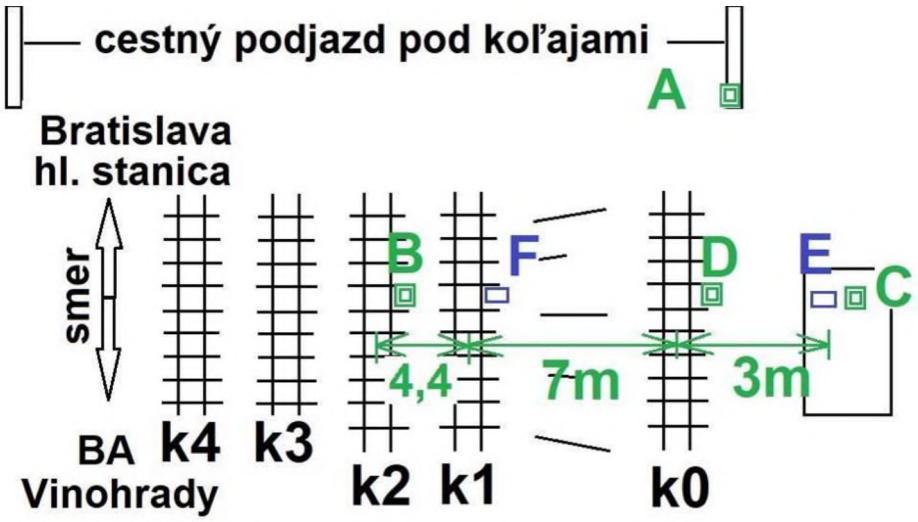
$$v_{R,ef} = (v_{ef} + U)$$

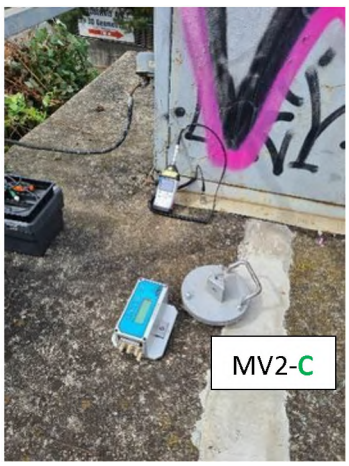
$$v_{R,peak} = (v_{peak} + U)$$

4.2.6 Výsledky merania a hodnotenie

Meranie vibrácií a otrasov a hodnotenie jeho vplyvov na budovy

Obr. 4.2.1 Rozmiestnenie meracích stanovíšť počas merania v záujmovom území hlavnej stanice Bratislava



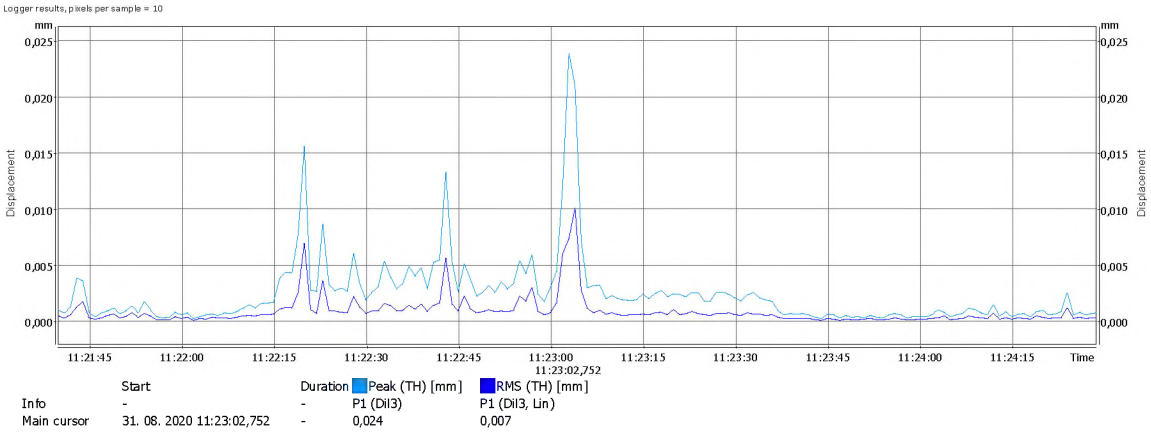


MV1-**A** meracie miesto na rímse mosta nad ulicou Sliačska 2,35m od osi koľaje č.0 pozdľž ulice Muštová, smer Bratislava-Nové Mesto.

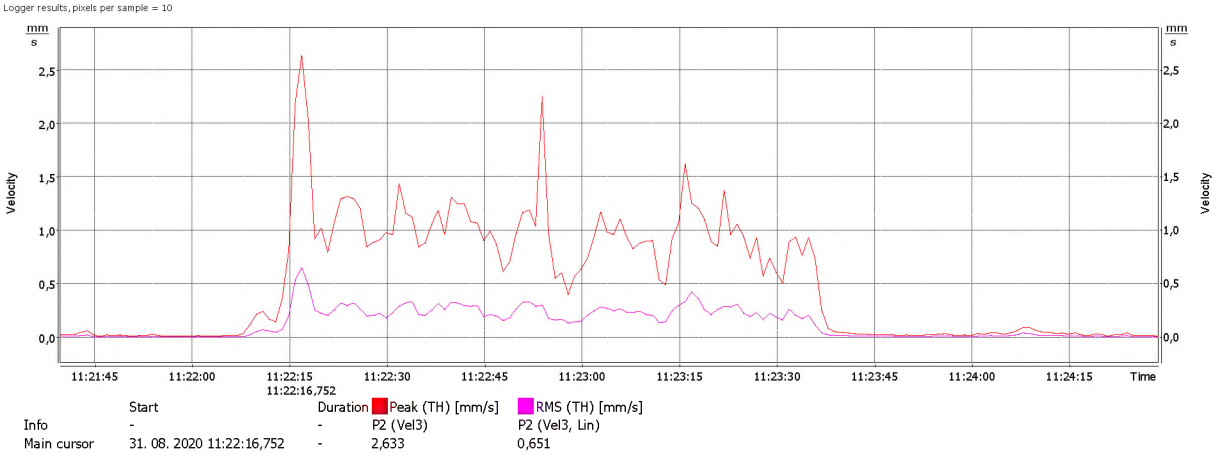
MV2-**C** meracie miesto na betónovom podklade 3 m od osi koľaje č.0 pozdľž ulice Muštová, smer Bratislava-Nové Mesto.

Meracie miesto / prejazd vlaku	Výchylka $u_{peak,z}$ / $u_{ef,z}$ [mm]	Rýchlosť $v_{peak,z}$ / $v_{ef,z}$ [mm/s]	Zrýchlenie $a_{peak,z}$ / $a_{ef,z}$ [m/s^2]
MV1-**A** / NV 41 vagónov,35km/h	0,024 / 0,010	2,633 / 0,651	11,337 / 2,190
MV2-**C** / NV 41 vagónov,35km/h	0,009 / 0,003	2,402 / 0,583	2,163 / 0,533
MV1-**A** / Os 2 vagóny,40km/h	0,036 / 0,012	1,299 / 0,324	9,727 / 0,536
MV1-**C** / Os 2 vagóny,40km/h	0,003 / 0,007	2,089 / 0,422	1,982 / 0,296

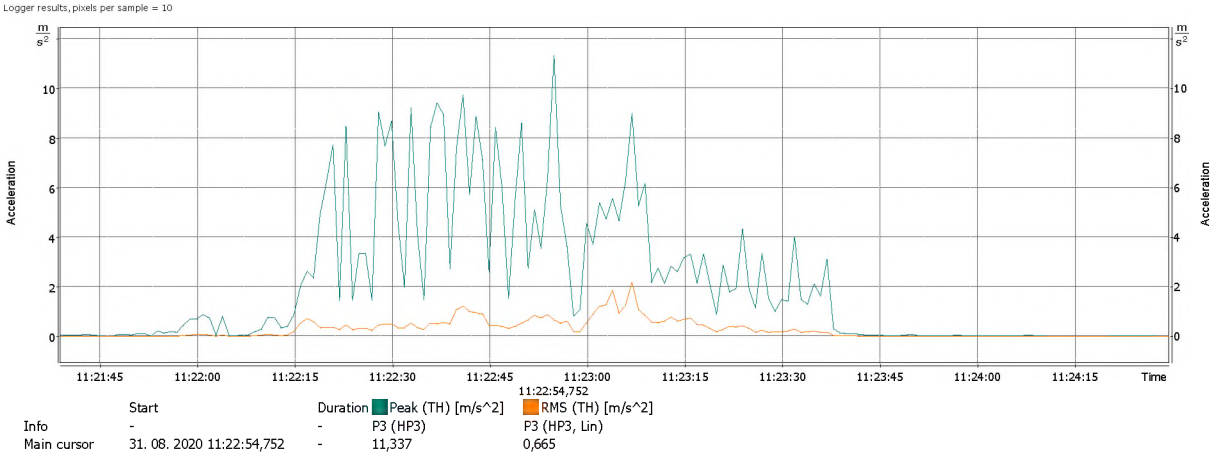
Obr.4.2.2 Časový priebeh vrcholovej $u_{peak,z}$ a efektívnej $u_{ef,z}$ výchylky vibrácií počas prejazdu NV, 41 vagónov, rýchlosťou 35 km/h. Snímač umiestnený v bode MV1-**A**



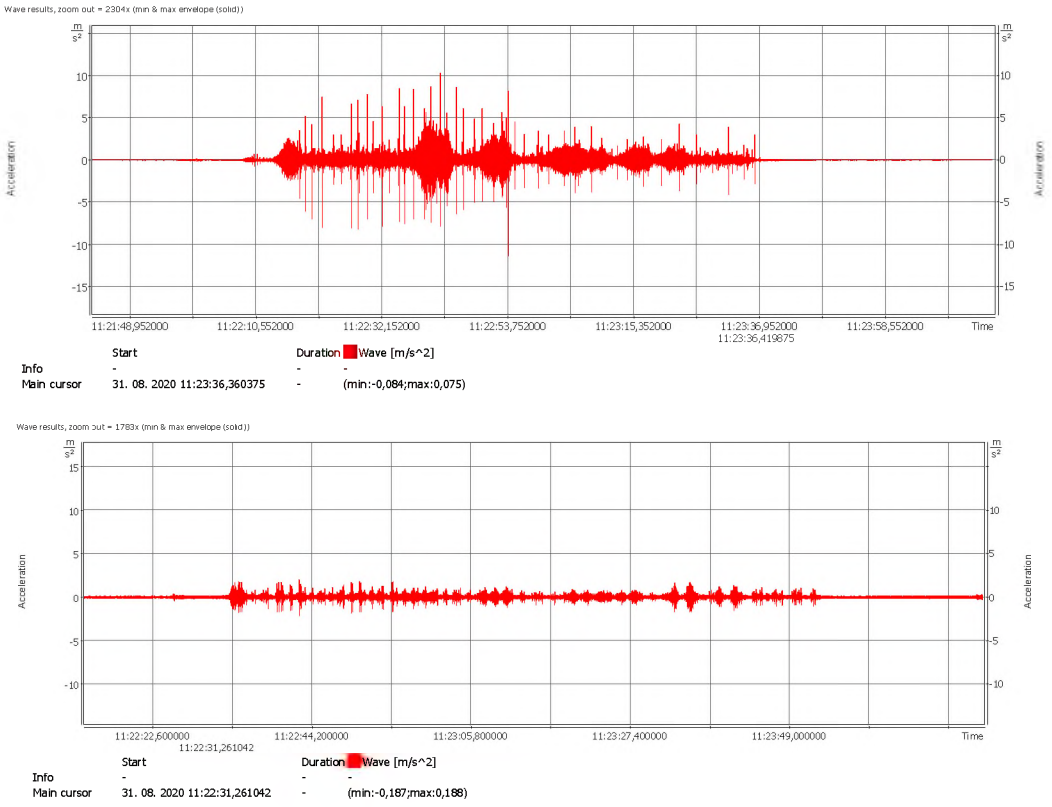
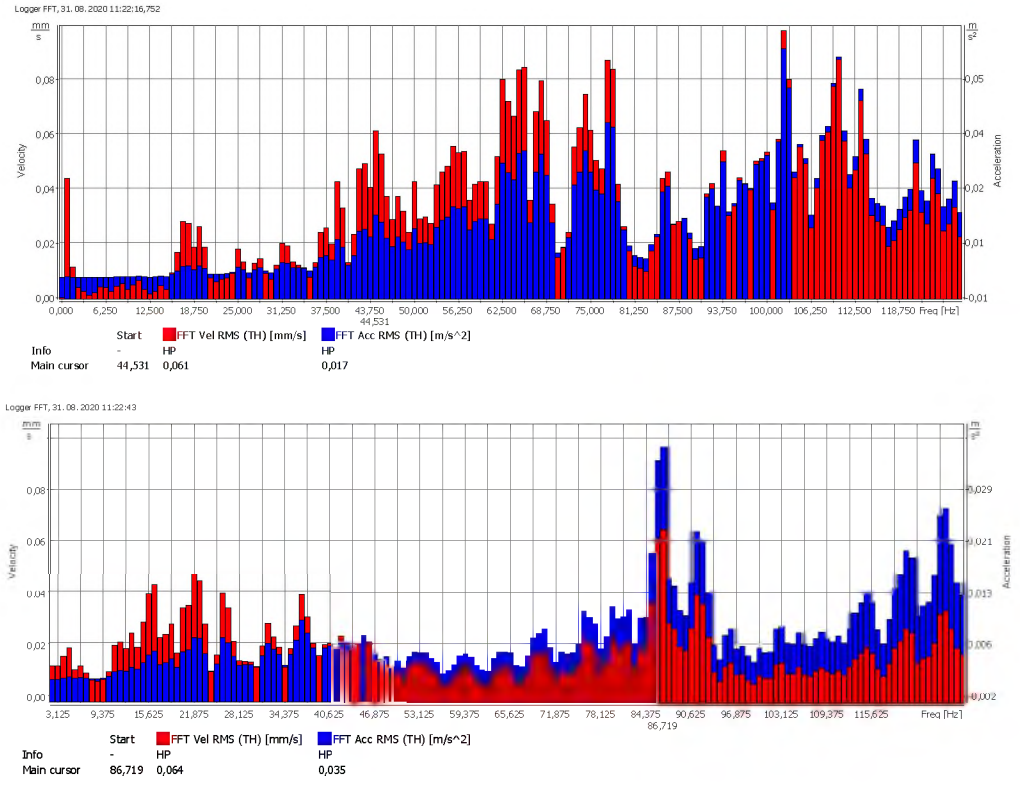
Obr.4.2.3 Časový priebeh vrcholovej $v_{peak,z}$ a efektívnej $v_{ef,z}$ rýchlosti vibrácií počas prejazdu NV, 41 vagónov, rýchlosťou 35 km/h. Snímač umiestnený v bode MV1-**A**



Obr. 4.2.4 Časový priebeh vrcholového $a_{peak,z}$ a efektívneho $a_{ef,z}$ zrýchlenia vibrácií počas prejazdu NV, 41 vagónov, rýchlosťou 35 km/h. Snímač umiestnený v bode MV1-**A**



Obr. 4.2.5 Časový priebeh amplitúdy zrýchlenia vibrácií počas prejazdu NV, 41 vagónov, rýchlosťou 35 km/h. Snímač umiestnený v bode MV1-**A** / MV2-**C**



Obr. 4.2.6 Frekvenčný priebeh FFT analýzy rýchlosti a zrýchlenia zrýchlenia vibrácií počas prejazdu NV, 41 vagónov, rýchlosťou 35 km/h. Snímač umiestnený v bode MV1-**A** / MV2-**C**