



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



Tel, Fax: +421/41/724 70 26
Mobil: 0903 307 616, 0914 108 001

e-mail: vibroakustika@vibroakustika.sk
web: <http://www.vibroakustika.sk/>

strana 1/41

VIBROAKUSTICKÁ ŠTÚDIA PRE STAVBU
„ŽSR, MODERNIZÁCIA ŽELEZNIČNEJ TRATE ŽILINA – KOŠICE,
ÚSEK TRATE
LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ POPRAD TATRY (MIMO), 2., 3., 4. ETAPA
KM 213,0 – KM 243,3“

STACIONÁRNE A MOBILNÉ ZDROJE HLUKU– VIZUALIZÁCIA

NOVEMBER 2021

Protokol: A_225_2021

1. VŠEOBECNÉ ÚDAJE	
Objednávateľ:	REMING CONSULT a.s., Trnavská cesta 27, 831 04 Bratislava 3
Predmet objednávky:	Vypracovanie akreditovanej vibroakustickej štúdie pre stupeň EIA „ŽSR, Modernizácia železničnej trate Žilina – Košice, úsek trate Liptovský Mikuláš – Poprad Tatry (mimo), 2., 3., 4. etapa km 213,0 – km 243,3“
Dátum merania:	29.10.2019, 30.10.2019
Meranie vykonal:	Ing. Ján Šimo, CSc., Ing. Ján Sobota
Protokol vypracoval:	Ing. Ján Sobota
Protokol schválil vedúci pracoviska:	
Žilina 02. 12. 2021	Ing. Ján Šimo, CSc.

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

V protokole prezentujeme výpočet hlukovej situácie, v 3D modeli verifikovanom a kalibrovanom 24-hodinovými meraniami „in situ“, formou grafickej vizualizácie hladín akustického tlaku. Návrh protihlukových opatrení bol vykonaný pre prognózovaný stav - rok 2057 s alternatívou umiestnenia koľaje 1 a 2.

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 $1,5\text{ m} \pm 0,2\text{ m}$ nad terénom a pred obvodovou stenou budov vo vzdialenosti $1,5\text{ m} \pm 0,5\text{ m}$ od steny a vo výške $1,5\text{ m} \pm 0,2\text{ m}$ 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 $1,5\text{ m} \pm 0,2\text{ m}$ nad podlahou a najmenej $0,5\text{ m}$ 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 $1,5\text{ m} \pm 0,2\text{ m}$ nad podlahou a najmenej $0,5\text{ m}$ 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 maximálneho 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 podložími 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 $a_{\text{weq},T}$ a maximálna $a_{\text{wmax},T}$ vážená hodnota zrýchlenia vibrácií a otrasov sa hodnotí v miestach zdržiavania sa ľudí, na ktoré sa vzťahujú prípustné hodnoty vibrácií.

Vyhodnotenie ekvivalentného $a_{\text{weq},T}$ a maximálneho $a_{\text{wmax},T}$ 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 $a_{\text{weq},T}$ a maximálneho $a_{\text{wmax},T}$ 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 $a_{\text{weq},T}$ sledovať i maximálne hodnoty priebežného váženého zrýchlenia $a_{\text{wmax},T}$ a určiť súčiniteľ maximálneho zrýchlenia $k_{\text{max}} = a_{\text{wmax},T} / a_{\text{weq},T}$, pričom $T = 1\text{ s}$ (časová váhová funkcia Slow). Pri vibráciách bez výskytu otrasov je súčiniteľ maximálneho zrýchlenia $k_{\text{max}} \leq 1,5$.

- 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 1 Hz 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 $v_{\text{ef},T}$ a vrcholová $v_{\text{peak},T}$ 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 <i>L</i> _{Aeq, p}
			Pozemná a vodná doprava ^{b)c)} <i>L</i> _{Aeq, p}	Železničné dráhy ^{c)} <i>L</i> _{Aeq, p}	Letecká doprava		
					<i>L</i> _{Aeq, p}	<i>L</i> _{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 zložky zvuku šírenej vzduchom vo vonkajšom prostredí záujmového územia pre stavbu „ŽSR, Modernizácia železničnej trate Žilina-Košice, úsek trate Liptovský Mikuláš – Poprad Tatry (mimo), 2., 3., 4. etapa km 213,0 – km 243,3“ 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 „ŽSR, Modernizácia železničnej trate Žilina-Košice, úsek trate Liptovský Mikuláš – Poprad Tatry (mimo), 2., 3., 4. etapa km 213,0 – km 243,3“ 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 Typické hodnoty rýchlosti, dĺžky a podielu kotúčových bŕzd uvažovaných kategórií vlakov pre výhľadový rok 2057

Označenie kategórie vlakov	Kategórie vlakov	Priemerná dĺžka vlakov [m]	Podiel kotúčových bŕzd [%]
EX	Expresný vlak (Ex), EuroCity (EC), InterCity (IC), EuroNight (EN)	240	100
R	Rýchlik (R), Regionálny rýchlik (RR)	300	100
Os	Osobný vlak (Os), Regionálny expres (REX)	180	100
Nex	Nákladný expres	720	100
Pn	Priebežný nákladný vlak	650	100
Mn	Manipulačný nákladný vlak	300	100
Rv	Rušňový vlak	20	100

Tab. 3.3 Uvažované intenzity dopravy pre výhľadový rok 2057 po železničných dráhach v sledovanom úseku v referenčných časových intervaloch.

referenčných časových intervaloch	Smer	Ex	R	Os	Nex	Pn	Mn	Rv	Σ
noc	P	4	3	3	6	7	0	1	24
	N	2	3	3	6	6	0	1	21
deň	P	6	6	9	4	5	1	5	36
	N	5	5	9	2	5	1	1	28
večer	P	1	1	2	3	3	0	2	12
	N	4	2	2	3	4	0	0	15

P - párne vlaky smer KE→BA, N – nepárne vlaky smer BA→KE

Tab. 3.4 Uvažované priemerné rýchlosti jednotlivých typov vlakov

Označenie kategórie vlakov	Kategórie vlakov	Priem. rýchlosť v strede medzistaničného úseku [km/h]	Priem. rýchlosť pred/za stanicou [km/h]
EX	Expresný vlak (Ex), EuroCity (EC), InterCity (IC), EuroNight (EN)	130	70
R	Rýchlik (R), Regionálny rýchlik (RR)	130	60
Os	Osobný vlak (Os), Regionálny expres (REX)	130	40
Nex	Nákladný expres	100	60
Pn	Priebežný nákladný vlak	90	40
Mn	Manipulačný nákladný vlak	70	40
Rv	Rušňový vlak	120	40

Po zadaní údajov podľa Tab. 3.2, Tab. 3.3 a 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 „ŽSR, Modernizácia železničnej trate Žilina – Košice, úsek trate Liptovský Mikuláš – Poprad Tatry (mimo), 2., 3., 4. etapa km 213,0 – km 243,3“.

Posudzovaná hodnota – z vypočítanej hodnoty zvuku vyjadrená hodnota špecifického zvuku od zámeru „ŽSR, Modernizácia železničnej trate Žilina - Košice, úsek trate Liptovský Mikuláš – Poprad Tatry (mimo), 2., 3., 4. etapa km 213,0 – km 243,3“ zväčšená o hodnotu neistoty predikcie $U = (+1,8 \text{ dB})$, 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 „ŽSR, Modernizácia železničnej trate Žilina – Košice, úsek trate Liptovský Mikuláš – Poprad Tatry (mimo), 2., 3., 4. etapa km 213,0 – km 243,3“ (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 2,5 m

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. 3.5 Posudzované hodnoty od hluku zo železničných dráh

Imisný bod	Alternatíva umiestnenie koľaje	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
V1	1	1,50	-346795,55	-1197007,36	45,7	48,8	49,3	41,1	43,9	44,5	45,1	48,0	48,6	60 / III.	60 / III.	55 / III.
	2				45,7	48,7	49,2	41,2	44,0	44,6	45,2	48,1	48,7			
V2	1	1,50	-346854,45	-1197049,71	43,1	46,0	46,5	41,4	44,2	44,7	42,7	45,6	46,1	50 / II.	50 / II.	45 / II.
	2				43,3	46,3	46,8	41,6	44,3	44,8	42,8	45,6	46,1			
V3	1	4,00	-346798,16	-1197065,60	43,8	46,6	46,9	41,6	44,2	44,6	43,2	45,8	46,3	50 / II.	50 / II.	45 / II.
	2				43,6	46,3	46,7	41,7	44,4	44,8	43,1	45,8	46,3			
V4	1,2	4,00	-347687,08	-1194539,99	43,0	46,1	46,4	40,6	43,7	44	42,6	45,7	46,0	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V5	1,2	1,50	-347765,86	-1194511,35	47,6	50,8	51,2	44,9	48,2	48,5	47,6	50,8	51,2	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V6	1,2	1,50	-348050,22	-1194470,07	46,8	50,0	50,4	45,5	48,3	49,1	45,5	48,3	49,1	60 / III.	60 / III.	55 / III.
MH1/V7	1,2	1,50	-353760,69	-1196025,86	48,8	52,0	52,4	44,0	47,3	47,6	48,1	51,3	51,7	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V8	1,2	4,00	-353497,88	-1195994,32	46,0	48,9	49,2	40,0	42,7	43,2	41,7	44,4	44,9	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V9	1,2	4,00	-354237,41	-1196629,43	52,3	54,7	54,9	41,8	44,0	44,5	44,1	46,3	46,8	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V10	1,2	4,00	-355739,01	-1196720,57	52,2	54,8	54,9	41,7	44,2	44,6	44	46,4	46,8	50 / II.	50 / II.	45 / II.
MH2/V11	1,2	1,50	-358762,45	-1197310,48	46,9	50,1	50,5	40,8	44	44,5	40,8	44,0	44,5	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V12	1,2	4,00	-359017,35	-1197374,68	42,3	45,5	45,8	40,2	43,4	43,7	40,2	43,4	43,7	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V13	1,2	1,50	-359141,25	-1197716,18	46,0	49,3	49,7	39,7	42,7	43,4	42,0	45,1	45,7	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V14	1	4,00	-367388,89	-1200452,37	65,2	67,1	66,5	47,8	49,7	49,6	55,2	56,7	56,7	60 / III.	60 / III.	55 / III.
	2				67,2	69,0	68,5	50,5	52,4	52,0	63,4	65,1	64,7			
V15	1	4,00	-367576,42	-1200438,43	53,5	55,8	55,9	42,1	44,1	44,5	46,8	48,8	49,1	50 / II.	50 / II.	45 / II.
	2				53,5	55,8	55,9	41,5	43,6	43,9	46,6	48,7	49,0			
V16	1	4,00	-368296,82	-1199996,64	51,7	54,7	54,6	42,6	45,5	45,6	50,7	53,6	53,6	60 / III.	60 / III.	55 / III.
	2				54,8	57,6	57,3	43,9	46,5	46,5	51,5	54,0	53,9			
V17	1	4,00	-368539,42	-1199914,93	46,8	50,0	50,2	41,0	44,0	44,5	46,4	49,5	49,8	50 / II.	50 / II.	45 / II.
	2				50,3	53,3	53,4	40,7	43,6	44,0	46,0	48,9	49,3			
V18	1,2	4,00	-368861,54	-1199529,21	45,0	48,0	48,3	41,4	44,1	44,6	43,4	46,3	46,7	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V19	1,2	4,00	-368685,26	-1199390,48	48,8	51,8	52,0	39,6	42,9	43,0	41,3	44,6	44,7	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V20	1,2	4,00	-369893,38	-1198578,18	49,2	51,7	52,1	40,9	43,7	44,0	42,6	45,4	45,6	50 / II.	50 / II.	45 / II.

Poznámka:
* 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 5 dB a pre kategórie územia III a IV najviac o 10 dB.

Umiestnenie výpočtových bodov vid': str. 9 - 14

Tab. 3.6 Umiestnenie a charakteristiky pre variant bez obmedzenia PHC

Označenie PHC	Chránená lokalita	Alternatíva umiestnenie koľaje	Umiestnenie PHC	Staničenie PHC [km]	Dĺžka PHC [m]	Výška PHC [m]	Tvar PHC	Pozn.
PHC 1	Štrba	1,2	vľavo	215,025 – 215,420	395	5,0	zvislá	
PHC 2	Tatranská Štrba	1,2	vpravo	217,650 – 217,820	170	2,5	zvislá	
PHC 3	Tatranská Štrba	1,2	vpravo	217,850 – 218,100	250	6,0	zvislá	obojsstranne pohltivá
PHC 4	Tatranská Štrba	1,2	vľavo	217,940 – 219,000	1060	2,5	zvislá	
PHC 5	Važec	1,2	vpravo	224,250 – 224,440	190	4,5	zvislá	
PHC 6	Važec	1,2	vľavo	224,000 – 224,405	405	5,0	zvislá	
PHC 7	Važec	1,2	vpravo	224,460 – 225,250	790	3,5	zvislá	
PHC 8	Važec	1,2	vľavo	224,430 – 224,910	480	4,5	zvislá	obojsstranne pohltivá
PHC 9	Važec	1,2	vľavo	224,850 – 226,225	1375	3,5	zvislá	
PHC 10	Važec	1,2	vľavo	226,550 – 227,000	450	4,0	zvislá	
PHC 11	Východná	1,2	vpravo	229,900 – 230,275	375	2,5	zvislá	
PHC 12	Východná	1,2	vľavo	229,950 – 230,370	420	4,5	zvislá	
PHC 13	Východná	1,2	vľavo	230,440 – 230,670	230	3,5	zvislá	
PHC 14	Kráľova Lehota	1	vľavo	239,500 – 239,700	200	6,0	zvislá	
PHC 14a	Kráľova Lehota	2	vľavo	239,500 – 239,600	100	6,0	zvislá	
PHC 14b	Kráľova Lehota	2	vľavo	239,580 – 239,700	120	6,0	zvislá	
PHC 15a	Kráľova Lehota	1	vľavo	239,670 – 240,450	780	5	zvislá	obojsstranne pohltivá
PHC 15b	Kráľova Lehota	1	vľavo	240,450 – 241,125	675	7	zvislá	obojsstranne pohltivá
PHC 15	Kráľova Lehota	2	vľavo	239,700 – 241,125	1425	5	zvislá	obojsstranne pohltivá
PHC 16	Kráľova Lehota	1,2	vľavo	241,180 – 241,225	45	4,0	zvislá	
PHC 17	Kráľova Lehota	1,2	vľavo	241,260 – 241,315	55	4,0	zvislá	
PHC 18	Kráľova Lehota	1,2	vľavo	241,310 – 241,500	190	4,0	zvislá	
PHC 19	Kráľova Lehota	1,2	vpravo	241,210 – 241,625	415	3,5	zvislá	
PHC 20	Liptovský Hrádok	1,2	vpravo	242,500 – 242,950	450	4,0	zvislá	

Umiestnenie PHC vid': str. 9 - 14

Poznámky:

- Vlastné charakteristiky PHC musia mať jednočíselnú veličinu odrazu zvuku: $D_{LRI} \geq 7$ (EN1793-5) 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 $D_{LSI, E} \geq 30$, pre PHS stĺpiky $D_{LSI, P} \geq 30$ (EN1793-6) a celková vzorka PHS $D_{LSI, G} \geq 30$ (EN1793-6).
- Umiestnenie PHC treba prispôbiť 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 objektami 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. Odporúčame 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.

Odporúčame vypracovať projekt monitoringu hluku, vibrácií a otrasov pred, počas a po realizácii stavby.

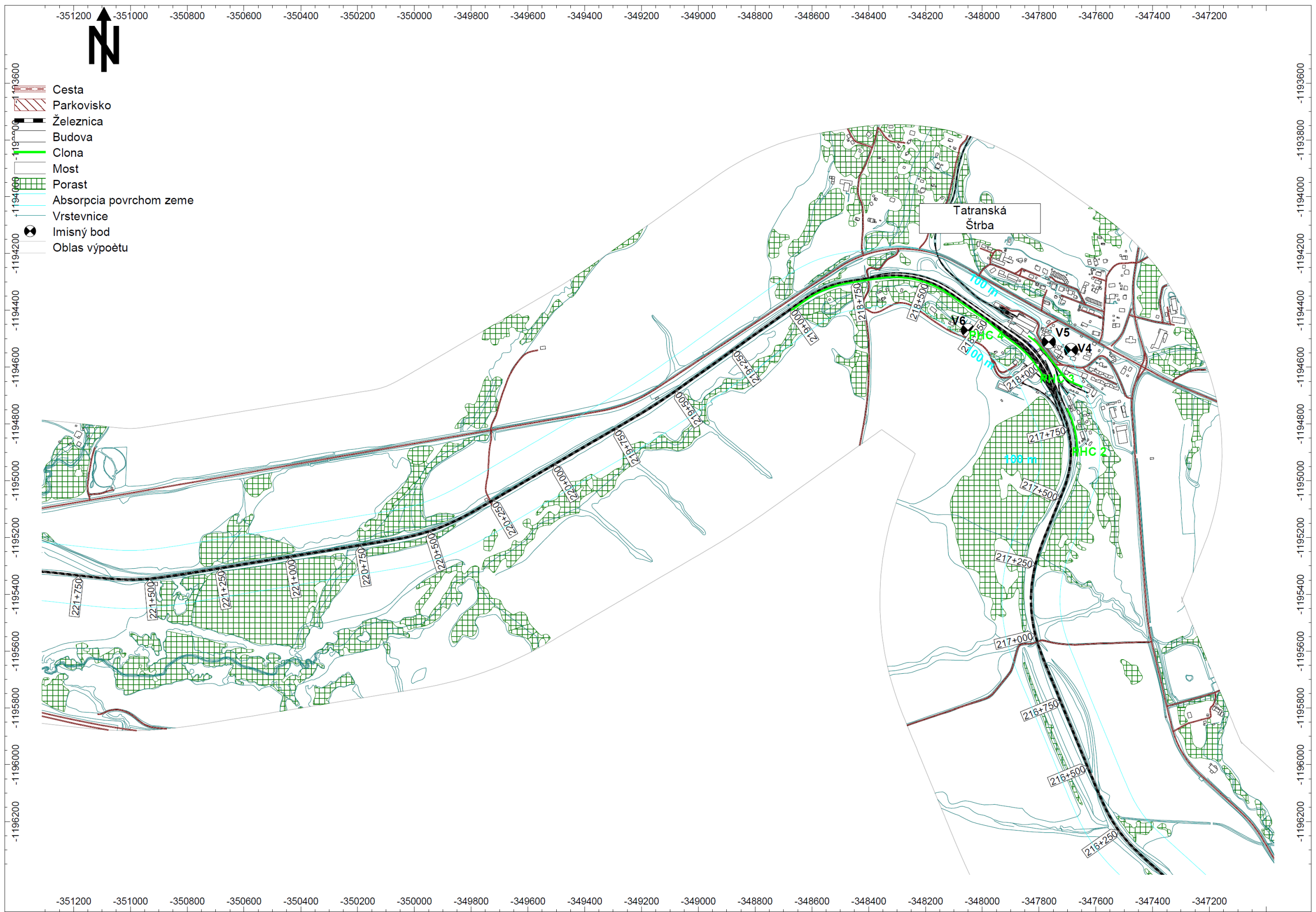
Po realizácii stavby je nutné meraním overiť reálny účinok PHC z pohľadu zníženia hlukovej záťaže v dotknutom okolí posudzovanej železničnej dráhy:

- Akreditované merania hodnoty odrazu RI podľa STN P CEN/TS 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).

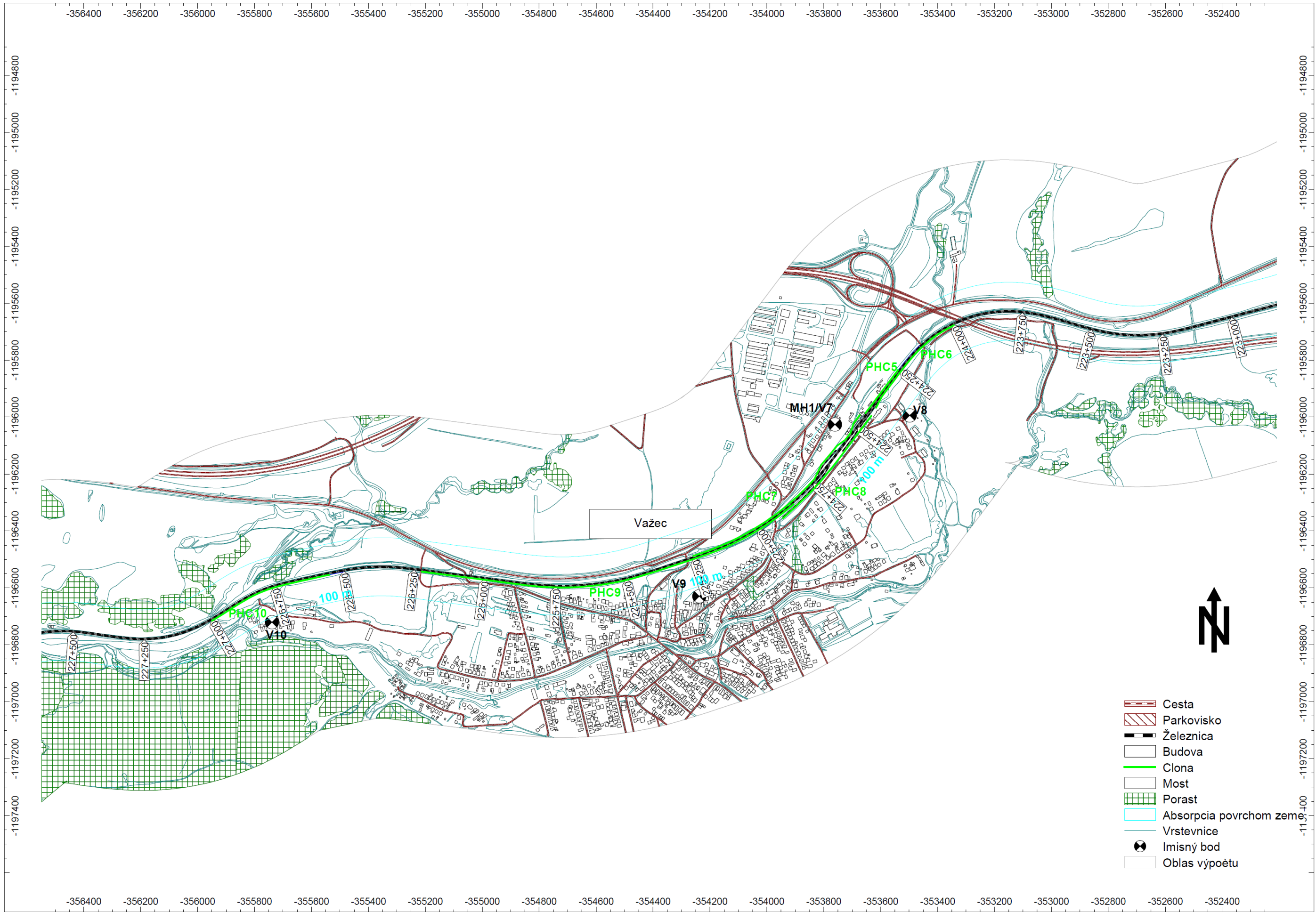
Umiestnenie PHC a výpočtových bodov alternatíva umiestnenia koľaje 1 a 2



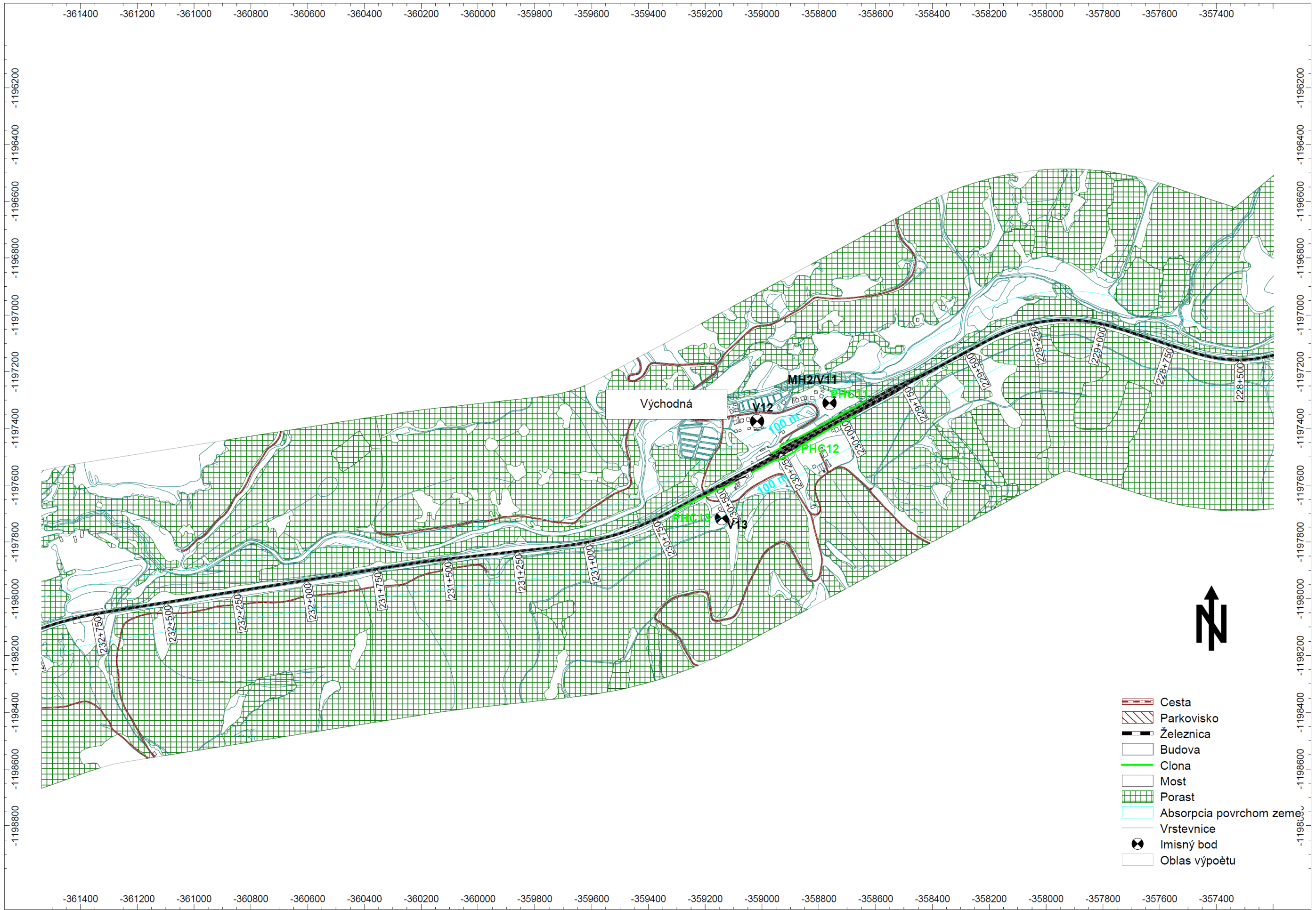
Umiestnenie PHC a výpočtových bodov alternatíva umiestnenia koľaje 1 a 2



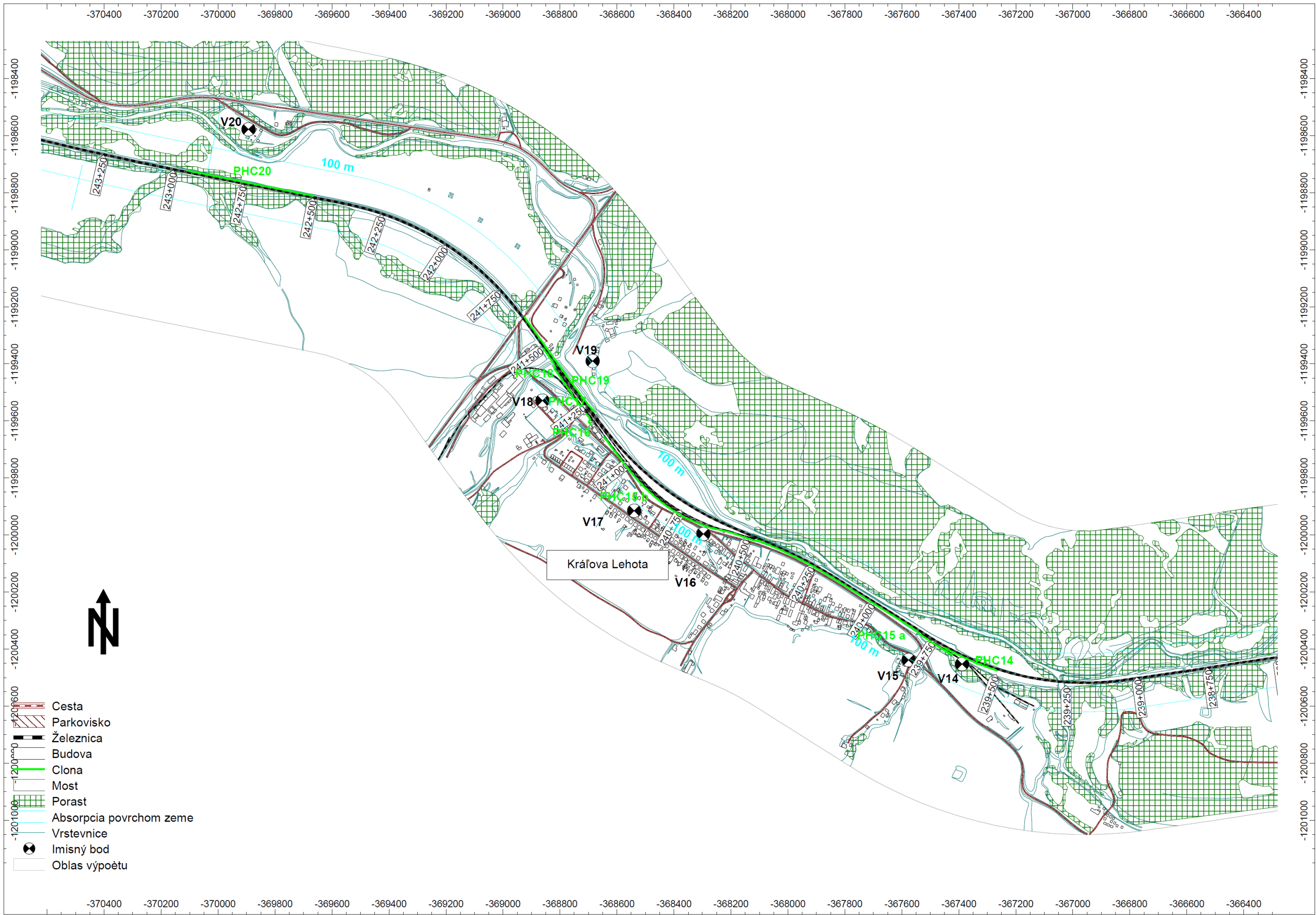
Umiestnenie PHC a výpočtových bodov alternatíva umiestnenia koľaje 1 a 2



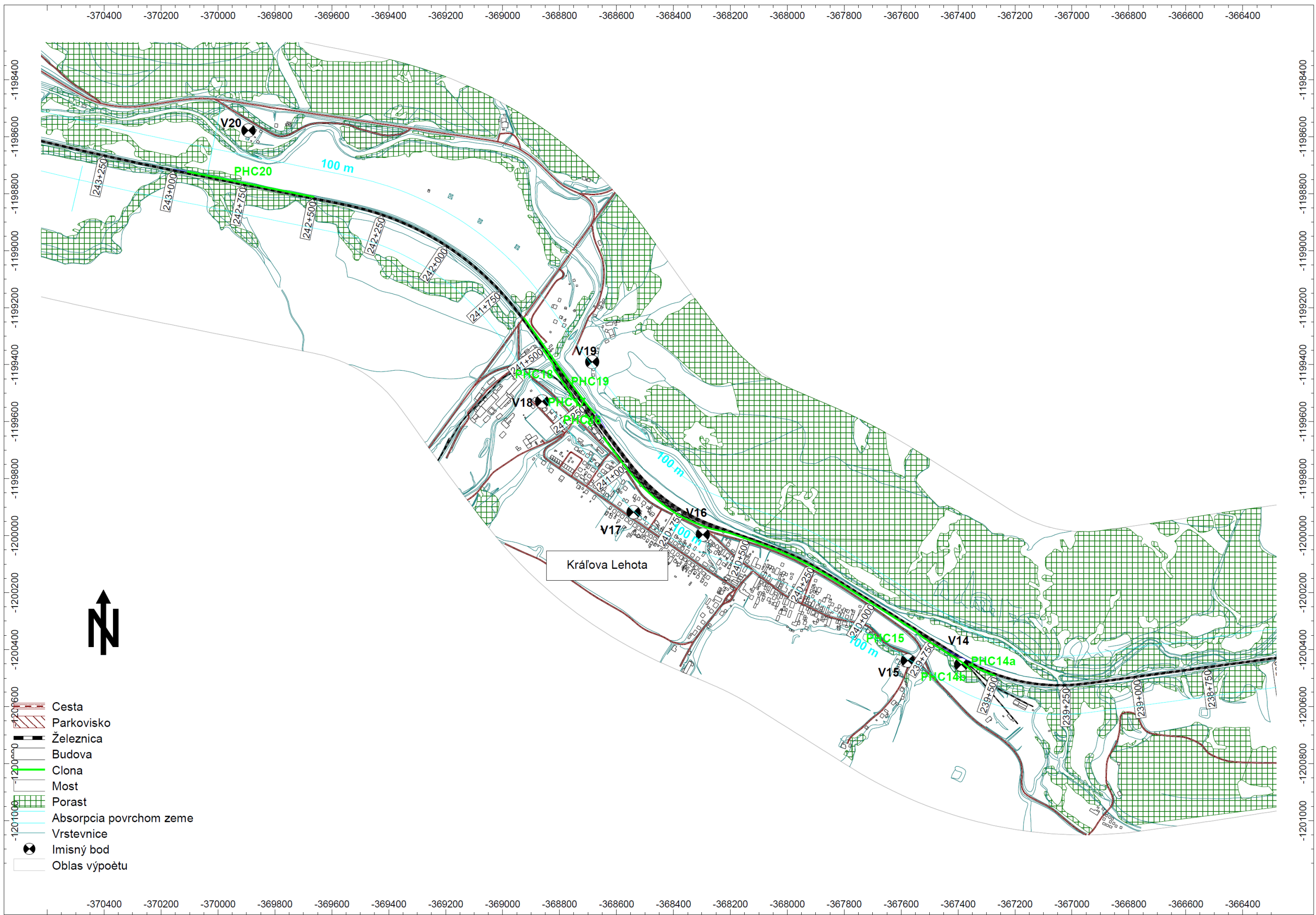
Umiestnenie PHC a výpočtových bodov alternatíva umiestnenia koľaje 1 a 2

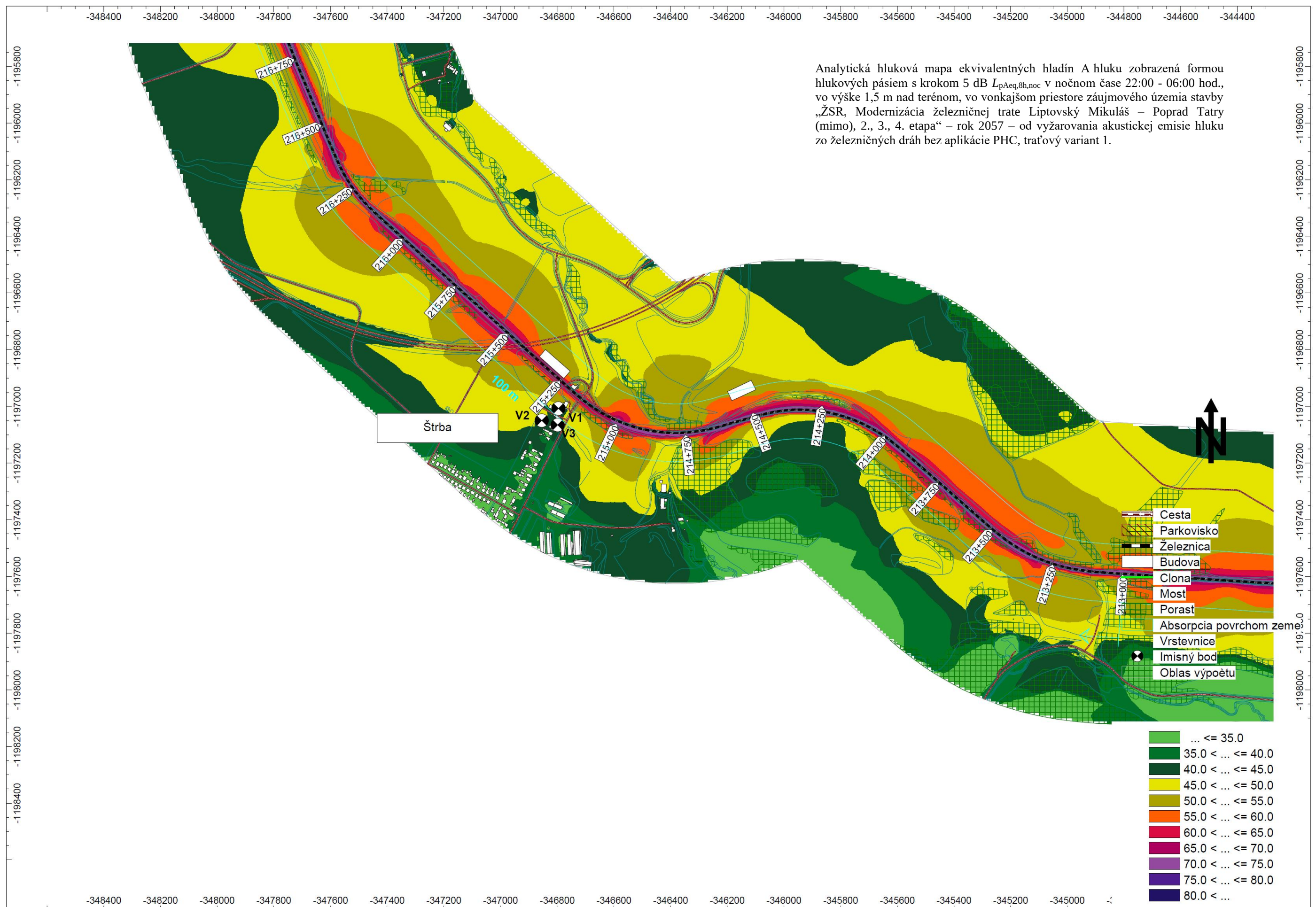


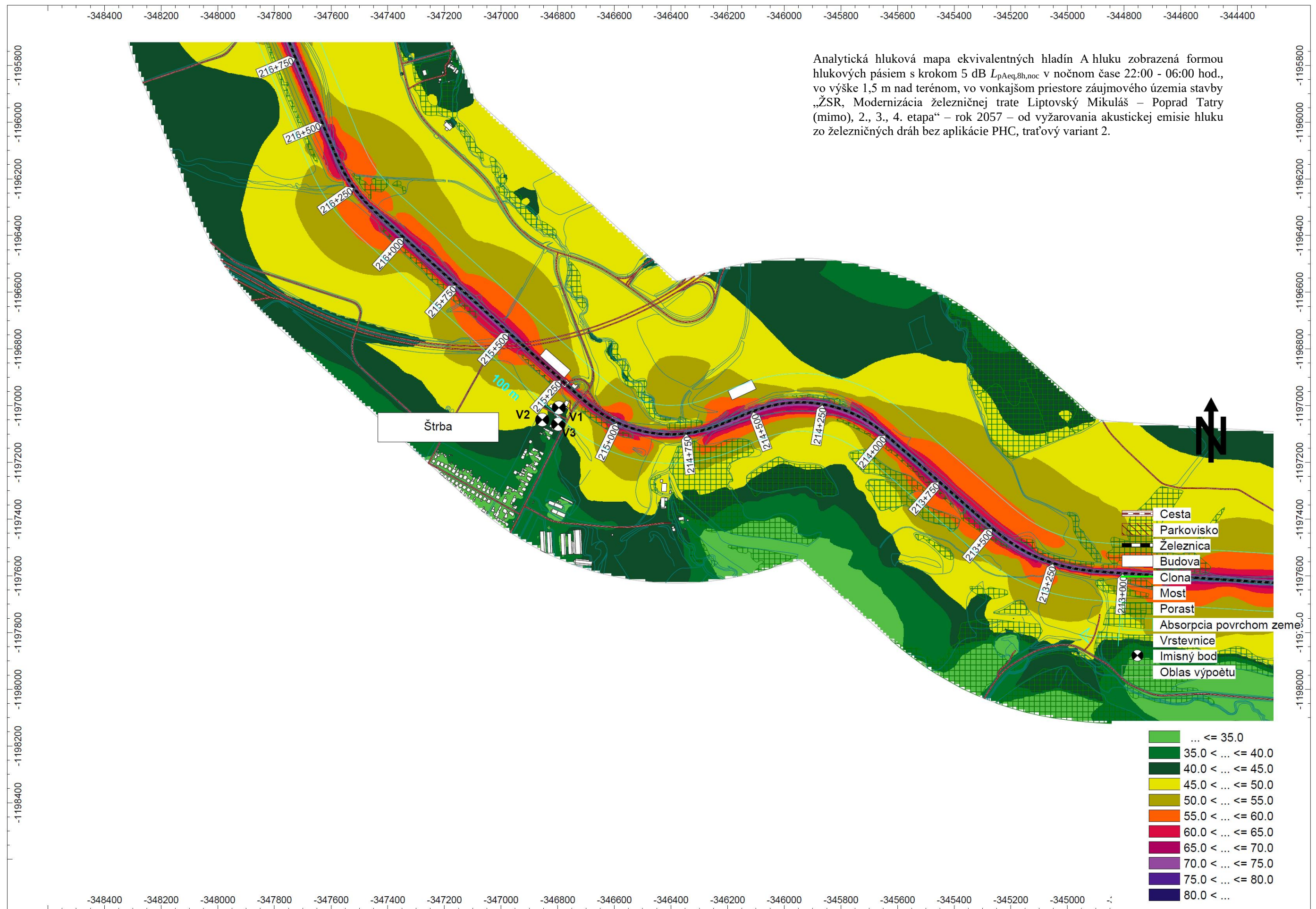
PHC a výpočtových bodov alternatíva umiestnenia koľaje 1

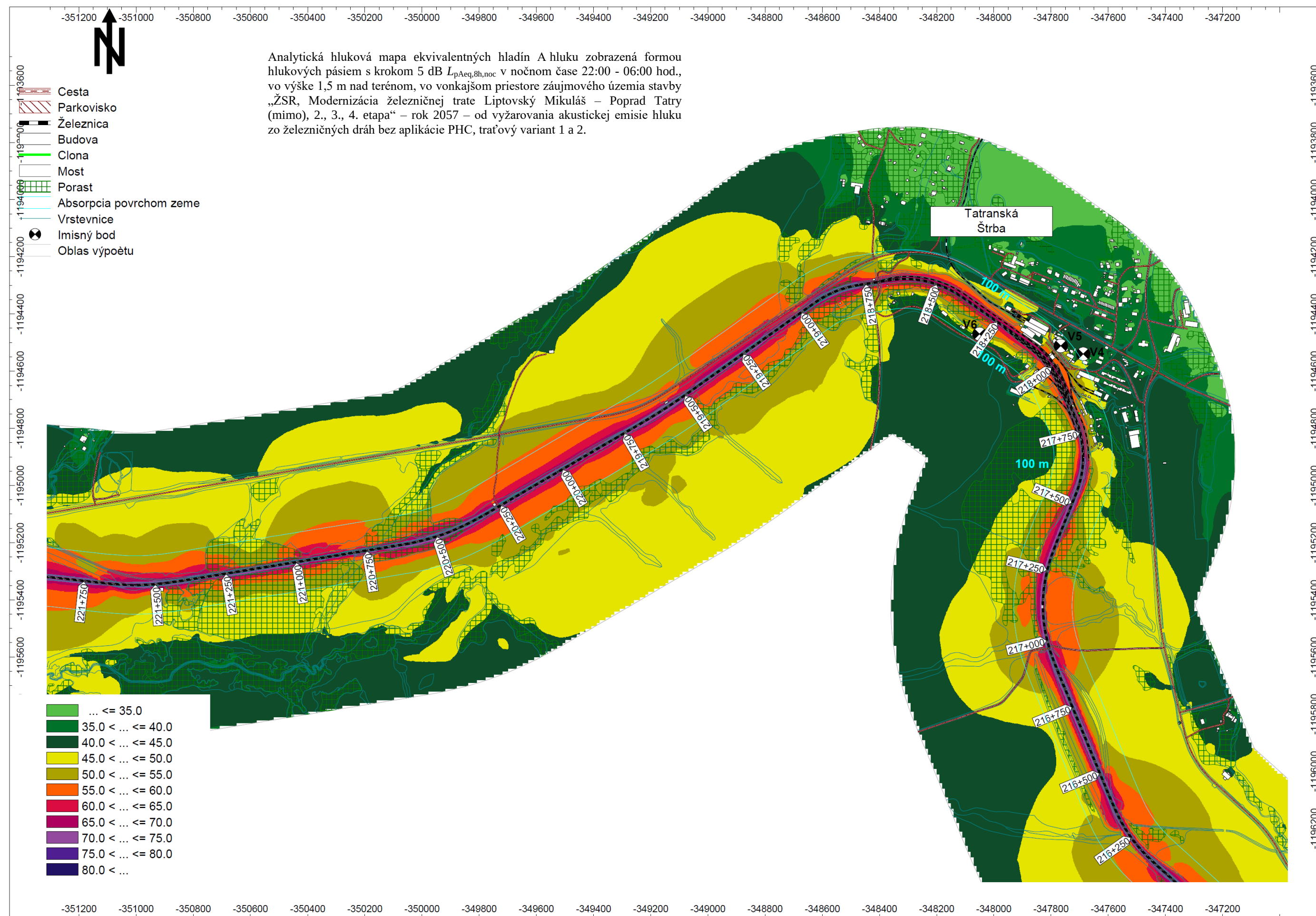


Umiestnenie PHC a výpočtových bodov alternatíva umiestnenia koľaje 2

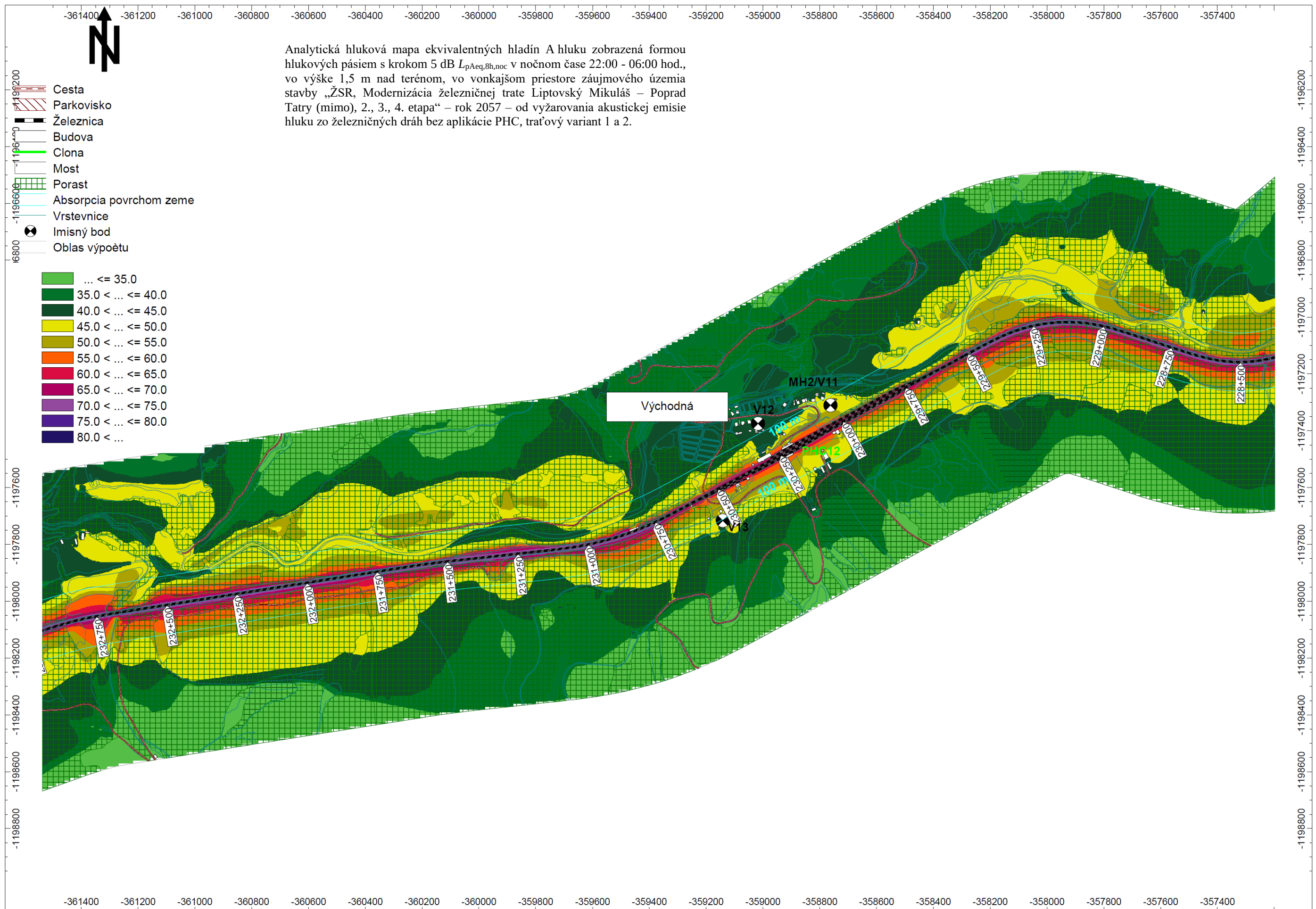






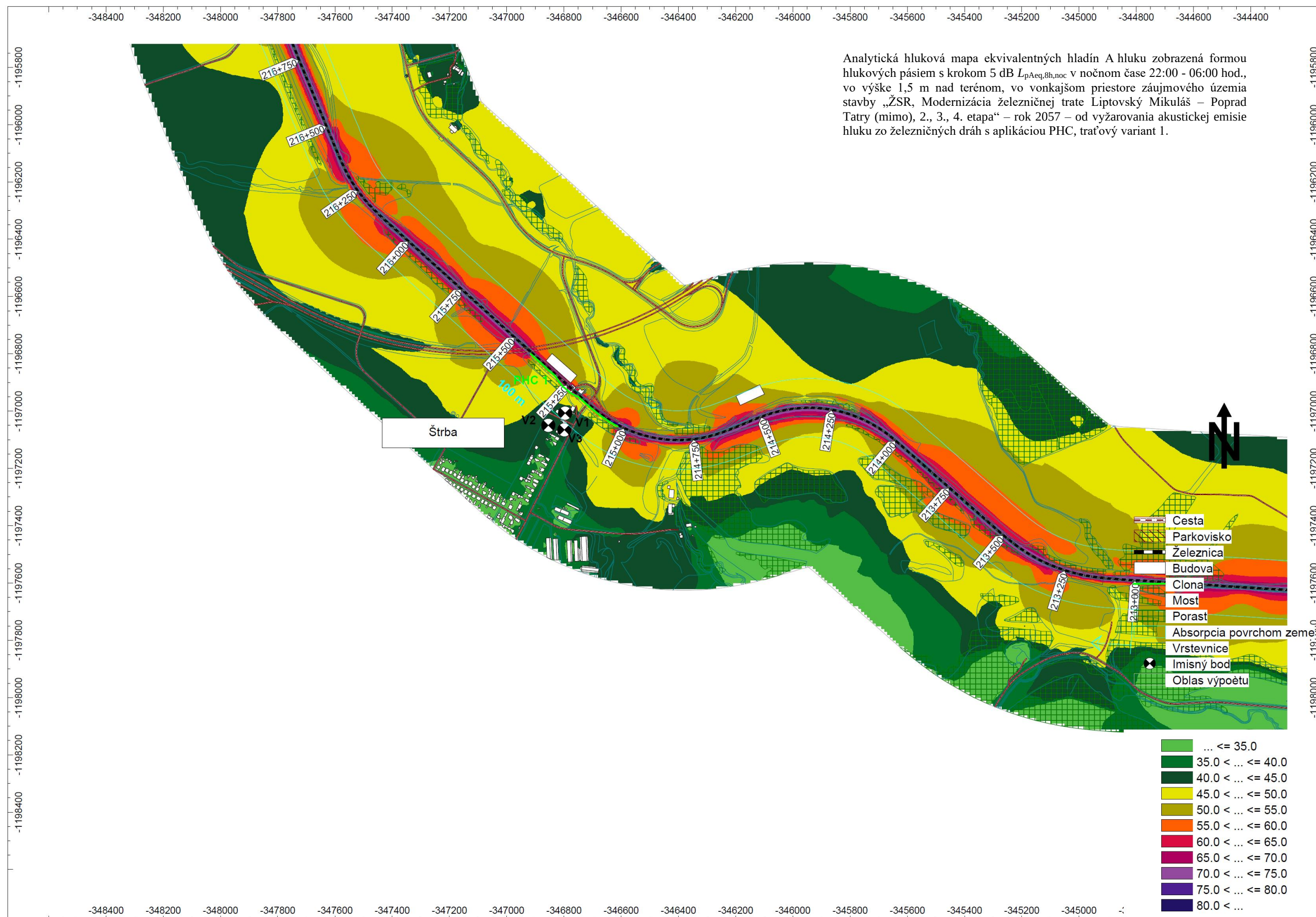


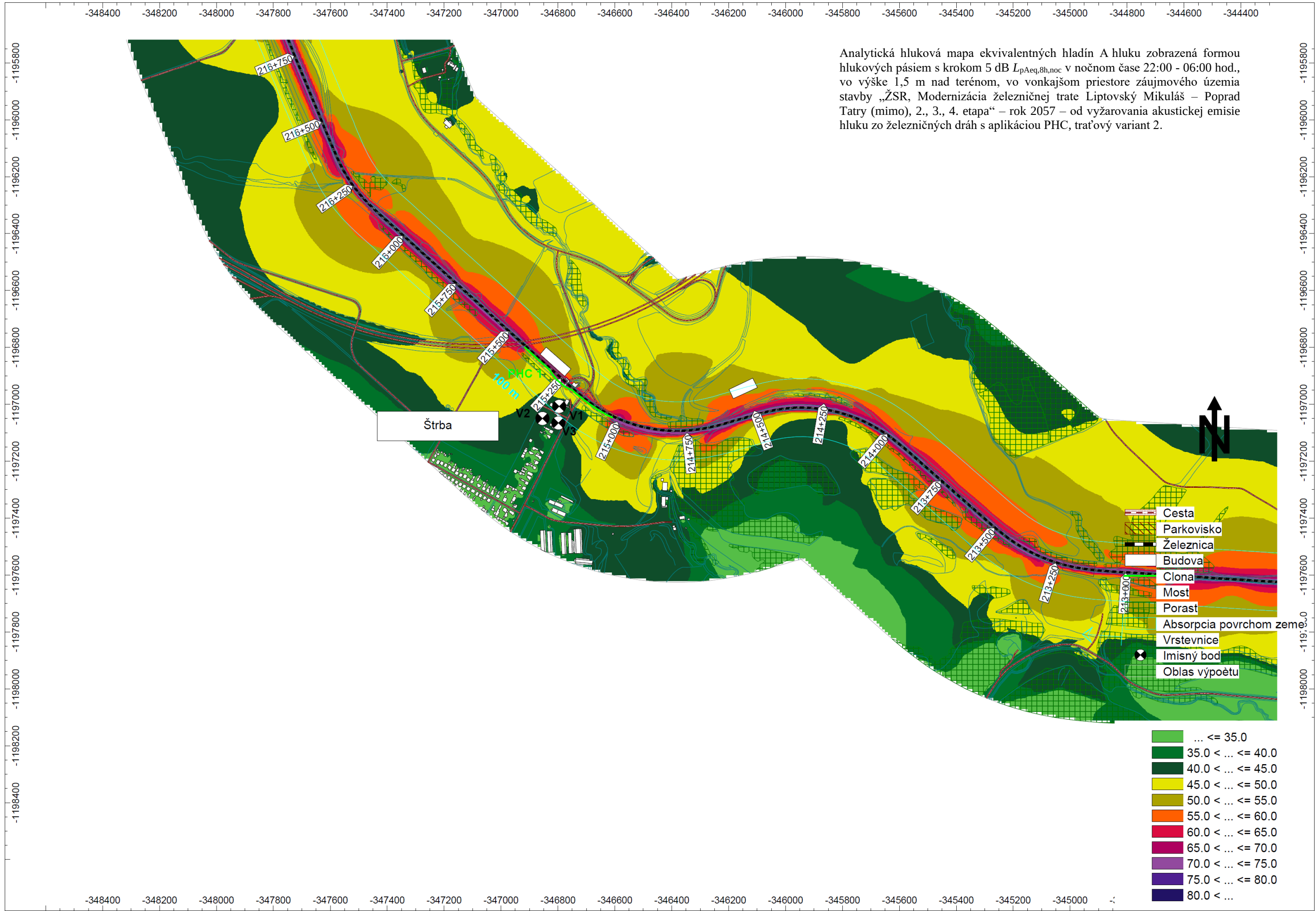


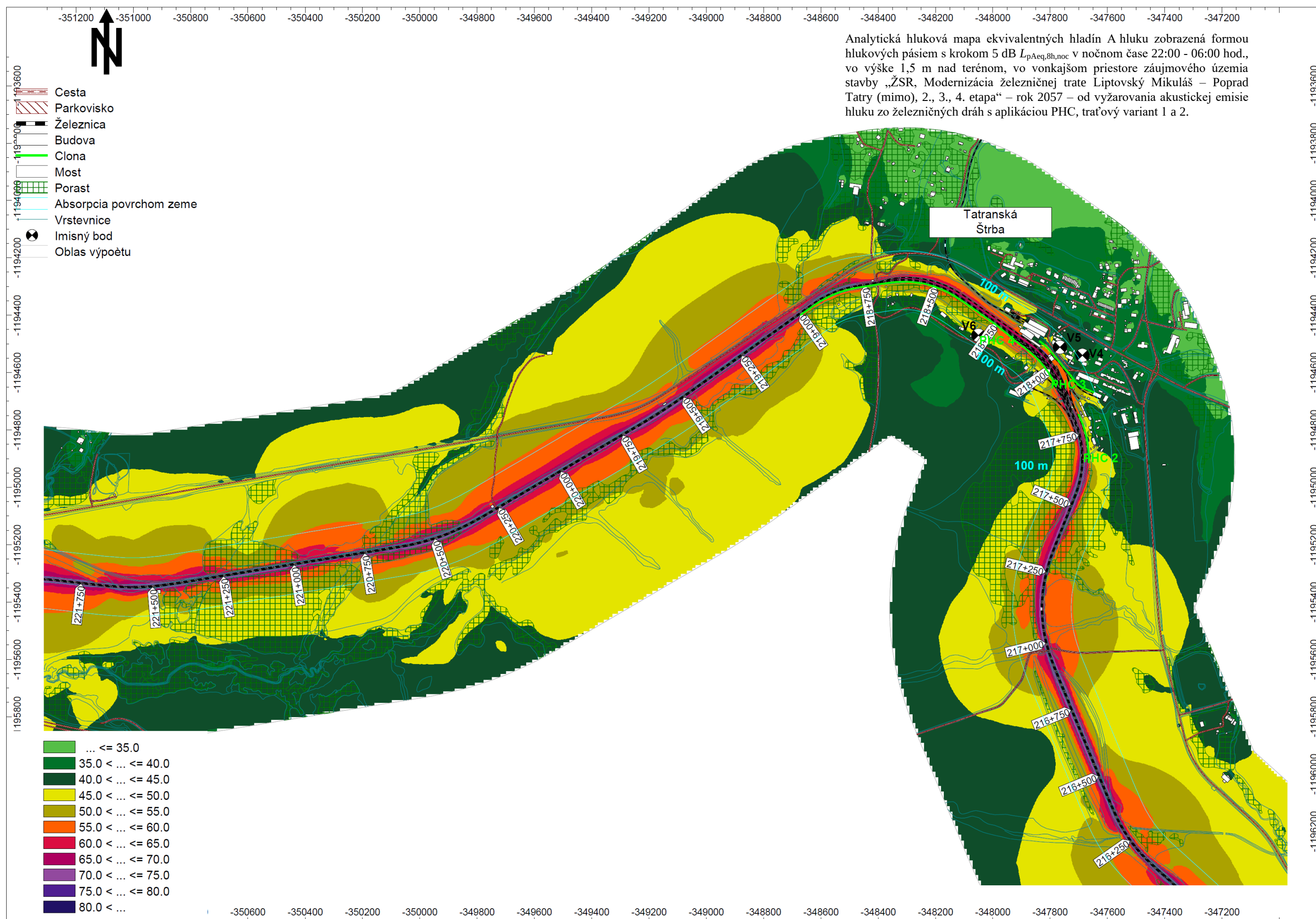


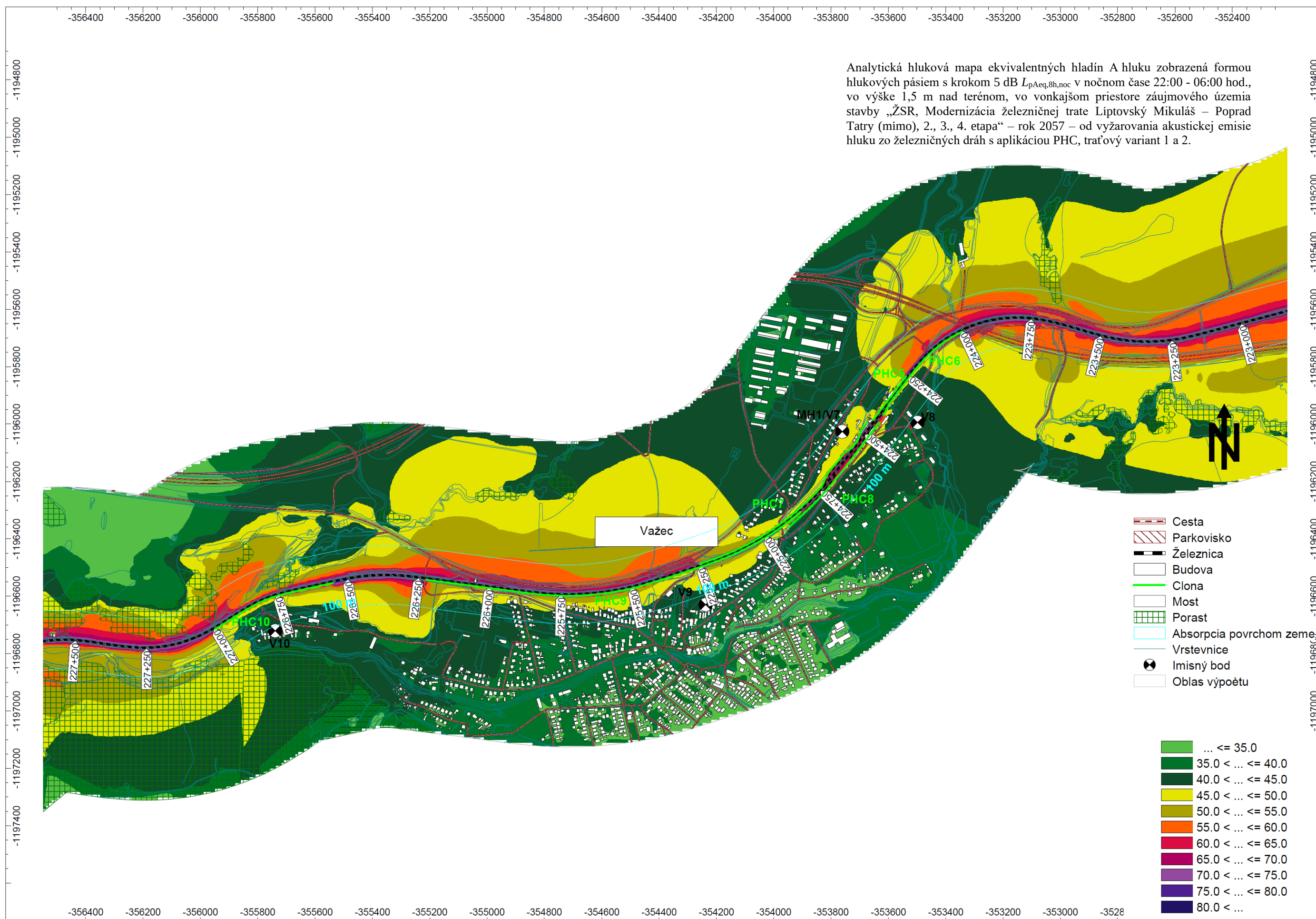


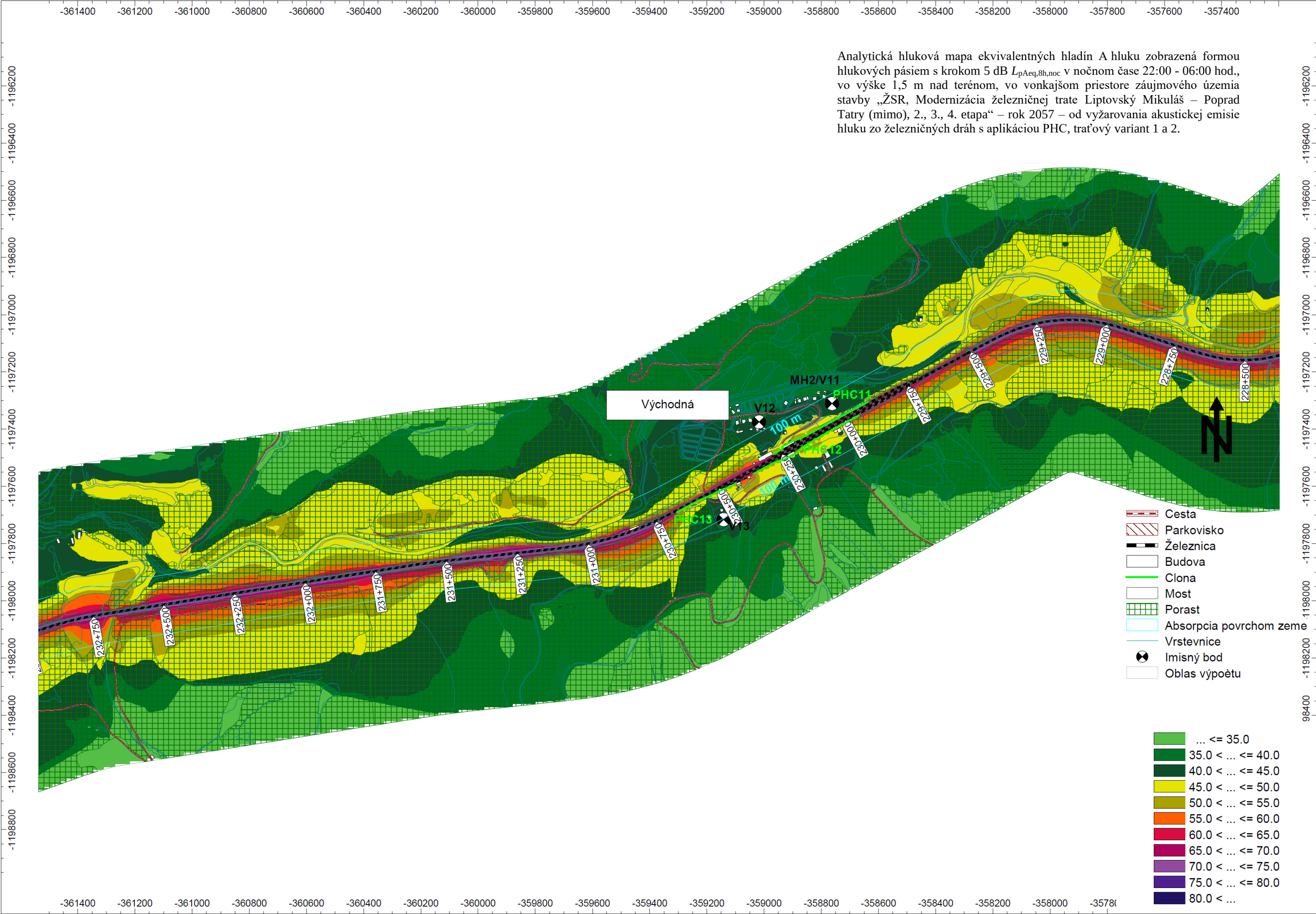
















4. MERANIE HLUKU, VIBRÁCIÍ A OTRASOV „IN SITU“

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 spojitkej integrácie sme zaznamenali pomocou monitorovacej stanice celkový zvuk (úplne obklopujúci zvuk v danej situácii v danom čase, zvyčajne zvuk zložený z viacerých blízkyh 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 večer 18:00h – 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 Nor-118	Norsonic	31538	18096	07.03.2020
merací mikrofón MK 221	Microtech Gefell	11492	18096.2	07.03.2019
Zvukomer Nor-118	Norsonic	28904	17451	04.09.2019
merací mikrofón Nor-1225	Norsonic	33213	17451.2	03.09.2018
Zvukomer Nor-118	Norsonic	30631	17082	22.02.2019
Merací mikrofón Nor-1225	Norsonic	41493	18099	06.03.2019
Akustický kalibrátor Nor-1251	Norsonic	32300	17578	05.11.2018
Termický anemometer T405-V1: 0560.4053	Testo AG	41500288/110	0404/18,0405/18	31.01.2023
Vlhkometer T605-H1: 0560.6053	Testo AG	41102100/112	1219/12	19.06.2019

4.1.3 Neistota merania

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

4.1.4 Prípustné hodnoty určujúcich veličín

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 pozemnej dopravy zväčšená o hodnotu neistoty merania $U = (+1,8 \text{ dB})$, t.j. v súlade s IS-OOFF/13.

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

4.1.6 Výsledky merania a hodnotenie

Tab.4.1.5 Namerané hodnoty a zo špecifického hluku vyjadrené posudzované hodnoty – vid' odsek 4.1.7 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	večer	62,7	63,6	III / 60	je prekročená
	noc	61,7	63,2	III / 55	je prekročená
	deň	61,0	62,0	III / 60	je prekročená
MH2	večer	58,1	57,0	III / 60	nie je prekročená
	noc	53,8	55,3	III / 55	je prekročená
	deň	56,2	56,0	III / 60	nie je prekročená

MH1 Važec, Urbárska č.p. 102, vo vzdialenosti cca 55 m od existujúcej železničnej trate



MH2 Východná č.p. 868, vo vzdialenosti cca 50 m od existujúcej železničnej trate



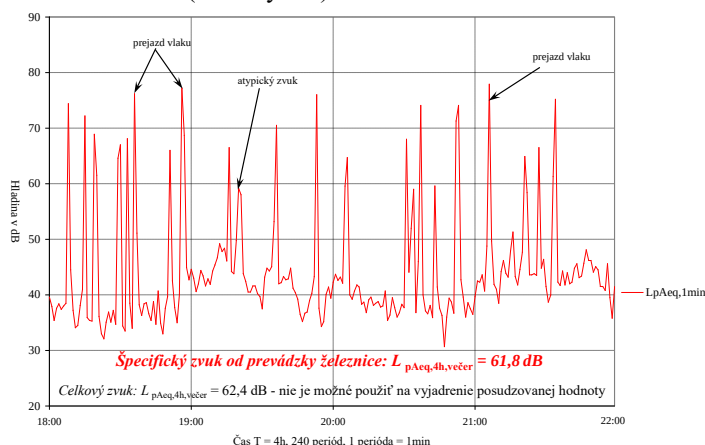
4.1.7 Grafické výstupy z 24-hodinových meraní hluku

MH1 – RD, ul. Urbárska č.p. 102, Važec

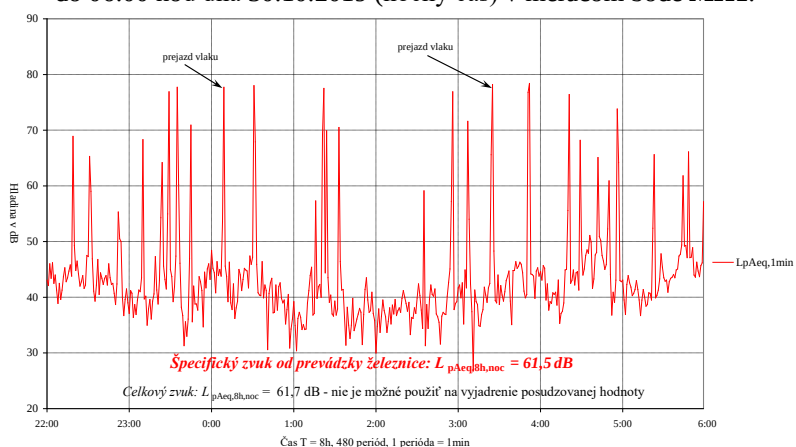
- 2m pred oknom na 1. NP rodinného domu;
- vo vzdialenosti cca 55 m od železničnej trate
- vo vzdialenosti cca 15 m od I/18
- vo vzdialenosti cca 75 m od ul. Urbárska
- GPS objektu: 49°066404 S 19°986383 V



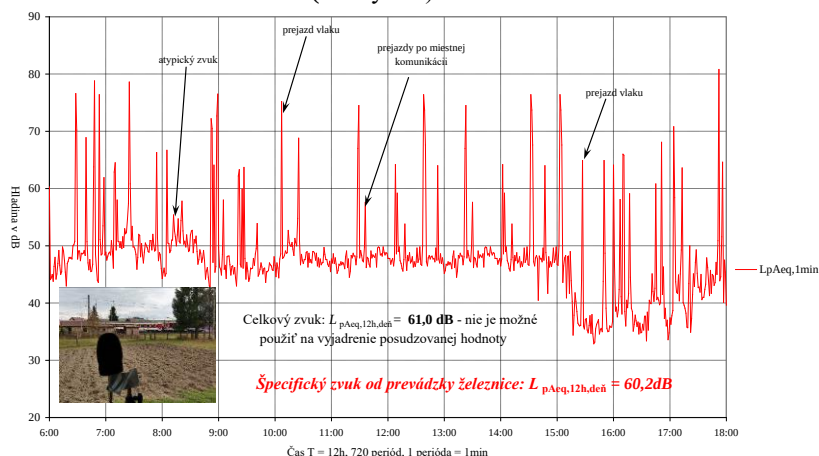
Obr. 4.1.7.1 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase $T = 4h$ od 18:00 hod do 22:00 hod dňa 29.10.2019 (večerný čas) v meracom bode **MH1**.



Obr. 4.1.7.2 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase $T = 8h$ od 22:00 hod dňa 29.10.2019 do 06:00 hod dňa 30.10.2019 (nočný čas) v meracom bode **MH1**.



Obr. 4.1.7.3 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase $T = 12h$ od 06:00 hod do 18:00 hod dňa 30.10.2019 (denný čas) v meracom bode **MH1**.

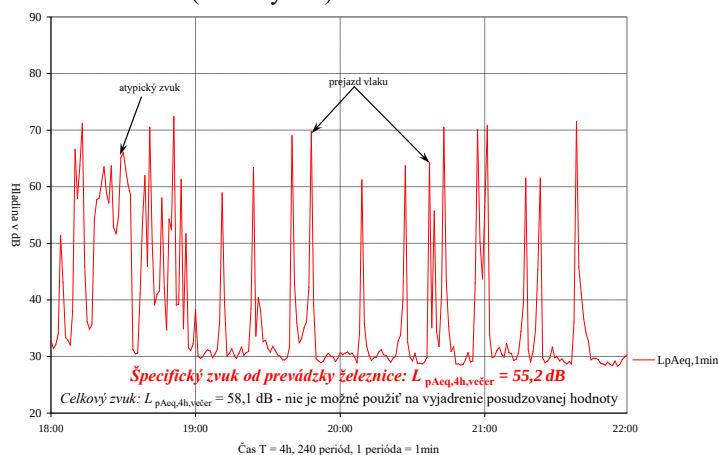


MH2 – RD, č.p. 868, Východná

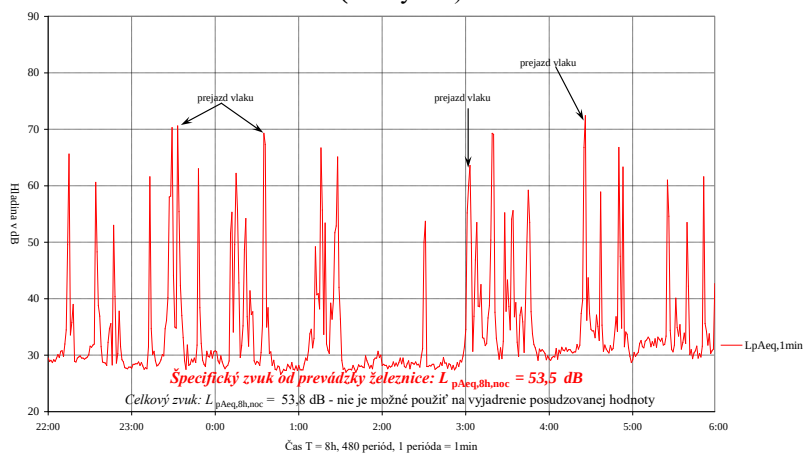
- 2m pred oknom na 1. NP rodinného domu;
- vo vzdialenosti cca 50 m od železničnej trate
- vo vzdialenosti cca 50 m od ul. III/2342
- GPS objektu: 49°052385 S 19°919546 V



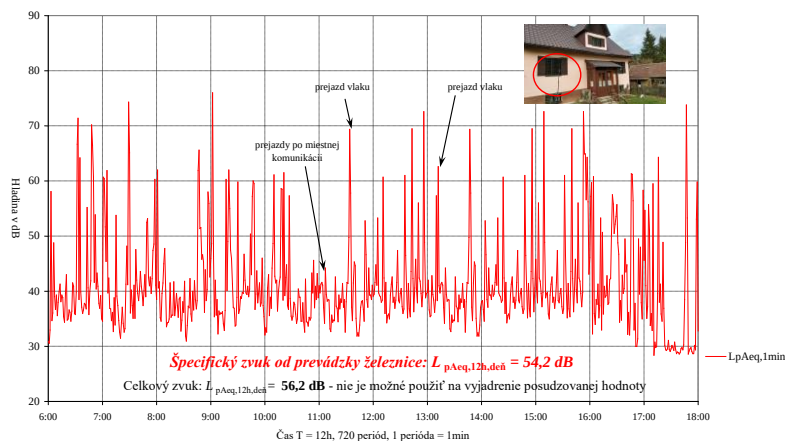
Obr. 4.1.7.4 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase $T = 4h$ od 18:00 hod do 22:00 hod dňa 30.10.2019 (večerný čas) v meracom bode **MH2**.



Obr. 4.1.7.5 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase $T = 8h$ od 22:00 hod dňa 30.10.2019 do 06:00 hod dňa 31.10.2019 (nočný čas) v meracom bode **MH2**.



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 31.10.2019 (denný čas) v meracom bode **MH2**.



4.2 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	Certifikát o overení	Dátum platnosti
Vibromer Svan 979	Svantek	45278	16414	23.08.2021
Snímač vibrácií SV81	Svantek	D6464	16414	23.08.2021
Vibromer Svan 958 „B“	Svantek	36632	15125	15.04.2020
Snímač vibrácií SV84	Svantek	D2276	15125.2	15.04.2020
Kalibrátor mechanického kmitania VC11	Metra Mess - und Frequenztechnik	005152	16418	24.08.2021
Termický anemometer T405-V1: 0560.4053	Testo AG, Lenzkirch	41500288/110	0404/18, 0405/18	31.01.2023
Vlhkomer T605-H1: 0560.6053	Testo AG, Lenzkirch	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 zrýchlenia vibrácií

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

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

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.

- vážené ekvivalentné a maximálne zrýchlenie vibrácií vo vnútornom prostredí budov

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

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

Podľa zákona č.355/2007 Z.z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov **objektivizáciu** expozície obyvateľov a ich prostredia hluku, infrazvuku a vibráciám môžu vykonávať len osoby odborne spôsobilé na činnosť podľa § 15 ods. 1 písm. a) a ktoré sú držiteľom osvedčenia o akreditácii podľa § 16 ods. 4 písm. b).

4.2.6 Výsledky merania a hodnotenie

Tab.3.2.6.1 Posudzované ekvivalentné a maximálne hodnoty zrýchlenia vibrácií vo vnútornom prostredí budov.

Mera cí bod	Referenčný časový interval T	Posudzovaná hodnota $a_{R,weq}$ [m.s ⁻²]	Posudzovaná hodnota $a_{R,wmax}$ [m.s ⁻²]	Pripustné hodnoty		Prekročenie PH (pripustnej hodnoty)	
				a_{weq} [m.s ⁻²]	a_{wmax} [m.s ⁻²]	a_{weq} [m.s ⁻²]	a_{wmax} [m.s ⁻²]
MV1	večer	0,0002	0,001	0,008	0,11	nie je prekročená	nie je prekročená
	noc	0,0002	0,001	0,005	0,05	nie je prekročená	nie je prekročená
	deň	0,0004	0,002	0,008	0,11	nie je prekročená	nie je prekročená
MV2	večer	0,0001	0,001	0,008	0,11	nie je prekročená	nie je prekročená
	noc	0,0002	0,002	0,005	0,05	nie je prekročená	nie je prekročená
	deň	0,0003	0,002	0,008	0,11	nie je prekročená	nie je prekročená
MV3	večer	0,0001	0,0004	0,008	0,11	nie je prekročená	nie je prekročená
	noc	0,0002	0,0006	0,005	0,05	nie je prekročená	nie je prekročená
	deň	0,0004	0,0009	0,008	0,11	nie je prekročená	nie je prekročená

MV1 Vážec, Urbárska č.p. 102, vo vzdialenosti cca 55 m od existujúcej železničnej trate

MV2 Východná, vo vzdialenosti cca 50 m od existujúcej železničnej trate

MV3 Štrba, Mlynská 469, hotel Sipox⁺, 180 m od existujúcej železničnej trate



4.3 Meranie kmitania a otrasov

4.3.1 Metóda merania rýchlosti kmitania a otrasov

Kmitanie budov, konštrukcií a citlivosti zariadenia v budovách z hľadiska vplyvu technickej seizmicity sa hodnotí dlhodobo, minimálne 24 hodín pri základoch budovy, poprípade pri konštrukcii a zariadení. Ďalšie meracie body závisia od rozmerov budovy a požiadaviek hodnotenia.

Základnou fyzikálnou veličinou je efektívna v_{ef} a vrcholová v_{peak} hodnota rýchlosti kmitania vo frekvenčnom rozsahu od 1 Hz do 1 kHz určená z FFT analýzy v troch smeroch x, y a z.

Meranie rýchlosti kmitania sa vykonáva v súlade s STN ISO 4866 + Amd 1 + Amd 2 Pokyny na meranie kmitania a hodnotenie jeho vplyvov na budovy, STN ISO 8569 Merania a hodnotenia vplyvov otrasu a kmitania na citlivosť zariadenia v budovách.

Vyhodnotenie efektívnej v_{ef} hodnoty rýchlosti kmitania na seizmické zaťaženie dlhšie trvajúce rázové, prípadne ustálené periodické zaťaženie pre zdokumentovanie medzných stavov sa vykoná porovnaním posudzovanej hodnoty efektívnej rýchlosti kmitania v_{ef} podľa triedy odolnosti a triedy významnosti hodnotených objektov podľa Eurokódu 8 STN EN 1998-1/NA/Z1

Vyhodnotenie vrcholovej v_{peak} hodnoty rýchlosti kmitania na seizmické zaťaženie v prípade otrasov sa vykoná porovnaním posudzovaných vrcholových hodnôt rýchlosti kmitania v_{peak} v troch smeroch pre dominantné frekvencie určené z FFT analýzy s hodnotami pre orientačné závislosti stupňa poškodenia stavebných objektov vplyvom ťhacích prác pre jednotlivé triedy odolnosti objektov a druhu horninového prostredia/ základovej pôdy.

4.3.2 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	Certifikát o overení	Dátum platnosti
Vibromer Svan 979	Svantek	45278	16414	23.08.2021
Snímač vibrácií SV81	Svantek	D6464	16414	23.08.2021
Vibromer Svan 958 „B“	Svantek	36632	15125	15.04.2020
Snímač vibrácií SV84	Svantek	D2276	15125.2	15.04.2020
Kalibrátor mechanického kmitania VC11	Metra Mess - und Frequenztechnik	005152	16418	24.08.2021
Termický anemometer T405-V1: 0560.4053	Testo AG, Lenzkirch	41500288/110	0404/18, 0405/18	31.01.2023
Vlhkomer T605-H1: 0560.6053	Testo AG, Lenzkirch	41102100/112	2019/2984	04.07.2024

4.3.3 Neistota merania

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

4.3.4 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 objektov **IV**

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

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**

*dynamickej výpočet netreba pre hodnotu efektívnej rýchlosti $v_{ef} < 0,4 \text{ mm.s}^{-1}$
dynamickej výpočet treba pre hodnotu efektívnej rýchlosti $v_{ef} \geq 1,6 \text{ mm.s}^{-1}$*

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}

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

4.3.5 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

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

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

4.3.6 Výsledky merania a hodnotenie

Tab.3.3.6.1 Posudzované efektívne a vrcholové hodnoty rýchlosti kmitania v referenčnom stanovisku konštrukcie budov.

Merací bod	Posudzovaná efektívna hodnota $v_{R,ef,z} [\text{mm.s}^{-1}]$	Posudzovaná vrcholová hodnota $v_{R,peak,z} [\text{mm.s}^{-1}]$
MTS1	0,0020	0,0008
MTS2	0,0030	0,0012
MTS3	0,0001	0,0003

MTS1 Vážec, Urbárska č.p. 102, vo vzdialenosti cca 55 m od existujúcej železničnej trate

MTS2 Východná č.p. 868, vo vzdialenosti cca 50 m od existujúcej železničnej trate

MTS3 Štrba, Mlynská 469, hotel Sipox⁺, 180 m od existujúcej železničnej trate

Posudzované hodnoty efektívnej rýchlosti kmitania $v_{\text{Ref}, z}$ v referenčnom stanovisku MTS1, MTS2, MTS3

neprekračujú

dynamickú odozvu spôsobenú technickou seizmicitou, s výnimkou odozvy od trhacích prác, z hľadiska I. medzného stavu a **netreba** ďalej analyzovať, pokiaľ na referenčnom stanovisku efektívna rýchlosť kmitania $v_{\text{Ref}, z}$ presiahne medze podľa STN EN 1998-1/NA/Z1 tabuľka NB.8.1.

Posudzované hodnoty efektívnej rýchlosti kmitania $v_{\text{Ref}, z}$ v referenčnom stanovisku podľa Eurokódu 8 STN EN 1998-1/NA/Z1 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**

v meracích bodoch **MTS1, MTS2 a MTS3**

dynamický výpočet *netreba vykonať podľa výsledkov analýzy.*

4.3.7 Zákon útlmu maximálneho váženého zrýchlenia v smere „z“ na redukovanej vzdialenosti.

Tab.3.3.7.1 Vrcholové a efektívne hodnoty rýchlosti kmitania vo zvolených meracích bodoch MVTS1 a MVTS4 a maximálne a ekvivalentné vážené hodnoty zrýchlenia vibrácií vo zvolených meracích bodoch MVTS2 a MVTS3 počas prejazdov vlakov v stanici Lučivná.

Lučivná sžkm 210,699 29.10.2019	MVTS1+MH1 Na pražci $v_{\text{peak}} / v_{\text{ef}}$	MVTS2 7,5m (CS) smer z $a_{\text{max}} / a_{\text{ef}}$	MVTS3 15m (CS) smer z $a_{\text{max}} / a_{\text{ef}}$	MVTS4 +MH4 30m $v_{\text{peak}} / v_{\text{ef}}$
smer Poprad 1 rušeň 11:54:52	smer x: 27,50/7,300 smer y: 34,70/8,100 smer z: 69,20/14,500	RES 33 smer z: 0,381/0,059	RES 33 smer z: 0,063/0,011	smer x: 0,370/0,110 smer y: 0,370/0,100 smer z: 0,230/0,060
smer Žilina R 10 vagónov 12:00:48	smer x: 3,020/0,733 smer y: 2,265/0,452 smer z: 3,936/0,933	RES 38 smer z: 0,129/0,046	RES 38 smer z: 0,037/0,013	smer x: 0,288/0,062 smer y: 0,285/0,089 smer z: 0,143/0,045
smer Žilina NV 2+32+1 12:11:57	smer x: 2,265/0,394 smer y: 0,933/0,226 smer z: 2,661/0,427	RES 49 smer z: 0,116/0,047	RES 49 smer z: 0,063/0,011	smer x: 0,193/0,054 smer y: 0,275/0,071 smer z: 0,141/0,036
smer Poprad servis 12:21:34	smer x: 24,547/6,383 smer y: 35,075/7,499 smer z: 48,417/13,646	RES 59 smer z: 0,173/0,029	RES 59 smer z: 0,026/0,005	smer x: 0,132/0,035 smer y: 0,145/0,036 smer z: 0,054/0,019
smer Žilina NV 2+30+1 12:24:50	smer x: 2,630/0,589 smer y: 1,047/0,282 smer z: 3,090/0,562	RES62 smer z: 0,103/0,044	RES 62 smer z: 0,031/0,014	smer x: 0,155/0,055 smer y: 0,285/0,079 smer z: 0,114/0,039
smer Poprad R 10 vagónov 12:35:48	smer x: 34,674/8,318 smer y: 39,355/10,471 smer z: 69,984/18,621	RES 73 smer z: 0,579/0,190	RES 73 smer z: 0,080/0,029	smer x: 0,359/0,115 smer y: 0,320/0,107 smer z: 0,200/0,057
smer Poprad 1 rušeň 12:44:45	smer x: 18,836/4,955 smer y: 34,277/7,079 smer z: 30,200/7,244	RES 82 smer z: 0,385/0,066	RES 82 smer z: 0,075/0,016	smer x: 0,490/0,130 smer y: 0,347/0,106 smer z: 0,191/0,059

Prevádzka železničnej trate ako zdroj technickej seizmicity vyvolá seizmické účinky, ktoré sa prenosovým prostredím šíria k receptoru, v našom prípade do konštrukcie budov.

V referenčných vzdialenostiach $r_1 = 7,5\text{m}$ a $r_2 = 15\text{m}$ sme vyjadrili:

Kvadratickú efektívnu hodnotu zrýchlenia vibrácií jednostranného krížového spektra

$$G_{BA}(f) = A(f) \cdot B^*(f)$$

Koherenciu lineárnej závislosti medzi dvomi autospektrami ako funkcia frekvencie

$$\gamma^2(f) = \frac{|G_{AB}(f)|^2}{G_{AA}(f) \cdot G_{BB}(f)}$$

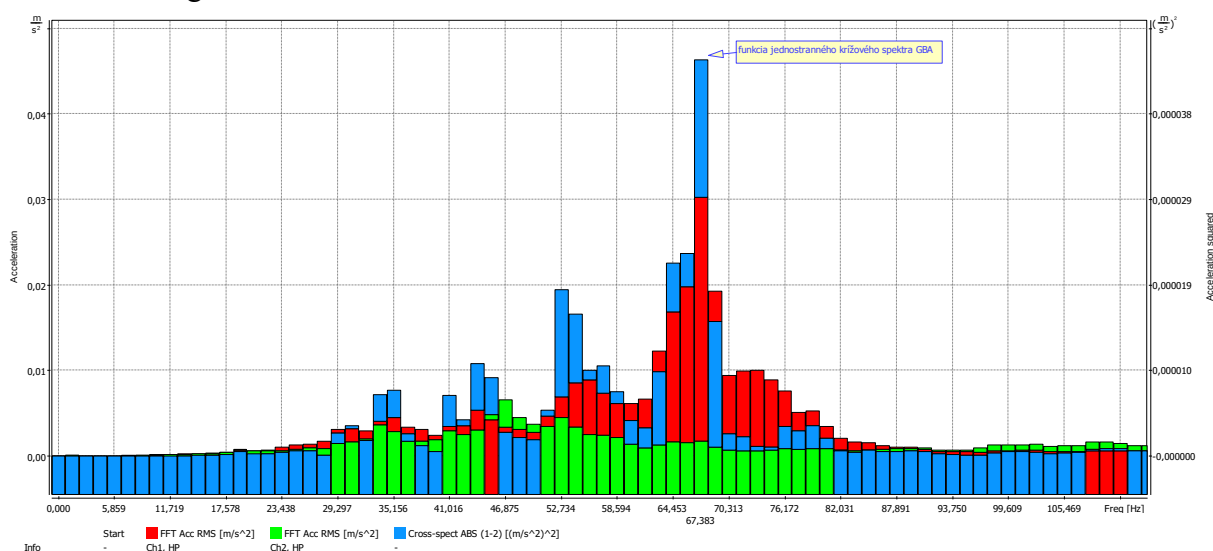
Frekvenčnú odozvu $H(f)$:

$$H(f) = \frac{B(f)}{A(f)}$$

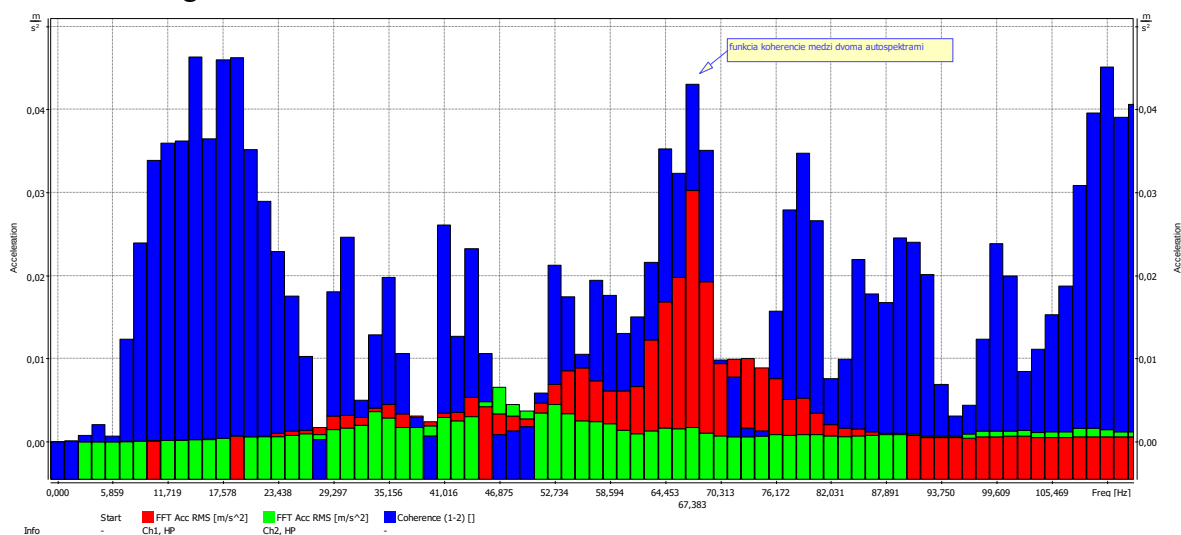
$B(f)$ výstupná frekvenčná oblasť

$A(f)$ vstupná frekvenčná oblasť

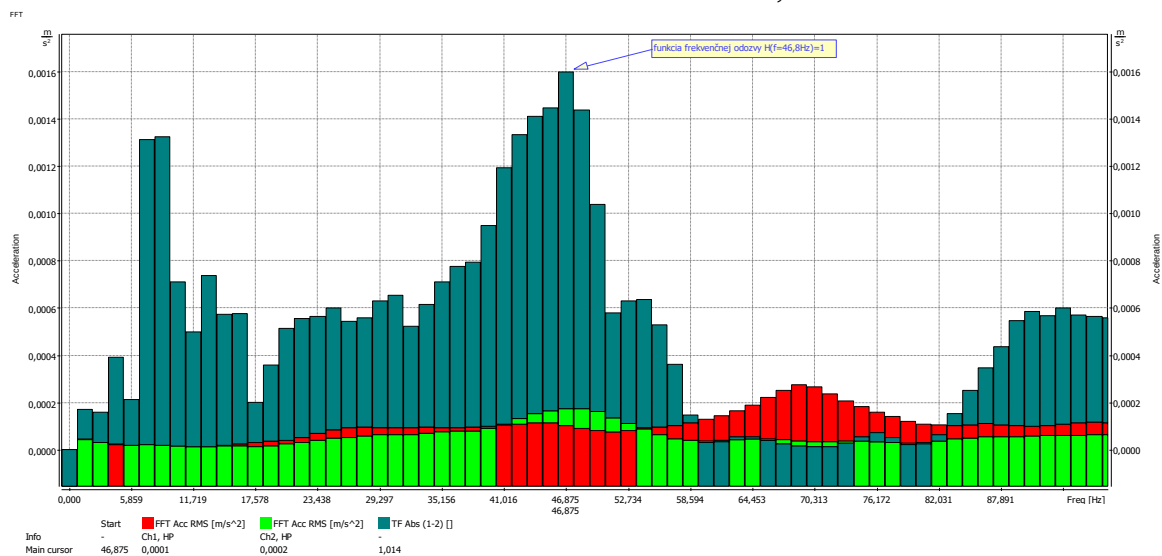
Obr. 4.3.7.1 Merané a vypočítané hodnoty jednostranného krížového spektra smer Žilina
R 10 vagónov 12:00:48 v meracích bodoch MVTS2 7,5 m a MVTS3 15 m



Obr. 4.3.7.2 Merané a vypočítané hodnoty funkcie koherencie smer Žilina
R 10 vagónov 12:00:48 v meracích bodoch MVTS2 7,5 m a MVTS3 15 m.



Obr. 4.3.7.3 Merané a vypočítané hodnoty funkcie frekvenčnej odozvy smer Poprad
1 rušeň 11:54:52v meracích bodoch MVTS2 7,5 m a MVTS3 15 m.



Odporúčanie:

Objekty vo vzdialenosti do 25 m od osi koľaje – s triedou odolnosti objektu **B** a triedou významnosti objektov **IV** do porúčame po realizácii stavby skontrolovať dodržanie *medznej hodnoty efektívnej rýchlosti vibrácií* $v_{ef} = 0,4 \text{ mm.s}^{-1}$.

5. VYSVETLIVKY, DEFINÍCIE A SOFTVÉROVÉ PROSTRIEDKY PRE VÝPOČTOVÉ POSTUPY

IMMI 2020 Premium licencia 899251457-0 inštalované moduly CNOSSOS-EU

Cadna A verzia 4.4 inštalované moduly BMP XL, USB L42965 a L42966, 32 a 64 bitová verzia so zapracovanými metódami pre výpočet hluku NMPB Routes 96, ISO 9613-2, Schall 03 pre podmienky Slovenskej republiky.

RD – rodinný dom, **BD** – bytový dom, **č.p.** – číslo popisné, **NP** – nadzemné podlažie

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).

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“ bázicentrickej 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“ bážicentrickej 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, ťhačmi 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“ bážicentrickej 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.
