SÚRADNICOVÝ SYSTÉM: S-JTSK v realizácii JTSK

VÝŠKOVÝ SYSTÉM: Bpv

NÁZOV STAVBY

DIAĽNICA D3 ŽILINA (BRODNO) - KYSUCKÉ NOVÉ MESTO

OBJEDNÁVATEĽ

NÁRODNÁ DIAĽNIČNÁ SPOLOČNOSŤ

Národná diaľničná spoločnosť, a. s.
Dúbravská cesta 14, 841 04 Bratislava

SPRÁVA O HODNOTENÍ VPLYVOV

PROJEKTANT OBJEKTU	INŽINIERSKE SLUŽBY spol. s.r.o., Československej armády 3, 036 01 Martin		
	ZODPOVEDNÝ PROJEKTANT	RNDr. Branko Brodniansky	PODPIS
	VYPRACOVAL	RNDr. Branko Brodniansky	PODPIS
	KONTROLOVAL	Ing. Alexander Krokker, PhD.	PODPIS
	IDENTIFIKAČNÉ ČÍSLO PRÍLOHY		

KRAJ: ŽILINSKÝ

OKRES: Žilina, Kysucké Nové Mesto

KATASTRÁLNE ÚZEMIE: Budatín, Považský Chlmec, Brodno, Vranie, Rudinka, Oškerda, Rudina, Radoľa, Kysucké Nové Mesto, Budatínska Lehota, Povina, Kysucký Lieskovec

DÁTUM	06.2023
FORMÁT	
MIERKA	
STUPEŇ PD	EIA
Č. ZÁKAZKY	7865-00
Č. SÚPRAVY	Č. PRÍLOHY 03

NÁZOV ČASTI

VIBRAČNÁ ŠTÚDIA

Obsah

1 Všeobecné údaje ... 2
1.1 Identifikačné údaje o stavbe ... 2
1.2 Stavebník ... 2
1.3 Projektant ... 2
1.4 Identifikácia štúdie ... 2
2 Úvod ... 3
2.1 Vplyvy ... 3
2.2 Základná špecifikácia ... 3
3 Opis prostredia ... 3
4 Mechanizmus technickej seizmicity ... 4
4.1 Šírenie otrasov ... 4
4.2 Intenzita a charakter otrasov od dopravy a stavebných strojov ... 4
4.3 Rýchlosť kmitania elementov podložia ... 6
5 Posúdenie odozvy stavebných objektov ... 6
5.1 Odolnosť objektov ... 6
5.2 Stupeň poškodenia objektov ... 7
5.3 Odozva objektov a ich konštrukcií ... 7
5.3.1 Kategórie základových pôd ... 8
5.3.2 Vyššie riziko poškodenia objektov ... 9
6 Vplyv na zdravie obyvateľov ... 9
7 Predikcia vibrácií v budovách ... 10
7.1 Zdroje kmitania – technickej seizmicity ... 10
7.1.1 Baranenie – búracie kladivá. ... 11
7.1.2 Zhutňovanie podložia – vibračné valce. ... 11
7.1.3 Pilotáž ... 11
7.1.4 Trhacie práce ... 12
7.1.5 Iné zemné práce ... 12
7.1.6 Doprava ... 12
7.2 Podložie ... 12
7.3 Výsledky predikcie ... 12
7.3.1 Nulový variant ... 12
7.3.2 Variant s realizáciou diaľnice, Variant 1 (DSP) ... 13
8 Návrh opatrení ... 16
8.1 Monitoring vibrácií ... 16
9 Záver ... 16
10 Citácie a literatúra ... 16

1 Všeobecné údaje

1.1 Identifikačné údaje o stavbe

Názov stavby: DIAĽNICA D3 Žilina, Brodno – Kysucké Nové Mesto

1.2 Stavebník

Názov a adresa : NÁRODNÁ DIAĽNIČNÁ SPOLOČNOSŤ a.s.,
Dúbravská cesta 14,
841 04 Bratislava

Nadriadený orgán: Ministerstvo dopravy a výstavby SR,
Námestie slobody 6,
832 03 Bratislava

1.3 Projektant

Hlavný projektant: DOPRAVOPROJEKT, a.s.,
Kominárska 2-4,
831 02 Bratislava

Projektant časti: INŽINIERSKE SLUŽBY, s.r.o. Martin
Československej armády 3
036 01 Martin

Vypracoval: RNDr. Branko Brodniansky
Ing. Martin Brodniansky

Zodpovedný riešiteľ časti: RNDr. Branko Brodniansky

Zodpovedný riešiteľ – RNDr. B. Brodniansky je zapísaný pod č. 169/97-OPV do zoznamu odborne spôsobilých osôb na posudzovanie vplyvov na životné prostredie podľa §61 zákona NR SR č. 24/2006 Z.z. v odboroch činností – ochrana zdravia, hluk a vibrácie, fyzika. Je držiteľom odbornej spôsobilosti na kvalitatívne a kvantitatívne zisťovanie faktorov životného prostredia a pracovného prostredia na účely posudzovania ich možného vplyvu na zdravie podľa §15 a §16 zákona NR SR č. 355/2007 Z.z. s číslom osvedčenia ÚVZSR/OOD/3893/19962/2022.

1.4 Identifikácia štúdie

Č. úlohy: 45/2023

Vypracované: 6/2023

2 Úvod

2.1 Vplyvy

Vibračná štúdia popisuje možné vplyvy vybraného úseku diaľnice D3 v etape výstavby a v etape prevádzky na okolie v dôsledku mechanického kmitania a otrasov spôsobovaného stavebnou činnosťou a automobilovou dopravou. Mechanické kmitanie a otrasy, ktoré sa môžu prenášať do stavebných objektov a obytných budov, sú pri výstavbe diaľnic vyvolané vonkajšími zdrojmi – stavebnými aktivitami, rozrušovaním podložia, zhutňovaním návozov a živičných povrchov, zatĺkaním pilot a Larsenových stien, prejazdami nákladných vozidiel a ťažkej techniky po nerovnom povrchu. Počas prevádzky diaľnice sú zdrojom mechanického kmitania najmä prejazdy vozidiel cez výtlky, mostné závery, praskliny v živičnom povrchu a opravy živičného povrchu vibračným zhutňovaním.

Objektívne posúdenie vplyvov kmitania vyvolaného posudzovanou činnosťou v sledovanom území vychádza z analýzy zdrojov kmitania prenášaného do základovej pôdy, posúdenia odozvy budov na vyvolané budenie, posúdenia možných vplyvov na citlivú techniku a vplyvov na zdravie obyvateľov.

2.2 Základná špecifikácia

Posúdenie očakávaných vplyvov na stavby a obyvateľov v dôsledku kmitania je priestorovo ohraničené a dotýka sa blízkeho okolia diaľnice D3. Pásma, mimo ktorých je irelevantné posudzovať vplyvy vibrácií a otrasov na obyvateľov, stavby a pracoviská s citlivými prístrojmi, sú na základe literatúry [2) 4) 6) 7) 10) 11)] vymedzené nasledujúcimi vzdialenosťami:

- 30 m od diaľnice a vyvolaných stavieb,
- 50 m od stavebných dvorov a dočasných stavebných komunikácií,
- 200 m od pracovísk s osobitne citlivými prístrojmi.

3 Opis prostredia

Posudzovaný úsek diaľnice D3 začína južne od mestskej časti Brodno v km 11,100 a končí na začiatku obce Kysucký Lieskovec v km 22,30. Diaľnica prechádza údolím rieky Kysuca. Kritickými úsekmi blízkeho okolia diaľnice D3 sú (viď príloha č.1. Situácia – posudzované budovy a príloha č. 2. Opis posudzovaných objektov):

1. km 12,47 až 13,50 vpravo – Žilina (Brodno),
2. km 17,58 až 18,22 vpravo – Radoľa,
3. km 18,40 až 18,79 vpravo – Budatínska Lehota.

Kritickými sú tiež objekty v blízkosti niektorých križovatkových vetiev a vyvolaných úprav komunikácií:

1. (km D3 11,75), vetva km 0,40 vpravo Žilina (Brodno),
2. (km D3 11,80), vetva - koniec úseku Žilina (Brodno),
3. (km D3 12,45 až 13,51), nové komunikácie pri ŽSR Žilina (Brodno),
4. (km D3 14,90), vetva - koniec úseku Oškerda,

5. (km D3 19,80), vetva – koniec úseku Povina.

4 Mechanizmus technickej seizmicity

4.1 Šírenie otrasov

Pri hodnotení šírenia technických otrasov sa posudzujú výchylky vo zvislom smere w a výchylky vo vodorovnom smere, v zložkách u a v.

Na šírení vzruchu sa vo významnej miere podieľa povrchová vlna. Pre Rayleighove vlny bol odvodený vzťah, podľa ktorého sa výchylka w_x zmenšuje s vodorovnou vzdialenosťou x od zdroja seizmických vĺn približne podľa závislosti platnej pre $x > l$:

$$w_x = w_l \left(\frac{l}{x} \right)^{1/2} \cdot \exp\left[-a(x-l) \right]$$

Pri tuhých zeminách platí obmedzene vzťah:

$$w_x = w_l \left(\frac{l}{x} \right)^{1,5}$$

kde je

w_l výchylka vo vzdialenosti l od zdroja, meraná na povrchu územia;

w_x výchylka vo vzdialenosti x od zdroja, meraná na povrchu územia;

a konštanta útlmu je závislá od druhu podložia a je v rozsahu 0,01 m^{-1} (zvodnené štrkovité zeminy) až 0,13 m^{-1}(skalné horniny).

Vzťahy pre úbytok výchylky so vzdialenosťou platia približne aj pre oba smery kmitania vo vodorovnej rovine a aj pre celkový vektor výchylky, ako aj pre ich prvé derivácie podľa času.

4.2 Intenzita a charakter otrasov od dopravy a stavebných strojov

Intenzita a charakter technických otrasov sú dané:

a) rýchlosťou pohybujúcich sa vozidiel, stavom povrchu, konštrukciou vozovky;
b) typom stavebného technického zariadenia;
c) ekvivalentnou energiou, ktorou zariadenie pôsobí na podložie;
d) ekvivalentnou plochou, na ktorú zariadenie pôsobí;
e) geologickými pomermi v danej oblasti, vlastnosťami horninového masívu a vlastnosťami pôdy.

Výchylka w vo zvislom smere spôsobená neperiodickým kmitaním pri krátkodobom impulze I vo zvislom smere je v čase t_m rovná

$$w = \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot m_{\mathrm{tot,k}} \cdot f_d} \cdot \exp\left(-2 \cdot \pi \cdot f_{\mathrm{b}} \cdot t_{\mathrm{m}}\right)$$

kde $$t_{\mathrm{m}} = \frac{1}{2\pi \cdot \left(f_0^2 - f_{\mathrm{b}}^2\right)^{1/2}} \cdot \mathrm{arctg} \frac{\left(f_0^2 - f_{\mathrm{b}}^2\right)^{1/2}}{f_{\mathrm{b}}}$$

$$I = F \cdot t_{\mathrm{im}}$$

kde je

F budiaca sila,

t_{m} doba, po ktorú budiaca sila pôsobí.

Výchylky kmitania vo vodorovnom smere u a v, ktoré sprevádzajú budenie vo zvislom smere sú dané vzťahom

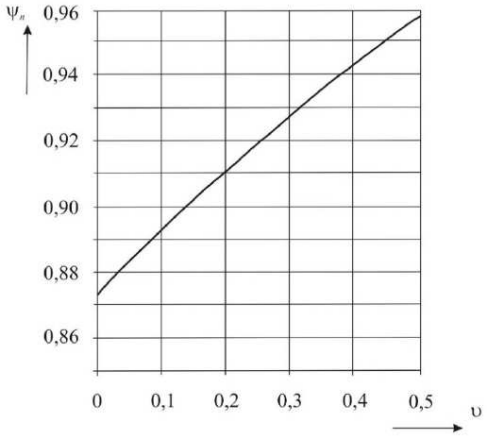
$$u = \frac{2\left\{1 - \left[\left(1 - \psi_{\mathrm{v}}^2 \cdot \psi_{\mathrm{n}}^2\right)\left(1 - \psi_{\mathrm{n}}^2\right)\right]^{1/2}\right\} - \psi_{\mathrm{n}}^2}{2\pi \cdot \left(f_0^2 - f_{\mathrm{b}}^2\right)^{1/2}} \cdot w$$

kde je

ψ_{v} pomer rýchlosti priečnej vlny k rýchlosti pozdĺžnej vlny v pôde, daný vzťahom

$$\psi_{\mathrm{v}} = \left[\frac{1 - 2v}{2(1 - v)}\right]^{1/2}$$

Súčiniteľ ψ_n sa stanoví z Poisonovho súčiniteľa pôdy υ podľa grafu na obrázku č. 1.



Obrázok č. 1. Závislosť súčiniteľa ψ_n na Poisonovom súčiniteli υ.

Pri šírení mechanického kmitania od stavebných strojov v podloží podľa prevládajú frekvencie v pásme 10 – 50 Hz.

Poznámka 1: *Budovy sú náchylnejšie na poškodenie v oblasti vlastných frekvencií budovy ako celku, alebo jej jednotlivých stavebných prvkov (základov, stien, podláh a stropov), kedy dochádza (pri opakovaných vzruchoch)*

k rezonancii, tieto sú väčšinou nižšie než 10 Hz, pre túto oblasť sú vo všeobecnosti stanovené prísnejšie kritériá.

4.3 Rýchlosť kmitania elementov podložia

Z analýzy technologických procesov je možné predvídať mohutnosť kmitania prenášaného do základovej pôdy a šíreného k objektom vyžadujúcich ochranu.

Rýchlosť kmitania $w_x^{(1)}$ (prvá derivácia výchylky w_x podľa času) za daných podmienok vo vzdialenosti x od zdroja meraná na povrchu územia je priamo úmerná druhej odmocnine energie, akou zariadenie vytvára seizmické vzruchy.

$$w_x^{(1)} = K_E \frac{\sqrt{E_{eq}}}{x^n}$$

kde: K_E je konštanta, ktorá závisí od parametrov prostredia (modulu pružnosti pôdy, modulu reakcie podložia a Poisonovho súčiniteľa pôdy) a mechanizmu interakcie zdroja a podložia;

E_{eq} je výrobcom udávaná ekvivalentná energia zdroja s bodovým pôsobením alebo odvodená energia plošného zdroja pre jeho ťažisko;

x je vzdialenosť od ťažiska pôsobenia zdroja; exponent n je najčastejšie v rozsahu 1 – 1,5 (extrémne krajné polohy sa uplatňujú: n~2 pre vysoký útlm povrchovej vlny, n~0 pre osobitne priaznivé podmienky šírenia seizmického vzruchu vo vybranom smere).

5 Posúdenie odozvy stavebných objektov

Odozva objektov na technickú záťaž sa najčastejšie hodnotí podľa efektívnej alebo maximálnej rýchlosti kmitania na referenčnom mieste, ktorým je základ budovy alebo podlaha na najnižšom podlaží, tiež betónové plochy (schodíky, chodníky) v tesnom kontakte so základom.

5.1 Odolnosť objektov

Odolnosť objektov na budenie prenášané základovou pôdou pre objekty bytové, občianske, priemyselné a poľnohospodárske v závislosti na stavebnej konštrukcii sa delí do tried odolnosti objektov (TOO) podľa tabuľky č. 1

Tabuľka č. 1 Triedy odolnosti (TOO) stavebných objektov[4]

TOO	Stavebné objekty
A	Chatrné stavby, nezodpovedajúce stavebným predpisom, zrúcaniny, historické budovy z neopracovaného kameňa alebo tehál s klenutými prekladmi a pod.
B	Bežné tehlové stavby, izolované alebo radové domy s pôdorysnou plochou do 200 m^2, najviac trojpodlažné
C	Veľké budovy z tehál a tvárnic, dobre vystužené stavby panelové a zmontované zo železobetónových prvkov, murivo na cementovú maltu
	Budovy s monolitickou kostrou s ocele alebo železobetónu,

D	drevené a hrázdené stavby s dobrým stužením, prostý betón
E	Železobetónové a oceľové konštrukcie, výrobné a prevádzkové objekty, železobetónové silá a zásobníky

5.2 Stupeň poškodenia objektov

Tabuľka č. 2. Stupeň poškodenia (SP) stavebných objektov [4]

Opis poškodenia	**SP**
Bez poškodenia. Nevznikajú žiadne viditeľné poškodenia funkcie stavebných objektov, ako napr. vodotesnosť nádrží a pod.	**0**
Kozmetické poškodenie - prvé známky poškodenia. Trhliny šírky do 1 mm na styku stavebných prvkov (napr. styk steny a stropu)	**1**
Miernejšie narušenie s malými škodami. Trhliny v omietke, priečkach, v komínovom murive, opadávanie omietky, uvoľnenie krytiny	**2**
Stredné narušenie s vážnymi škodami. Stabilita nie je ohrozená. Trhliny širšie ako 5 mm v priečkach a nosných stenách. Opadávanie krytiny a častí komínov	**3**
Značné narušenie s nebezpečnými škodami. Trhliny v nosných múroch a prekladoch, ohrozujúce ich statickú funkciu. Zrútenie priečok, výplňového muriva a komínov. Trhliny v prostom betóne, porušenie stability	**4**
Úplné rozrušenie a deštrukcia. Zrútenie tehlových stavieb alebo ich častí s hlavnými nosnými prvkami. Významné trhliny v železobetóne	**5**

5.3 Odozva objektov a ich konštrukcií

Odozva objektov (informatívna) v závislosti od maximálnej hodnoty rýchlosti kmitania (pri trhacích prácach) triedy odolnosti objektu (TOO) a základnej pôdy pre všetky smery hodnotenia je uvedená v tabuľke č. 3.

Tabuľka č. 3. Závislosť stupňa poškodenia objektu (SP) od maximálnej hodnoty rýchlosti kmitania v_{max} [mm.s^{-1}], triedy odolnosti objektu (TOO) a základnej pôdy pre všetky smery hodnotenia[4]

Maximálna rýchlosť kmitania v_{max} pre frekvenčnú oblasť			**SP**	**TOO**	**Druh základovej pôdy**
f < 10 Hz	***10 < f < 50 Hz***	***f < 50 Hz***			
od 3 do 6	od 6 do 12	od 12 do 20	0	A	a,b,c
				B	a
od 6 do 10	od 10 do 20	od 15 do 30	0	B	b,c
				C	a
			1	A	a
od 8 do 15	od 15 do 30	od 20 do 30	0	C	b
				B	c
			1	A	b,c
				B	a

od 10 do 20	od 20 do 30	od 30 do 50	0	C	c
				D	a
			1	B	b
				C	a
			2	A	a
od 15 do 25	od 25 do 40	od 40 do 70	0	D	b,c
				E	a
			1	C	b
				B	c
			2	A	b,c
				B	a
od 20 do 40	od 40 do 60	od 60 do 100	0	E	b,c
				F	a
			1	C	c
				D	a
			2	B	b,c
				C	a
od 30 do 50	od 50 do 100	od 100 do 150	0	F	b,c
			1	D	b,c
				E	a
			2	C	b

Odozva konštrukcie (dôležitého miesta objektu, napríklad prierez s maximálnym ohybovým momentom alebo posúvajúcou silou), s výnimkou odozvy na účinok trhacích prác, zistené výpočtom alebo experimentálne je uvedený v tabuľke č. 4.

Tabuľka č. 4. Odozva konštrukcie podľa efektívnej rýchlosti pohybu v_{ef} v mm.s^{-1}[4] [8] [12] [13]

Trieda odolnosti objektu	v_{ef}	
	Možnosť porúch	5 % objektov má kozmetické poškodenie
A	4,5	7
B	9	14
C	25	50
D	40	80

5.3.1 Kategórie základových pôd

Stupeň poškodenia (SP) objektov uvádzaný v tabuľkách č. 2 a 3 je závislý od druhu základových pôd:

Kategória a: Horniny všetkých tried pri tabuľkovej únosnosti R_{dt} ≤ 0,15 MPa, s hladinou podzemnej vody trvalo v hĺbke od 1 m do 3 m pod základovou škárou.

Kategória b: Horniny všetkých tried pri tabuľkovej návrhovej únosnosti R_{dt} ≤ 0,15 MPa, s hladinou podzemnej vody trvalo väčšej hĺbke ako 3 m. Do tejto kategórie patria aj horniny všetkých tried pri tabuľkovej návrhovej únosnosti R_{dt} > 0,15 MPa, s hladinou podzemnej vody trvalo v hĺbke od 1 m do 3 m pod základovou škárou.

Kategória c: Horniny všetkých tried pri tabuľkovej návrhovej únosnosti R_{dt} > 0,15 MPa, s hladinou podzemnej vody trvalo väčšej hĺbke ako 3 m pod základovou škárou. Do tejto kategórie patria aj skalné horniny pri tabuľkovej návrhovej únosnosti R_{dt} > 0,6 MPa, ak je hladina podzemnej vody trvalo v hĺbke väčšej ako 1 m.

5.3.2 Vyššie riziko poškodenia objektov

Vyšší stupeň poškodenia, ako zodpovedá uvedeným kategóriám hornín môže nastať v prípadoch :

- ak hladina podzemnej vody je dlhodobo menej ako 1 m pod základovou škárou,
- ak je objekt založený v nesúdržných a zavodnených štrkopieskoch,
- ak je objekt založený na šmykových horninových vrstvách.

6 Vplyv na zdravie obyvateľov

Hodnotenie ochrany zdravia pred negatívnymi účinkami kmitania (vibrácií) v budovách prenášaného na celé telo je špecifikované prípustnými hodnotami určujúcich veličín vo vyhláške MZ SR č. 549/2007 Z.z. [2]. Určujúcou veličinou pri hodnotení vibrácií vo vnútornom prostredí budov je ekvivalentná hodnota frekvenčne váženého zrýchlenia vibrácií posudzovaného vo frekvenčnom rozsahu 1 Hz až 80 Hz v súlade s STN ISO 2631-2:2004 [6]. V prípade veľkého súčiniteľa výkmitu otrasov, ktorých energia je obsiahnutá v uvedenom frekvenčnom rozsahu, je určujúcou veličinou aj maximálna hodnota váženého zrýchlenia vibrácií (pre T = 1 s, alebo meraná s časovou váhovou funkciou Slow).

Určujúce veličiny sa stanovujú v mieste zdržovania sa ľudí a v smere osí bázicentrickej súradnicovej sústavy, pričom hodnotenie vibrácií pôsobiacich na celé telo sa vykonáva pre smer a miesto s najvyššími hodnotami vibrácií zistenými v chránenej miestnosti. Pri porovnateľných hodnotách v rôznych osiach sa hodnotia vibrácie pre všetky osi zvlášť.

Posudzovanou hodnotou je ekvivalentná hodnota frekvenčne váženého zrýchlenia vibrácií stanovená v čase výskytu vibrácií a maximálna hodnota váženého zrýchlenia vibrácií upravené o kladnú hodnotu neistoty stanovenia.

Prípustné hodnoty vibrácií sú uvedené v tabuľke č. 5.

Tabuľka č. 5. Prípustné hodnoty určujúcich veličín vibrácií vo vnútornom prostredí [2]

Popis chráneného vnútorného priestoru alebo miestnosti v budovách	Referenčný časový interval	Neprerušované alebo prerušované periodické alebo ustálené náhodné vibrácie a)	Otrasy a vibrácie s veľkou dynamikou vyskytujúce sa niekoľkokrát za deň
		$a_{weq,p}$ ($m.s^{-2}$)	$a_{wmax,p}$ ($m.s^{-2}$) a) b)
Priestory so zvýšenou ochranou, napr. nemocničné izby, ubytovanie pacientov v kúpeľoch.	Čas výskytu pre deň, večer a noc	0,004	0,008
Obytné miestnosti, ubytovne, domovy dôchodcov.	deň večer noc	0,008 0,008 0,005	0,11 0,11 0,05
Škôlky a jasle, školy, čitárne.	počas používania	0,008	0,11

7 Predikcia vibrácií v budovách

7.1 Zdroje kmitania – technickej seizmicity

Podľa STN ISO 4866 + Amd1 + Amd2:2000 (01 1429) Mechanické kmitanie a otrasy; Kmitanie budov; Pokyny na meranie kmitania a hodnotenie jeho vplyvov na budovy [8] sú rozsahy zdrojov technickej seizmicity, ktoré prichádzajú do úvahy s posudzovanou stavbou, charakterizované hodnotami uvedenými v tabuľke č. 6.

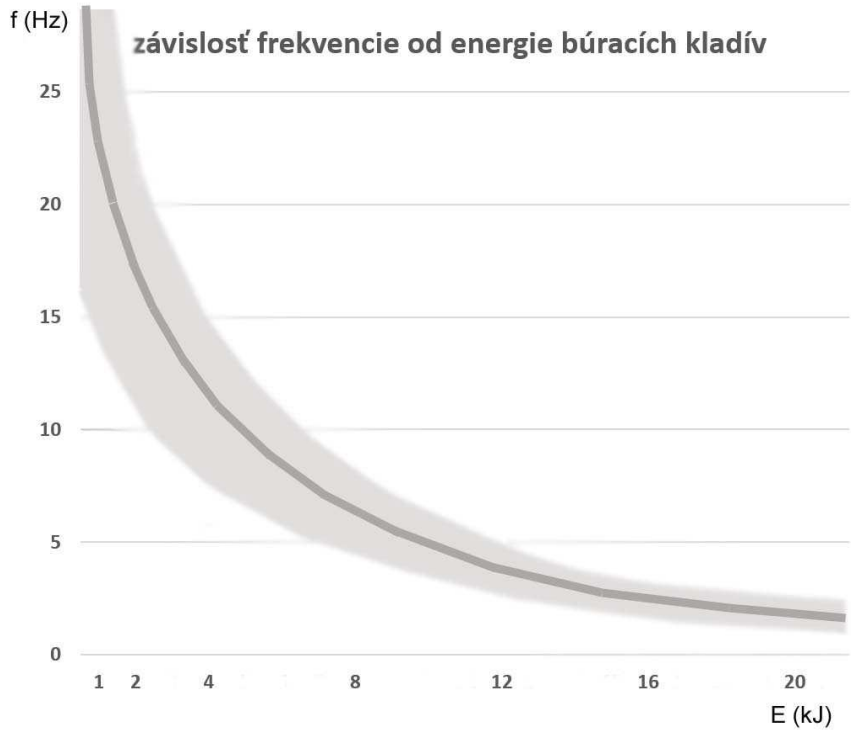
Tabuľka č. 6. Rozsahy hodnôt frekvencií, rýchlostí a zrýchlenia zdrojov technickej seizmicity stavebných strojov[8]

zdroj vibrácií	frekvenčný rozsah (Hz)	rozsah rýchlosti segmentu (mm/s)	rozsah zrýchlenia segmentu (m/s^2)
doprava	1 až 80	0,2 až 50	0,02 až 1
baranenie	1 až 100	0,2 až 50	0,02 až 2
vonkajšie stroje	1 až 300	0,2 až 50	0,02 až 1

U stavebných strojov dominujú frekvencie v rozsahu 10 až 50 Hz. Medzi technickými údajmi stavebných strojov bývajú často uvádzané okrem frekvencie vibrácií, resp. úderov, tiež energie a hmotnosti (búracích kladív).

7.1.1 Baranenie – búracie kladivá.

Najčastejšie energie, resp. frekvencie úderov búracích kladív niektorých výrobcov sú v rozsahu 0,1 kJ až 120 kJ, resp. 2 Hz až 40 Hz. Ručné kompresorové búracie kladivá majú typické parametre E_{eq} = 0,05 kJ – 0,15 kJ; f = 15 Hz – 60 Hz; na pásových alebo kolesových podvozkoch sú montované ťažšie búracie kladivá (baranidlá) s energiami E_{eq} > 0,1 kJ. Súvis energie s frekvenciou búracích kladív zobrazuje graf na obrázku č. 1.



Obrázok č. 1. Súvis frekvencie úderov s energiou búracích kladív.

7.1.2 Zhutňovanie podložia – vibračné valce.

Väčšina vibračných valcov má hladký bubon a sú vhodné len pre zrnitý materiál. Vibračné valce majú hmotnosť v rozsahu medzi 4.000 až 25.000 kg a pohybujú sa rýchlosťou nepresahujúcou 6 kilometrov za hodinu. Ekvivalentná energia vyvolávajúca mechanické kmitanie môže byť v rozsahu 10 kJ < E_{eq} < 80 kJ. Zhutňovanie sa uplatňuje najčastejšie v povrchových vrstvách cca 0,3 m (max. do 0,8 m). Pracovná frekvencia je najčastejšie 30 Hz < f < 35 Hz. Vibračné valce sa často používajú aj na zhutňovanie živičného cestného povrchu.

7.1.3 Pilotáž

Energia odovzdávaná podložiu pri týchto stavebných strojoch (pilotážnych kladivách) býva v rozsahu 20 kJ < E_{eq} < 160 kJ.

7.1.4 Trhacie práce

Využitie trhacích prác, ako významného zdroja technickej seizmicity je na posudzovanom úseku stavby málo pravdepodobné.

7.1.5 Iné zemné práce

Vŕtanie skalného podložia a zemné práce (buldozéry a bagre) vyvolávajú kmitanie podložia odpovedajúce ekvivalentnej energii E_{eq} < 2 kJ.

7.1.6 Doprava

Vibrácie od pohybu vozidiel po rovných živičných plne uzavretých povrchoch spôsobované hrubým dezénom pneumatík (s frekvenciami prevažne f > 200 Hz) a chvením hnacích agregátov prenášaným nápravami do vozovky (s frekvenciami prevažne 60 Hz < f < 80 Hz) sú nevýznamné.

Významné sú prejazdy ťažkých vozidiel (nákladné autá, autobusy a pod.) po výmoľoch, po nerovných alebo inak poškodených povrchoch, alebo po technických prvkoch vsadených do vozovky, ako sú kryté kanalizačné šachty, spomaľovače a mostné závery. Pri tomto zdroji dominujú frekvencie nižšie než 10 Hz. Energetický rozsah nákladnej dopravy (vyjadrený ekvivalentnou energiou vyvolávajúcou kmitanie podložia) po nerovných povrchoch je:

- od E_{eq} ~ 0,2 kJ - u udržiavanej štrkovej stavebnej komunikácii,
- až po E_{eq} ~ 60 kJ - po výmoľoch alebo nedokonalých mostných záveroch vo vyšších rýchlostiach.

7.2 Podložie

Údaje o podloží v posudzovaných úsekoch okolia diaľnice vychádzajú z inžinierskogeologických a hydrogeologických prieskumov v štúdiách realizovateľnosti a z projektu monitoringu horninového prostredia jednotlivých etáp stavby diaľnice D3 [9], [10], [11]. Vzhľadom na prevažne nepriaznivé geologické podložie z hľadiska kritérií v článkoch 5.3.1 a 5.3.2 na odozvu objektov, resp. šírenie vibrácií podložím, bol zvolený konzervatívny (opatrný) prístup pre celý úsek stavby.

7.3 Výsledky predikcie

Na základe údajov a mechanizmov popísaných vyššie je v tejto časti uvedená predikcia pravdepodobnej odozvy budov na vplyvy technickej seizmicity počas výstavby a prevádzky diaľnice a odhad vplyvov na zdravie obyvateľov.

Vo vzdialenosti menšej ako 50 m od budúcich stavebných dvorov sa nenachádzajú žiadne objekty vyžadujúce ochranu pred vibráciami; vo vzdialenosti menšej ako 200 m od stavby neboli identifikované žiadne pracoviská s osobitne citlivou technikou na vibrácie (elektrónové mikroskopy a pod.). Výsledky predikcie sa týkajú len objektov vzdialených menej ako 30 m od stavby. Medzi tieto budovy sa nepočítajú objekty s možnosťou produkcie vlastných otrasov a vibrácií (priemyselné objekty).

7.3.1 Nulový variant

V nulovom variante sa predpokladá, že jediným zdrojom vibrácií bude doprava. Ako bolo uvedené v časti 7.1.6 vibrácie od pohybu vozidiel po rovných živičných plne uzavretých povrchoch spôsobované hrubým dezénom pneumatík (s frekvenciami prevažne f > 200 Hz) a chvením hnacích agregátov prenášaným nápravami do

vozovky (s frekvenciami prevažne 60 Hz < f < 80 Hz) sú z hľadiska poškodenia blízkych budov a expozície obyvateľov nevýznamné.

7.3.2 Variant s realizáciou diaľnice, Variant 1 (DSP)

7.3.2.1 Predikcia odozvy objektov na technickú seizmicitu

V tabuľkách č. 7 a č. 8 sú uvedené kritické objekty a pravdepodobné poškodenia pri zdrojoch budenia kmitov charakterizovaných ekvivalentnou energiou v zmysle kapitoly 7.1. Uvádzané výsledky sú pravdepodobnostného charakteru, zodpovedajúce dostupným podkladom o základových pôdach u jednotlivých objektov a o prípadných rizikách v zmysle kap. 5.3.2.

Tabuľka č. 7. Pravdepodobná odozva (stupeň poškodenia SP) vybraných objektov pri výstavbe a prevádzke diaľnice D3 v závislosti od ekvivalentnej energie budenia E_{eq} (kJ).

staničenie (km)	strana (L/P)	Obec	č. domu (parc.č.)	E_{eq}(kJ)	SP	E_{eq}(kJ)	SP
				medián 50 % (a)		< 5 % (b)	
12,49	P	Brodno	92	>160	1	79	1
12,60	P		84	>160	1	21	1
					2	64	2
12,63	P		10	>160	1	112	1
12,65	P		9	>160	1	79	1
12,67	P		8	>160	1	79	1
12,73	P		7	150	1	11	1
				>160	2	33	2

(a) najpravdepodobnejšia odozva objektov pri kategóriách základových pôd v zmysle kap 5.3.1.
(b) malá pravdepodobnosť odozvy objektov (<5%) pri predpokladaných rizikách v zmysle kap. 5.3.2.

Tabuľka č. 8. Pravdepodobná odozva objektov (stupeň poškodenia SP) pri výstavbe križovatkových vetiev súvisiacich so stavbou diaľnice D3.

staničenie (km)		strana	obec	číslo domu	E_{eq} (kJ)	SP	E_{eq} (kJ)	SP
(D3)	vetva	(L/P)			medián 50 % (a)		< 5 % (b)	
11,80	vjazd do MČ Brodno	P	Brodno	50	150	1	11	1
					>160	2	33	2
11,80		L		361	>160	1	112	1
12,45	nové komunikácie medzi stredom MČ a zastávkou ŽSR	P		107	>160	1	13	1
					>160	2	41	2
12,45		P		109	>160	1	112	1
12,45		P		104	>160	1	17	1
					>160	2	52	2

12,45		P		103	>160	1	17	1
					>160	2	52	2
12,45		P		101	>160	1	112	1
12,45		P		102	>160	1	17	1
					>160	2	52	2
13,50	zastávka ŽSR	P		5	>160	1	112	1
14,91	vjazd do Oškerdy	L	Oškerda	101	>160	1	112	1
19,80	vjazd do Povinej	KU	Povina	5	>160	1	26	1
					>160	2	79	2
19,80		KU		234	>160	1	46	1
					>160	2	141	2

(a) najpravdepodobnejšia odozva objektov pri kategóriách základových pôd v zmysle kap 5.3.1.
(b) malá pravdepodobnosť odozvy objektov (<5%) pri predpokladaných rizikách v zmysle kap. 5.3.2.

7.3.2.1 Predikcia vplyvov na zdravie obyvateľov

V tabuľkách č. 9 a 10 sú uvedené výsledky predikcie vplyvu vibrácií spôsobených výstavbou a prevádzkou diaľnice na zdravie obyvateľov v obývaných rodinných domoch v zmysle vyhlášky MZD SR č. 549/2007 Z.z. [2] vyjadrené hraničnými hodnotami ekvivalentnej energie zdrojov vibrácií.

Pri hodnotení bola uplatnená rozšírená neistota U = ± 60 % odhadnutá podľa GUM 1993 [13] s koeficientom rozšírenia 2, poskytujúca konfidenčnú pravdepodobnosť približne 95 %.

Pri nižších hodnotách ekvivalentnej energie zdrojov, než sú hodnoty energie uvedené v tabuľkách č. 9 a 10, bude zabezpečený súlad so špecifikáciou podľa kapitoly č. 6. pre relevantné objekty (obytné miestnosti, ubytovne) a pre čas pôsobenia (deň a večer).

Tabuľka č. 9. Hraničné hodnoty ekvivalentnej energie zdrojov vibrácií v blízkosti diaľnice D3, pri ktorých ešte bude zabezpečený súlad s prípustnými hodnotami zrýchlenia pre obyvateľov.

staničenie	strana	obec	č. domu	hraničné hodnoty E_{eq} (kJ)	
(km)	(L/P)		(parc.č.)	pre $a_{weq,p}$	pre $a_{wmax,p}$
12,47	p	Brodno	91	>160	87
12,49	P		92	79	37
12,60	P		11	21	10
12,63	P		10	111	53
12,65	P		9	79	37
12,67	P		8	79	37
12,73	P		7	11	5
17,58	P	Radoľa	348	>160	120

17,73	P		132	155	73
17,73	P		131	155	73
17,74	P		130	155	73
17,77	P		129	>160	102
18,43	P	Bud. Lehota	155	>160	140
18,43	P		154	>160	140
18,44	P		153	>160	120
18,47	P		247	>160	120
18,48	P		152	>160	120
18,53	P		149	>160	120
18,55	P		148	>160	102
18,56	P		204	>160	102
18,60	P		164	>160	102
18,62	P		181	>160	120
18,65	P		146	>160	87
18,67	P		185	>160	140
18,69	P		189	>160	140
18,71	P		145	>160	120

Tabuľka č. 10. Hraničné hodnoty ekvivalentnej energie zdrojov vibrácií v blízkosti križovatkových vetiev diaľnice D3, pri ktorých ešte bude zabezpečený súlad s prípustnými hodnotami vibrácií pre obyvateľov.

staničenie (km)		obec	strana	č. domu	hraničné hodnoty E_{eq} (kJ)	
(D3)	vetva		(L/P)	(parc.č.)	pre $a_{weq,p}$	pre $a_{wmax,p}$
11,8	vjazd do MČ Brodno	Brodno	P	50	11	5
			L	361	111	53
12,45	nové komunikácie medzi stredom MČ a zastávkou ŽSR		P	107	13	6
			P	109	111	53
			P	104	17	8
			P	103	17	8
			P	101	111	53
			P	102	17	8
13,5	zastávka ŽSR		P	5	111	53
14,91	vjazd do Oškerdy	Oškerda	P	101	111	53
19,8	vjazd do Povinej	Povina	P	5	26	12
			P	234	46	22

8 Návrh opatrení

Na minimalizáciu negatívnych dopadov technickej seizmicity z výstavby a prevádzky posudzovaného úseku diaľnice D3 na objekty a zdravie obyvateľov je potrebné obmedziť, alebo vylúčiť vplyv niektorých zdrojov vibrácií na objekty v okolí stavby diaľnice v závislosti na ich polohe.

Pri zhutňovaní násypov a živičných povrchov diaľnice, križovatkových vetiev a ďalších upravovaných komunikácií súvisiacich so stavbou diaľnice vrátane dočasných stavebných komunikácii vo vzdialenostiach menších ako 12 m od obývaných domov navrhujeme vylúčiť použitie vibračných zhutňovacích valcov.

Pre používanie baranidiel a pilotážnych baranidiel na stavbe platia obmedzenia pre ich typovú nominálnu hodnotu energie úderov určenú tabuľkami č. 7 až 10.

Počas prevádzky diaľnice navrhujeme pravidelne kontrolovať uzavretosť živičného povrchu a v prípade vzniku porúch ich neodkladne opravovať.

Mostné závery navrhujeme riešiť s ohľadom na nízke prevádzkové vibrácie (napríklad hrebeňové mostné závery) s vertikálnou diferenciou osadenia < 15 mm.

8.1 Monitoring vibrácií

Na predikciu vibrácií musí nadväzovať monitoring, tzn. meranie mechanického kmitania, otrasov a získavanie bližších údajov o dotknutých budovách a ich poškodeniach počas pôsobenia zdrojov pri výstavbe a prevádzke diaľnice. Účelom monitoringu je modifikácia a ďalšie upresňovanie opatrení na zmiernenie vplyvov, posúdenie súladu s prípustnými hodnotami vibrácií prenášaných na obyvateľov, ako aj posúdenie príčinných súvislostí pri vzniknutých dopadoch na životné prostredie. Monitoring musí vychádzať z projektu monitoringu, v ktorom budú stanovené konkrétne miestne, časové a technické podmienky.

9 Záver

V štúdii je posúdený možný vplyv technickej seizmicity vyvolanej výstavbou a prevádzkou diaľnice D3 v úseku Žilina (Brodno) – Kysucké Nové Mesto na okolité budovy a na obyvateľov. Posúdený je súlad so slovenskou legislatívou a technickými normami. Navrhnuté sú opatrenia na elimináciu negatívnych účinkov vibrácií.

V prípade dodržania navrhnutých opatrení bude zabezpečený súlad s prípustnými hodnotami vibrácií na obyvateľov a s najväčšou pravdepodobnosťou nedôjde ani ku kozmetickým poškodeniam okolitých budov.

10 Citácie a literatúra

[1] Zákon NR SR č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia.

[2] Vyhláška MZD SR č. 549/2007 Z.z. o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií.

[3] Daniela Ďurčanská a kol. Posudzovanie vplyvov ciest a diaľnic na životné prostredie.

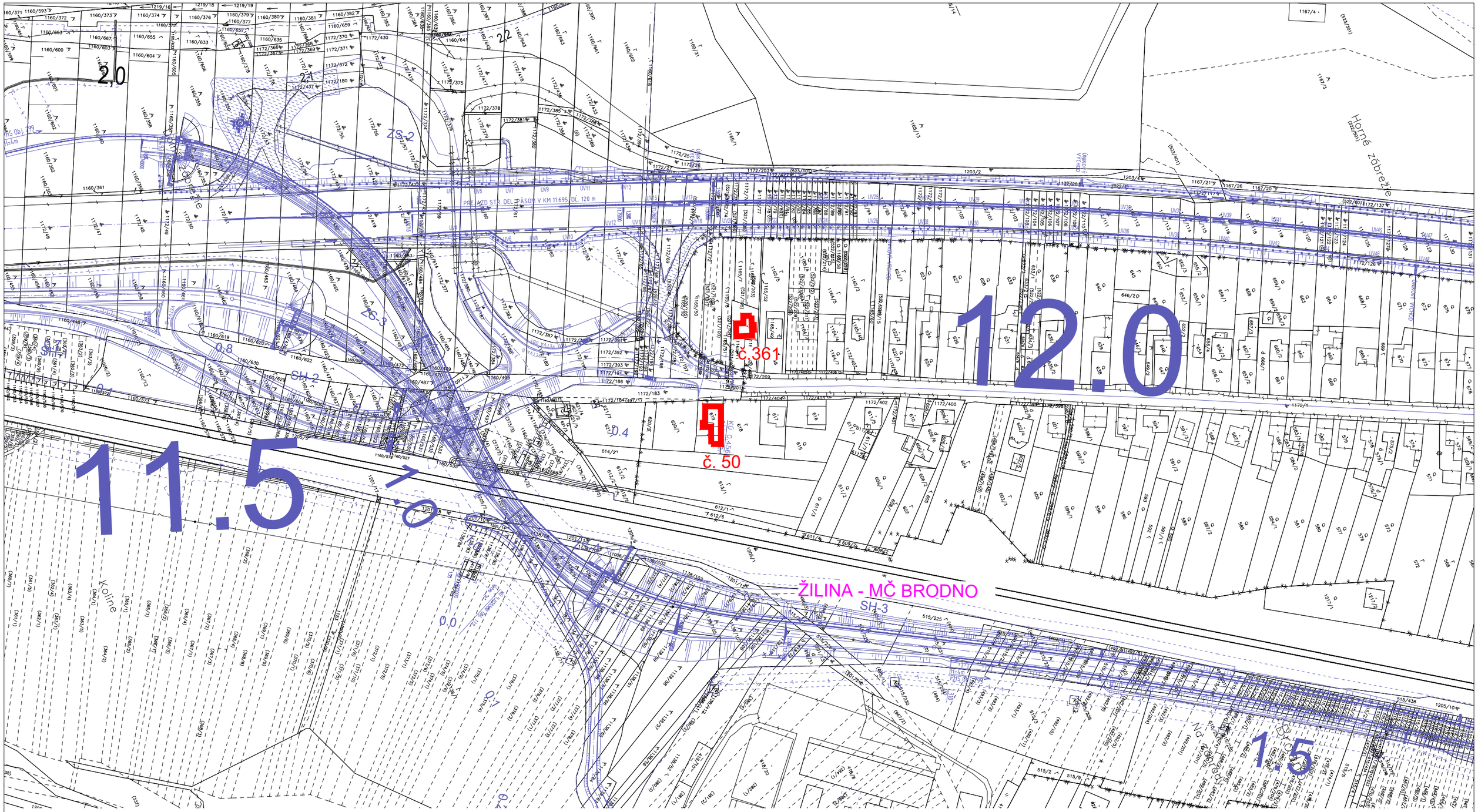
[4] ČSN 73 0040:2019 Zatížení stavebních objektů technickou seizmicitou a jejich odezva.

[5] STN ISO 2631-1:1999 Mechanické kmitanie a otrasy, Hodnotenie expozície človeka, Časť 1: Všeobecné požiadavky.
[6] STN ISO 2631-2:2004 Mechanické kmitanie a otrasy, Hodnotenie expozície človeka, Časť 2: Neprerušované vibrácie a rázy v budovách.
[7] STN 73 1001:2010 Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb.
[8] STN ISO 4866 + Amd1 + Amd2:2000 (01 1429) Mechanické kmitanie a otrasy, Kmitanie budov, Pokyny na meranie kmitania a hodnotenie jeho vplyvov na budovy.
[9] Geoconsult,. s.r.o. Bratislava, Úsek diaľnice D3 Žilina (Brodno) – Kysucké Nové Mesto v km 11,10 – 21,187 výsledky inžinierskogeologického a hydrogeologického prieskumu. 2006.
[10] Geoconsult,. s.r.o. Bratislava. Projekt monitoringu horninového prostredia stavby D3 KNM – Oščadnica v stupni DÚR, Geoconsult,. s.r.o. Bratislava.
[11] AFRY CZ s.r.o, Praha, Štúdia realizovateľnosti pre stavbu diaľnice D3 Žilina (Brodno) – Čadca II. etapa: Oščadnica – Čadca (Bukov), 2021.
[12] BS7385-2:1993 Evaluation and measurement for vibration buildings, Part 2: Guide to damage levels from groundborne vibration.
[13] J. STUDER, A . SUESSTRUNK, Swiss Standard for Vibrational Damage to Buildings downloaded, Online Library of the International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE).
[14] STN EN 1998-1/NA/Z1:2012 (73 0036), Eurokód 8. Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť.
[15] Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM), 1993, BIM/IEC/IFCC/ISO/IUPAC/IUPAP/OIML.

Prílohy:

Príloha č.1. Situácia – posudzované objekty

Príloha č. 2. Opis posudzovaných objektov



LEGENDA

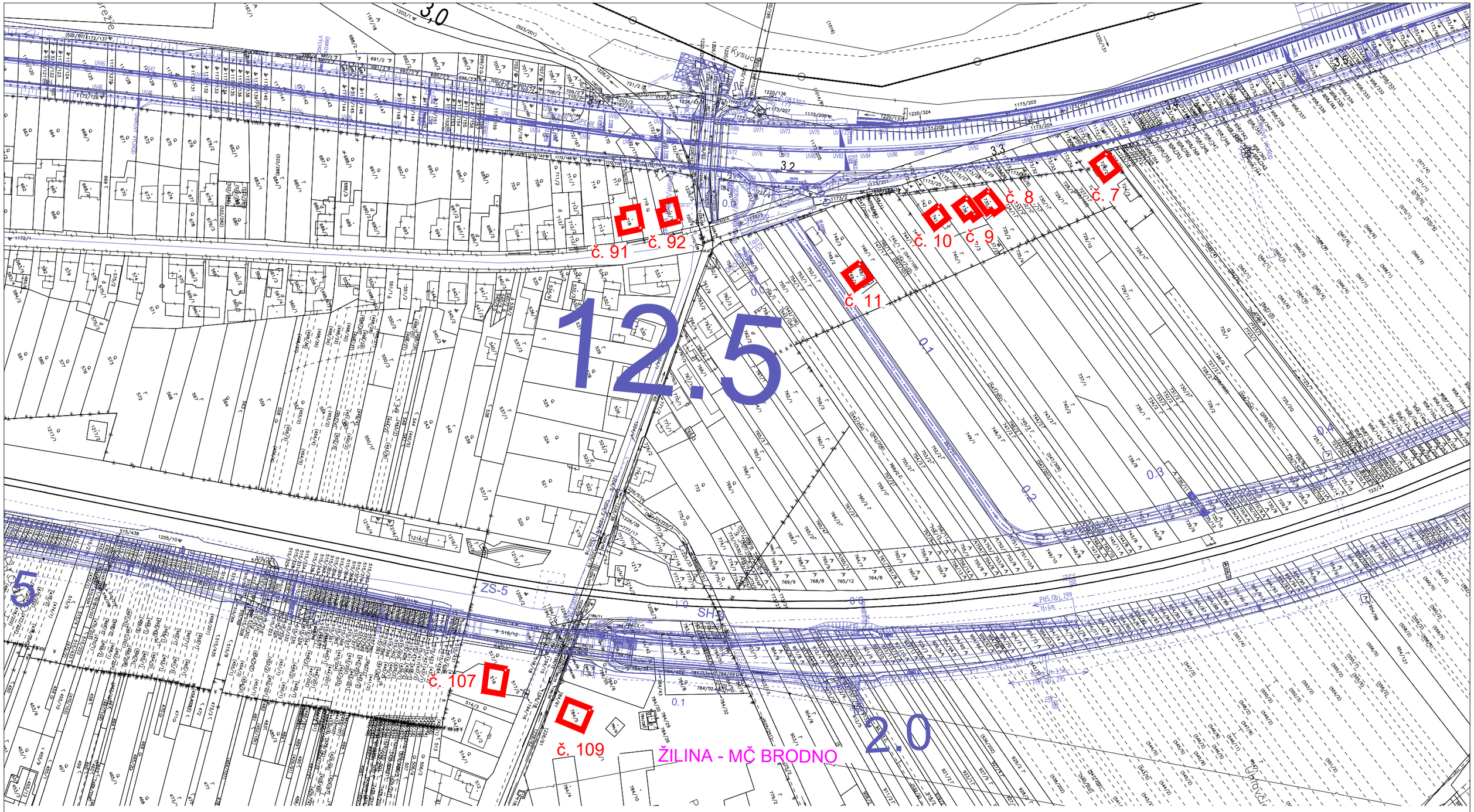
- POSUDZOVANÉ OBJEKTY (ČÍSELNÝ ÚDAJ ZNAČÍ SÚPISNÉ ČÍSLO OBJEKTU, PRÍPADNE PARCELNÉ ČISLO)

č. 123

- NAVRHOVANÉ STAVEBNÉ OBJEKTY (VRÁTANE DOČASNÝCH OBJEKTOV)

ŽILINA - MČ BRODNO - SÍDELNÝ ÚTVAR

PRÍLOHA č.1a		INSL INŽINIERSKE SLUŽBY spol. s r.o. Československej armády 3 036 01 Martin www.insl.sk
ZODP. RIEŠITEĽ:	RNDr. Branko Brodniansky	
VYPRACOVAL:	Ing. Martin Brodniansky	
DÁTUM:	jún 2023	
PARÉ	**VIBRAČNÁ ŠTÚDIA**	
	Stavba: DIAĽNICA D3 Žilina, Brodno - Kysucké Nové Mesto	MIERKA: 1:2000
	OBSAH VÝKRESU: SITUÁCIA km 11,5 - 12,2	



LEGENDA

- POSUDZOVANÉ OBJEKTY (ČÍSELNÝ ÚDAJ ZNAČÍ SÚPISNÉ ČÍSLO OBJEKTU, PRÍPADNE PARCELNÉ ČISLO)

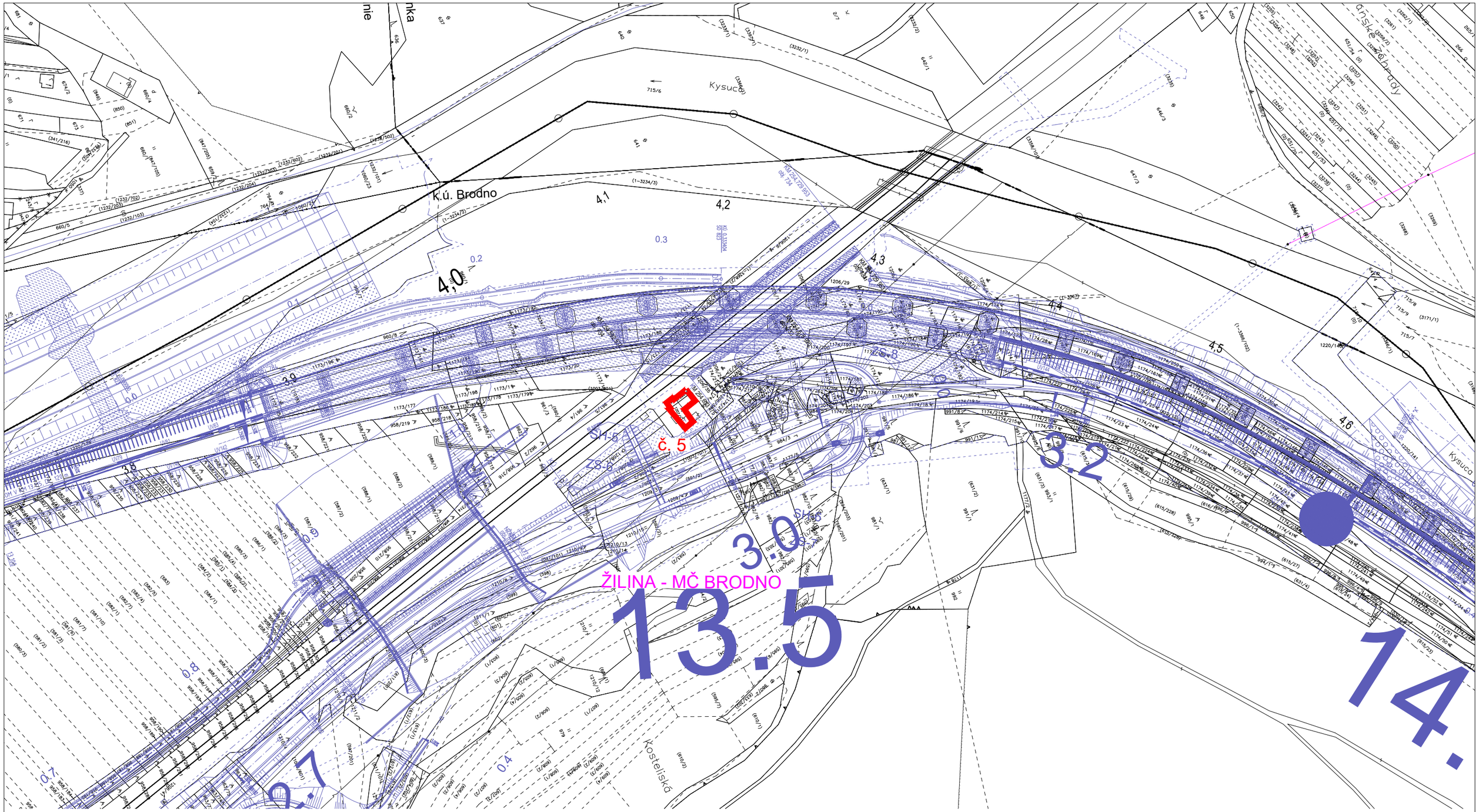
č. 123

- NAVRHOVANÉ STAVEBNÉ OBJEKTY (VRÁTANE DOČASNÝCH OBJEKTOV)

ŽILINA - MČ BRODNO - SÍDELNÝ ÚTVAR

PRÍLOHA č.1b		
ZODP. RIEŠITEĽ:	RNDr. Branko Brodniansky	
VYPRACOVAL:	Ing. Martin Brodniansky	
DÁTUM:	jún 2023	
PARÉ	**VIBRAČNÁ ŠTÚDIA** Stavba: DIAĽNICA D3 Žilina, Brodno - Kysucké Nové Mesto	MIERKA: 1:2000
	OBSAH VÝKRESU: SITUÁCIA km 12,2 - 12,9	

INŽINIERSKE SLUŽBY spol. s r.o.
Československej armády 3
036 01 Martin
www.insl.sk



LEGENDA

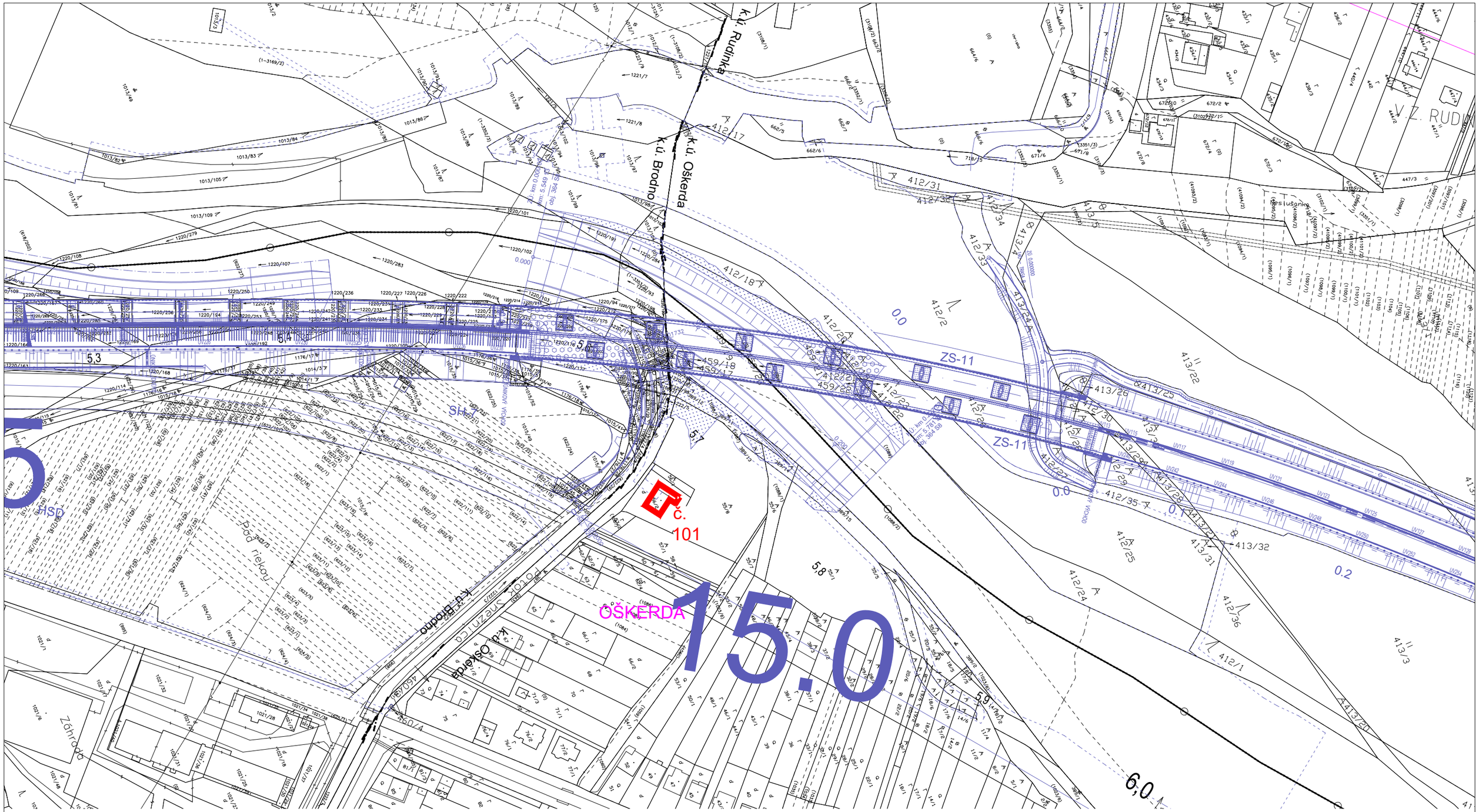
- POSUDZOVANÉ OBJEKTY (ČÍSELNÝ ÚDAJ ZNAČÍ SÚPISNÉ ČÍSLO OBJEKTU, PRÍPADNE PARCELNÉ ČISLO)

č. 123

- NAVRHOVANÉ STAVEBNÉ OBJEKTY (VRÁTANE DOČASNÝCH OBJEKTOV)

ŽILINA - MČ BRODNO - SÍDELNÝ ÚTVAR

PRÍLOHA č.1c		INŽINIERSKE SLUŽBY spol. s r.o. Československej armády 3 036 01 Martin www.insl.sk
ZODP. RIEŠITEĽ:	RNDr. Branko Brodniansky	
VYPRACOVAL:	Ing. Martin Brodniansky	
DÁTUM:	jún 2023	
PARÉ	**VIBRAČNÁ ŠTÚDIA** Stavba: DIAĽNICA D3 Žilina, Brodno - Kysucké Nové Mesto	MIERKA: 1:2000
	OBSAH VÝKRESU: SITUÁCIA km 13,1 - 13,9	



LEGENDA

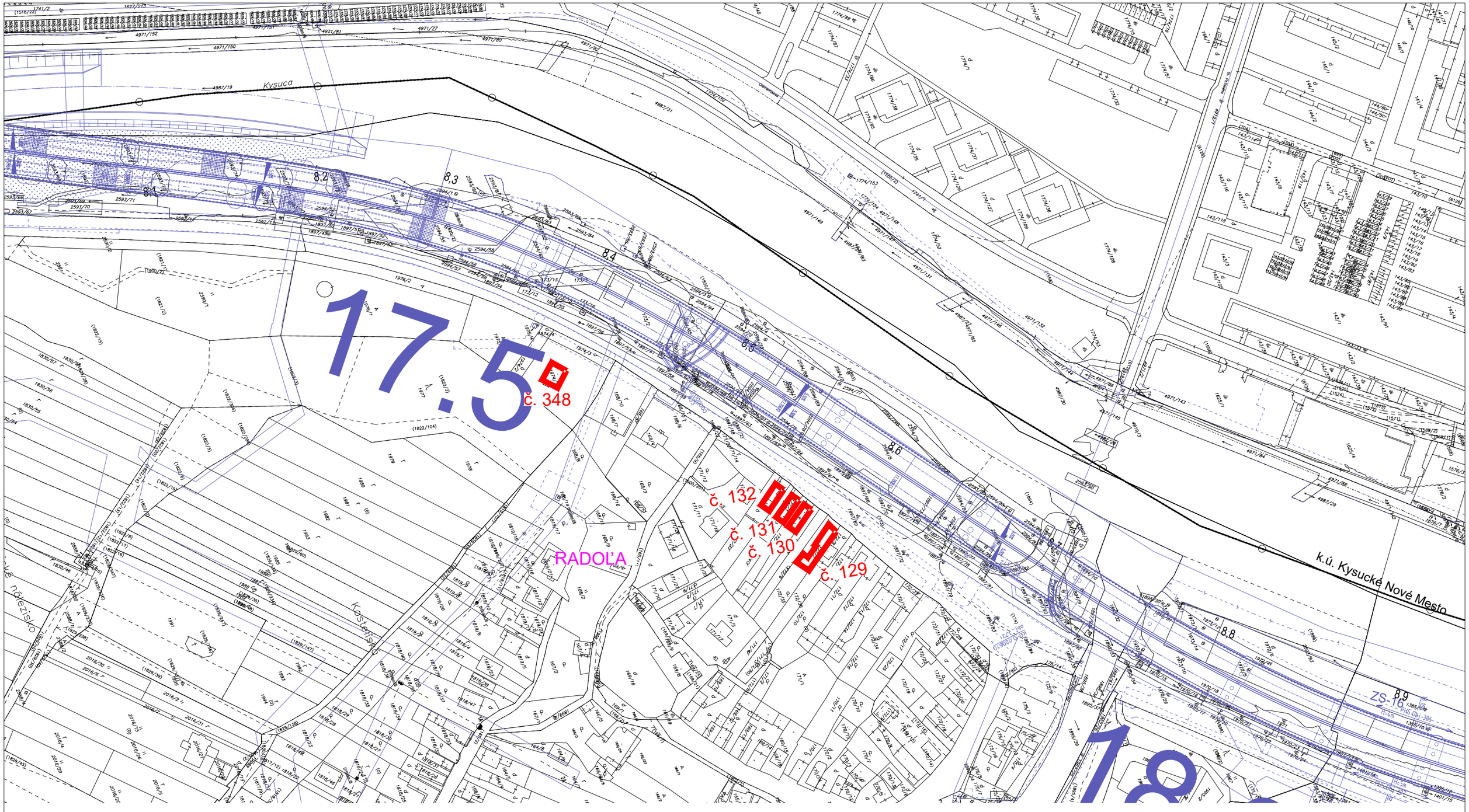
- POSUDZOVANÉ OBJEKTY (ČÍSELNÝ ÚDAJ ZNAČÍ SÚPISNÉ ČÍSLO OBJEKTU, PRÍPADNE PARCELNÉ ČISLO)

č. 123

- NAVRHOVANÉ STAVEBNÉ OBJEKTY (VRÁTANE DOČASNÝCH OBJEKTOV)

OŠKERDA - SÍDELNÝ ÚTVAR

PRÍLOHA č.1d		INŽINIERSKE SLUŽBY spol. s r.o. Československej armády 3 036 01 Martin www.insl.sk
ZODP. RIEŠITEĽ:	RNDr. Branko Brodniansky	
VYPRACOVAL:	Ing. Martin Brodniansky	
DÁTUM:	jún 2023	
PARÉ	**VIBRAČNÁ ŠTÚDIA** Stavba: DIAĽNICA D3 Žilina, Brodno - Kysucké Nové Mesto	MIERKA: 1:2000
	OBSAH VÝKRESU: SITUÁCIA km 14,6 - 15,3	



LEGENDA

- POSUDZOVANÉ OBJEKTY (ČÍSELNÝ ÚDAJ ZNAČÍ SÚPISNÉ ČÍSLO OBJEKTU, PRÍPADNE PARCELNÉ ČISLO)

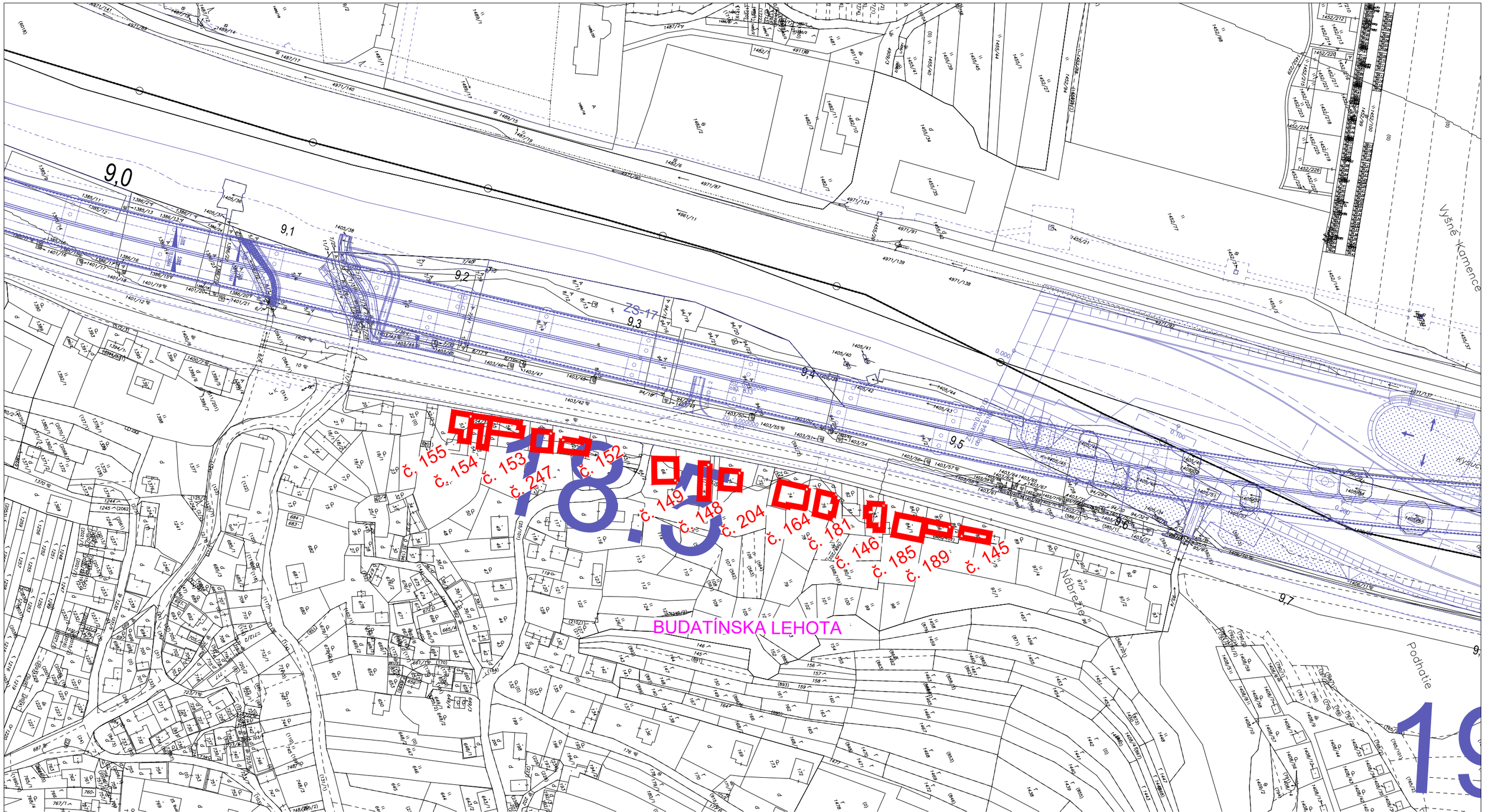
č. 123

- NAVRHOVANÉ STAVEBNÉ OBJEKTY (VRÁTANE DOČASNÝCH OBJEKTOV)

RADOĽA - SÍDELNÝ ÚTVAR

PRÍLOHA č.1e		
ZODP. RIEŠITEĽ:	RNDr. Branko Brodniansky	
VYPRACOVAL:	Ing. Martin Brodniansky	
DÁTUM:	jún 2023	
PARÉ	**VIBRAČNÁ ŠTÚDIA** Stavba: DIAĽNICA D3 Žilina, Brodno - Kysucké Nové Mesto	MIERKA: 1:2000
	OBSAH VÝKRESU: SITUÁCIA km 17,3 - 17,9	

INŽINIERSKE SLUŽBY spol. s r.o.
Československej armády 3
036 01 Martin
www.insl.sk



LEGENDA

- POSUDZOVANÉ OBJEKTY (ČÍSELNÝ ÚDAJ ZNAČÍ SÚPISNÉ ČÍSLO OBJEKTU, PRÍPADNE PARCELNÉ ČISLO)

č. 123

- NAVRHOVANÉ STAVEBNÉ OBJEKTY (VRÁTANE DOČASNÝCH OBJEKTOV)

BUDATÍNSKA LEHOTA - SÍDELNÝ ÚTVAR

PRÍLOHA č.1f

ZODP. RIEŠITEĽ:	RNDr. Branko Brodniansky
VYPRACOVAL:	Ing. Martin Brodniansky
DÁTUM:	jún 2023

INŽINIERSKE SLUŽBY spol. s r.o.
Československej armády 3
036 01 Martin
www.insl.sk

PARÉ

VIBRAČNÁ ŠTÚDIA

Stavba: DIAĽNICA D3 Žilina, Brodno - Kysucké Nové Mesto

MIERKA: 1:2000

OBSAH VÝKRESU:

SITUÁCIA km 18,2 - 18,9

19,5

20,0

11,0

10,9

10,8

10,5

10,4

10,3

ZS-20

č. 5

č. 234

POVINA

Kysuca

Na Kysuci

k.ú. Budatínska Lehota

k.ú. Povina

Vinné Kamence

Kamence

LEGENDA

- POSUDZOVANÉ OBJEKTY (ČÍSELNÝ ÚDAJ ZNAČÍ SÚPISNÉ ČÍSLO OBJEKTU, PRÍPADNE PARCELNÉ ČISLO)

č. 123

- NAVRHOVANÉ STAVEBNÉ OBJEKTY (VRÁTANE DOČASNÝCH OBJEKTOV)

POVINA - SÍDELNÝ ÚTVAR

PRÍLOHA č.1g		INŽINIERSKE SLUŽBY spol. s r.o. Československej armády 3 036 01 Martin www.insl.sk
ZODP. RIEŠITEĽ:	RNDr. Branko Brodniansky	
VYPRACOVAL:	Ing. Martin Brodniansky	
DÁTUM:	jún 2023	
PARÉ	**VIBRAČNÁ ŠTÚDIA** Stavba: DIAĽNICA D3 Žilina, Brodno - Kysucké Nové Mesto	MIERKA: 1:2000
	OBSAH VÝKRESU: SITUÁCIA km 19,5 - 20,0	

Príloha č. 2. Opis posudzovaných objektov.



Obr. č. 1. ***km 11,8***; vpravo od diaľnice; Brodno; 8 m od križovatkovej vetvy – vjazd do MČ; prízemný rodinný dom č. 50.



Obr. č. 4. ***km 12,45***; vpravo od diaľnice; Brodno; 20 m od novej komunikácie v strede MČ; trojpodlažný bytový dom č. 109.



Obr. č. 2. ***km 11,8***; vpravo od diaľnice; Brodno; 20 m od križovatkovej vetvy – vjazd do MČ; dvojpodlažný rodinný dom č. 361.



Obr. č. 5. ***km 12,47***; 23 m vpravo od diaľnice; Brodno; prízemný rodinný dom č. 91



Obr. č. 3. ***km 12,45*** vpravo od diaľnice; Brodno; 9 m od novej komunikácie v strede MČ; dvojpodlažný rodinný dom č. 107.



Obr. č. 6. ***km 12,49***; 18 m vpravo od diaľnice; Brodno; prízemný rodinný dom č. 92

Príloha č. 2. Opis posudzovaných objektov.



Obr. č. 7 ***km 12,60***; 11m od komunikácie; Brodno; dvojpodlažný rodiný dom č. 11



Obr. č. 8. ***km 12,63***; 20 m vpravo od diaľnice; Brodno; prízemný, rodinný dom č. 10



Obr. č. 9. ***km 12,65***; 18 m vpravo od diaľnice; Brodno; prízemný rodinný dom č. 9



Obr. č. 10. ***km 12,67***; 18 m vpravo od diaľnice; Brodno; dvojpodlažný rodinný dom č. 8



Obr. č. 11. ***km 12,73***; 8 m vpravo od diaľnice; Brodno; prízemný rodinný dom č. 7



Obr. č. 12. ***km 13,5***; vpravo od diaľnice, Brodno; 10 m od upravovanej miestnej komunikácie; prízemný dom – zastávka ŽSR č. 5

Príloha č. 2. Opis posudzovaných objektov.



Obr. č. 13. ***km 14,91***; vpravo od diaľnice; Oškerda; 20 m od križovatkovej vetvy - vjazd do obce; prízemný rodinný dom č. 101.



Obr. č. 14. ***km 17,58***; 25 m vpravo od diaľnice; Radoľa; prízemný rodinný dom č. 348



Obr. č. 15. ***km 17,73***; 22 m vpravo od diaľnice; Radoľa; prízemný rodinný dom č. 132 – drevenica



Obr. č. 16. ***km 17,73***; 22 m vpravo od diaľnice; Radoľa; prízemný rodinný dom č. 131



Obr. č. 17. ***km 17,74***; 22 m vpravo od diaľnice; Radoľa; prízemný rodinný dom č. 130



Obr. č. 18. ***km 17,77***; 24 m vpravo od diaľnice; Radoľa; prízemný rodinný dom č. 129

Príloha č. 2. Opis posudzovaných objektov.



Obr. č. 19. ***km 18,43***; 26 m vpravo od diaľnice; Budatínska Lehota; prízemný rodinný dom č. 155



Obr. č. 20. ***km 18,43***; 26 m vpravo od diaľnice; Budatínska Lehota; prízemný rodinný dom č. 154



Obr. č. 21. ***km 18,44***; 25 m vpravo od diaľnice; Budatínska Lehota; prízemný rodinný dom č. 153



Obr. č. 22. ***km 18,47***; 25 m vpravo od diaľnice; Budatínska Lehota; prízemný rodinný dom č. 247



Obr. č. 23. ***km 18,48***; 25 m vpravo od diaľnice; Budatínska Lehota; prízemný rodinný dom č. 152



Obr. č. 24. ***km 18,53***; 25 m vpravo od diaľnice; Budatínska Lehota; prízemný rodinný dom č. 149

Príloha č. 2. Opis posudzovaných objektov.



Obr. č. 25. ***km 18,55***; 24 m vpravo od diaľnice; Budatínska Lehota; prízemný rodinný dom č. 148.



Obr. č. 29. ***km 18,65;*** 23 m vpravo od diaľnice; Budatínska Lehota; prízemný rodinný dom č. 146



Obr. č. 26. ***km 18,56;*** 24 m vpravo od diaľnice; Budatínska Lehota; prízemný rodinný dom č. 204



Obr. č. 30. ***km 18,67;*** 26 m vpravo od diaľnice; Budatínska Lehota; dvojpodlažný rodinný dom č. 185.



Obr. č. 27. ***km 18,60;*** 24 m vpravo od diaľnice; Budatínska Lehota; dvojpodlažný rodinný dom č. 164



Obr. č. 31. ***km 18,69;*** 26 m vpravo od diaľnice; Budatínska Lehota; prízemný rodinný dom č. 189



Obr. č. 28. ***km 18,62;*** 25 m vpravo od diaľnice; Budatínska Lehota; prízemný rodinný dom č. 181



Obr. č. 32. ***km 18,71;*** 25 m vpravo od diaľnice; Budatínska Lehota; prízemný rodinný dom č. 145

Príloha č. 2. Opis posudzovaných objektov.



Obr. č. 33. ***km 19,8;*** vpravo od diaľnice; Povina ; 12 m od križovatkovej vetvy – príjazd do obce; prízemný rodinný dom č. 5.



Obr. č. 34. ***km 19,8;*** vpravo od diaľnice; Povina; 15 m od križovatkovej vetvy – príjazd do obce; dvojpodlažný rodinný dom č. 234.