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

Reg. No. 366/S-288

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

VIBROAKUSTICKÁ ŠTÚDIA PRE STAVBU

„ŽSR, MODERNIZÁCIA KORIDORU ŠTÁTNA HRANICA ČR / SR – ČADCA - KRÁSNO NAD KYSUCOU (MIMO), ŽELEZNIČNÁ TRAŤ“

STACIONÁRNE A MOBILNÉ ZDROJE HLUKU – VIZUALIZÁCIA

Protokol: A_195_2024

1. VŠEOBECNÉ ÚDAJE
Objednávateľ: REMING CONSULT a.s., Tomášikova 14366/64A 831 04 Bratislava
Predmet objednávky: Vypracovanie akreditovanej vibroakustickej štúdie pre stupeň EIA „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“
Dátum merania: 23 -24.10.2024 a 13 - 14.11.2024
Meranie vykonal: Ing. Ján Šimo, CSc., Ing. Ján Sobota
Protokol vypracoval: Ing. Ján Sobota
Protokol schválil vedúci pracoviska: Žilina 04.12.2024 Ing. Ján Šimo, CSc.

UPOZORNENIE: Výsledky sa vzťahujú iba na predmety skúšky a protokol sa bez písomného súhlasu môže reprodukovať iba ako celok. Odmietame zodpovednosť za informácie obdržané od zákazníka.

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, 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 2030.

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 <u>zložku zvuku šírenú vzduchom</u> 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 = 1s (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 1kHz 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 limitných hodnôt stanovených 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.	Územie s osobitnou ochranou pred hlukom, napr. kúpeľné miesta, kúpeľné a liečebné areály.	deň večer noc	45 45 40	45 45 40	50 50 40	- - 60	45 45 40
II.	Priestor pred oknami obytných miestností bytových a rodinných domov, priestor pred oknami chránených miestností školských budov, zdravotníckych zariadení a iných chránených objektov, [d)] vonkajší priestor v obytnom a rekreačnom území	deň večer noc	50 50 45	50 50 45	55 55 45	- - 65	50 50 45
III.	Územie ako v kategórii II v okolí diaľnic, ciest I. a II. triedy, miestnych komunikácií s hromadnou dopravou, železničných dráh a letísk, mestské centrá.	deň večer noc	60 60 50	60 60 55	60 60 50	- - 75	50 50 45
IV.	Územie bez obytnej funkcie a bez chránených vonkajších priestorov, výrobné zóny, priemyselné parky, areály závodov.	deň večer noc	70 70 70	70 70 70	70 70 70	- - 95	70 70 70

[a]) Prípustné hodnoty platia pre suchý povrch vozovky a nezasnežený terén, 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 stavbu „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ 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 koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ 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 2030

Označenie kategórie vlakov	Kategórie vlakov	Priemerná dĺžka vlakov [m]	Podiel kotúčových bŕzd [%]
EX	Expresný vlak (Ex), EuroCity (EC), InterCity (IC), EuroNight (EN)	284	100
Os	Osobný vlak (Os), Regionálny expres (REX) (CA ↔ ZA)	110	100
Os	Osobný vlak (Os), Regionálny expres (REX) (CA ↔ Skalité)	80	100
Os	Osobný vlak (Os), Regionálny expres (REX) (CA ↔ Makov)	80	100
Nex	Nákladný expres	600	100
Pn	Priebežný nákladný vlak	650	100
Mn	Manipulačný nákladný vlak	300	100

Tab. 3.3 Uvažované intenzity dopravy pre výhľadový rok 2030 po železničných dráhach v sledovanom úseku v referenčných časových intervaloch.

referenčných časových intervaloch	Smer	Ex	Os	Os (Makov)	Os (Skalité)	Nex	Pn	Mn
noc	P	6	2		10	16	13	0
	N	6	11	6	-	20	18	0
deň	P	18	0		27	21	13	0
	N	17	40	19	-	17	13	2
večer	P	6	0		8	7	1	0
	N	7	10	5	-	11	6	0

P - párne vlaky smer ZA→ČR, N – nepárne vlaky smer ČR→ZA

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]
EX	Expresný vlak (Ex), EuroCity (EC), InterCity (IC), EuroNight (EN)	120	70
Os	Osobný vlak (Os), Regionálny expres (REX)	120	40
Nex	Nákladný expres	100	60
Pn	Priebežný nákladný vlak	90	40
Mn	Manipulačný nákladný vlak	70	40

V navrhovanej činnosti sa ráta s dvomi variantami polohy TIOP-u v meste Krásno nad Kysucou:

- variant 1 TIOP Juh
- variant 2 TIOP Sever

Vybudovanie TIOP-u predstavuje výstavbu novej železničnej zastávky, v rámci ktorej budú zriadené dve krajné nástupištia dĺžky 250 m. V rámci TIOP-u sa vybuduje aj nové dopravné napojenie na cestnú infraštruktúru mesta. Z hľadiska akustickej situácie v mestskej časti TIOP-u Krásno nad Kysucou je výhodnejší variant 2 TIOP Sever, ktorý odkloní súvisiacu pozemnú dopravu od záujmových chránených priestorov základnej školy a obytnej zóny. Pričom chránené územie nezaťaží tak hlukom ako variant1 TIOP Juh.

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 koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca - Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“.
Posudzovaná hodnota – z vypočítanej hodnoty zvuku vyjadrená hodnota špecifického zvuku od zámeru „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ 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 3.6) sme zistili prekročenie prípustných hodnôt hluku v záujmovom obytnom území zámeru „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca - Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ (pre kategóriu územia II. a III.). Následne sme navrhli primárne* opatrenia (Tab 3.5) a sekundárne opatrenia v dvoch návrhoch:

- Návrh PHC A – výška PHC bez obmedzenia (Tab 3.7)
- Návrh PHC B – optimalizovaný (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.

* odporúčané primárne opatrenia – po inštalovaní primárnych akustických opatrení spočívajúcich v aplikovaní podštrkových rohoží, alebo podpodvalových položiek prípadne prvku s podobnými akustickými vlastnosťami je zníženie hladín hluku v sledovanom území o ΔL = 2,5 dB.

Tab. 3.5 Umiestnenie doporučených antivibračných primárnych protihlukových opatrení AVO (podštrkové rohože, alebo podpodvalové podložky pre hlavnú trať v smere do Žiliny a do Českej Republiky)

Označenie PHC	Chránená lokalita	Staničenie AVO [km]	Dĺžka AVO [m]
AVO 1	Čadca	279,570 – 281,606	2036 m

*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.

Vzhľadom na zložitosť nivelity terénu, ktorým je železnica vedená, lokálne geologické podložie a roztrúsenosť obydlí v dotknutom záujmovom území vychádza rozsah protihlukových opatrení v zmysle predikčného modelu nadpriemerne (návrh PHC A) a nie je v plnom rozsahu realizovateľný. Preto bol navrhnutý optimalizovaný (návrh PHC B), ktorý zohľadňuje technické možnosti výstavby PHS, snahu o minimalizáciu negatívneho psychologického pôsobenia vysokých PHS na miestnych obyvateľov a na cestujúcich a zmiernenie zásahov do krajinnej scenérie. Výška PHS uvažovaná v tomto návrhu PHC B vychádza z doterajších skúseností navrhovateľa a zohľadňuje efektivitu PHS vzhľadom na vynaložené ekonomické náklady na ich realizáciu. V tomto návrhu PHC B bolo vzhľadom na charakter podložia, niveletu trate a blízkosť niektorých objektov lokálne v ŽST Čadca uvažované aj s inštaláciou antivibračných rohoží do telesa trate. Ide o predbežný návrh na základe súčasného stupňa poznania. Rozsah inštalácie rohoží v ŽST Čadca a PHS na priecestiach križujúcich žel. trať budú upresnené na podklade podrobnej projektovej dokumentácie vo vyššom stupni prípravy navrhovanej činnosti.

Tab. 3.6 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 – návrh PHC A $L_{R,Aeq,T}$ [dB]			Posudzovaná hladina hluku od železničných dráh s aplikáciou protihlukových clôn – návrh PHC B $L_{R,Aeq,T}$ [dB]			Prípustná hladina hluku $L_{Aeq,p}$ [dB] / kategória územia		
				deň	večer	noc	deň	večer	noc	deň	večer	noc	deň	večer	noc
V1	1,5	-435040,80	-1154533,29	57,4	58,9	59,8	40,6	42,5	43,2	46,6	48,5	49,2	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V2	5,0	-435422,93	-1153575,74	60,1	60,6	61,2	52,4	53,4	53,9	60,2	60,7	61,3	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V3	5,0	-435134,31	-1153436,45	53,3	54,9	55,9	42,1	43,8	44,9	45,6	47,4	48,4	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V4	5,0	-435081,40	-1153340,20	52,0	53,7	54,7	43,0	44,6	45,7	45,5	47,4	48,3	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V5	1,5	-434441,98	-1151520,86	49,3	50,7	52,3	41,5	43,0	44,6	43,0	44,7	46,2	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V6	1,5	-434493,80	-1150909,73	48,1	49,5	51,1	38,9	40,5	42,1	41,2	42,9	44,3	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V7	1,5	-434628,86	-1150329,37	44,3	45,7	47,3	36,7	38,4	39,9	38,3	40,0	41,4	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V8	1,5	-434991,15	-1150349,80	51,3	52,6	54,2	40,5	42,2	43,6	42,2	44,0	45,3	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V9	4,0	-435400,26	-1150536,30	60,0	60,9	62,0	47,4	48,9	49,8	50,9	52,4	53,2	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V10	4,0	-436209,23	-1150235,23	53,0	54,2	55,6	41,0	42,1	43,6	44,0	45,0	46,6	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V11	4,0	-436807,79	-1150128,98	49,5	50,5	52,1	46,3	47,5	49,0	48,7	49,3	51,2	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V12	15,0	-437572,75	-1149615,77	54,4	55,0	55,9	44,7	45,6	46,6	50,4	50,5	51,9	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V13	5,0	-437725,44	-1147649,35	52,8	54,3	55,8	52,0	53,7	55,0	52,1	53,7	55,1	50 / II.	50 / II.	45 / II.
V14	3,0	-438059,95	-1147618,43	67,2	68,5	69,0	50,6	51,7	52,8	52,3	53,4	54,4	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V15	1,5	-438158,22	-1147488,01	63,0	64,5	65,5	47,0	48,4	49,6	48,6	49,9	51,1	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V16	5,5	-438198,46	-1147435,08	63,0	64,0	64,5	48,4	49,5	50,4	49,9	50,9	51,8	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V17	4,0	-438153,15	-1147177,03	61,9	63,0	63,9	51,1	52,6	53,5	58,7	60,2	61,0	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V18	1,5	-438238,80	-1146774,96	51,1	52,6	53,4	47,6	49,0	49,9	48,7	50,1	51,0	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V19	4,0	-438132,68	-1146789,24	61,4	62,6	63,2	50,3	50,7	50,3	52,2	53,8	54,3	60 / III.	60 / III.	55 / III.
V20	5,0	-437984,42	-1146437,99	62,0	63,2	63,8	50,1	51,5	52,1	57,9	59,5	60,0	50 / II.	50 / II.	45 / II.

Poznámka:

V zmysle vyhlášky č. 549/2007 Z.z. 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.

V zmysle vyhlášky č. 549/2007 Z.z. §2 odsek zr) podstatná rekonštrukcia dopravnej stavby a súvisiacej dopravnej infraštruktúry je rekonštrukcia, v dôsledku ktorej je možné predpokladať zmenu posudzovanej hodnoty hluku v súvisiacom vonkajšom prostredí o viac ako 1 dB bez protihlukových úprav. Posudzovaná hodnota od železničnej dráhy by na základe splnenia tohto kritéria musela dodržať podmienku navýšenia existujúcej posudzovanej hodnoty o $\Delta L \leq 1$ dB čo predstavuje pri energetickom súčte hladín posudzovanú hodnotu od novej železničnej dráhy nižšiu o 6 dB oproti posudzovanej hodnote z existujúcej dráhy.

V prípade použitia jednotnej výšky PHC = 2,5m by bol účinok navrhnutých vibroakustických opatrení z pohľadu zníženia hluku a vibrácií v dotknutom okolí železničnej dráhy určený na základe meraní in situ a na základe reálnych výsledkov meraní v chránených priestoroch by boli aplikované opatrenia, ktoré by garantovali zabezpečenie ochrany verejného zdravia podľa súčasného stavu poznania a ekonomickej úrovne spoločnosti.

Umiestnenie výpočtových bodov viď: str. 9 - 15

Tab. 3.7 Umiestnenie a charakteristiky PHC

Označenie PHC	Chránená lokalita	Umiestnenie PHC	Staničenie PHC [km]	Dĺžka PHC [m]	Navrhovaná výška PHC návrh PHC A [m]	Optimalizovaná výška PHC návrh PHC B [m]
PHC 1 TIOP juh	Krásno nad Kysucou	vpravo	270,000 – 271,105	1105	6,0 + DT	2,5 + DT
PHC 1 TIOP sever	Krásno nad Kysucou	vpravo	270,000 – 271,345	1348	6,0 + DT	2,5 + DT
PHC 2	Krásno nad Kysucou	vľavo	270,940 – 271,420	480	6,0 + DT	2,5 + DT
PHC 3 TIOP juh	Krásno nad Kysucou	vpravo	271,100 – 271,795	695	6,0 + DT	2,5 + DT
PHC 3 TIOP sever	Krásno nad Kysucou	vpravo	271,345 – 271,795	450	6,0 + DT	2,5 + DT
PHC 4	Oščadnica	vpravo	273,220 – 273,560	340	5,0	2,5 + DT
PHC 5	Horelica	vpravo	273,820 – 274,468	648	5,5	2,5 + DT
PHC 6	Horelica	vpravo	274,577 – 275,697	1120	4,0	2,5 + DT
PHC 7	Horelica	vpravo	275,697 – 275,500	803	4,0	2,5 + DT
PHC 8	Horelica	vľavo	275,640 – 276,500	860	4,0 + DT	2,5 + DT
PHC 9	Horelica	vľavo	276,500 – 277,300	800	6,0 + DT	2,5 + DT
PHC 10	Horelica	vpravo	276,500 – 277,945	1445	4,0	2,5 + DT
PHC 11	Čadca	vľavo	277,645 – 279,200	1555	6,0 + DT	2,5 + DT
PHC 12	Čadca	vpravo	278,090 – 278,485	395	5,0 + DT	2,5 + DT
PHC 13	Čadca	vpravo	278,545 – 279,125	580	4,0	2,5 + DT
PHC 14	Čadca	vľavo	279,537 – 279,682	145	5,0 + DT	2,5 + DT
PHC 15	Čadca	vpravo	279,570 – 280,205	632	6,0 + DT	2,5 + DT
PHC 16	Čadca	vľavo	279,935 – 280,695	760	4,5 + DT	3,5 + DT
PHC 17	Čadca	vpravo	280,290 – 280,425	135	6,0 + DT	2,5 + DT
PHC 18	Čadca	vpravo	280,425 – 281,606	1181	6,0 + DT	2,5 + DT
PHC 19	Čadca	vľavo	280,830 – 281,430	600	4,0	2,5

Umiestnenie PHC viď: str. 9 – 15

*** - Nutné aplikovať prídavné zariadenie pre zníženie hodnôt zo zvukovej difrakcie zo železničnej dopravy, alebo prvku s podobnými akusticko-izolačnými vlastnosťami umiestnené na vrchnú časť PHC s cieľom znížiť hluk pre chránené územia počas referenčného časového intervalu deň, večer a noc, 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. (viď. Kapitola 6)**

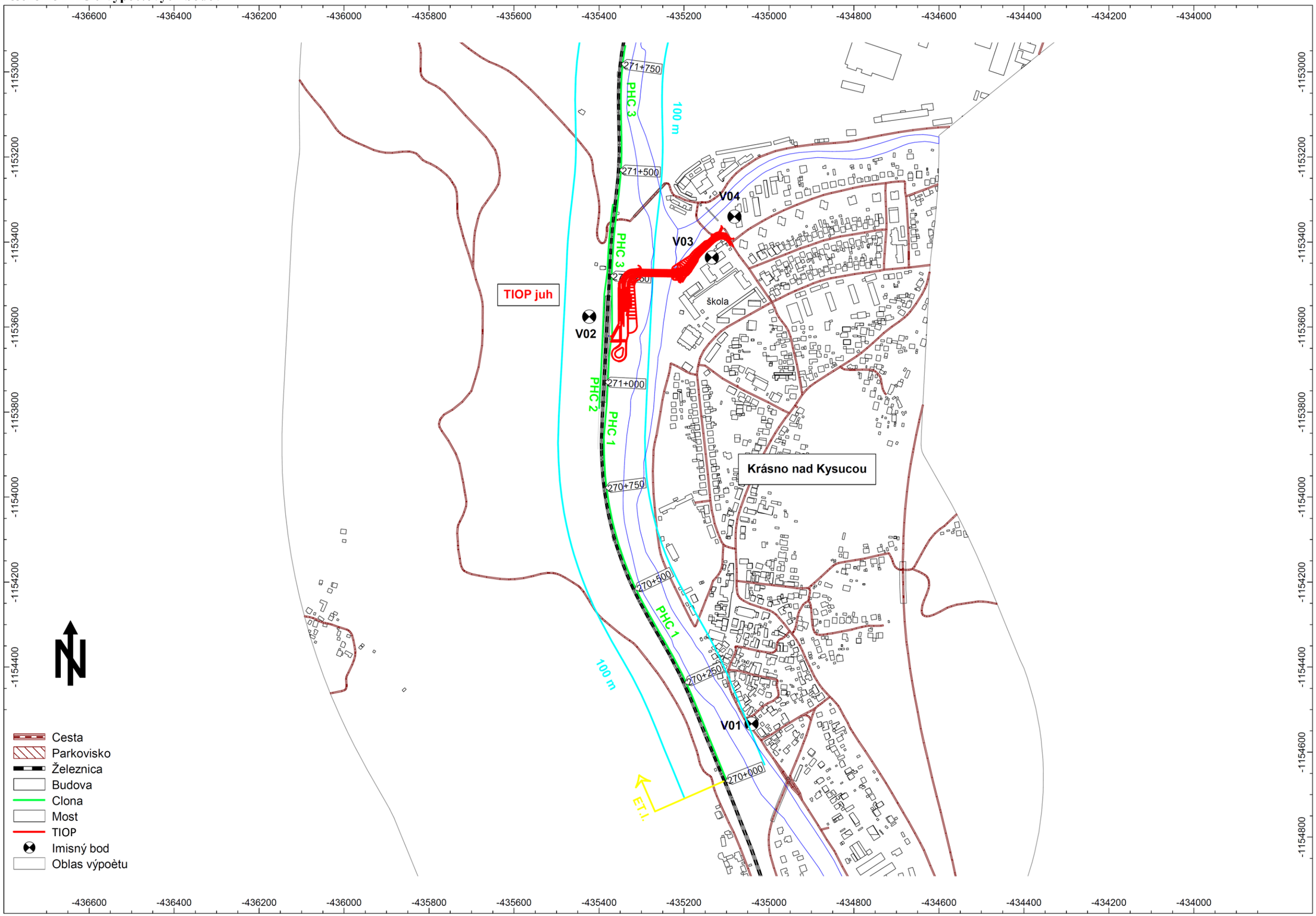
Poznámky:

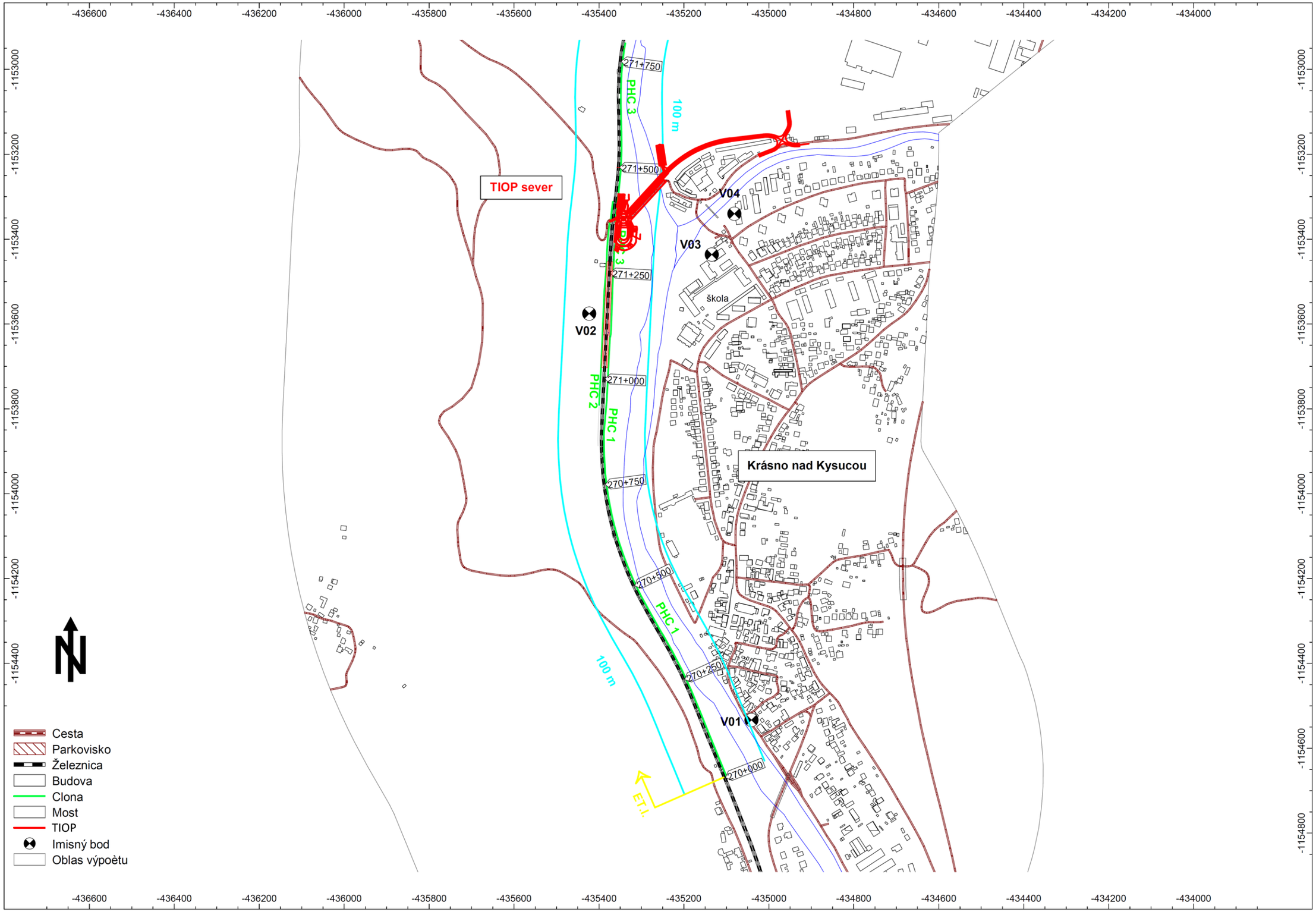
- **Vlastné charakteristiky PHC musia mať jednočíselnú veličinu odrazu zvuku: $D_{LRI} \geq 6$ s výnimkou použitia priehľadných odrazivých PMMA panelov na mostoch s hodnotou $D_{LRI} < 1$ (EN1793-5) a jednočíselnú veličinu nepriezvučnosti pre pohltivé aj odrazivé PHC prvky $D_{LSI,E} \geq 28$ a pre PHC stĺpiky $D_{LSI,P} \geq 28$ (EN1793-6)**
- **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.**

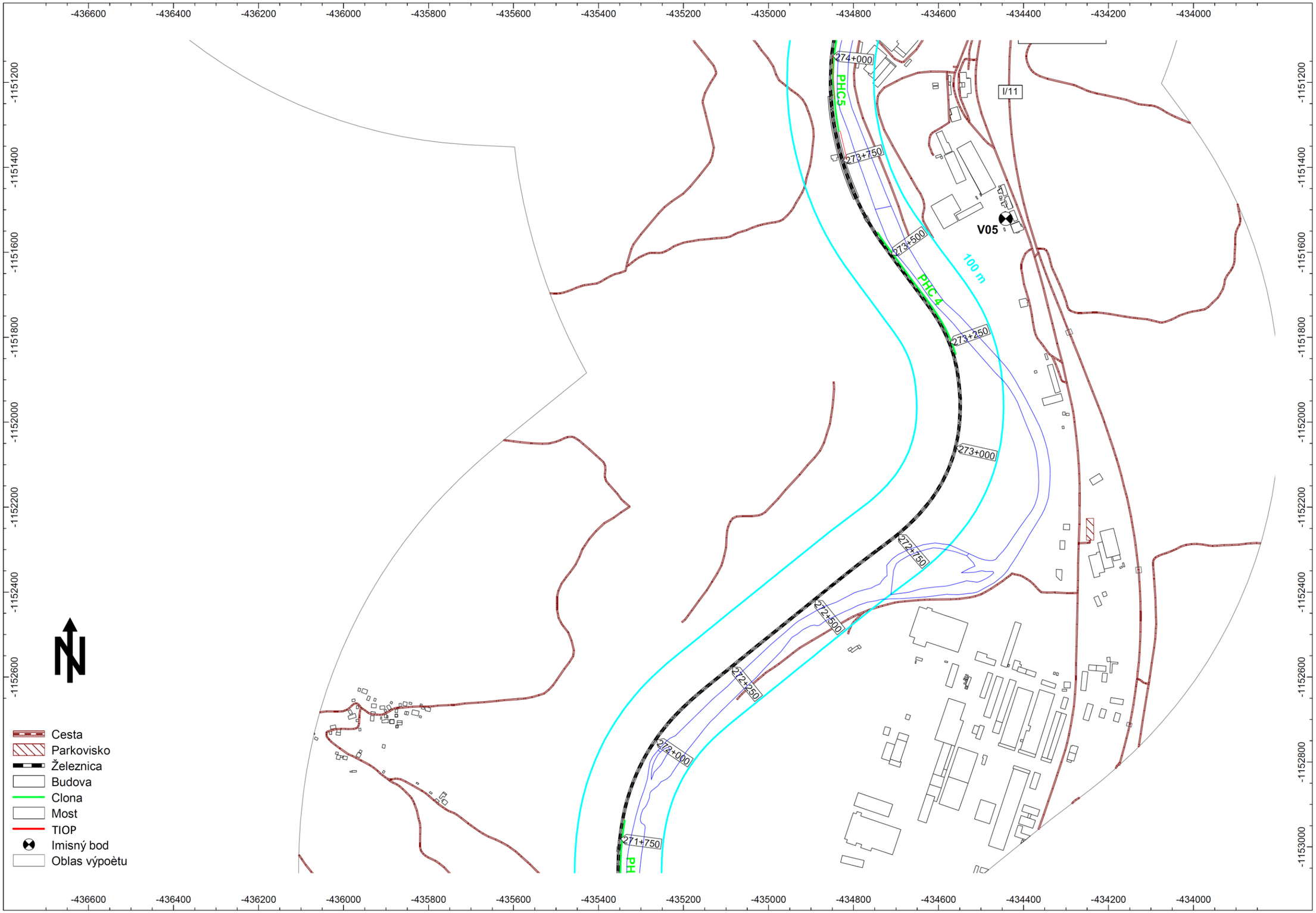
Reálny účinok PHC z pohľadu zníženia hlukovej záťaže v dotknutom okolí posudzovanej železničnej trate je možné určiť len na základe meraní odrazivých vlastností PHC v mieste umiestnenia (in-situ) podľa postupu - Skúšobná metóda (Far field) určovanie odrazivosti PHC v difúznom poli a akreditované merania vloženého útlmu PHC v mieste umiestnenia (in-situ) STN ISO 10847 Akustika. Stanovenie vloženého útlmu vonkajších protihlukových bariér všetkých typov na mieste trvalého uloženia (in-situ).

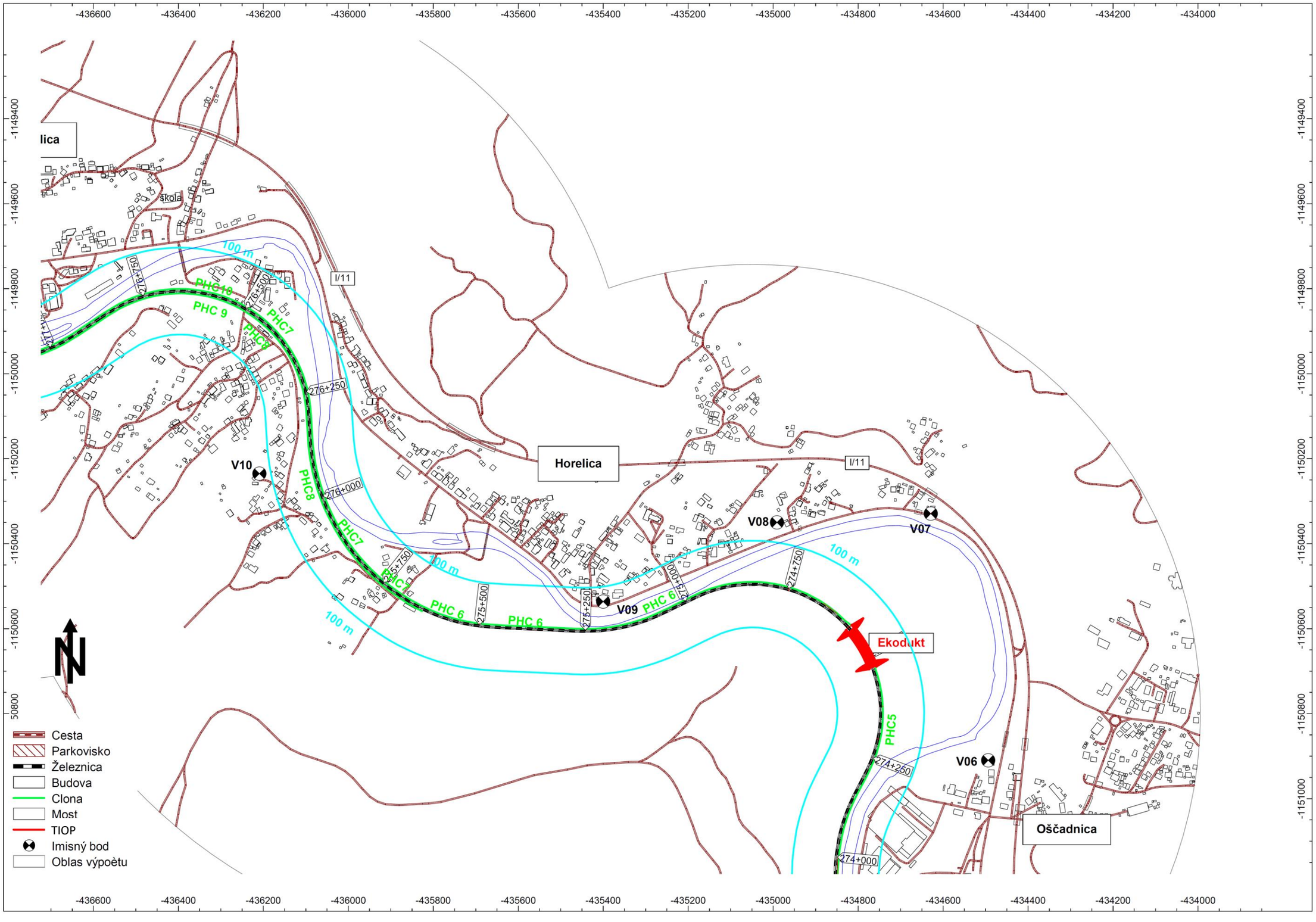
Po realizácii stavby je nutné meraním overiť reálny účinok PHC z pohľadu zníženia hlukovej záťaže v dotknutom okolí posudzovanej železničnej dráhy:
• Hodnoty odrazu RI podľa STN EN 16272-3-2
• Hodnoty indexu vzduchovej nepriezvučnosti SI podľa STN EN 16272-6
• Akreditované merania vloženého útlmu PHC v mieste umiestnenia (in-situ) STN ISO 10847 Akustika a stanovenie vloženého útlmu vonkajších protihlukových bariér všetkých typov na mieste trvalého uloženia (in-situ).

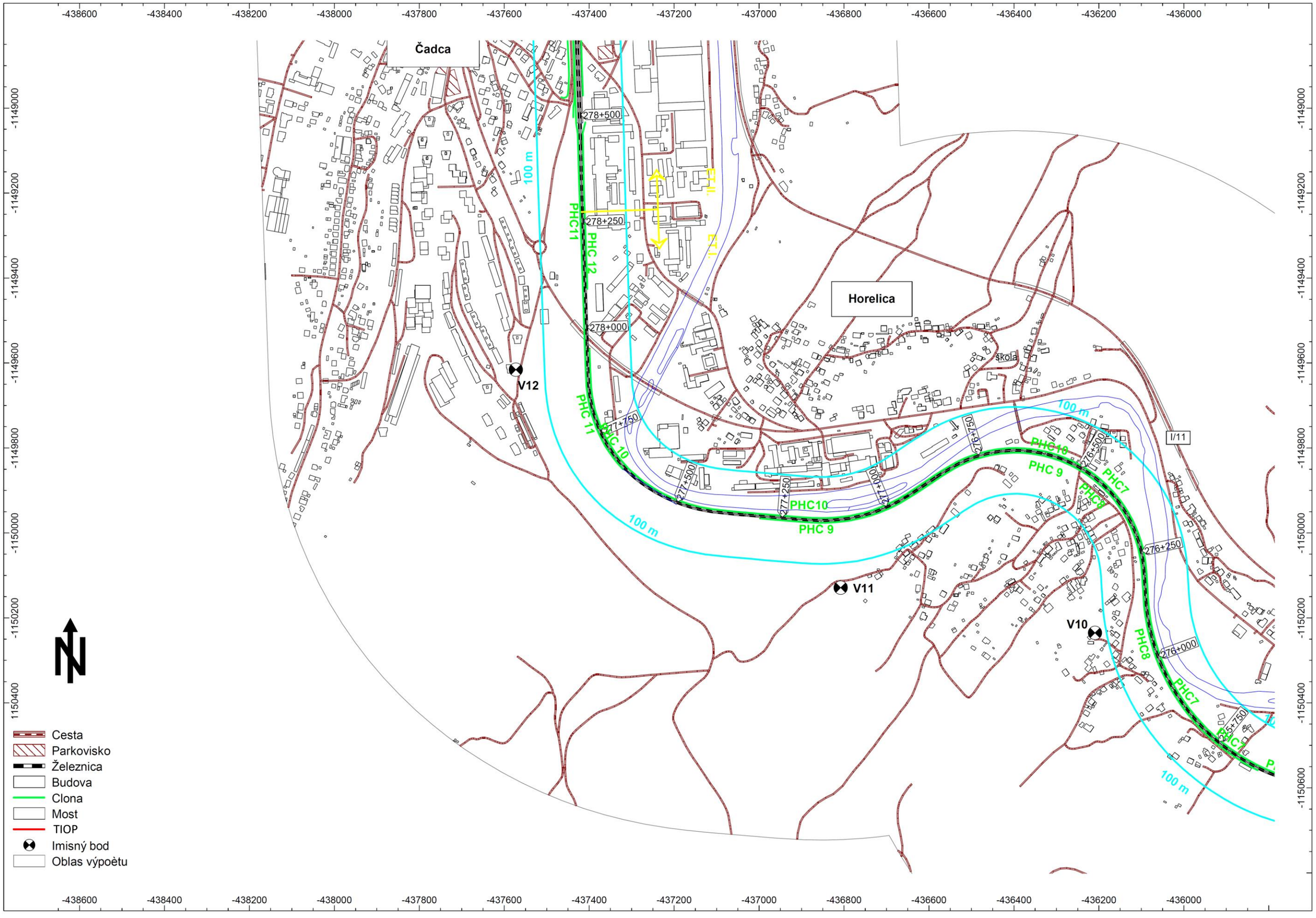
Umiestnenie PHC a výpočtových bodov

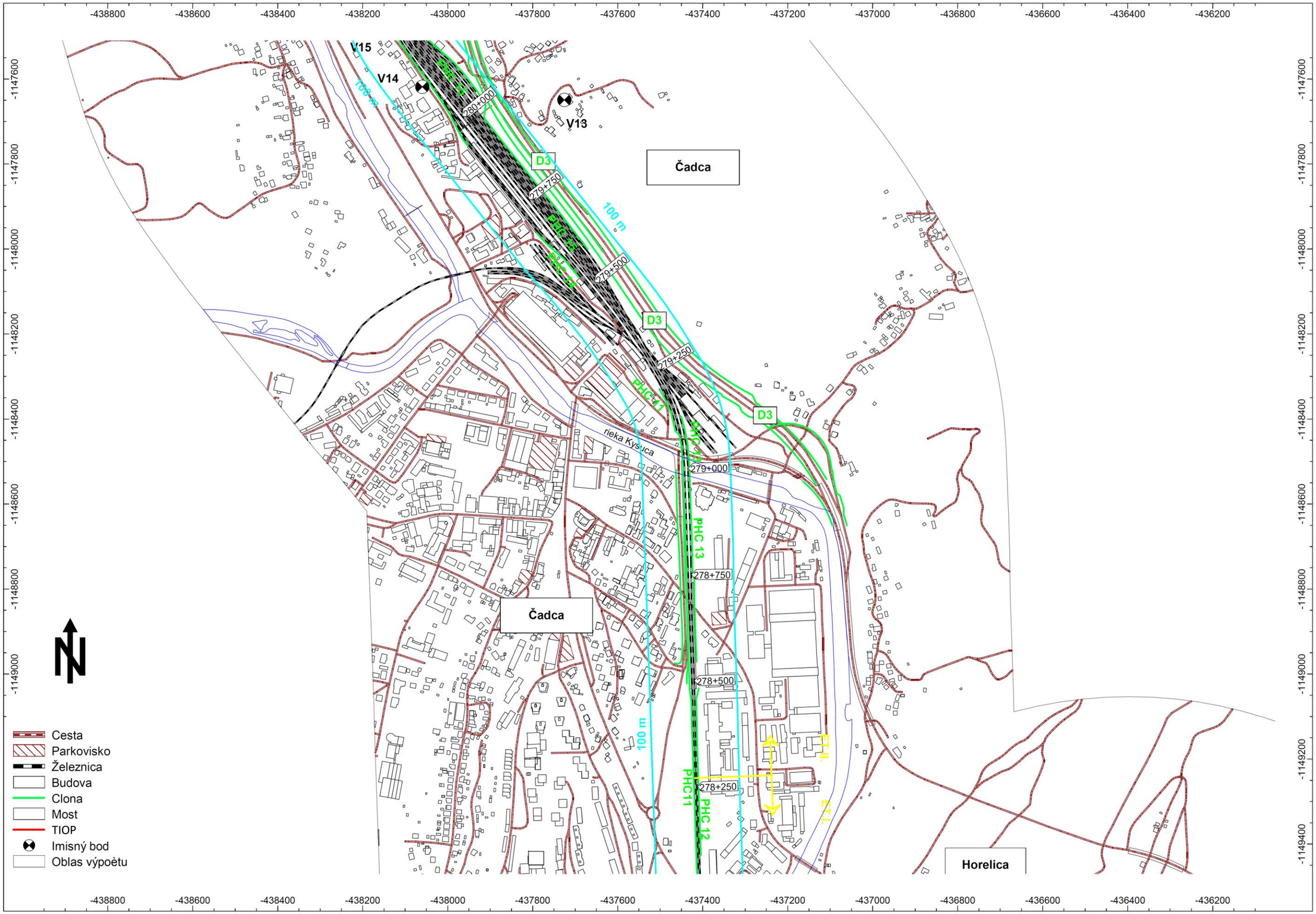


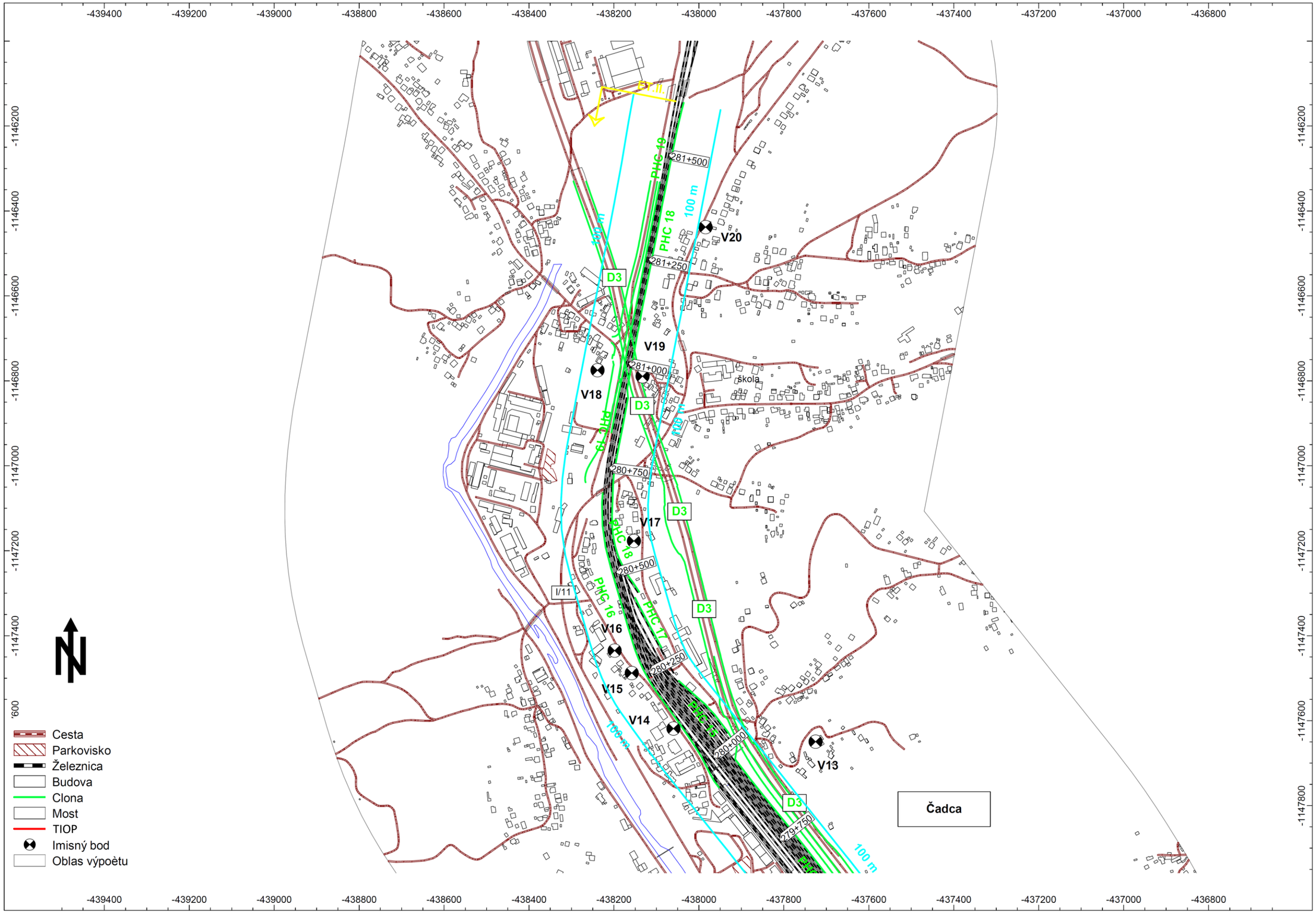

-436600
-436400
-436200
-436000
-435800
-435600
-435400
-435200
-435000
-434800
-434600
-434400
-434200
-434000
-1153000
-1153200
-1153400
-1153600
-1153800
-1154000
-1154200
-1154400
-1154600
-1154800
271+750
271+500
271+250
271+000
270+750
270+500
270+250
270+000
PHC 3
PHC 2
PHC 1
100 m
TIOP sever
V01
V02
V03
V04
škola
Krásno nad Kysucou
ET.1.
Cesta
Parkovisko
Železnica
Budova
Clona
Most
TIOP
Imisný bod
Oblas výpoètu

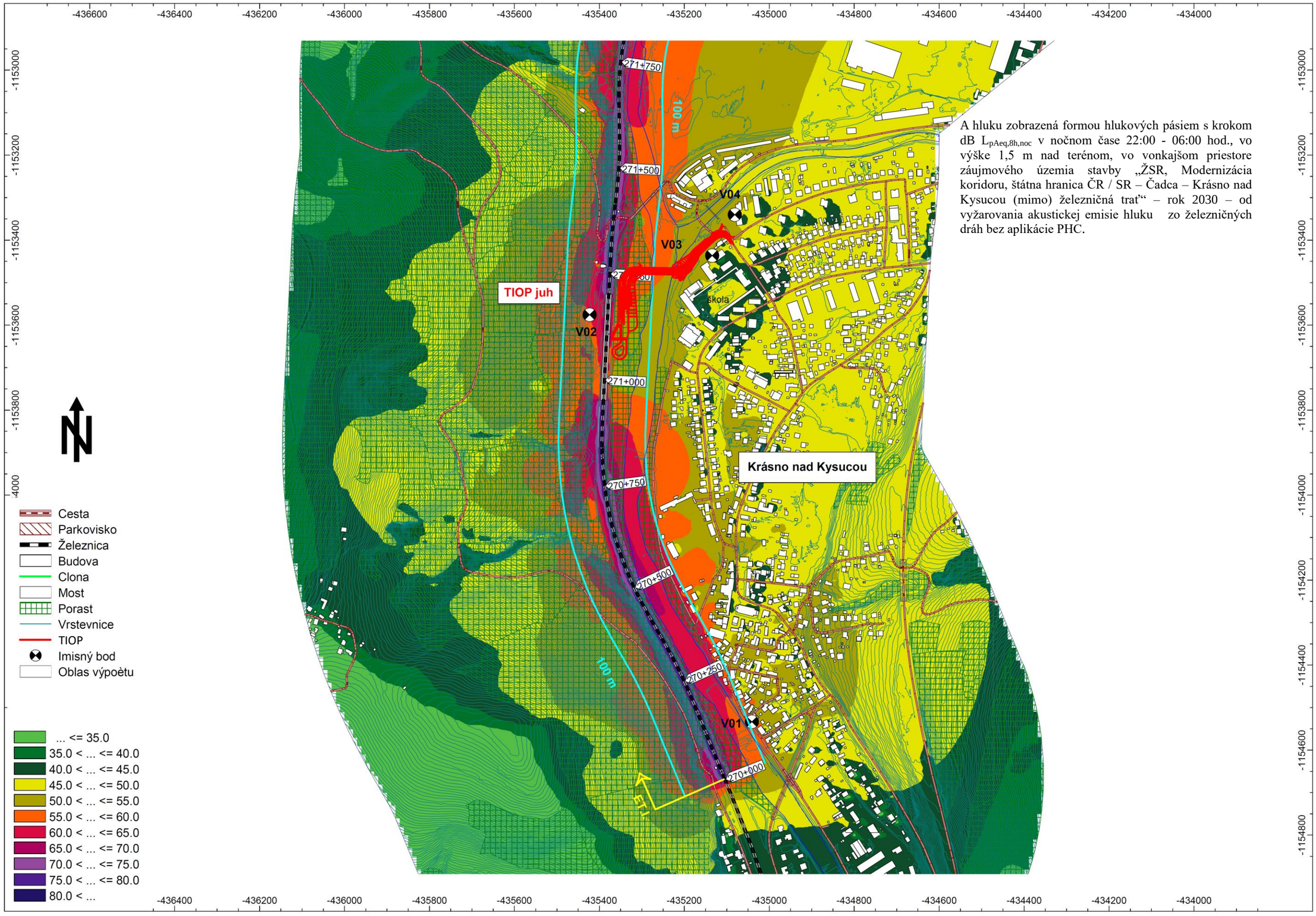

-436600
-436400
-436200
-436000
-435800
-435600
-435400
-435200
-435000
-434800
-434600
-434400
-434200
-434000
-1151200
-1151400
-1151600
-1151800
-1152000
-1152200
-1152400
-1152600
-1152800
-1153000
274+000
PHC5
273+750
273+500
PHC 4
273+250
273+000
272+750
272+500
272+250
272+000
271+750
Hd
I/11
V05
100 m
Cesta
Parkovisko
Železnica
Budova
Clona
Most
TIOP
Imisný bod
Oblas výpoètu


-436600
-436400
-436200
-436000
-435800
-435600
-435400
-435200
-435000
-434800
-434600
-434400
-434200
-434000
-1149400
-1149600
-1149800
-1150000
-1150200
-1150400
-1150600
-1150800
-1151000
lica
škola
100 m
PHC10
PHC 9
PHC8
PHC7
276+750
276+500
276+250
276+000
I/11
V10
Horelica
V08
V07
PHC 6
275+750
275+500
275+250
275+000
V09
274+750
Ekodukt
PHC5
274+250
V06
Oščadnica
274+000
Cesta
Parkovisko
Železnica
Budova
Clona
Most
TIOP
Imisný bod
Oblas výpočtu

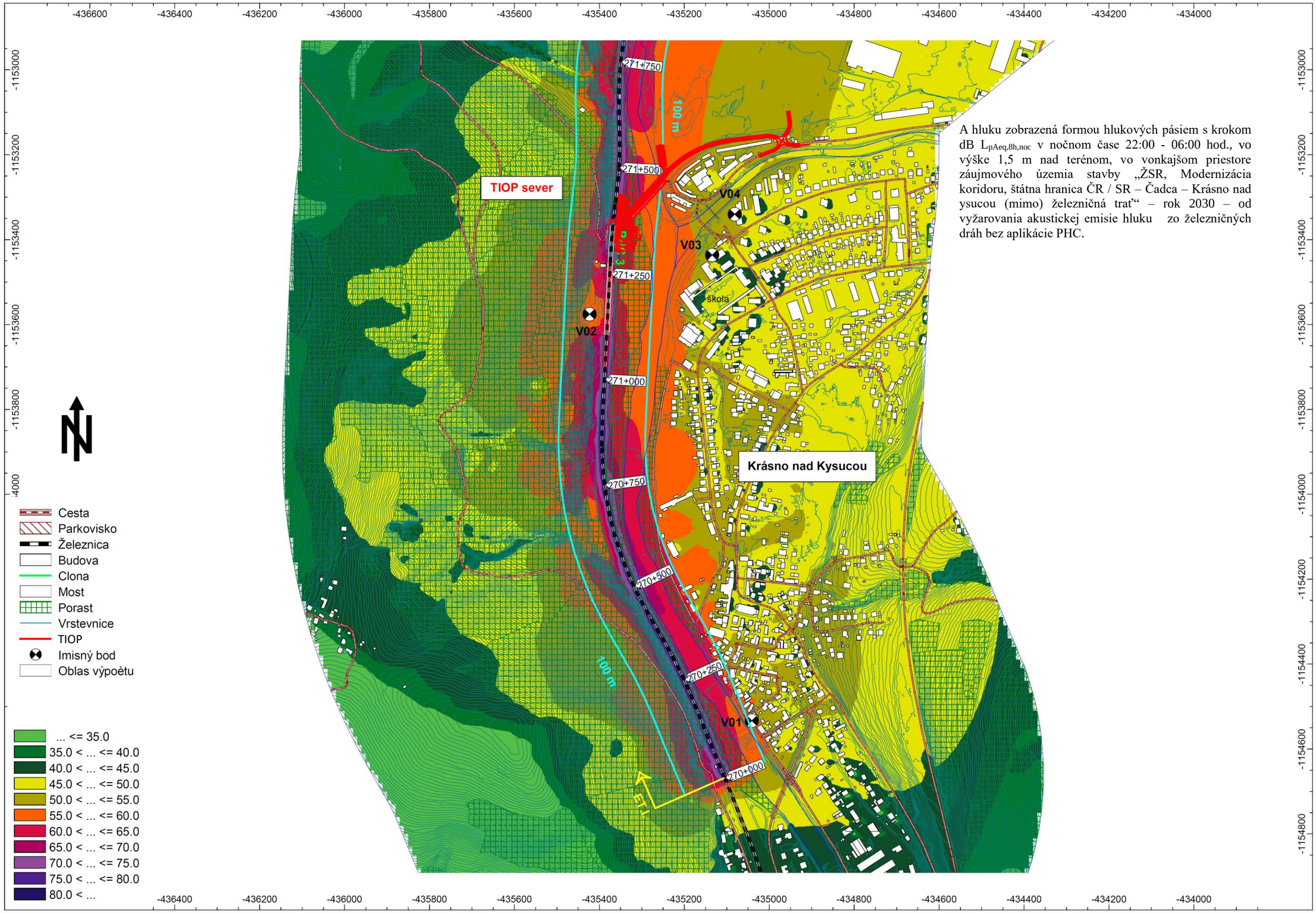

Čadca
Horelica
škola
V12
V11
V10
100 m
PHC11
PHC 12
PHC 11
PHC10
PHC 9
PHC8
PHC7
278+500
278+250
278+000
277+750
277+500
277+250
277+000
276+750
276+500
276+250
276+000
275+750
I/11
Cesta
Parkovisko
Železnica
Budova
Clona
Most
TIOP
Imisný bod
Oblas výpoètu
-438600
-438400
-438200
-438000
-437800
-437600
-437400
-437200
-437000
-436800
-436600
-436400
-436200
-436000
-1149000
-1149200
-1149400
-1149600
-1149800
-1150000
-1150200
-1150400
-1150600


V15
V14
V13
D3
Čadca
100 m
280+000
279+750
279+500
279+250
279+000
278+750
278+500
278+250
PHC 13
PHC 12
PHC11
rieka Kysuca
Čadca
Horelica
Cesta
Parkovisko
Železnica
Budova
Clona
Most
TIOP
Imisný bod
Oblas výpoètu
-438800
-438600
-438400
-438200
-438000
-437800
-437600
-437400
-437200
-437000
-436800
-436600
-436400
-436200
-1147600
-1147800
-1148000
-1148200
-1148400
-1148600
-1148800
-1149000
-1149200
-1149400


-439400
-439200
-439000
-438800
-438600
-438400
-438200
-438000
-437800
-437600
-437400
-437200
-437000
-436800
-1146200
-1146400
-1146600
-1146800
-1147000
-1147200
-1147400
-1147600
-1147800
I/11
PHC 19
PHC 18
PHC 16
PHC 17
100 m
D3
281+500
281+250
281+000
280+750
280+500
280+250
280+000
279+750
V13
V14
V15
V16
V17
V18
V19
V20
škola
Čadca
Cesta
Parkovisko
Železnica
Budova
Clona
Most
TIOP
Imisný bod
Oblas výpoètu

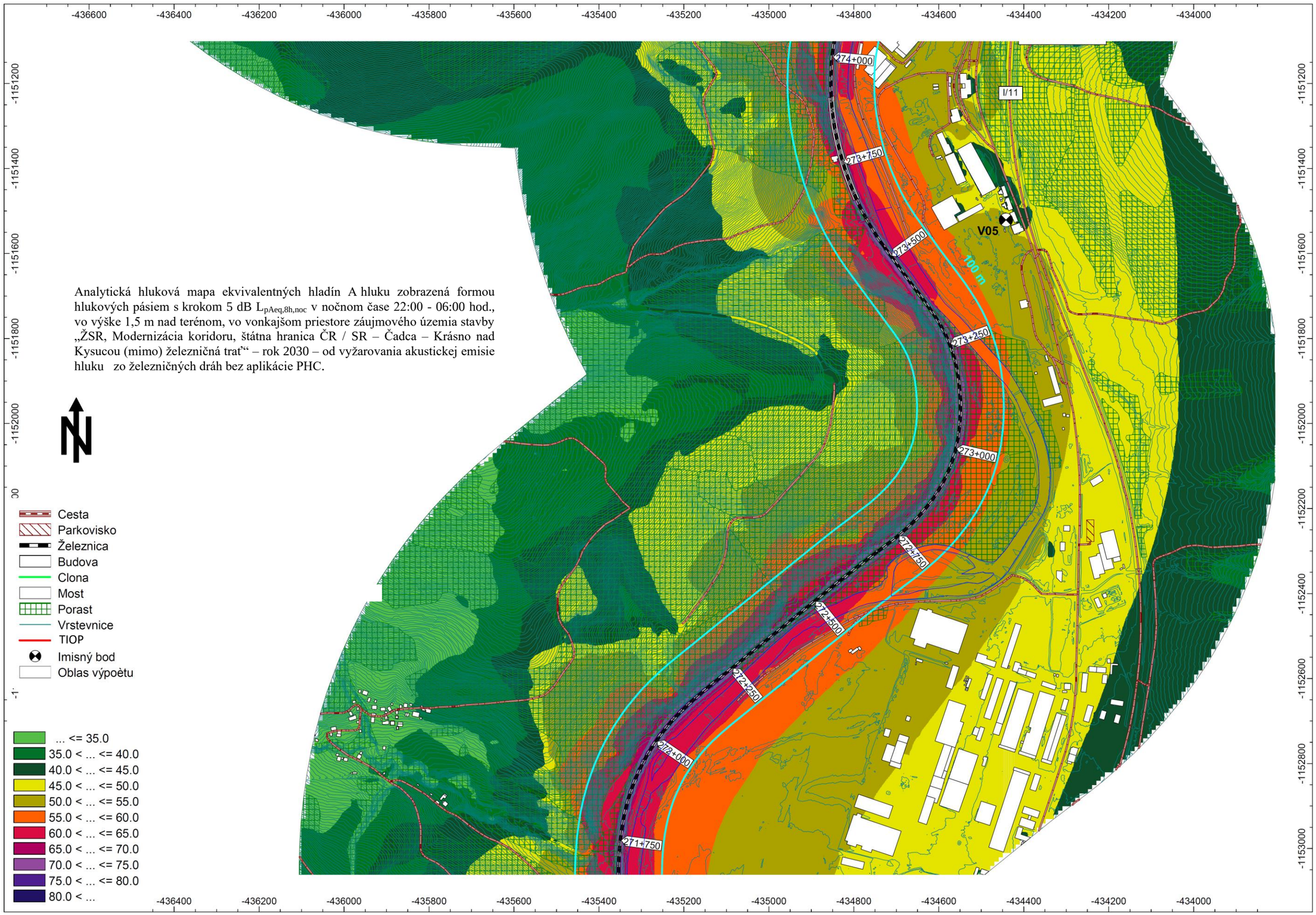


A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh bez aplikácie PHC.

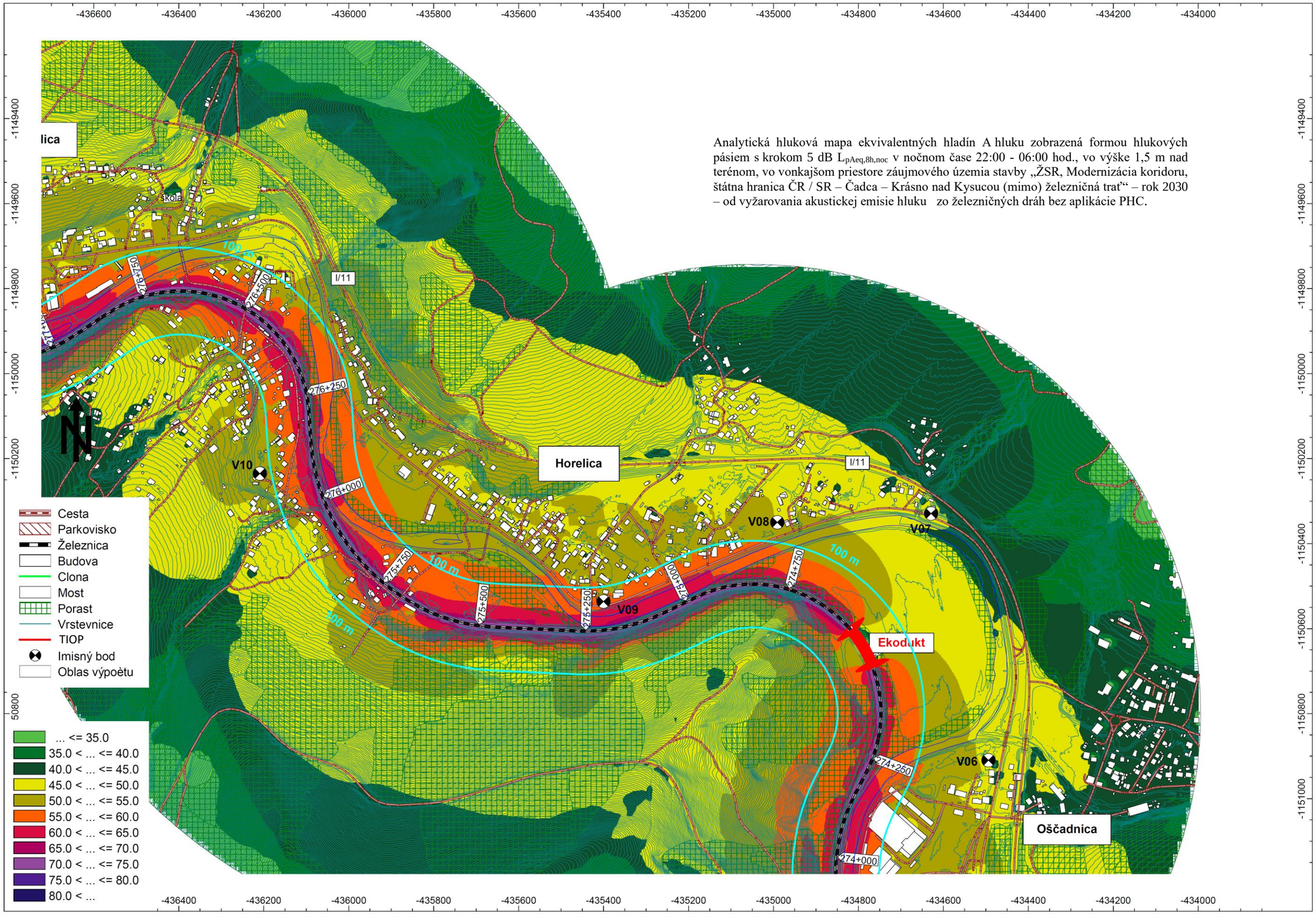


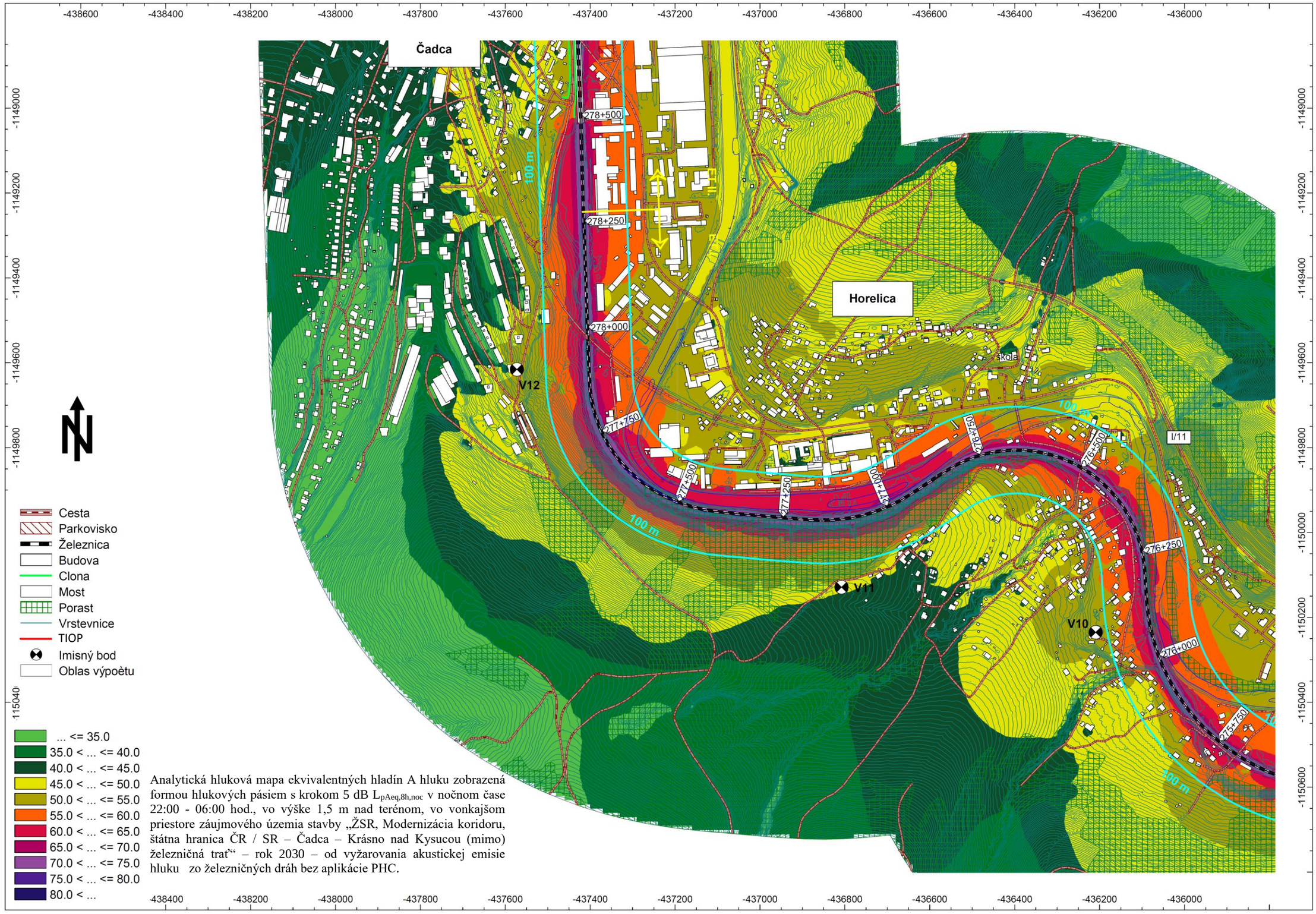
A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad ysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – od 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 „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh bez aplikácie PHC.



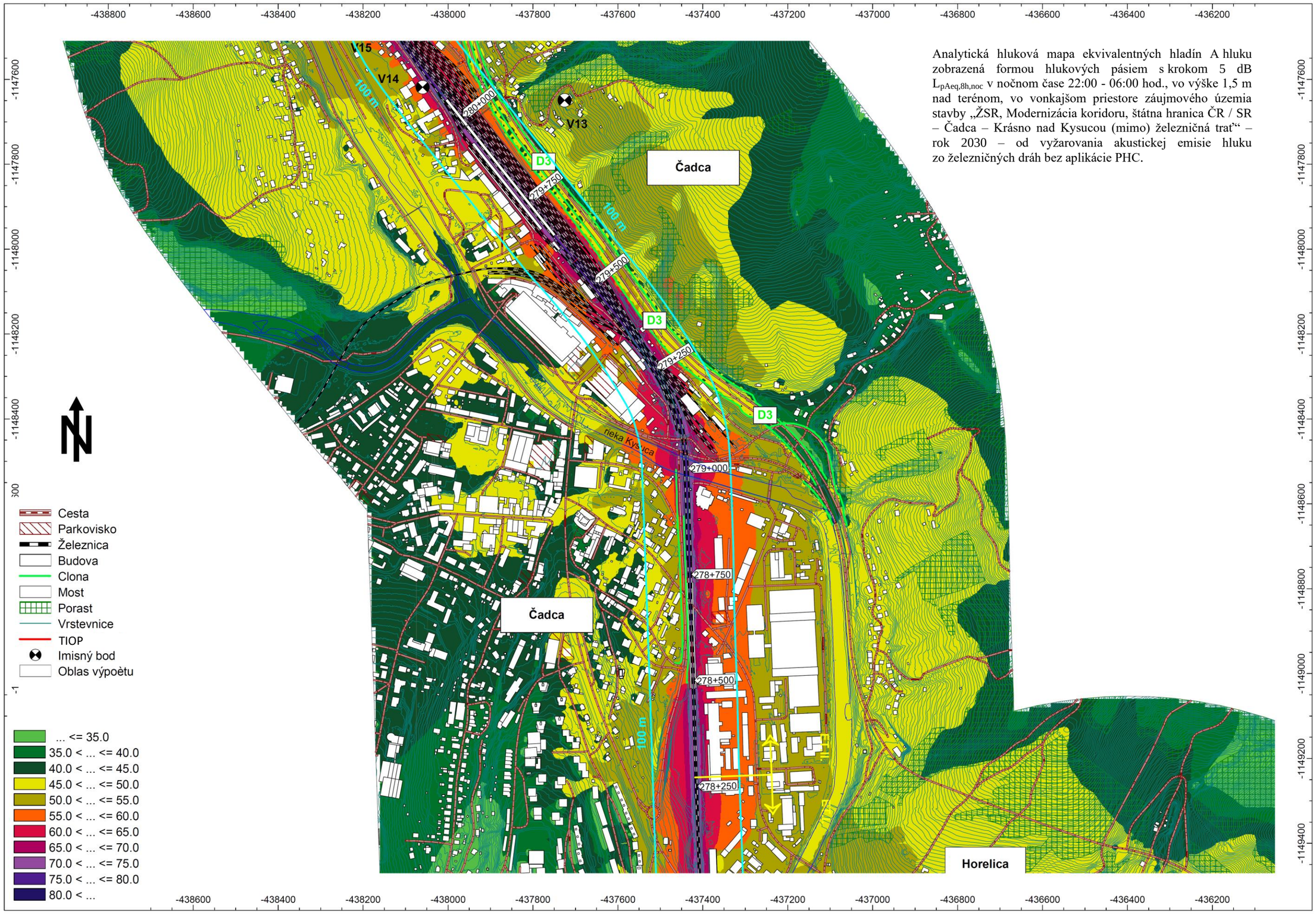
Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh bez aplikácie PHC.





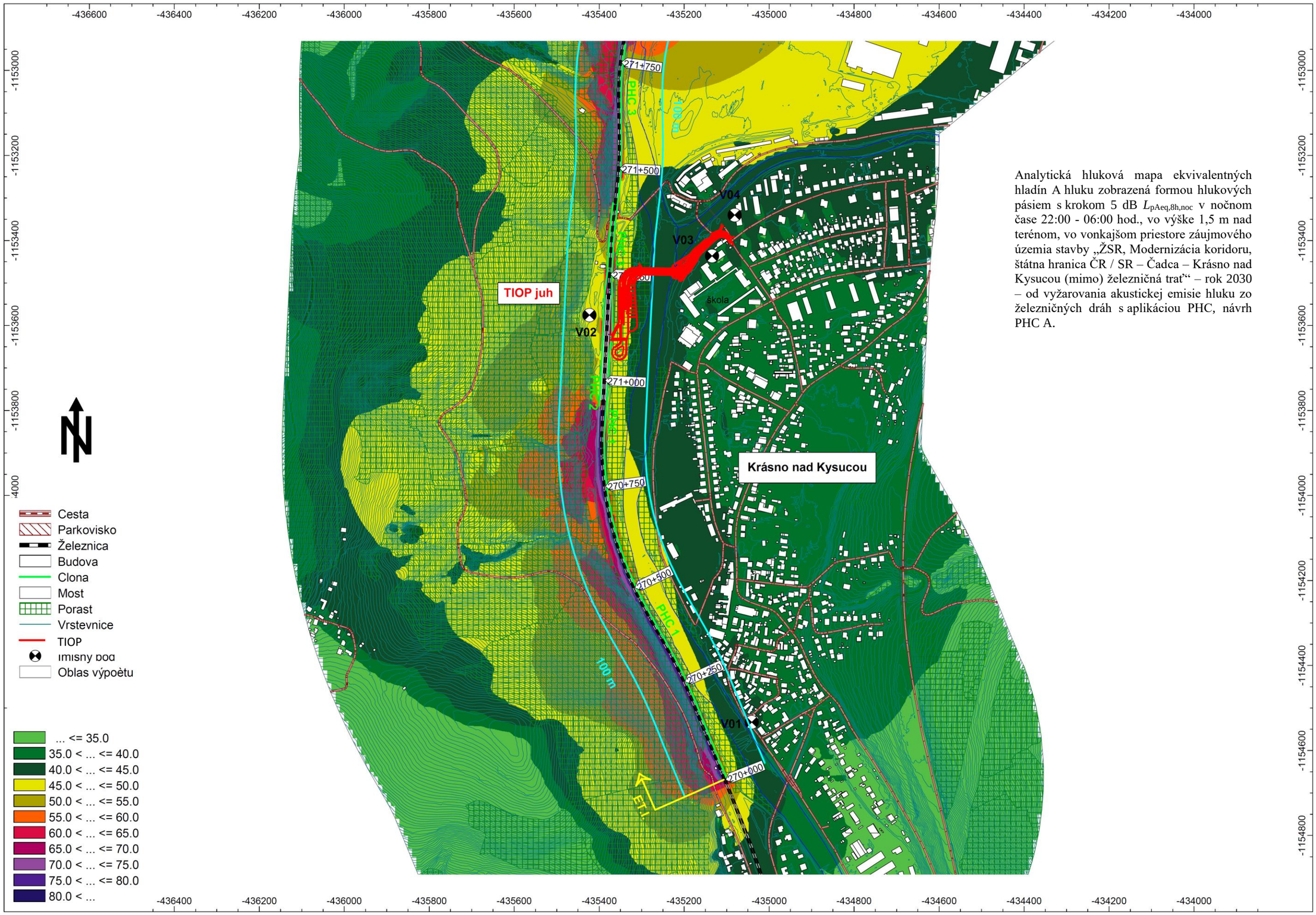
Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – 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 „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh bez aplikácie PHC.

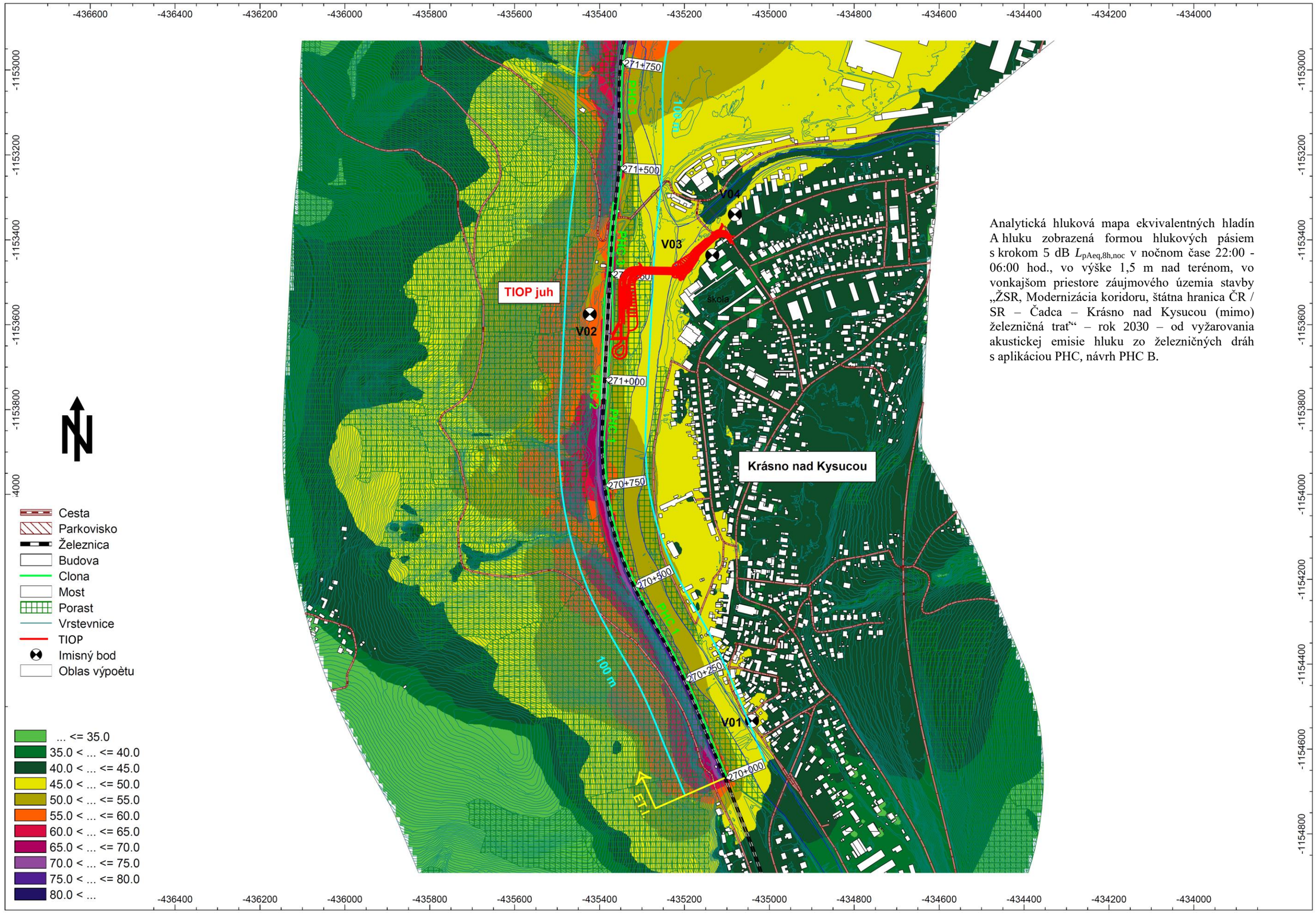




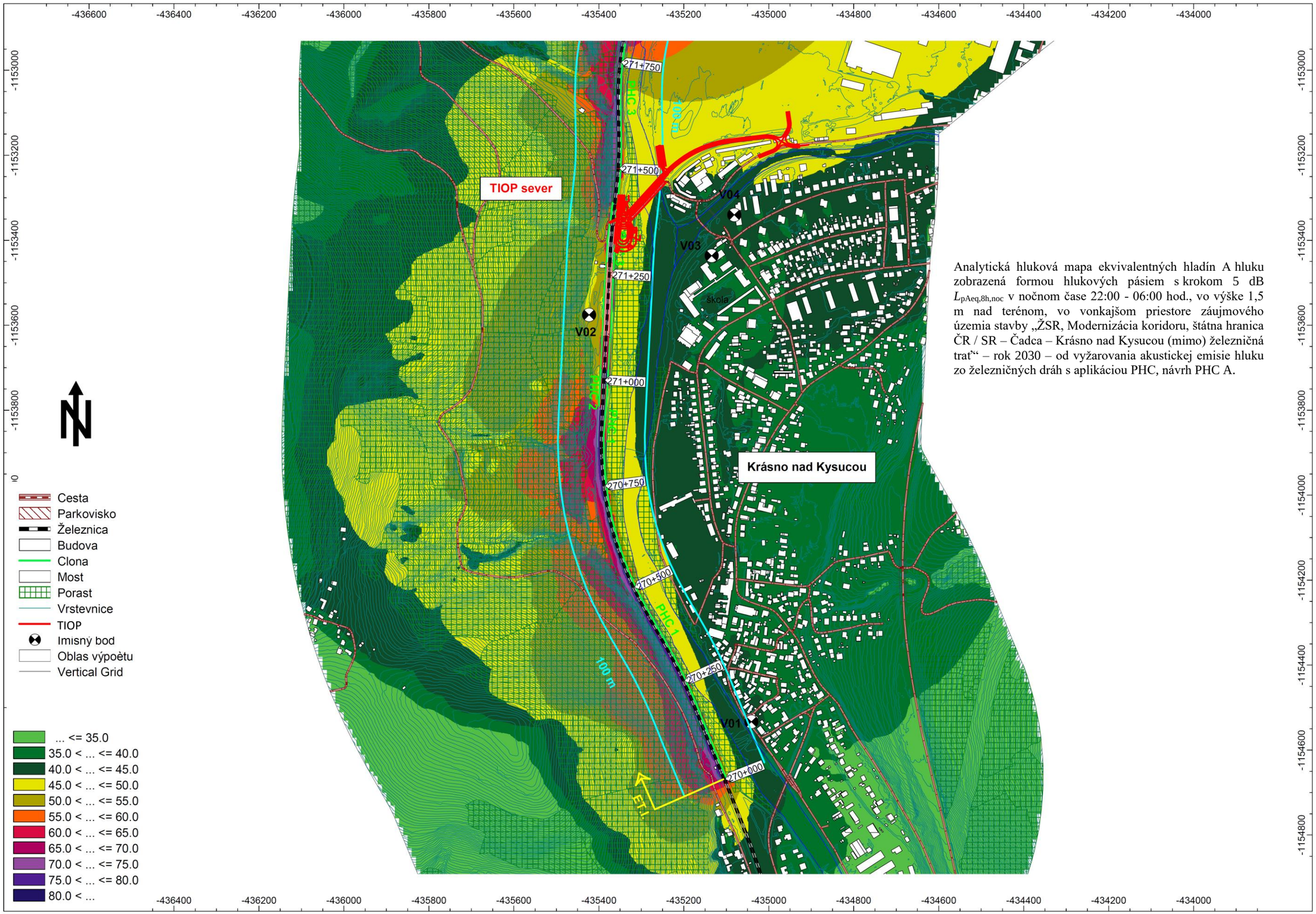
Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh bez aplikácie PHC.



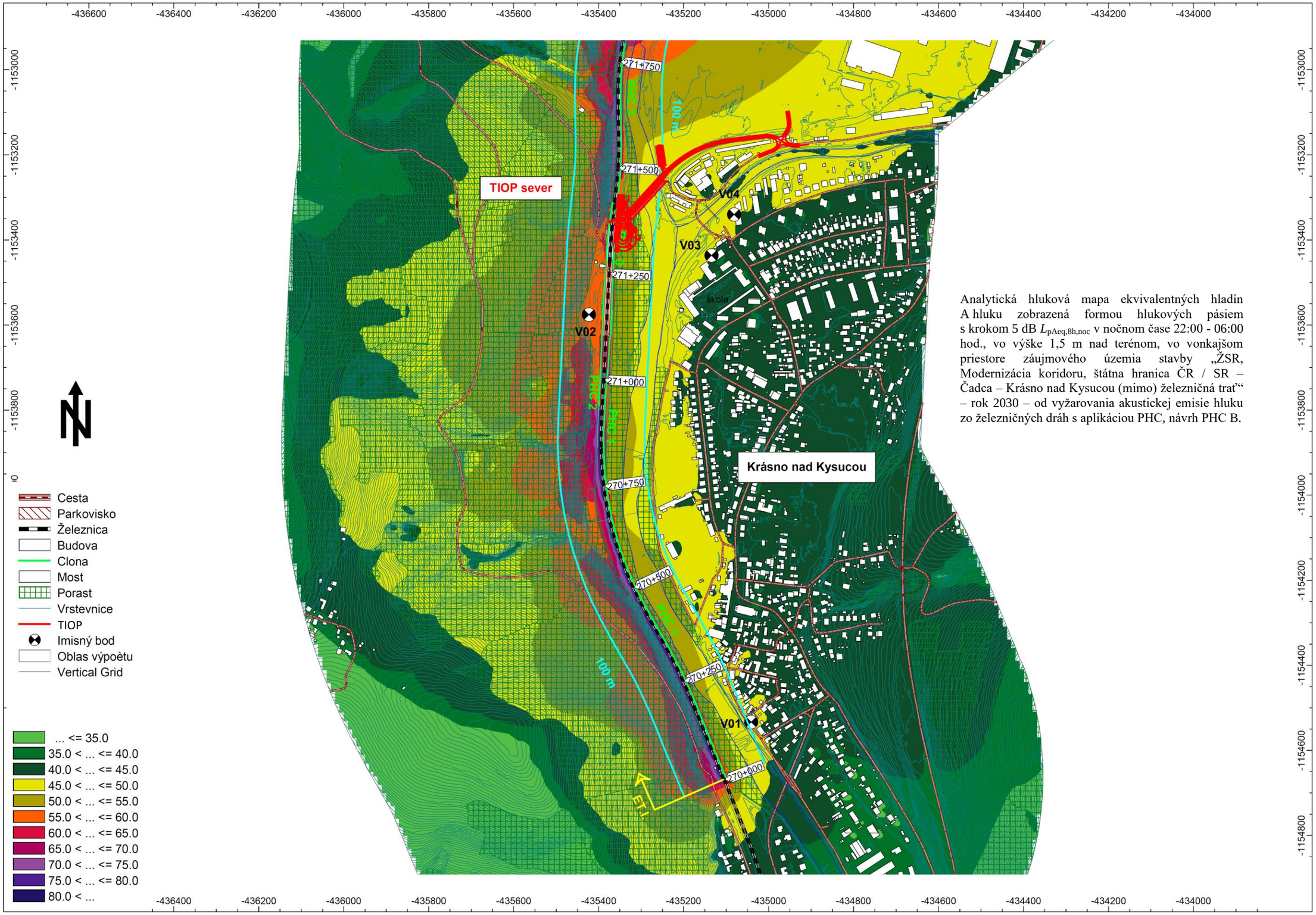
Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC, návrh PHC A.



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 „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC, návrh PHC B.

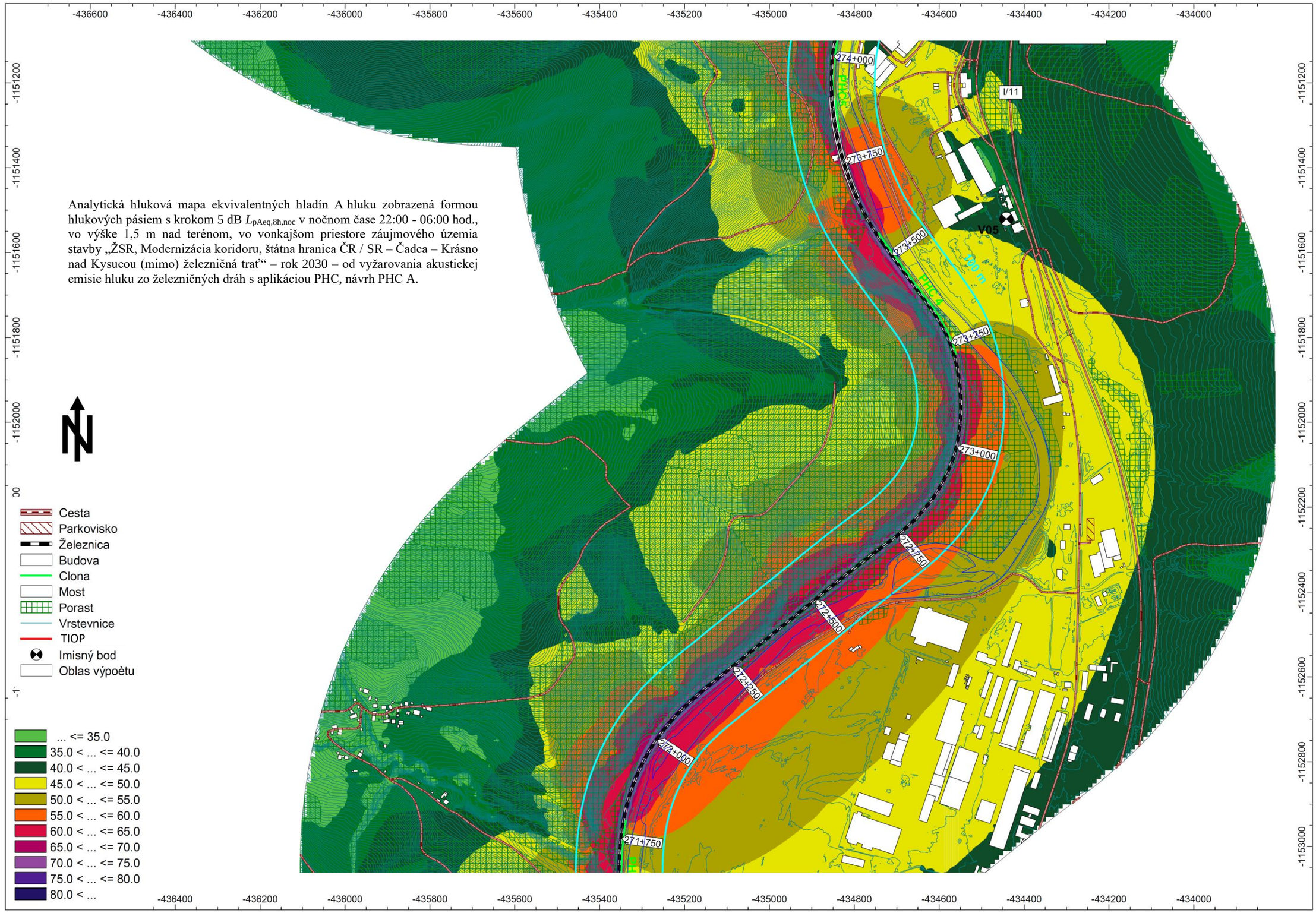


Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC, návrh PHC A.

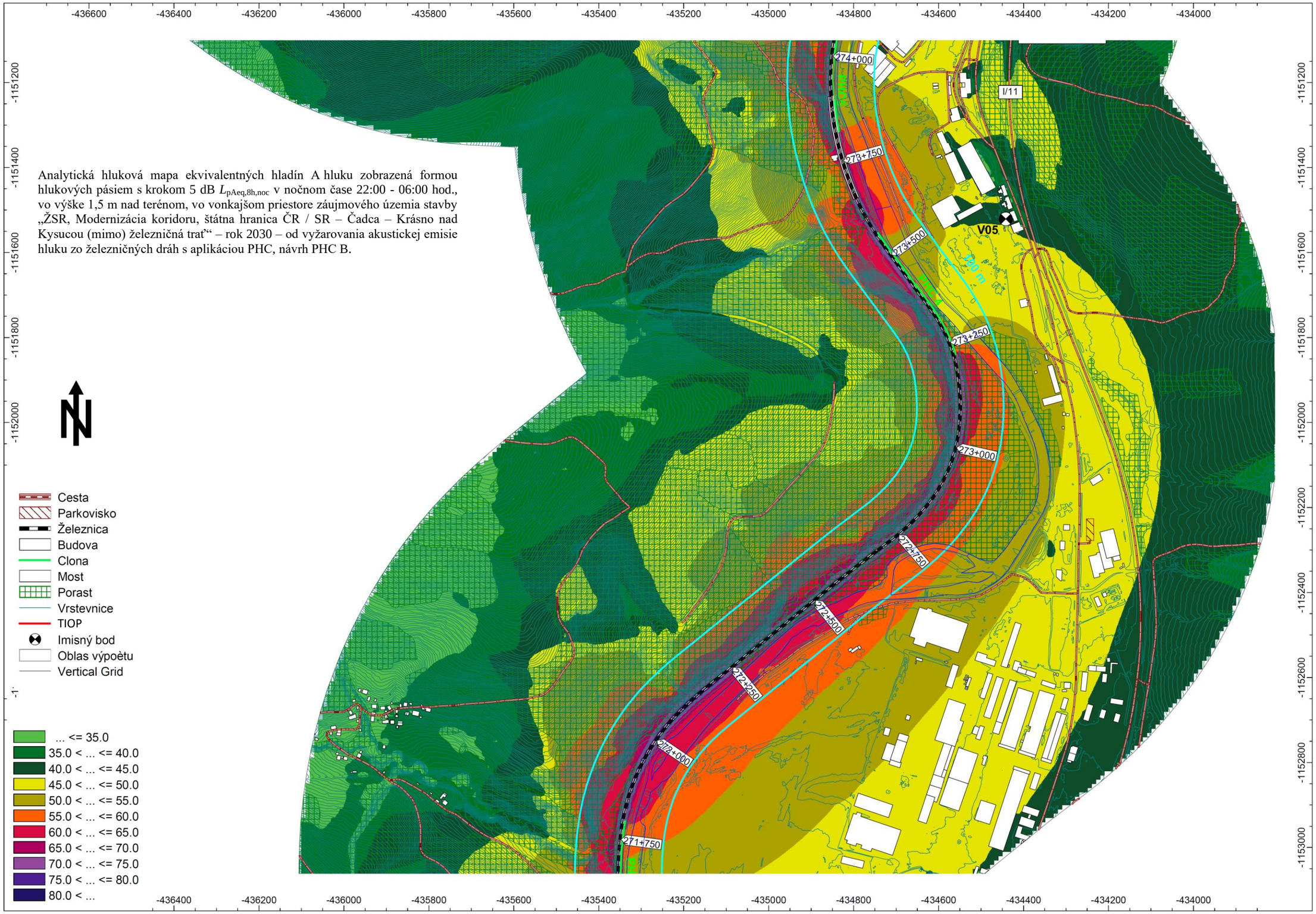


Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC, návrh PHC B.

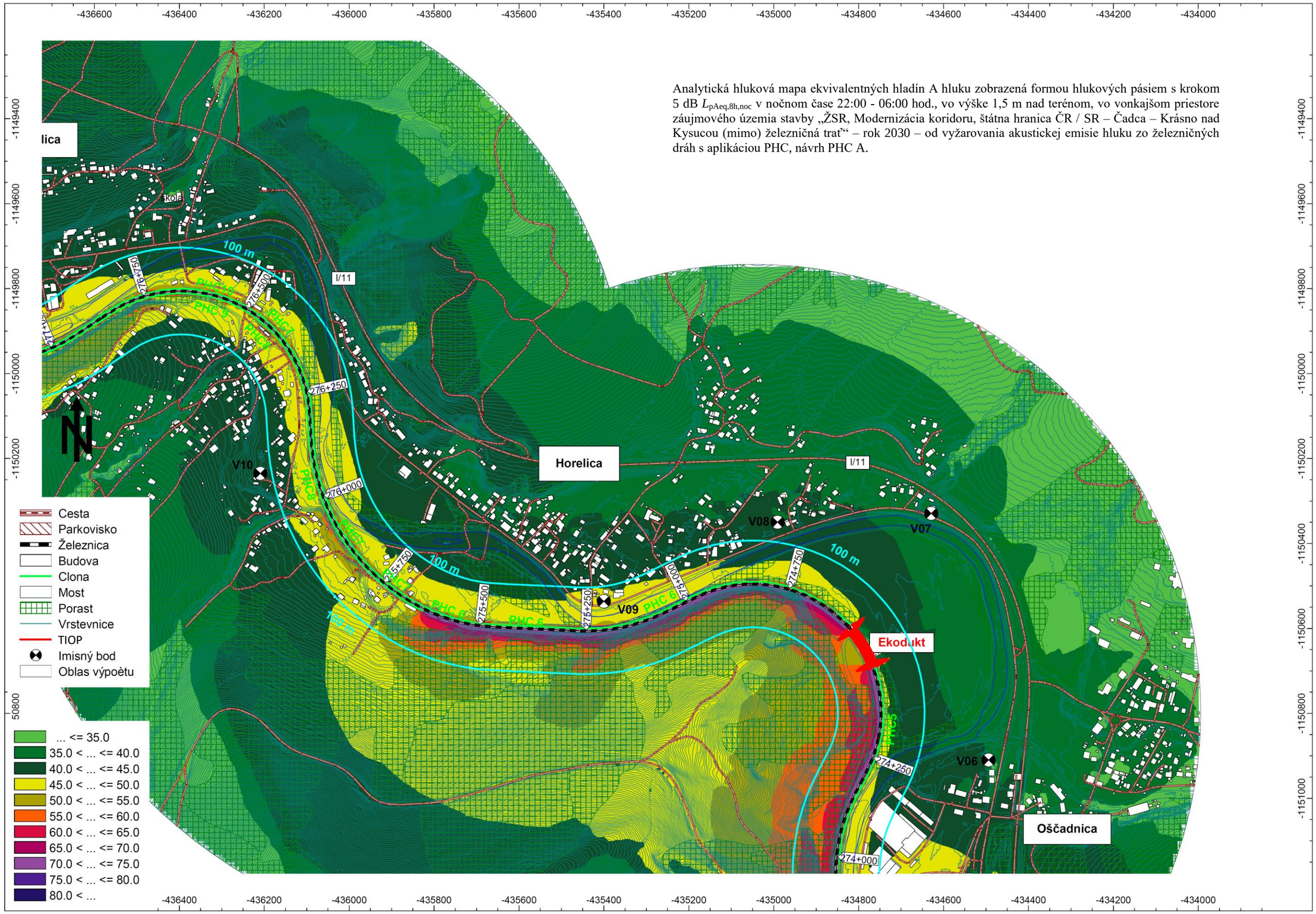
Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC, návrh PHC A.



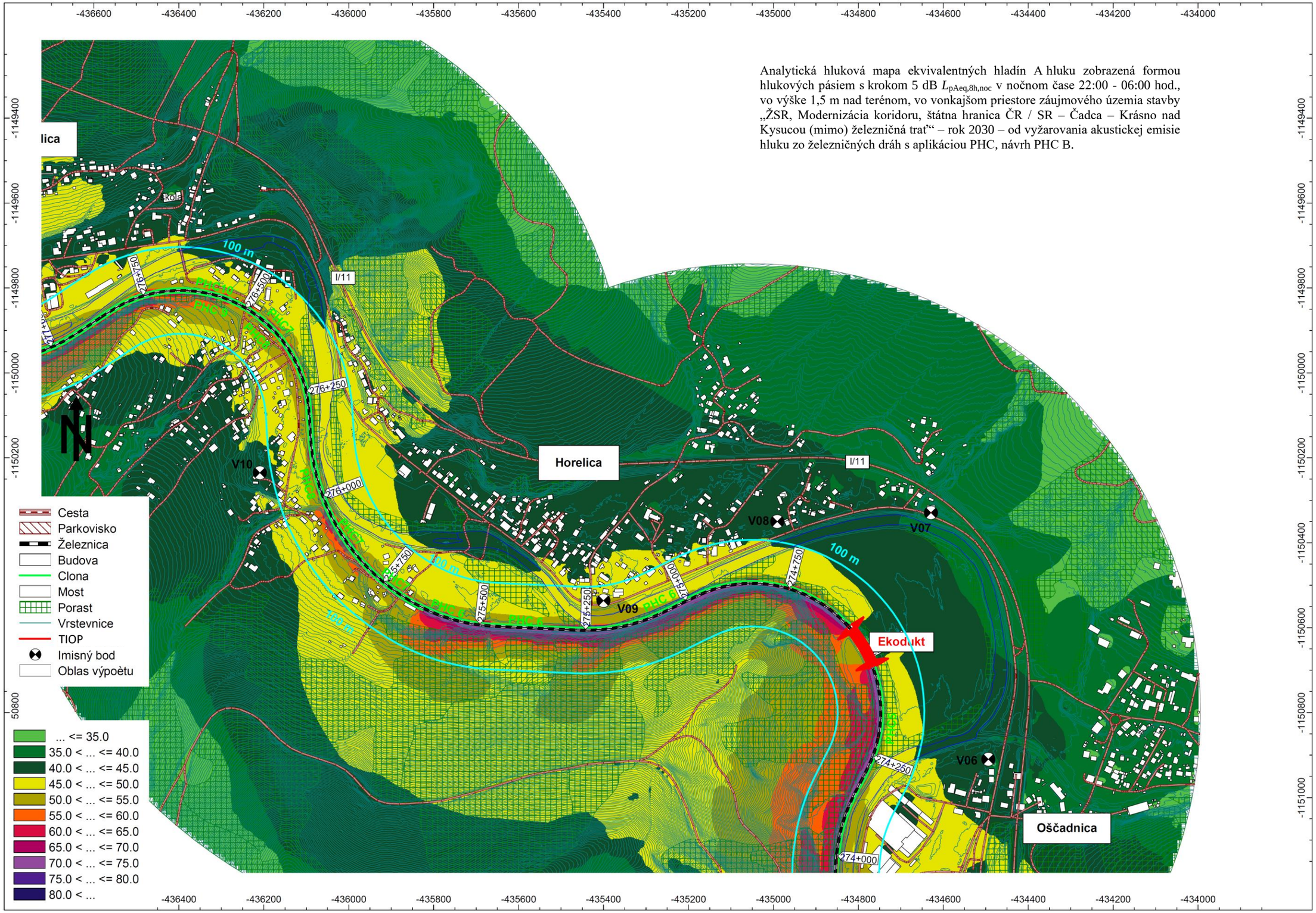
Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC, návrh PHC B.



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 „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC, návrh PHC A.

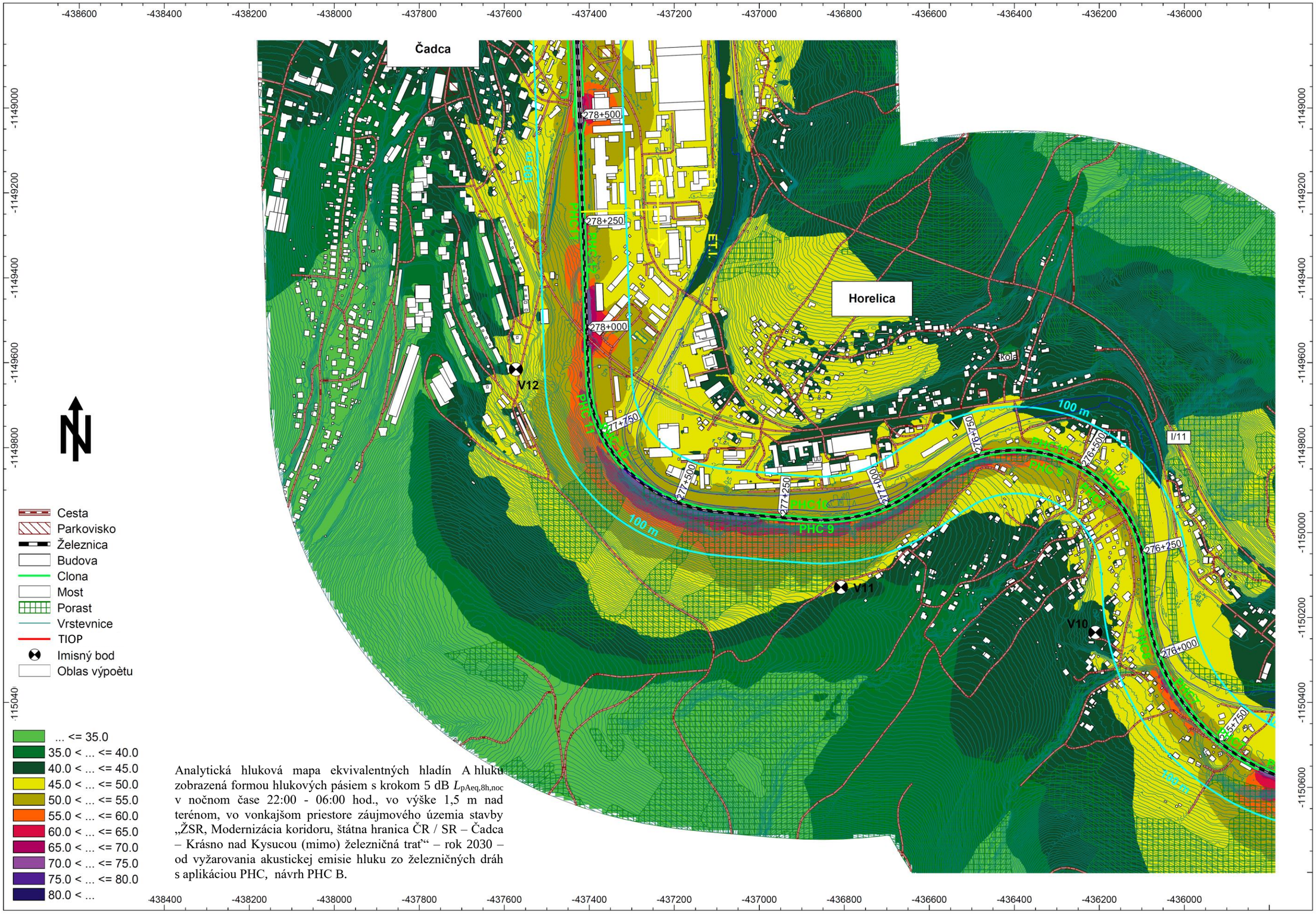


Analytická hluková mapa ekvivalentných hladín A hluku zobrazená formou hlukových pásiem s krokom 5 dB $L_{pAeq,8h,noc}$ v nočnom čase 22:00 - 06:00 hod., vo výške 1,5 m nad terénom, vo vonkajšom priestore záujmového územia stavby „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC, návrh PHC B.





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 „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC, návrh PHC A.



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 „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC, návrh PHC B.

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 „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC, návrh PHC A.





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 „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC, návrh PHC B.



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 „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC, návrh PHC A.



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 „ŽSR, Modernizácia koridoru, štátna hranica ČR / SR – Čadca – Krásno nad Kysucou (mimo) železničná trať“ – rok 2030 – od vyžarovania akustickej emisie hluku zo železničných dráh s aplikáciou PHC, návrh PHC B.

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 večer 18:00h – 22:00 h (4h).

4.1.2 Zoznam použitého prístrojového vybavenia

Meradlá a meracie zariadenia použité na meranie boli overené v zmysle platných metrologických predpisov:

Typ meradla	Výrobca	Výr. číslo	Certifikát o overení / kalibračný certifikát	Dátum platnosti overenia / kalibrácie
Zvukomer SVAN 979 - B	Svantek	46131	M47.8/072/23	29.01.2025
Merací mikrofón MK 221	Microtech Gefell	10873	M47.8/097/24	08.02.2025
Zvukomer SVAN 979 - C	Svantek	46132	M47.8/123/23	01.03.2025
Merací mikrofón G.R.A.S – 40 AE	G.R.A.S	242020	M47.8/052/24	24.01.2025
Zvukomer SVAN 979 - F	Svantek	69420	M47.8/125/23	02.03.2025
Merací mikrofón G.R.A.S – 40 AE	G.R.A.S	229267	M47.8/051/24	24.01.2025
Zvukomer SVAN 979 - H	Svantek	45987	M47.8/734/24	01.10.2026
Merací mikrofón G.R.A.S – 40 AE	G.R.A.S	241971	M47.8/734.2/24	30.09.2025
Zvukomer SVAN 979 - I	Svantek	92065	M47.8/094/24	13.02.2026
Merací mikrofón G.R.A.S – 40 AE	G.R.A.S	173895	M47.8/094.2/24	12.02.2025
Akustický kalibrátor Nor-1251	Norsonic	25034	M47.8/124/24	20.02.2025
Termický anemometer T405-V1	Testo AG	41500288/110	2023/0720 2023/0721	06.02.2028
Vlhkomer T605-H1: 0560.6053	Testo AG, Nemecko	41102100/112	2024/3646	01.07.2029

4.1.3 Klimatické podmienky počas merania

Dátum	*Teplota vzduchu* [°C]	*Rýchlosť vetra* [m.s^{-1}]	*Smer prúdenia vzduchu*	*Relatívna vlhkosť vzduchu* [%]	*Tlak vzduchu prepoč.na hladinu mora* [hPa]
23 -24.10.2024	4 / 18	0 - 1	premenlivý	67 - 89	1028 - 1032
13 -14.11.2024	-2 / 4	0 - 2	premenlivý	74 - 82	1027 - 1028

4.1.4 Neistota merania

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

4.1.5 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

4.1.6 Objektivizácia

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

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

4.1.7 Výsledky merania a hodnotenie

Tab.4.1.7 Namerané hodnoty a zo špecifického hluku vyjadrené posudzované hodnoty – viď odsek 4.1.8 *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	52,3	53,2	II / 50	je prekročená
	noc	49,6	47,5	II / 45	je prekročená
	deň	52,1	52,3	II / 50	je prekročená
MH2	večer	56,4	57,5	III / 60	je prekročená
	noc	54,1	55,3	III / 55	je prekročená
	deň	58,1	59,6	III / 60	je prekročená
MH3	večer	60,2	60,5	III / 60	je prekročená
	noc	59,4	60,9	III / 55	je prekročená
	deň	61,2	60,3	III / 60	je prekročená
MH4	večer	63,1	63,9	III / 60	je prekročená
	noc	60,3	61,2	III / 55	je prekročená
	deň	61,4	62,1	III / 60	je prekročená
MH5	večer	63,3	64,1	III / 60	je prekročená
	noc	62,2	63,3	III / 55	je prekročená
	deň	63,0	63,0	III / 60	je prekročená

MH1 Krásno nad Kysucou, ZŠ, Mládežnícka 1343, vo vzdialenosti cca 234 m od existujúcej železničnej trate



MH2 Čadca, ul. Slovanská cesta č.p. 1775/25, vo vzdialenosti cca 25 m od existujúcej železničnej trate



MH3 Čadca, ul. Slovanská cesta č.p. 1943/39, vo vzdialenosti cca 30 m od existujúcej železničnej trate



MH4 Čadca, ul. Slovanská cesta č.p. 1279/43, vo vzdialenosti cca 45 m od existujúcej železničnej trate



MH5 Čadca, Čadečka č.p. 2172, vo vzdialenosti cca 35 m od existujúcej železničnej trate



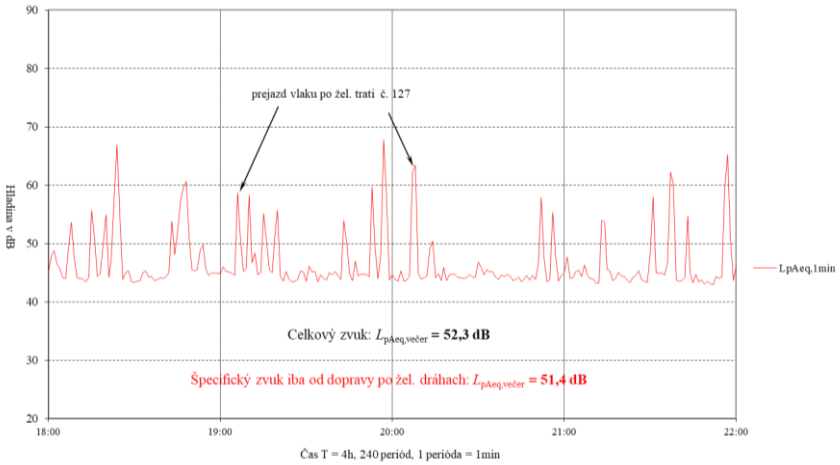
4.1.8 Grafické výstupy z 24-hodinových meraní hluku

MH1 – ZŠ, Mládežnícka 1343, 023 02 Krásno nad Kysucou

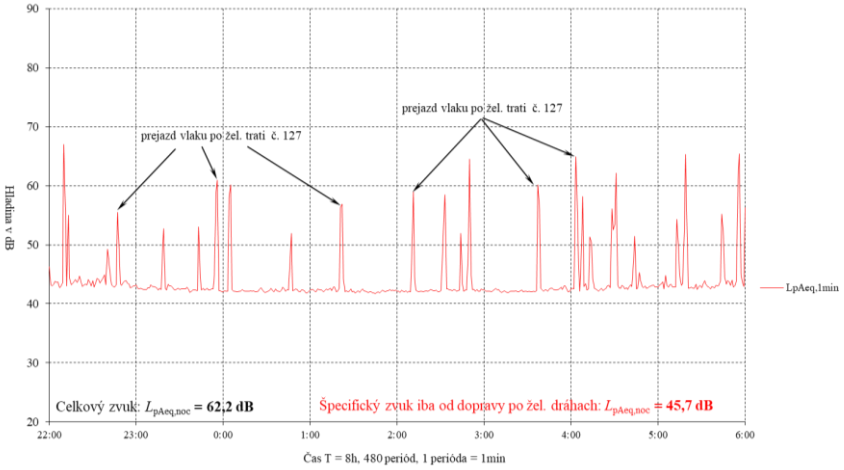
- 1m pred oknom na 2. NP základnej školy;
- vo vzdialenosti cca 234 m od železničnej trate
- vo vzdialenosti cca 22 m od miestnej komunikácie ul. Násypy
- GPS objektu: 49°23'48.7"S 18°49'50.0"V



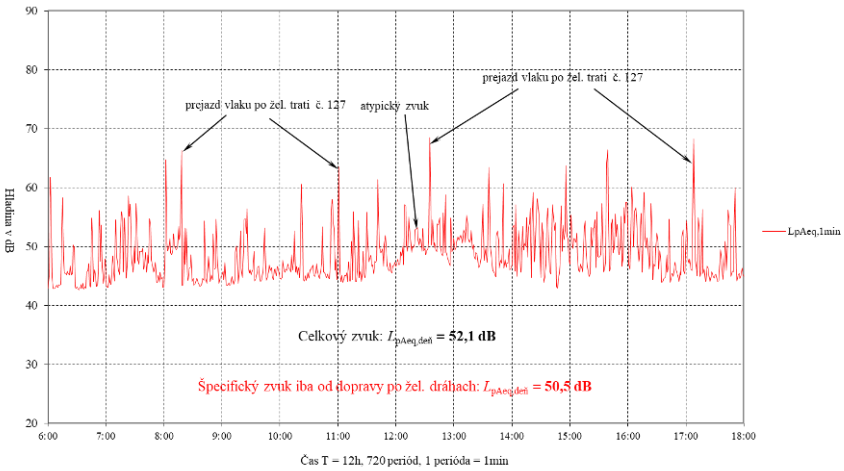
Obr. 4.1.8.1 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T = 4h od 18:00 hod do 22:00 hod dňa 23.10.2024 (večerný čas) v meracom bode **MH1**.



Obr. 4.1.8.2 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T = 8h od 22:00 hod dňa 23.10.2024 do 06:00 hod dňa 24.10.2024 (nočný čas) v meracom bode **MH1**.



Obr. 4.1.8.3 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T = 12h od 06:00 hod do 18:00 hod dňa 24.10.2024 (denný čas) v meracom bode **MH1**.

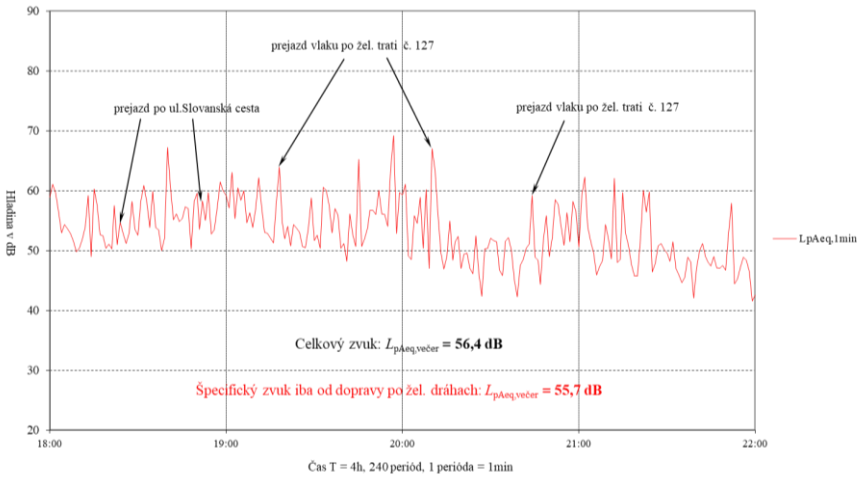


MH2 – RD, č.p. 1775/25, Čadca

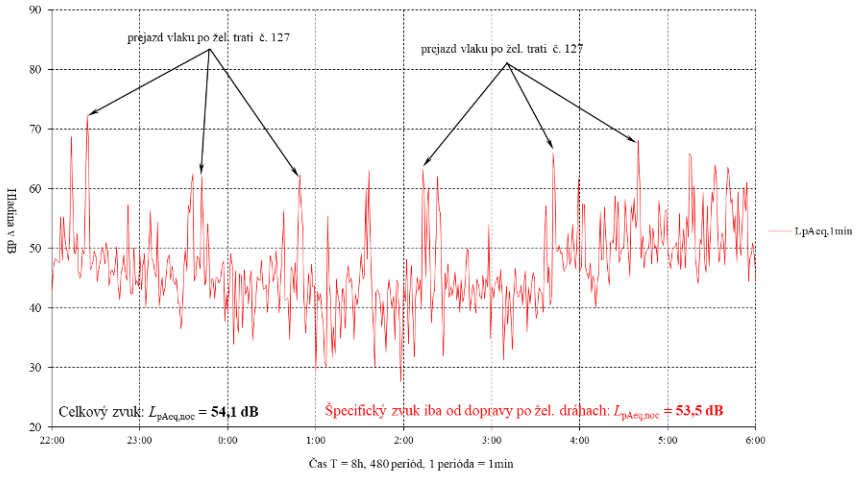


- 1m pred oknom na 1. NP rodinného domu;
- vo vzdialenosti cca 25 m od železničnej trate
- vo vzdialenosti cca 10 m od NJP ul. Slovanská cesta
- GPS objektu: 49°26'49. 0"S 18°47'02.6"V

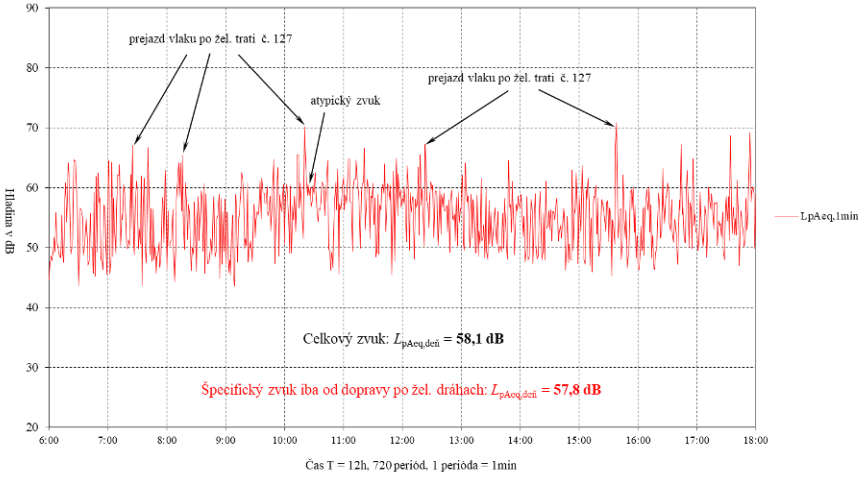
Obr. 4.1.8.4 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T = 4h od 18:00 hod do 22:00 hod dňa 23.10.2024 (večerný čas) v meracom bode **MH2**.



Obr. 4.1.8.5 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T = 8h od 22:00 hod dňa 23.10.2024 do 06:00 hod dňa 24.10.2024 (nočný čas) v meracom bode **MH2**.



Obr. 4.1.8.6 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T = 12h od 06:00 hod do 18:00 hod dňa 24.10.2024 (denný čas) v meracom bode **MH2**.

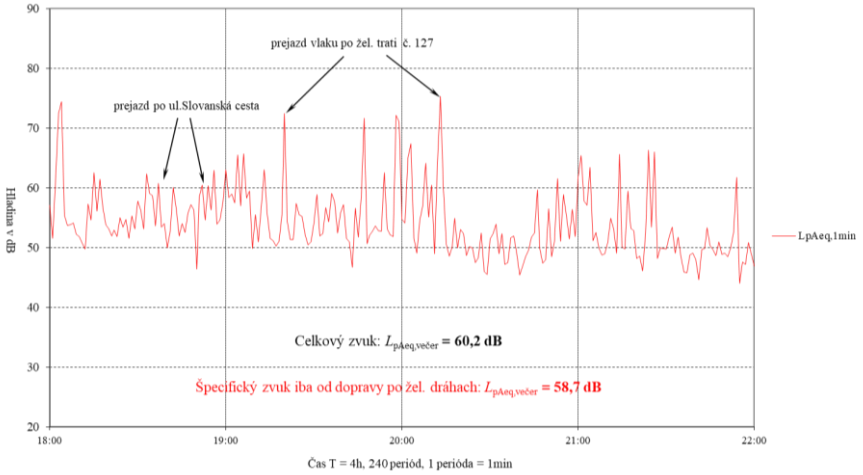


MH3 – RD, č.p. 1943/39, Čadca

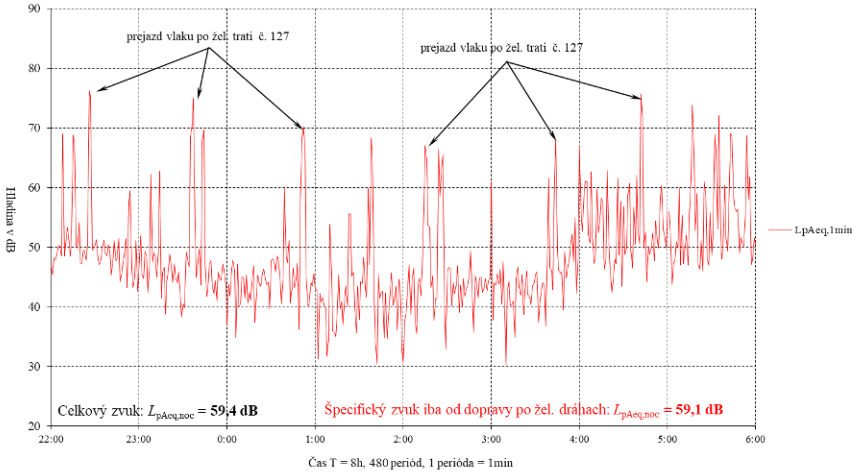


- 1m pred oknom na 1. NP rodinného domu;
- vo vzdialenosti cca 30 m od železničnej trate
- vo vzdialenosti cca 8 m od NJP ul. Slovanská cesta
- GPS objektu: 49°26'53. 0"S 18°46'57.2"V

Obr. 4.1.8.7 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T = 4h od 18:00 hod do 22:00 hod dňa 23.10.2024 (večerný čas) v meracom bode **MH3**.

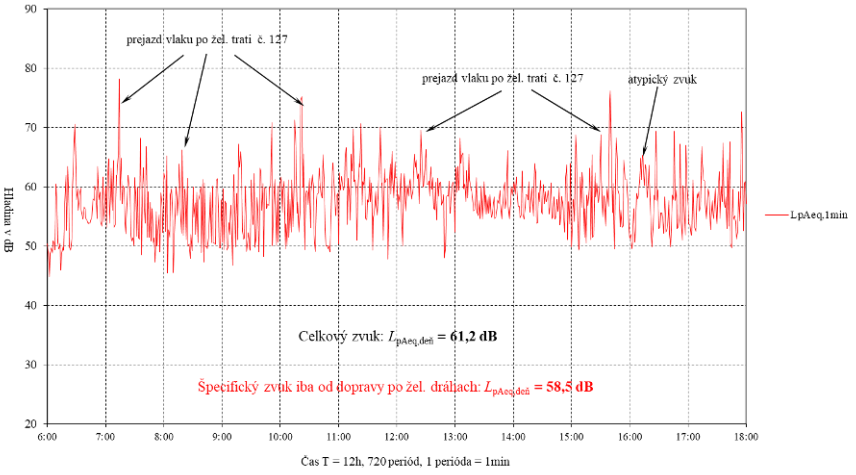


Obr. 4.1.8.8 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T = 8h od 22:00 hod dňa 23.10.2024 do 06:00 hod dňa 24.10.2024 (nočný čas) v meracom bode **MH3**.



5

Obr. 4.1.8.9 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T = 12h od 06:00 hod do 18:00 hod dňa 24.10.2024 (denný čas) v meracom bode **MH3**.

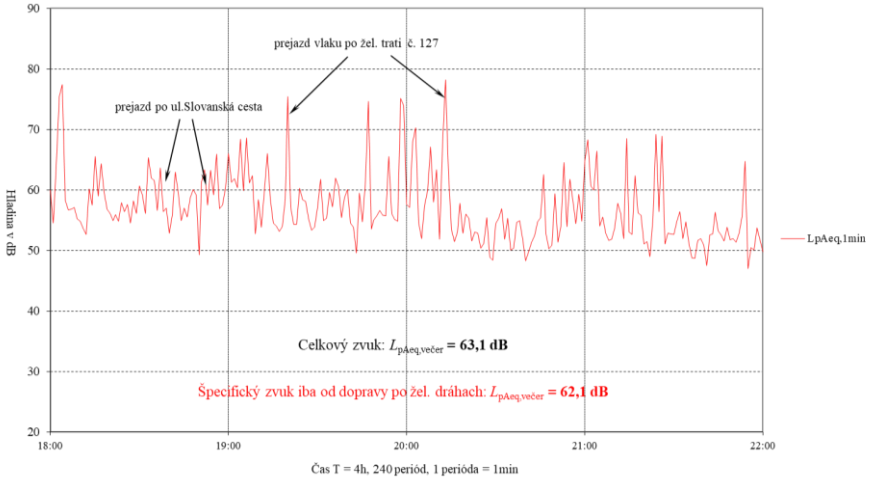


MH4 – RD, č.p. 1279/43, Čadca

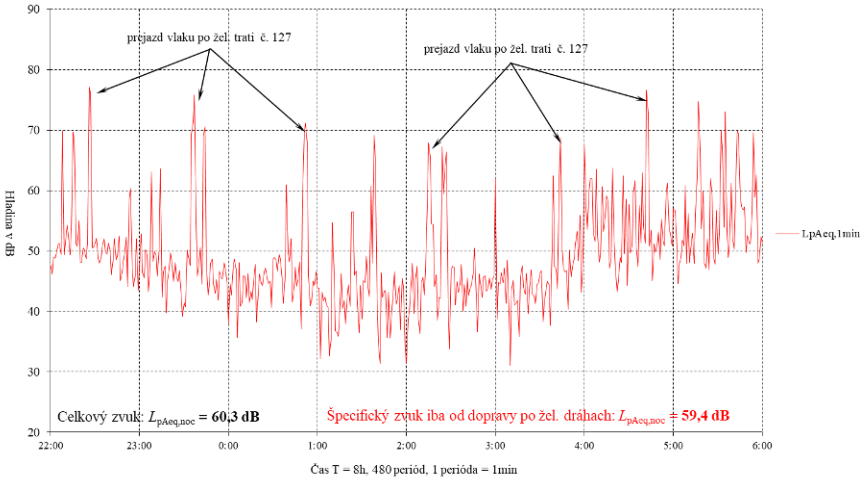
- 1m pred oknom na 1. NP rodinného domu;
- vo vzdialenosti cca 45 m od železničnej trate
- vo vzdialenosti cca 10 m od NJP ul. Slovanská cesta
- GPS objektu: 49°26'54.5"S 18°46'55.0"V



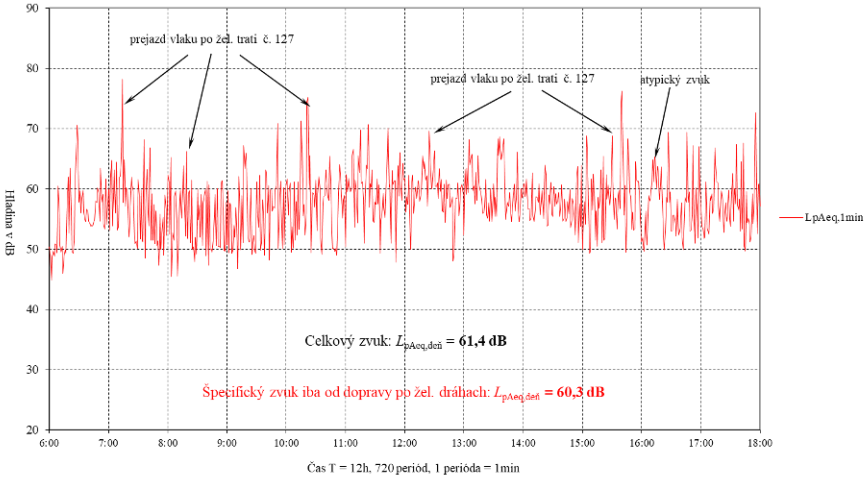
Obr. 4.1.8.10 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T = 4h od 18:00 hod do 22:00 hod dňa 23.10.2024 (večerný čas) v meracom bode **MH4**.



Obr. 4.1.8.11 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T = 8h od 22:00 hod dňa 23.10.2024 do 06:00 hod dňa 24.10.2024 (nočný čas) v meracom bode **MH4**.



Obr. 4.1.8.12 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T = 12h od 06:00 hod do 18:00 hod dňa 24.10.2024 (denný čas) v meracom bode **MH4**.

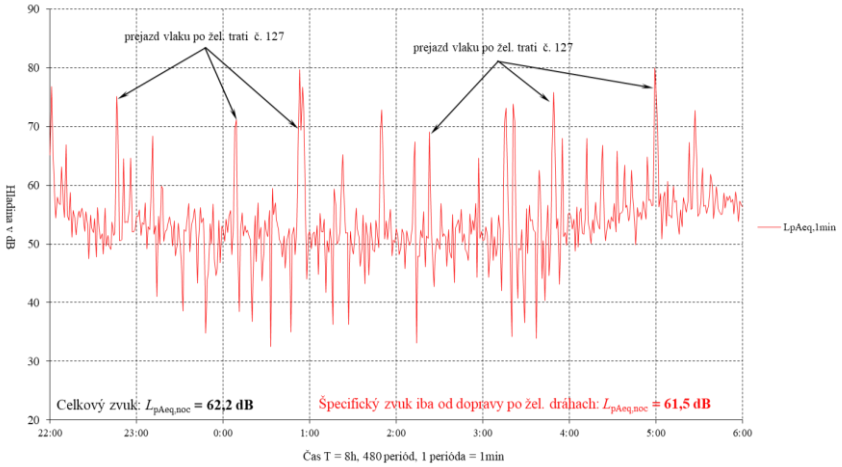


MH5 – RD, č.p. 2172 Čadečka, Čadca

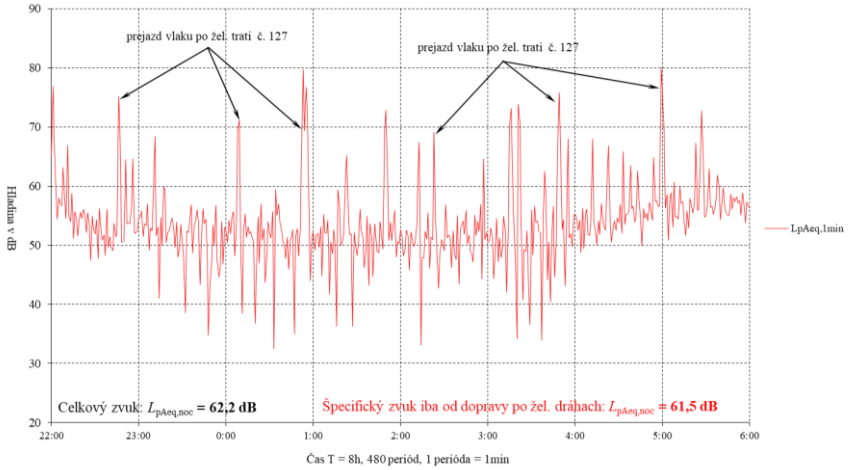


- 1m pred oknom na 1. NP rodinného domu;
- vo vzdialenosti cca 35 m od železničnej trate
- vo vzdialenosti cca 13 m od miestnej komunikácie
- vo vzdialenosti cca 12 m od diaľnice D3
- GPS objektu: 49°27'15.7"S 18°46'55.7"V

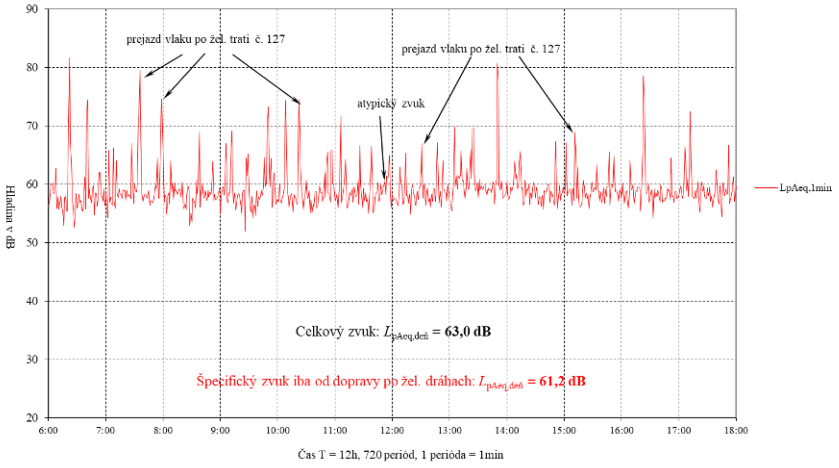
Obr. 4.1.8.13 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T = 4h od 18:00 hod do 22:00 hod dňa 13.11.2024 (večerný čas) v meracom bode **MH5**.



Obr. 4.1.8.14 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T = 8h od 22:00 hod dňa 23.10.2024 do 06:00 hod dňa 14.11.2024 (nočný čas) v meracom bode **MH5**.



Obr. 4.1.8.15 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v čase T = 12h od 06:00 hod do 18:00 hod dňa 14.11.2024 (denný čas) v meracom bode **MH5**.



4.2 Meranie vibrácií a technickej seizmicity „in situ“ v záujmovom území – existujúca situácia

4.2.1 Metóda merania

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

Meranie rýchlosti vibrácií bolo vykonané v súlade s STN ISO 4866 Pokyny na meranie vibrácií a hodnotenia jeho vplyvov na budovy a internej smernice akreditovaného laboratória Klub ZPS vo vibroakustike, s.r.o. IS -OOFF/12.

MV1/ MTS1 - Čadca č.p. 1775/25, vo vzdialenosti cca 25 m od existujúcej železničnej trate



4.2.2 Neistota merania

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

4.2.3 Použité prístroje

Meradlá a meracie zariadenia použité na meranie boli overené v zmysle platných metrologických predpisov:

Typ meradla	Výrobca	Výr. číslo	Certifikát o overení/ kalibračný certifikát	Dátum platnosti overenia/kalibrácie
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	K 021.9/361/21	24.05.2026
Termický anemometer T405-V1	Testo AG	41500288/110	KL 2023/0720 KL 2023/0721	06.02.2028
Vlhkomer T605-H1: 0560.6053	Testo AG, Nemecko	41102100/112	2024/3646	01.07.2029

4.2.4 Prípustné hodnoty určujúcich veličín rýchlosti vibrácií a otrasov

- **zrýchlenie vibrácií**

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

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

Podľa Eurokódu 8 navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť STN EN 1998-1/NA/Z1 seizmické zaťaženie a pravidlá pre budovy:

- **rýchlosť vibrácií**

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 vibrácií $\boldsymbol{v_{ef} = 0{,}4\ mm.s^{-1}}$

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

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 vibrácií v_{peak}

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

4.2.5 STANOVENIE POSUDZOVANEJ HODNOTY

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

- vážené ekvivalentné a maximálne zrýchlenie vibrácií vo vnútornom prostredí budov

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

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

- efektívna a vrcholová rýchlosť vibrácií v referenčnom stanovisku konštrukcie budov

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

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

4.2.6 Výsledky merania a hodnotenie vibrácií

Tab.4.2.1 Posudzované ekvivalentné a maximálne hodnoty zrýchlenia vibrácií vo vnútornom prostredí budov. *Grafické výstupy z merania viď obr.4.2.1 a 4.2.2.*

Merací bod / dátum merania	Referenčný časový interval *T*	Posudzovaná hodnota $a_{Rweq,z}$ [m.s^{-2}]	Posudzovaná hodnota $a_{Rwmax,z}$ [m.s^{-2}]	Prípustná hodnota		Prekročenie PH (prípustnej hodnoty)	
				$a_{weq,p}$ [m.s^{-2}]	$a_{wmax,p}$ [m.s^{-2}]	$a_{,weq}$ [m.s^{-2}]	$a_{,wmax}$ [m.s^{-2}]
MV1	večer	0,0016	0,0388	0,008	0,11	nie je prekročená	nie je prekročená
	noc	0,0012	0,0229	0,005	0,05	nie je prekročená	nie je prekročená
	deň	0,0018	0,0416	0,008	0,11	nie je prekročená	nie je prekročená

Tab.4.2.2 Posudzované efektívne hodnoty rýchlosti vibrácií v referenčnom stanovisku konštrukcie budov - medzné hodnoty efektívnej rýchlosti vibrácií. *Grafické výstupy z merania viď str. 48.*

Merací bod	Posudzovaná hodnota $v_{R,ef,z}$ [mm.s^{-1}]	Medzná hodnota efektívnej rýchlosti vibrácií v_{ef} [mm.s^{-1}]	Trieda odolnosti objektu	Trieda významnosti objektu	Posúdenie dynamickej odozvy
MTS1	0,28	0,4	B	IV	netreba

Tab.4.2.3 Posudzované efektívne hodnoty rýchlosti vibrácií v referenčnom stanovisku konštrukcie budov – kategorizácia odozvy konštrukcie. *Grafické výstupy z merania viď str. 48.*

Merací bod	Posudzovaná hodnota $v_{R,ef,z}$ [mm.s^{-1}]	Dynamický výpočet		Trieda odolnosti objektu	Trieda významnosti objektu	Dynamický výpočet
		netreba	treba			
MTS1	0,28	0,4	1,6	B	IV	netreba

4.2.7 Vyhodnotenie výsledkov merania vibrácií

Posudzované hodnoty ekvivalentného $a_{Rweq,z}$ a maximálneho $a_{Rwmax,z}$ zrýchlenia vibrácií v meracom bode MV1 vo vnútornom prostredí budov podľa Vyhlášky MZ SR č. 549/2007:

neprekračujú prípustné hodnoty určujúcich veličín zrýchlenia vibrácií

- **Posudzované hodnoty efektívnej rýchlosti vibrácií** $v_{Ref,z}$ v referenčnom stanovišti:

v meracom bode ***MTS1 neprekračujú***

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

- **Posudzované hodnoty efektívnej rýchlosti vibrácií** $v_{Ref,z}$ v referenčnom stanovišti 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 meracom bode ***MTS1***

dynamický výpočet ***netreba vykonať podľa výsledkov ďalšej analýzy.***

Orientačné hodnoty vrcholovej hodnoty rýchlosti vibrácií $v_{Rpeak,z}$ neboli posudzované z dôvodu nevykonávania trhacích prác.

Celkové posúdenie výsledkov merania je v zmysle zákona Národnej rady Slovenskej republiky č. 355/2007 Z.z. z 21. júna 2007 o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v plnej právomoci príslušného orgánu verejného zdravotníctva.

GRAFICKÉ VÝSTUPY Z MERANÍ VIBRÁCIÍ

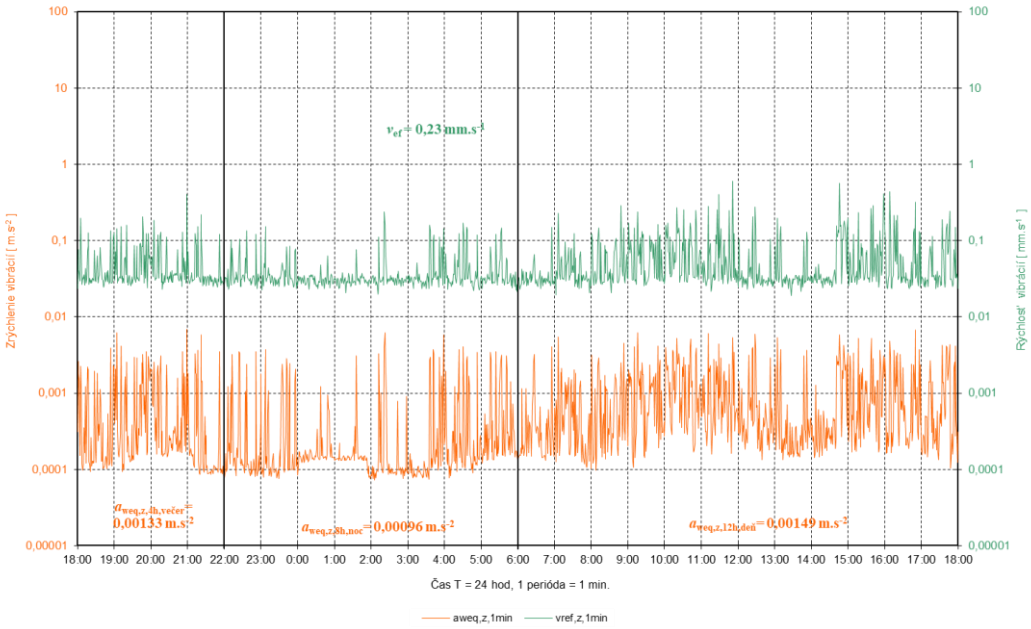
MV1 a MTS1 – RD, č.p. 1775/25, Čadca



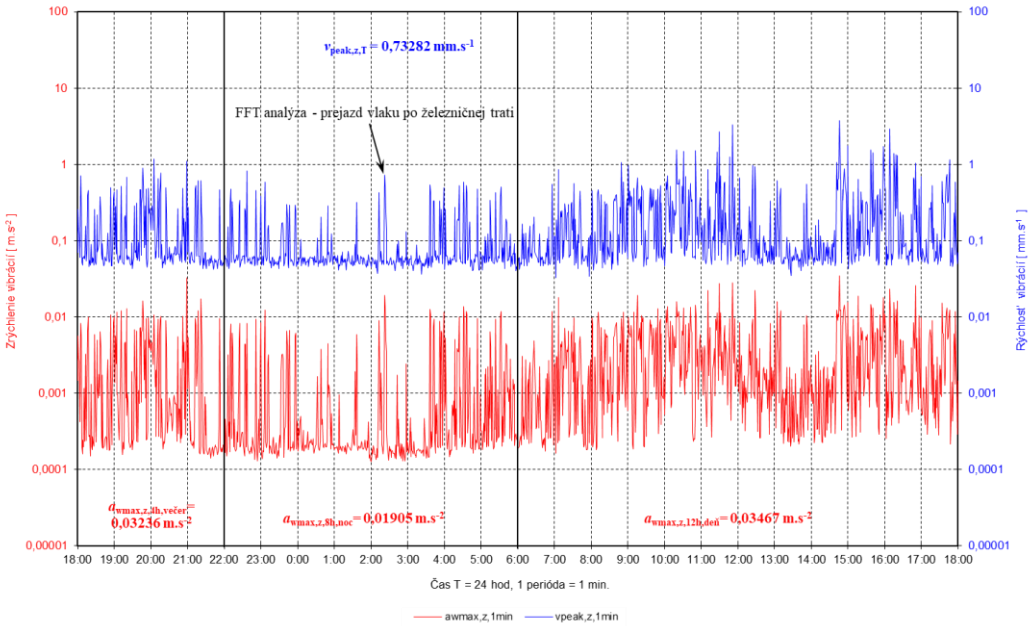
- podlaha obytnej miestnosti, na 1. NP rodinného domu;
- vo vzdialenosti cca 26 m od osi najbližšej koľaje žel. trate, vo vzdialenosti cca 11m od NJP ul. Slovanská cesta;
- GPS objektu: 49°26'49. 0"S 18°47'02.6"V

Časový priebeh váženého zrýchlenia vibrácií a rýchlosti vibrácií umožňuje indikovať výskyt nešpecifických javov, ktoré nesúvisia s hodnotenou činnosťou.

Obr. 4.2.1 Časový priebeh ekvivalentného váženého zrýchlenia vibrácií $a_{weq,z,T}$ a efektívnej rýchlosti vibrácií $v_{ef,z,T}$ na referenčnom stanovisku s maximálnym prenosom v smere osi „z“ v čase T=24h *od 18:00 hod. dňa 23.10.2024 do 18:00 hod. dňa 24.10.2024*, v meracom bode ***MV1*** a ***MTS1***.

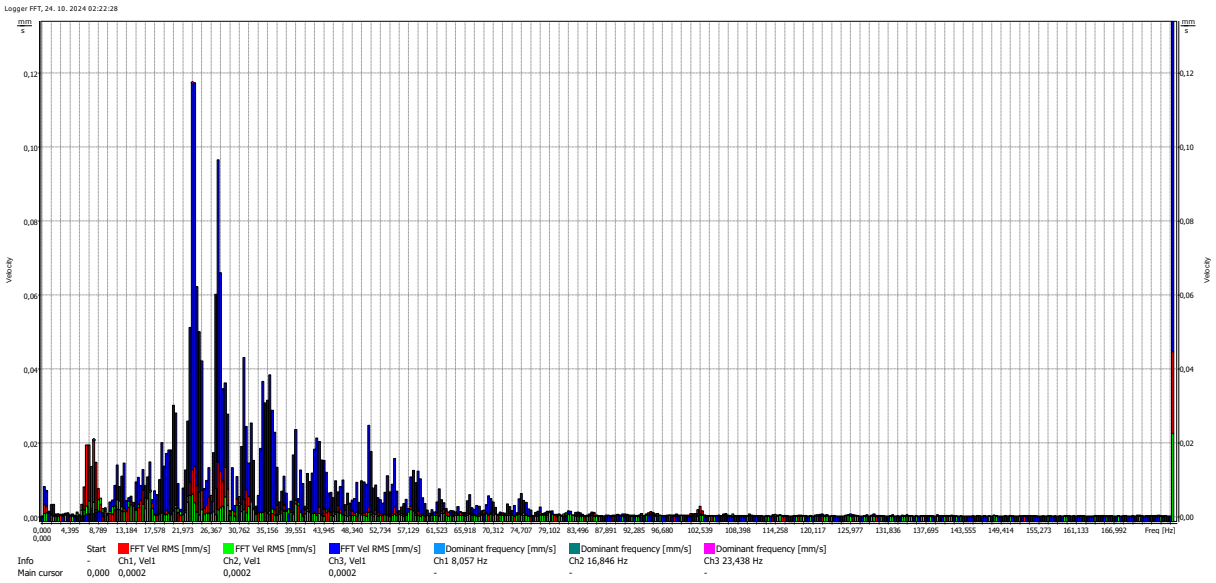


Obr. 4.2.2 Časový priebeh maximálneho váženého zrýchlenia vibrácií $a_{wmax,z,T}$ a vrcholovej rýchlosti vibrácií $v_{peak,z,T}$ na referenčnom stanovisku s maximálnym prenosom v smere osi „z“ v čase T=24h *od 18:00 hod. dňa 23.10.2024 do 18:00 hod. dňa 24.10.2024*,v meracom bode ***MV1*** a ***MTS1***.



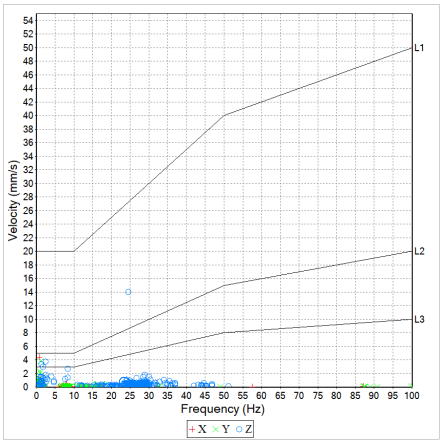
FFT analýza umožňuje indikovať výskyt nelineárnych javov, dominantných frekvencií vrcholových hodnôt a je nevyhnutná pre posúdenie platnosti nameraných hodnôt rýchlosti vibrácií podľa DIN 4150-3.

Obr.4.2.3 Dominantné frekvencie efektívnej rýchlosti vibrácií v hodnotených smeroch x, y, z určené FFT analýzou s časovým oknom Hanning.



Obr.4.2.4 Vyhodnotenie technickej seizmicity podľa DIN 4150-3 v meracom bode MV1.

Device type	SVAN 958A			Standard	DIN 4150-3
Serial No.	34576				
File name	Buffer_1				
Measurement time	16:10:28				
Measurement date	23. 10. 2024				
Logger step	1 m				
FFT band	175,000 Hz				
	X	**Y**	**Z**		
Recorded at	02:22:28,000	02:22:28,000	02:22:28,000		
PPV [mm/s]	0,155	0,086	0,733		
Dominant frequency [Hz]	8,057	16,846	23,438		



Klimatické podmienky

Dátum	*Teplota vzduchu* [°C]	*Relatívna vlhkosť vzduchu* [%]	*Tlak vzduchu prepoč.na hladinu mora* [hPa]
23 -24.10.2024	22 ÷ 23	55 - 57	1028 - 1032

4.3 EXPERIMENTÁLNE MERANIA „IN SITU“ ZA ÚČELOM OVERENIA MOŽNOSTI ZNÍŽENIA HLUKU A VIBRÁCIÍ ŠÍRENÝCH PODLOŽÍM, VYVOLANÝCH KOĽAJOVÝMI SYSTÉMAMI

Pri šírení vĺn v horninovom prostredí sa impedančné pomery menia podľa charakteru podložia a majú premenlivý charakter. Zmena rýchlosti šírenia ohybových a priečnych vĺn v závislosti na frekvencii a vyžarovaní zložky zvuku v takomto prostredí v závislosti na vlastnostiach mechanických štruktúr neumožňuje používať pre zložku zvuku šírenú podložím alebo konštrukciou extrapoláciu výsledkov merania a výpočtu. Konzistentné údaje pre vytvorenie zákona útlmu šírenia seizmických vĺn a pre vývoj empirických modelov je nutné získať in situ.

4.3.1 Betónové podvaly s podpodvalovými podložkami hrúbky 7 mm.

Hlavné údaje	
Statická plošná tuhosť	C_{stat} = 0,300 N/mm³ (DIN 45673-1) C_{stat} = 0,360 N/mm³ (EN 16730 TC 3) C_{stat} = 0,380 N/mm³ (EN 16730 TC 4)
Hlavné oblasti použitia	TC 3: hlavné železničné trate, vysokorýchlostné trate TC 4: zmiešaná ťažká nákladná doprava



Tab.4.3.1.1 Prevádzkové overenie betónových podvalov SB 8P s podpodvalovými podložkami hr. 7 mm, koľaj č. 2, v úseku ŽST Vrútky – ŽST Varín v km 324,415 – 324,565 počas prejazdu NV rýchlosťou v = 80km/h.

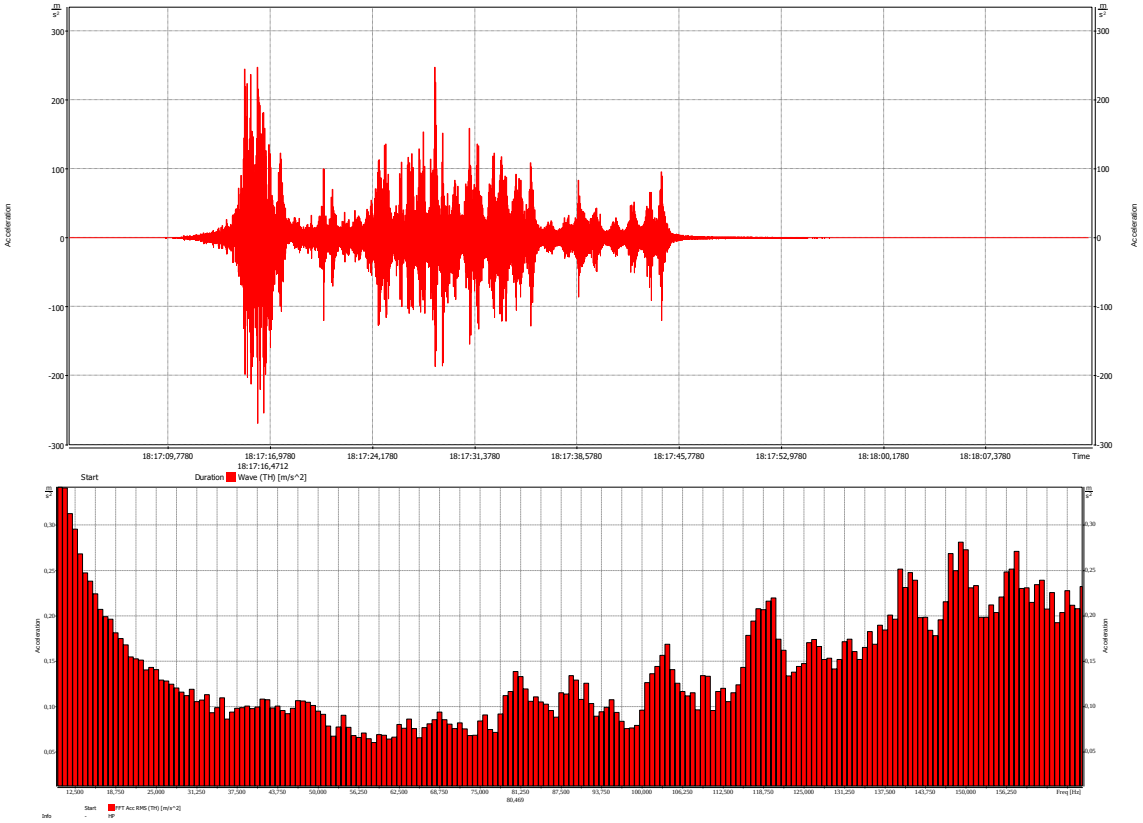
Porovnanie veličín vibrácií počas prejazdu T_{ef} = 60s NV rýchlosťou 80km/h	Rýchlosť $v_{ef,T}$ [m/s]	Zrýchlenie $a_{ef,T}$ [m/s^2]
Bez podpodvalových podložiek v km 324,615	0,12	14,8
S podpodvalovými podložkami v km 324,490	0,04	9,0



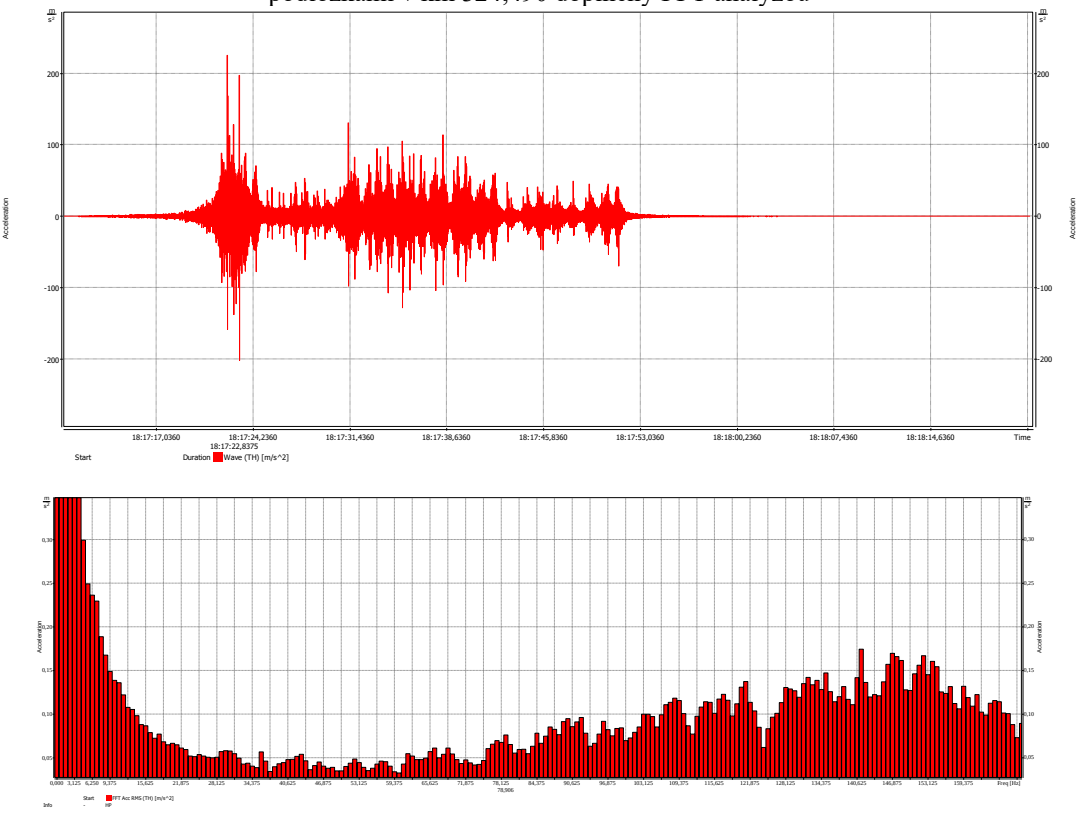
Obr. 4.3.1.1 Meracie stanovištia na traťovom úseku koľaji č. 2, v úseku ŽST Vrútky – ŽST Varín.



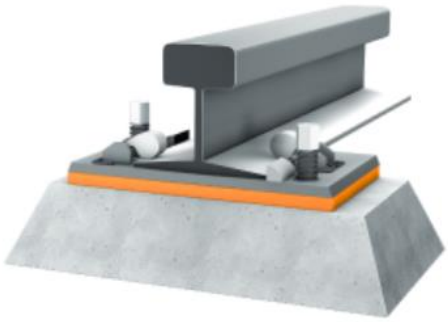
Obr. 4.3.1.2 Časový priebeh vlnenia počas prejazdu NV rýchlosťou *v* = 80km/h bez podpodvalových podložiek v km 324,615 doplnený FFT analýzou



Obr. 4.3.1.3 Časový priebeh vlnenia počas prejazdu NV rýchlosťou *v* = 80km/h s podpodvalovými podložkami v km 324,490 doplnený FFT analýzou



4.3.2 Podkladnicové podložky, Bratislava-Červený most hrúbky 10 a 15 mm.



Trať: Devínska Nová Ves – Štúrovo (Červený most)
Dĺžka mosta: 215,53 m
Tvar koľajnice: R 65
Podkladnice: R4 resp. R4M
Zaťaženie: 22,5 t
Podkladnicové podložky: Sylodyn NF 1 760 ks
s hrúbkou 15 mm

Porovnanie veličín vibrácií počas prejazdu rušňa rýchlosťou 90km/h	Efektívne zrýchlenie $a_{ef,T}$ [m/s^2]	Maximálne zrýchlenie $a_{max,T}$ [m/s^2]
Bod MV1 Polyetylén hr. 2mm	1,429	8,222
Bod MV 2 Podkladnicové podložky hr.10mm	1,303	6,761





4.3.3 Prenosová funkcia H (f)

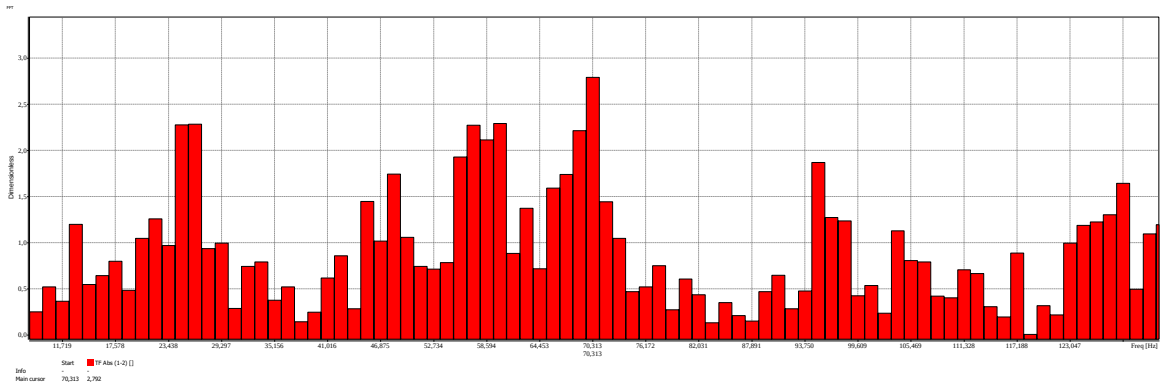
Prevádzková modálna analýza sa vykonáva meraním za skutočných prevádzkových podmienok „in situ“. Nemerajú sa vstupné budiace sily ale iba vibračné odozvy počas prejazdov vlakov. Použitím tejto metódy získame platný nenormovaný modálny model meraného signálu. OMA (Operational Modal Analysis) Teóriu modálnej analýzy popísal Prof. David Ewins „MODAL ANALYSIS-THEORY, PRACTISE AND APPLICATION“

Prenosová funkcia medzi meracími bodmi MV1-MV2

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

$B(f)$ výstupná frekvenčná odozva
$A(f)$ vstupná frekvenčná odozva

Pri simultálnej dvojkanálovej analýze signálov nie sú sledované samotné signály ale vlastnosti fyzikálneho systému zodpovedného za ich rozdiely. FFT analýza prezentuje prenosovú funkciu medzi úsekom bez aplikácie podkladnicovej podložky merací bod MV1 a úsekom s aplikáciou podkladnicovej podložky.
4.4.3.1 Prenosová funkcia počas prejazdu rušňa smer Bratislava rýchlosťou v = 90 km/h úsekom s polyetylénom hr. 2 mm bod MV1 a s podkladnicovými podložkami hr. 10 mm bod MV2, v úseku v km 51,3



5. DOPORUČENIA PRE STAVBU ŽELEZNIČNÉHO SPODKU

Minimalizácia šírenia hluku a vibrácií podložím, ktorý je vyvolaný koľajovými systémami zaistí zdravé životné a pracovné podmienky pri hodnotení expozície ľudí v obytných priestoroch v záujmovom území v okolí modernizovanej železničnej trate.

Z hľadiska minimalizácie technickej seizmicity vyvolanej koľajovými systémami sa hodnotí mohutnosť kmitania budov, konštrukcií poprípade pri citlivých konštrukciách a zariadeniach umiestnených v budovách.

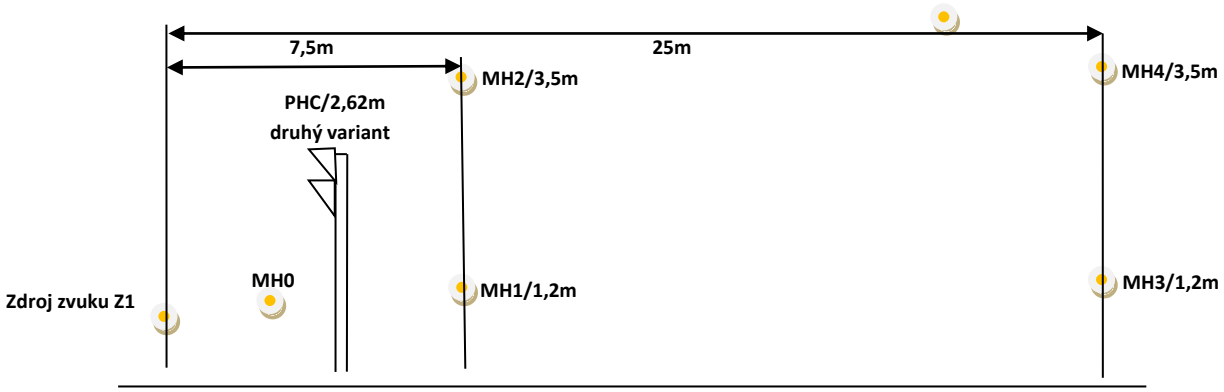
Na základe vyhodnotených meraní in situ v záujmovom území predpokladáme nepriaznivý dopad vibrácií a otrasov od prejazdov vlakových súprav pre stavby v ochrannom pásme dráhy ktoré podliehajú zákonu č. 513/2009 Z.z. o dráhach §3 a §5 V prípade zníženia dynamickej odozvy spôsobenej prevádzkou železničnej dráhy v chránených objektoch navrhujeme zvážiť aplikovanie pružných prvkov zabudovaných v železničnom spodku a to:

- Použitie podvalov s podpodvalovými podložkami ktoré garantujú zníženie prenosu vibrácií podložím pri frekvencii tretinooktávového pásma $f_{t,63Hz}$ cca o 25%.
- Použitie antivibračných rohoží ktoré garantujú útlm zníženie prenosu vibrácií podložím pri frekvencii tretinooktávového pásma $f_{t,63Hz}$ cca o 75%.

6. EXPERIMENTÁLNE MERANIA „IN SITU“ ZA ÚČELOM OVERENIA MOŽNOSTI ZNÍŽENIA HLUKU ŠÍRENÉHO VZDUCHOM, VYVOLANÝCH KOĽAJOVÝMI SYSTÉMAMI

V obci Nosice km 158,759 sme pre dve varianty skladby protihlukovej steny vykonali meranie hluku, na základe ktorého sme určili účinok zmeny skladby protihlukovej steny v úseku železničnej trate pred mostovým objektom. Cieľom vykonaných meraní v štyroch stanovištiach bolo vyjadriť dosiahnuté zníženie hladín zvuku v okolí železničnej trate pri výmene dvoch vrchných elementov SE01 jedným elementom Delta a jedným elementom Delta Top.





Obr. 6.1 Rozmiestnenie meracích stanovíšť MH0 až MH4.



Hliníková PHC variant s dvoma prvkami delta celkom hore nad sebou je efektívne opatrenie z hľadiska útlmu hluku (oproti PHC bez delt). V súčasnosti sú hliníkové protihlukové elementy Delta a Delta Top najúčinnejší prostriedok dostupný na trhu na zníženie hluku pri uvažovanej výške protihlukovej steny 2,62m.

7. VYSVETLIVKY, DEFINÍCIE A SOFTVÉROVÉ PROSTRIEDKY PRE VÝPOČTOVÉ POSTUPY

Cadna A verzia 4.4 inštalované moduly BMP XL, USB L42965 a L42966, 32 a 64 bitová verzia so zapracovanými metódami pre výpočet hluku ISO 9613-2 a NMPB Routes 96 pre podmienky Slovenskej republiky, v zmysle 99. odborného usmernenia ÚVZ SR.

3D digitálny model terénu: „ZBGIS® Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky“

RD – rodinný dom, **č.p.** – číslo popisné, **NP** – nadzemné podlažie, **OA** – osobný automobil**, NA** – nákladný automobil, **PHS** – protihluková stena, **NJP** – najbližší jazdný pruh

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

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

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

Ekvivalentná hladina akustického tlaku v tretinooktávovom pásme – $L_{ptAeq,T,f}$ je vážená hladina akustického tlaku vo zvolenom tretinooktávovom pásme, napr. $L_{ptAeq,1hod,1kHz}$ predstavuje časovo priemerovanú váženú hladinu akustického tlaku na strednej frekvencii tretinooktávového pásma 1kHz počas hodnotenia T= 1hodina.

Analytická hluková mapa prezentuje 3D, kalibrovaný model záujmového územia vo forme hlukových pásiem, izočiar 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 zrýchlenie 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“ bázicentrickej súradnicovej sústavy počas referenčného časového intervalu pre noc od 22.00 h do 6.00 h (8 h).

Maximálna hodnota rýchlosti vibrácií – maximálna hodnota funkcie rýchlosti vibrácií, 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 vibrácií (dopravou, priemyselnou činnosťou, trhacími prácami, pulzáciou vodného prúdu a pod.) Odozva objektov na seizmické zaťaženie je v čase premenná v závislosti na charakteru budenia a na vlastnostiach objektu.

Efektívna hodnota rýchlosti vibrácií $v_{ef,z,T}$ [mm.s^{-1}] – je ekvivalentná rýchlosť vibrácií pre časový interval T=1s v danom mieste s použitím časovej váhovej funkcie Slow.

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“ bázicentrickej súradnicovej sústavy a časovým intervalom vyhodnotenia.

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.

***