



AKUSTICKÁ ŠTÚDIA PRE PROJEKT „STAVEBNÝ OBJEKT HELIPORT V LOKALITE RUŽINOV“

JÚL 2018

Protokol: A_130_2018

1. VŠEOBECNÉ ÚDAJE
Objednávateľ: ENVICONSTULT, spol. s r.o., Obežná 7, 010 08 Žilina, obj. zo dňa 25.04.2018.
Predmet objednávky: Akustická štúdia pre projekt „Stavebný objekt Heliport v lokalite Ružinov“
Dátum merania: 18.-19.05.2018, 26.06.2018
Meranie vykonal: Ing. Ján Šimo, CSc., Ing. Mgr. Michal Bugala, Ing. Lenka Pechancová, Matúš Kunhart
Protokol vypracoval: Ing. Lenka Pechancová; Ing. Ján Šimo, CSc.
Protokol schválil vedúci pracoviska: Ing. Ján Šimo, CSc.

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

2. VYHODNOTENIE MOŽNÉHO VPLYVU NA ZDRAVIE – HLUK

Akustickú situáciu vo vonkajšom priestore záujmového územia projektu „Stavebný objekt Heliport v lokalite Ružinov“ posudzujeme pre stupeň posudzovania EIA v zmysle 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 plnej právomoci príslušného orgánu verejného zdravotníctva, vyhlášky MZ SR č.237/2009 Z.z., ktorou sa dopĺňa vyhláška MZ SR č. 549/2007 Z.z. a v zmysle zákon NR SR č. 314/2014 Z.z. ktorým sa mení a dopĺňa zákon č.24/2006 Z.z..

Na základe merania a vykonanej predikcie akustických pomerov v záujmovom území od emisie hluku, ktorý súvisí **iba s prevádzkou projektu** „Stavebný objekt Heliport v lokalite Ružinov“, pre denný, večerný a nočný čas konštatujeme, že podľa limitov prípustných hodnôt hluku z leteckej dopravy pre kategóriu územia II., v priestore pred oknami obytných miestností domova dôchodcov pre **posudzovaný zámer - umiestnenie heliportu v areáli UNB Ružinov pre variant A** vo vzdialenosti cca 190 m a **variant B** vo vzdialenosti cca 175 m od chráneného územia výpočtového bodu M1/V1 (Domov dôchodcov, č.p. 814/2, ul. Pažitková, Bratislava - Ružinov):

*pre denný čas PH nie je prekročená¹⁾,
pre večerný čas PH nie je prekročená¹⁾,
pre nočný čas PH nie je prekročená¹⁾.*

1) Konštatovanie platí, ak počas denného času nepresiahne počet priletov resp. odletov vrtuľníka viac ako 3 prílety / 3 odlety za 12 hodín, počas večerného času nepresiahne počet 1 prílet / 1 odlet za 4 hodiny a počas nočného času nepresiahne počet 1 prílet / 1 odlet za 8 hodín. Platná legislatíva o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia, kladie dôraz v leteckej doprave na posudzovanú hodnotu $L_{R,ASmax}$, ktorá sa určuje ako druhá najvyššia hodnota **pre noc**, pre II. kategóriu územia $L_{R,ASmax} = 65 \text{ dB}$, t.j. daná hodnota bude v meracom mieste M1/V1 dodržaná v prípade, ak počas nočného času sa uskutočnia 1 prílet / 1 odlet vrtuľníka.

***Konštatovanie platí len pre stupeň posudzovania EIA,
ktorý neobsahuje náležitosti pre iné stupne posudzovania.***

Tab. 2.1 Existujúci stav - nulový variant v kontrolnom bode M1/V1 (Domov dôchodcov, č.p. 814/2, ul. Pažitková, Bratislava - Ružinov).

<i>Kontrolný bod (Merací bod Mx/ výpočtový bod Vx)</i>	<i>Referenčný časový interval</i>	<i>Celkový zvuk* (existujúci stav – nulový variant) $L_{Aeq,T} [dB]$</i>	<i>Celkový zvuk* (existujúci stav – nulový variant) $L_{ASmax} [dB]$</i>
<i>M1/V1</i>	<i>deň</i>	<i>49,3</i>	<i>-</i>
	<i>večer</i>	<i>47,8</i>	<i>-</i>
	<i>noc</i>	<i>43,9</i>	<i>55,8</i>

* úplne obklopujúci zvuk v danej situácii v danom čase, zvyčajne zvuk zložený z viacerých blízkyh a vzdialených zdrojov (tzn. **existujúci stav – nulový variant.**) v zmysle STN ISO 1996-1.

HLUK POČAS VÝSTAVBY

Na základe platnej legislatívy je nutné dodržať najvyššie prípustné limity hluku v pracovných dňoch od 07:00 do 21:00 hod. a v sobotu od 08:00 do 13:00 hod. sa pri hodnotení hluku zo stavebnej činnosti vo vonkajšom prostredí stanovuje posudzovaná hodnota pripočítaním korekcie $K = (-10) \text{ dB}$ k ekvivalentnej hladine A zvuku v uvedených časových intervaloch. V týchto časových intervaloch sa neuplatňujú korekcie pre stanovenie posudzovaných hodnôt hluku vo vonkajšom prostredí.

V pracovných dňoch od 08:00 do 19:00 hod. sa pri hodnotení hluku zo stavebnej činnosti vo vnútri budov posudzovaná hodnota stanovuje pripočítaním korekcie $K = (-15) \text{ dB}$ k maximálnej hladine A zvuku. Pri hodnotení hluku zo stavebnej činnosti sa neuplatňuje korekcia pre špecifický hluk.

VYJADROVANIE NÁZOROV A INTERPRETÁCIÍ

Prelet vrtuľníkov záchranej zdravotnej služby môže spôsobiť poškodenie sklenenej výplne okien na zimnom štadióne V. Dzurillu, kde sa nachádzajú aj obytné objekty a voľne lietajúce častice úlomkov môžu zraniť obyvateľov bytov a pacientov, zdržujúcich sa v blízkom okolí plánovaného heliportu a preletov vrtuľníka.

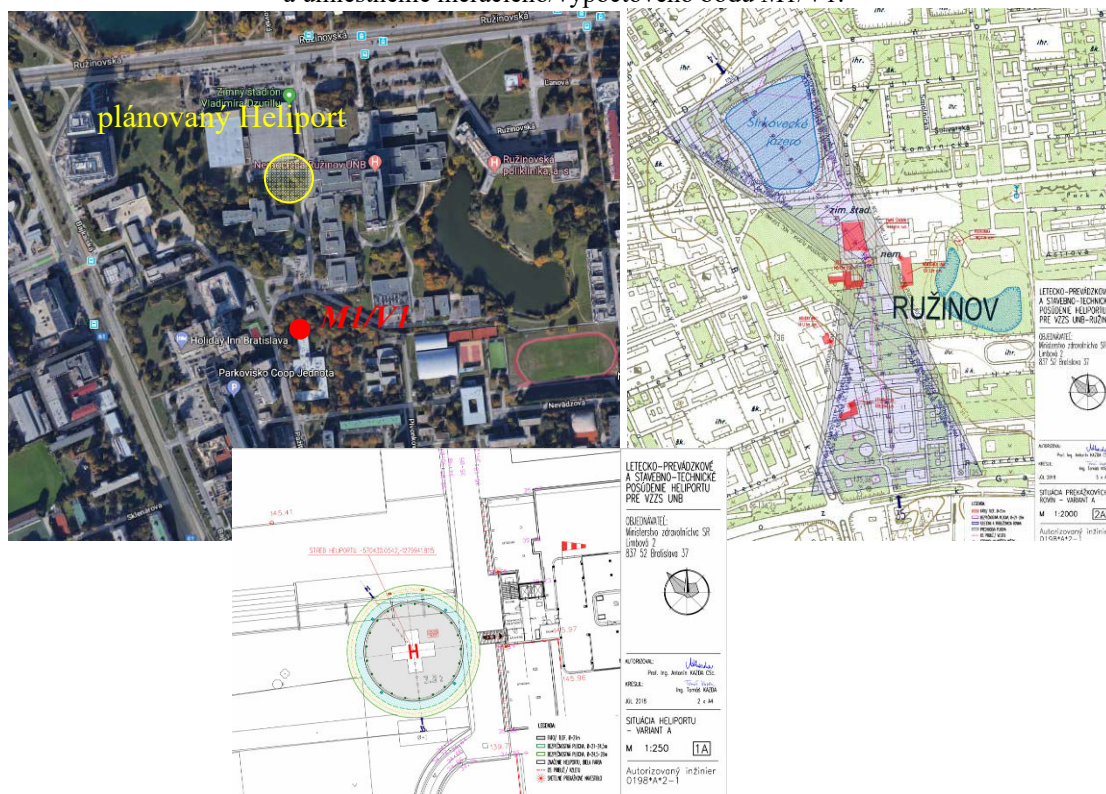
**Celkové posúdenie výsledkov predikcie je v zmysle zákona
Národnej rady Slovenskej republiky č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji
verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v plnej právomoci príslušného
orgánu verejného zdravotníctva.**

3. OPIS ZÁUJMOVÉHO ÚZEMIA

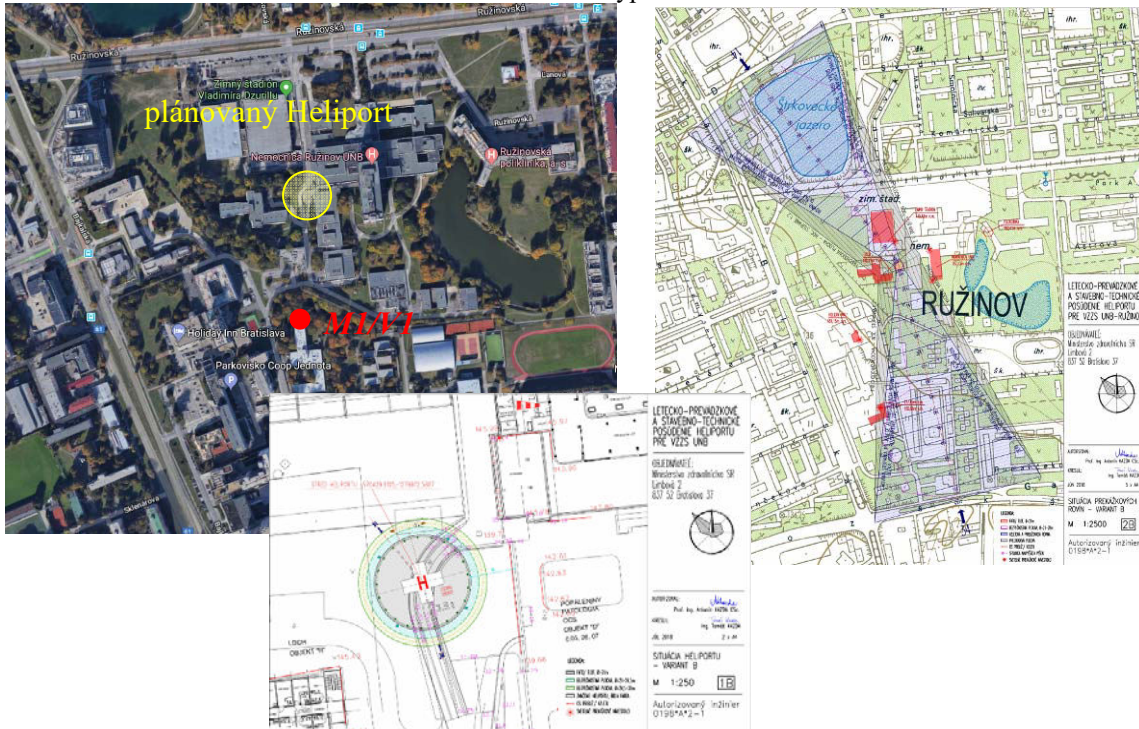
Posudzovaný objekt „Stavebný objekt Heliport v lokalite Ružinov“ bude realizovaný v existujúcom areáli UNB Ružinov. Územie je ohraničené severne ul. Ružinovská, západne ul. Bajkalská a južne ul. Pažitková, ul. Prievozska, severozápadne od plánovaného heliportu v areáli UNB Ružinov sa nachádza zimný štadión V. Dzurillu.

24 – hodinové meranie hluku sme vykonali v meracom mieste M1/V1, v Domove dôchodcov, č.p. 814/2, ul. Pažitková, Bratislava - Ružinov, ktorý je vo vzdialenosti cca 175 m od miesta budúcej výstavby posudzovaného zameru „Stavebný objekt Heliport v lokalite Ružinov“ (**umiestnenie vyvýšeného heliportu v areáli UNB Ružinov**), vid' obr. 3.1 a obr. 3.2.

Obr. 3.1 Pohľad na záujmovú oblasť vyvýšeného heliportu umiestneného v areáli UNB Ružinov – **variant A** a umiestnenie meracieho/výpočtového bodu M1/V1.



Obr. 3.2 Pohľad na záujmovú oblasť vyvýšeného heliportu umiestneného v areáli UNB Ružinov – **variant B** a umiestnenie meracieho/výpočtového bodu M1/V1.



4. PRÍPUSTNÉ HODNOTY URČUJÚCICH VELIČÍN

Naplnenie zákona NR SR č. 355/2007 Z. z. 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)} $L_{Aeq, p}$	Železničné dráhy ^{c)} $L_{Aeq, p}$	Letecká doprava		
			$L_{Aeq, p}$	$L_{ASmax, p}$	$L_{Aeq, p}$		
I.	Územie s osobitnou ochranou pred hlukom, napr. kúpeľné miesta, kúpeľné a liečebné areály.	deň	45	45	50	-	45
		večer	45	45	50	-	45
		noc	40	40	40	60	40
II.	Priestor pred oknami obytných miestností bytových a rodinných domov, priestor pred oknami chránených miestností školských budov, zdravotníckych zariadení a iných chránených objektov, ^{d)} vonkajší priestor v obytnom a rekreačnom území	deň	50	50	55	-	50
		večer	50	50	55	-	50
		noc	45	45	45	65	45
III.	Územie ako v kategórii II v okolí diaľnic, ciest I. a II. triedy, miestnych komunikácií s hromadnou dopravou, železničných dráh a letísk, mestské centrá.	deň	60	60	60	-	50
		večer	60	60	60	-	50
		noc	50	55	50	75	45
IV.	Územie bez obytnej funkcie a bez chránených vonkajších priestorov, výrobné zóny, priemyselné parky, areály závodov.	deň	70	70	70	-	70
		večer	70	70	70	-	70
		noc	70	70	70	95	70

^{a)} Prípustné hodnoty platia pre suchý povrch vozovky a nezasnežený terén, ak ide o sezónne zariadenia, hluk sa hodnotí pri podmienkach, ktoré je možné pri ich prevádzke predpokladať.

^{b)} Pozemná doprava je doprava na pozemných komunikáciách vrátane električkovej dopravy.

^{c)} Zástavky miestnej hromadnej dopravy, autobusovej, železničnej, vodnej dopravy a stanovišťa taxislužieb určené na nastupovanie a vystupovanie osôb sa hodnotia ako súčasť pozemnej a vodnej dopravy.

^{d)} Prípustné hodnoty pred fasádou nebytových objektov sa uplatňujú v čase ich používania, napr. školy počas vyučovania a pod.

5. MERANIE HLUKU „IN-SITU“ VYKONANÉ V ZÁUJMOVOM ÚZEMÍ

ÚČEL MERANIA

Meranie hluku „in-situ“ v záujmovom území projektu „Stavebný objekt Heliport v lokalite Ružinov“ v meracom bode *MI/VI* pre vyjadrenie existujúceho stavu – nulový variant.

POPIS MERACÍCH BODOV

MI/VI – Domov dôchodcov, č.p. 814/2, ul. Pažitková, Bratislava - Ružinov; 1,0 m pred oknom na 3. NP; vo vzdialenosti cca 240 m od osi NJP miestnej komunikácie ul. Bajkalská, cca 370 m od osi NJP miestnej komunikácie ul. Ružinovská a cca 175 m od posudzovaného zámeru „Stavebný objekt Heliport v lokalite Ružinov“ (*umiestnenie vyvýšeného heliportu v areáli UNB Ružinov*).

GPS objektu: 48°09'10.00"S, 17°09'02.2"V.

METÓDA MERANIA

- Meranie bolo vykonané v zmysle naplnenia Vyhlášky MZ SR č. 237/2009 Z.z., ktorou sa dopĺňa Vyhláška č. 549/2007 Z.z. zo 16. augusta 2007, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí, metodického usmernenia OHŽP – 7197/2009 a internej smernice akreditovaného laboratória Klubu ZPS vo vibroakustike s.r.o. IS-OOFF/01.
- Metódou spojenej integrácie sme zaznamenali celkový zvuk – úplne obklopujúci zvuk v danej situácii v danom čase, zvyčajne zvuk zložený z viacerých blízkych a vzdialených zdrojov, v zmysle STN ISO 1996 – 1.

ZOZNAM POUŽITÉHO PRÍSTROJOVÉHO VYBAVENIA

Meradlá a meracia zariadenia použité na meranie boli overené v zmysle platných metrologických prepisov:

Typ meradla	Výrobca	Výr. číslo	Kalibračný certifikát	Platnosť overenia
Integrujúco - priemerujúci zvukomer Svan 979	Svantek	45278	16412-Z	15.08.2018
Merací mikrofón G.R.A.S.-40AN	G.R.A.S.	5248	17452	04.09.2018
Akustický kalibrátor Nor 1251	Norsonic	32300	17578	05.11.2018
Termický anemometer T405-V1	Testo AG	41500288/110	0404/18 0405/18	31.01.2023
Vlhkometer T605-H1	Testo AG	41102100/112	2056/14	19.06.2019

NEISTOTA MERANIA

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

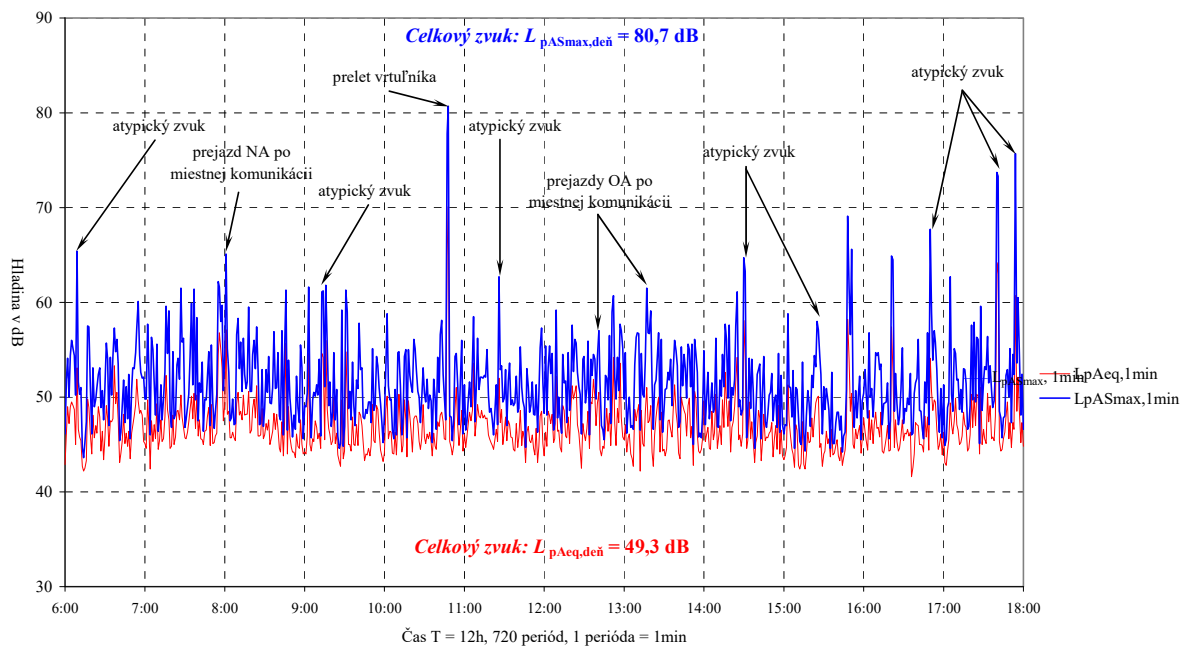
GRAFICKÉ VÝSTUPY Z MERANÍ HLUKU

M1/V1 – Domov dôchodcov, č.p. 814/2, ul. Pažitková, Bratislava - Ružinov;

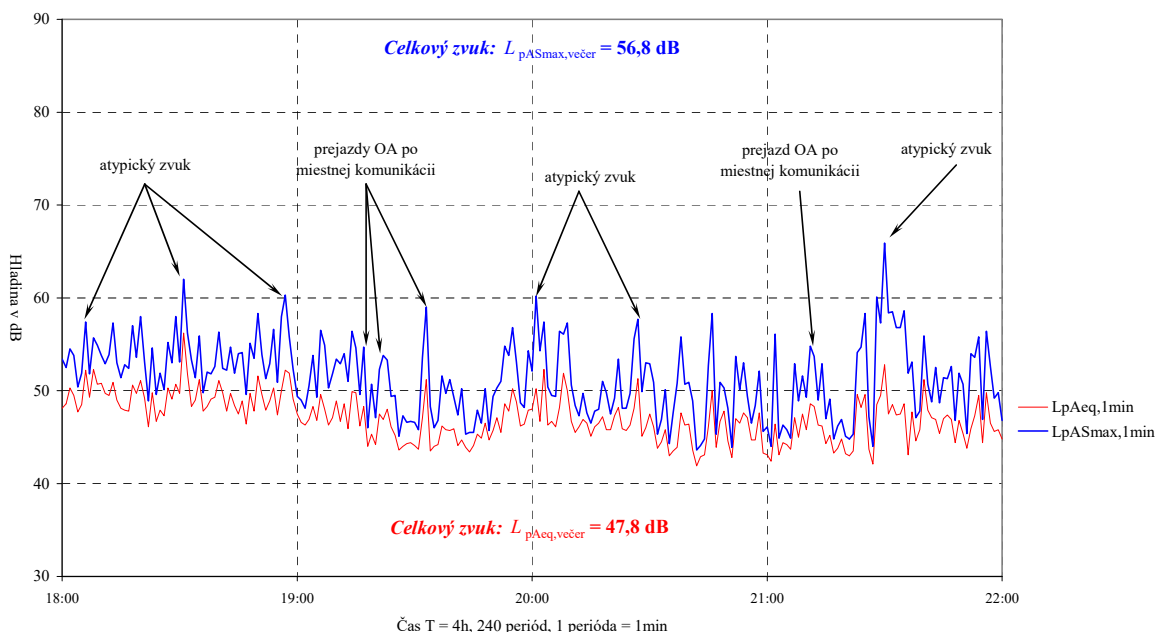
- mikrofón umiestnený 1,0 m pred oknom na 3. NP;
 - vo vzdialenosti cca 240 m od osi NJP miestnej komunikácie ul. Bajkalská,
 - cca 370 m od osi NJP miestnej komunikácie ul. Ružinovská a
 - cca 175 m od posudzovaného zámeru „Stavebný objekt Heliport v lokalite Ružinov“ (**umiestnenie heliportu v areáli UNB Ružinov**).
- GPS objektu: 48°09'10.00"S, 17°09'02.2"V.



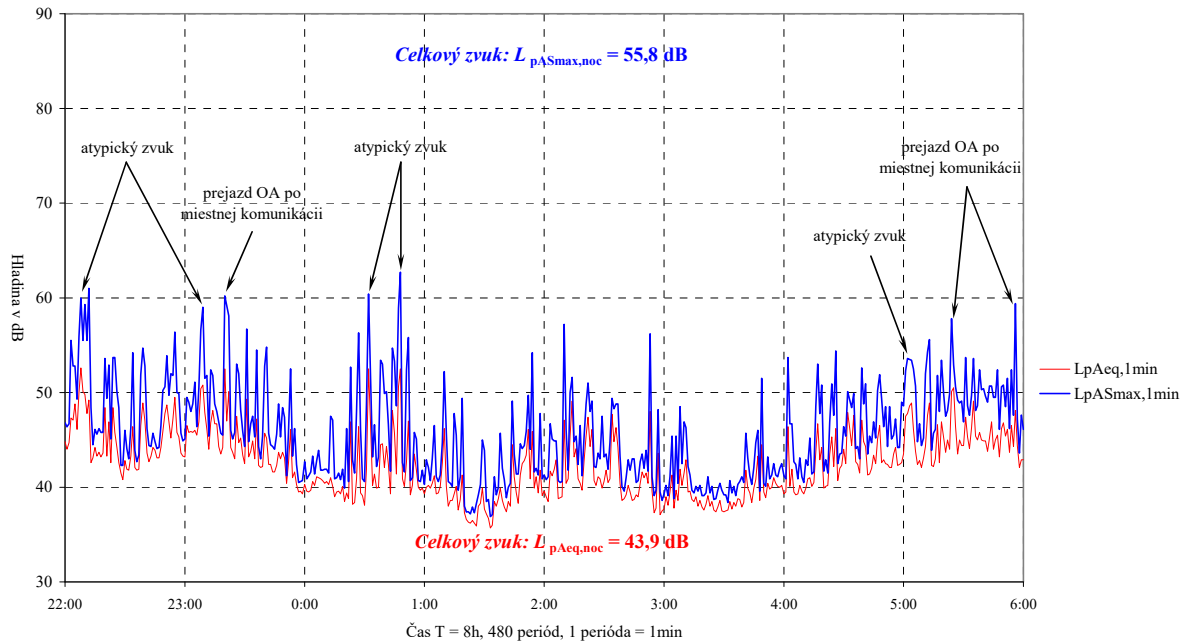
Obr. 5.1 Informatívny časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1s}$ v referenčnom časovom intervale deň v čase T = 12h od 06:00 hod. do 18:00 hod. dňa 19.05.2018 v meracom bode M1/V1.



Obr. 5.2 Informatívny časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1s}$ v referenčnom časovom intervale večer v čase T = 4h od 18:00 hod. do 22:00 hod. dňa 18.05.2018 v meracom bode M1/V1.



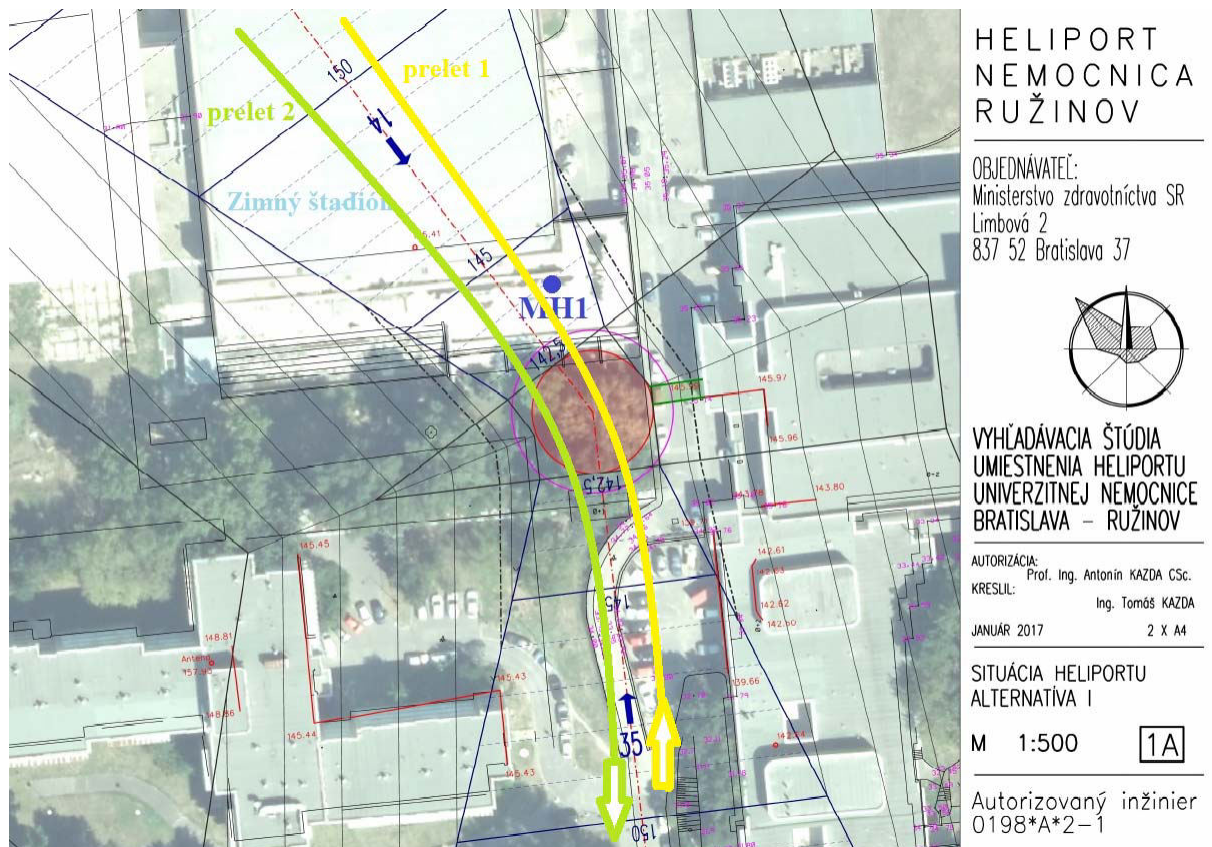
Obr. 5.3 Informatívny časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1s}$ v referenčnom časovom intervale noc v čase $T = 8h$ od 22:00 hod. dňa 18.05.2018 do 06:00 hod. dňa 19.05.2018 v meracom bode **M1/V1**.



KLIMATICKÉ PODMIENKY

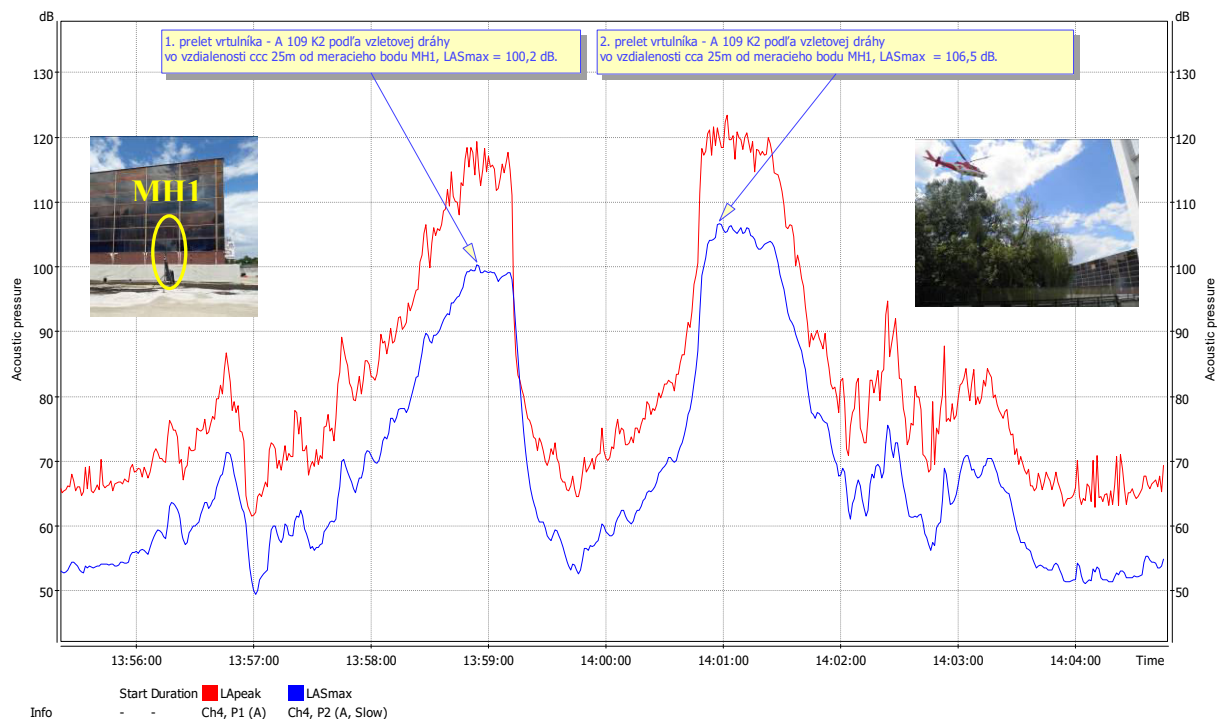
Dátum	Teplota vzduchu [°C]	Rýchlosť vetra [m.s ⁻¹]	Smer vetra	Relatívna vlhkosť vzduchu [%]	Tlak vzduchu prepoč. na hladinu mora [hPa]
18.- 19.05.2018	12 - 23	1 - 3	ZSZ	68 - 75	1011 - 1016
26.06.2018	22 - 23	0 - 2	SZ	55	1012

Obr. 5.4 Ukážka preletov vrtuľníka - A 109 K2 podľa pristávacej a vzletovej dráhy a meracieho bodu MH1 (10 m od steny zimného štadióna V. Dzurilla, vo výške 1,5 m nad povrchom strechy) – **Variant A**.



Obz. 5.5 Časový priebeh ekvivalentnej hladiny hluku $L_{pApeak,1s}$ a $L_{pASmax,1s}$ v čase trvania $T=300$ periód. Merací mikrofón umiestnený na meracom stanovišti MH1, areál UNB Ružinov, cca 25 m od plánovanej pristávacej plochy heliportu vrtuľníka – A 109 K2 – **Variant A.**

Buffer_1.svn : Logger results, pixels per sample = 2
 Logger results, pixels per sample = 2



6. VYSVETLIVKY A DEFINÍCIE

BD – bytový dom, **č.p.** – číslo popisné, **NP** – nadzemné podlažie, **OA** – osobný automobil, **NA** – nákladný automobil, **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 μ Pa.

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).



VIBROAKUSTICKÁ ŠTÚDIA PRE ZÁMER „HELIPORT V AREÁLI UNIVERZITNEJ NEMOCNICE BRATISLAVA“

ŽIVOTNÉ PROSTREDIE - MERANIE IMISIÍ HLUKU
BUDOVI, KONŠTRUKCIE A ZARIADENIA V BUDOVÁCH – MERANIE
VIBRÁCIÍ V HODNOTENOM MIESTE

JÚN 2018

Protokol: A_104A_2018

1. VŠEOBECNÉ ÚDAJE

Objednávateľ:

Ministerstvo zdravotníctva Slovenskej republiky, Limbova 2, 837 52 Bratislava

Predmet objednávky: Vibroakustická štúdia v súvislosti s umiestnením heliportu v areáli Univerzitnej nemocnice Bratislava pre účely vrtuľníkovej záchranej služby.

Dátum merania: 26.06.2018

Meranie vykonal: Ing. Ján Šimo, CSc, Prof. RNDr. Blažej Pandula, CSc., doc. Mgr. Julián Kondela, PhD, Ing. Lenka Pechancová

Protokol vypracoval: Ing. Ján Šimo, CSc, Ing. Lenka Pechancová

Protokol schválil vedúci pracoviska: Ing. Ján Šimo, CSc.

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

2. MERANIE HLUKU, VIBRÁCIÍ A TECHNICKEJ SEIZMICITY

Rozsah meraní hluku, vibrácií a technickej seizmicity vychádza z podkladov „Vyhl'adávacía štúdia pre umiestnenie heliportu pre vrtuľníkovú záchrannú zdravotnú službu pre Univerzitnú nemocnicu Bratislava-Nemocnica Ružinov zodpovedný riešiteľ: Prof. Antonín Kazda 0198*A*2-1 Marček-január 2018“.

Meranie hladiny zvukovej expozície, SEL (ang. single event level) jednotlivkej zvukovej udalosti bolo vykonané pre časový interval T ktorý je dostatočne dlhý, aby bolo možné zahrnúť celú akustickú energiu danej zvukovej udalosti pri uvažovaní minimálne bodov 10 dB pod dolnou hodnotou L_{pA} počas T . Hladina zvukovej expozície SEL sa vyjadruje pomocou A-váženej ekvivalentnej hladiny akustického tlaku spojitého zvuku $L_{pAeq,T}$ použitím nasledujúcej rovnice:

$$SEL = L_{pAeq,T} + 10 \log_{10} (T/T_0) \text{ dB}$$

kde $L_{pAeq,T}$ je A – vážená maximálna hladina akustického tlaku spojitého zvuku v dB;

$T_0 = 1$ s referenčný časový interval;

T - časový interval merania v s;

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, v súlade NV č. 416/2005 Z.z. 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 kmitania bolo vykonané v súlade s STN ISO 4866 + Amd 1 + Amd 2 Pokyny na meranie kmitania a hodnotenia jeho vplyvov na budovy, STN ISO 8569 Merania a hodnotenia vplyvov otasu a kmitania na citlivosť zariadenia v budovách a internej smernice akreditovaného laboratória Klub ZPS vo vibroakustike, s.r.o. IS -OOFF/12.

Meranie a objektivizácia bola vykonaná podľa predpisov uvedených v tabuľke 2.1

Tab. 2.1 Použité normy a vyhlášky

Predpis	Názov	Rok vydania
STN ISO 1996-1	Akustika. Opis, meranie a posudzovanie hluku vo vonkajšom prostredí. Časť 1: Základné veličiny a postupy posudzovania	2006
STN ISO 1996-2	Akustika. Opis, meranie a posudzovanie hluku vo vonkajšom prostredí. Časť 2: Určovanie hladín hluku	2008
STN EN 1998-1/NA/Z1 Eurokód 8	Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť. Časť 1 Všeobecné pravidlá, seizmické zaťaženia a pravidlá pre budovy. Národná príloha.	2012
Vyhláška MZ SR č.549/2007Z.z.	Vyhláška MZ SR, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí	2007
NV SR č.115/2006 Z.z.	Nariadenie vlády SR o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou hluku	2006

Tab. 2.2 Použité symboly a značky

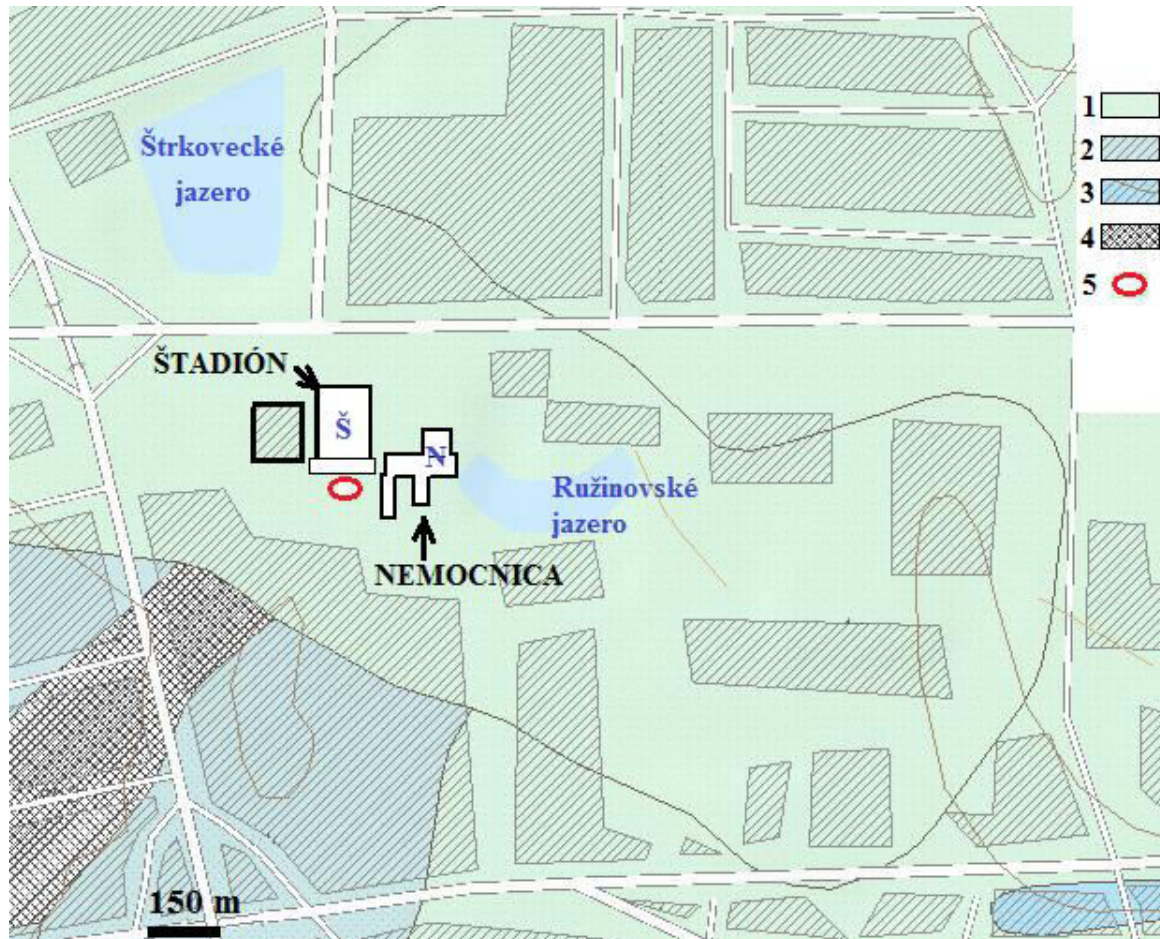
Symbol	Názov	Jednotka
$L_{pAeq,T,xm}$	ekvivalentná hladina A zvuku v definovanej vzdialenosti	dB
SEL	Hladina zvukovej expozície normovaná k $T_0 = 1$ s	dB
$L_{CPk,T}$	vrcholová hladina C zvuku	dB
$L_{teq,T}$	ekvivalentná hladina akustického tlaku v tretinooktávovom pásme so strednými frekvenciami 20Hz - 20kHz	dB
$L_{Geq,T}$	ekvivalentná hladina G infrazvuku	dB
a_{weq}	ekvivalentné vážené zrýchlenie vibrácií	$m.s^{-2}$
a_{wmax}	maximálne vážené zrýchlenie vibrácií	$m.s^{-2}$
$v_{ef,T}$	efektívna hodnota rýchlosti kmitania	$m.s^{-1}$
$v_{peak,T}$	vrcholová hodnota rýchlosti kmitania	$m.s^{-1}$

Cieľom štúdie bolo overiť možnosť umiestnenia heliportu v blízkom okolí univerzitnej nemocnice Ružinov a zimného štadiónu Vladimíra Dzurilla (Obr. 1). Monitorovali sme vplyv technickej seizmicity od vrtuľníka záchranej zdravotnej služby, ktorý by zabezpečoval prepravu zranených do nemocnice Ružinov. Návrh výstavby Heliportu je v blízkosti zimného štadiónu Vladimíra Dzurilla, ktorom sa nachádzajú byty zamestnancov štadióna. Bola skúmaná možnosť ohrozenie objektu štadióna vplyvom preletu a pristávania vrtuľníkov záchranej zdravotnej služby na predpokladanom mieste heliportu. Rozsah technickej seizmicity vychádza z podkladov „Vyhľadávacia štúdia pre umiestnenie heliportu pre vrtuľníkovú záchrannú zdravotnú službu pre Univerzitnú nemocnicu Bratislava-Nemocnica Ružinov.

**Obr. 2.1** Univerzitná nemocnica Ružinov a zimný štadión Vladimíra Dzurilla v Bratislave

GEOLOGICKÁ STAVBA PODLOŽIA MERANEJ LOKALITY

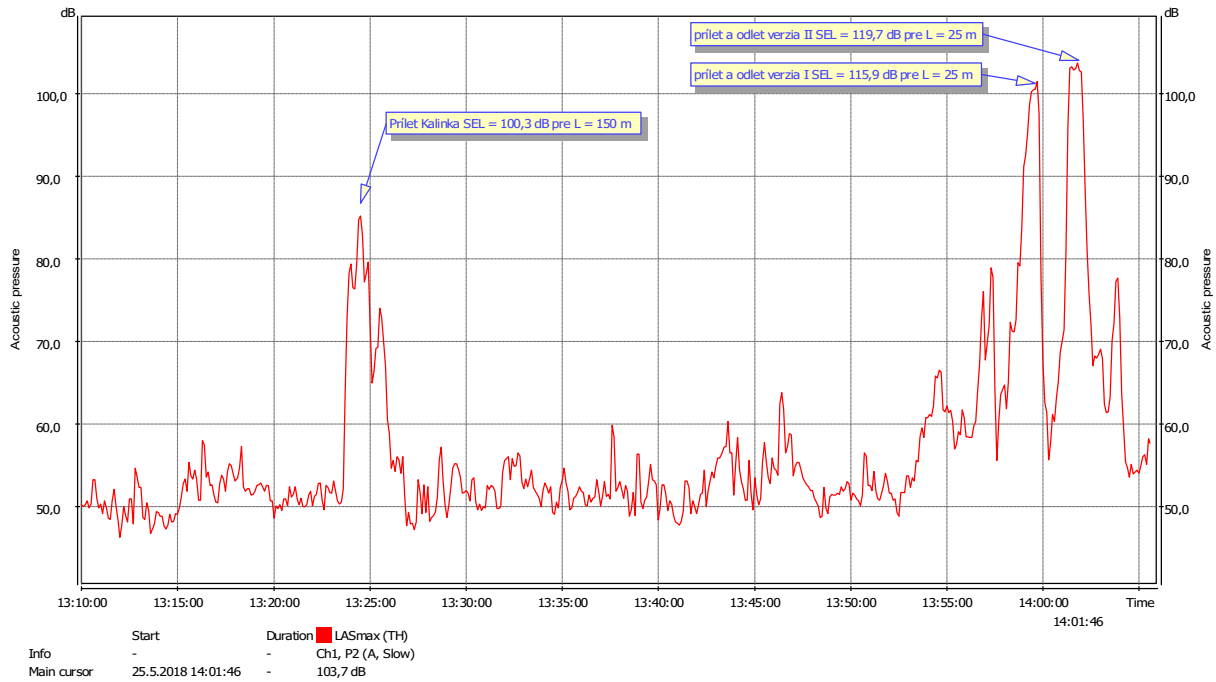
Horninové prostredie (prenosové prostredie) v posudzovanom území je tvorené fluviálnymi sedimentárnymi horninami rieky Dunaj. Hlavne sa jedná o horizontálne uložené piesčité hliny, piesky, štrky, piesčité štrky, zahmlené štrky a hliny ojedinele s hnilokalmi mŕtvych ramien a močiarov (obr. 2). Z pohľadu prenosu seizmických vln ide o prostredie nespevnených hornín. Tieto sú charakteristické vysokým útlmom seizmických vln. Je potrebné upozorniť na skutočnosť, že útlm seizmických vln sa môže znížiť ak sú uvedené vrstvy zavodnené. Práve prítomnosť vody v uvedenom horninovom prostredí zvyšuje mieru prenosu seizmických vln od dopravy alebo od iných zdrojov.



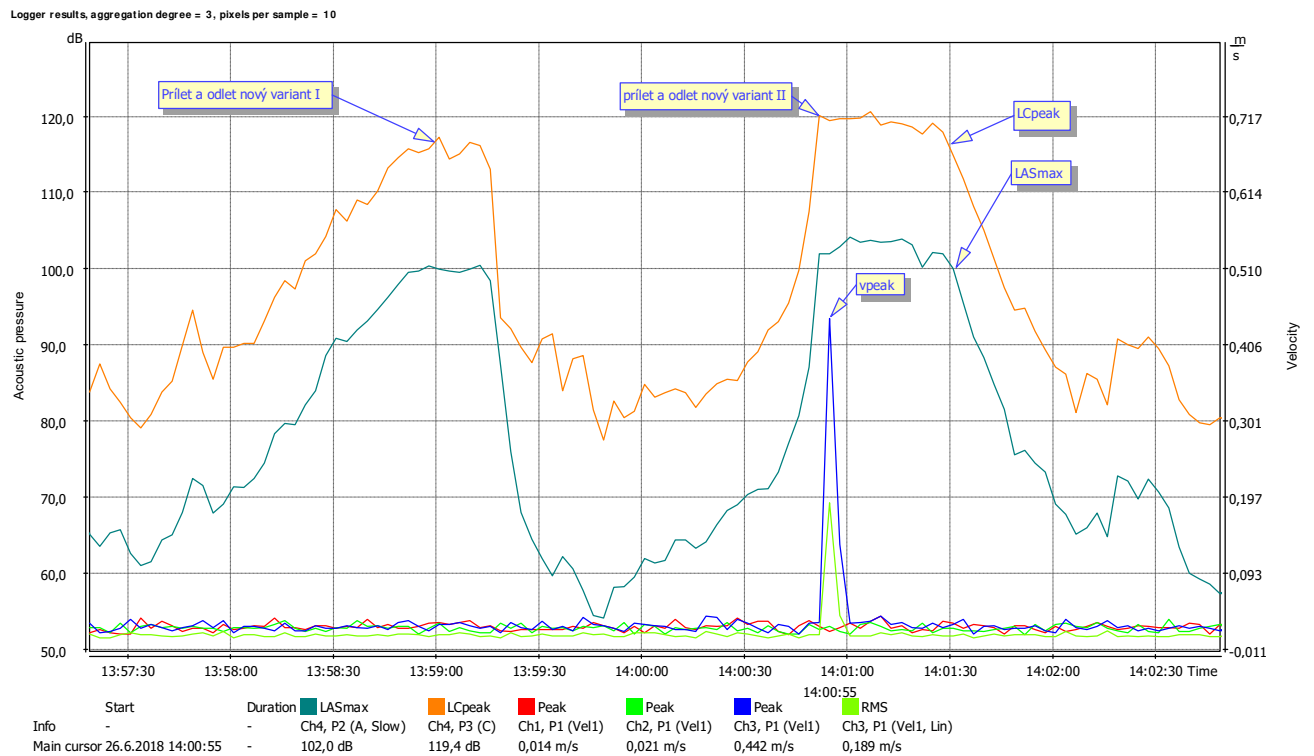
Obr. 2.2 Posudzované územie v Bratislave Ružinove a jeho geologická stavba

Kvartér: 1-fluviálne sedimenty: piesčité štrky a piesky najmladšieho horizontu dnovej akumulácie v nadnivných terasách (ml. pleistocén až holocén), 2- fluviálne sedimenty: litofaciálne nečlenené nivné hliny, alebo piesčité až štrkovité hliny dolinných nív a nív horských potokov (holocén), 3-fluviálno-organické sedimenty: jemnopiesčité, ílovité až hnilokalové humózne hliny mŕtvych ramien a močiarov (holocén), 4-antropogénne sedimenty: navážky, haldy a skládky, 5-plánovaný heliport

3. GRAFICKÉ VÝSTUPY Z VIBROAKUSTICKÝCH MERANÍ

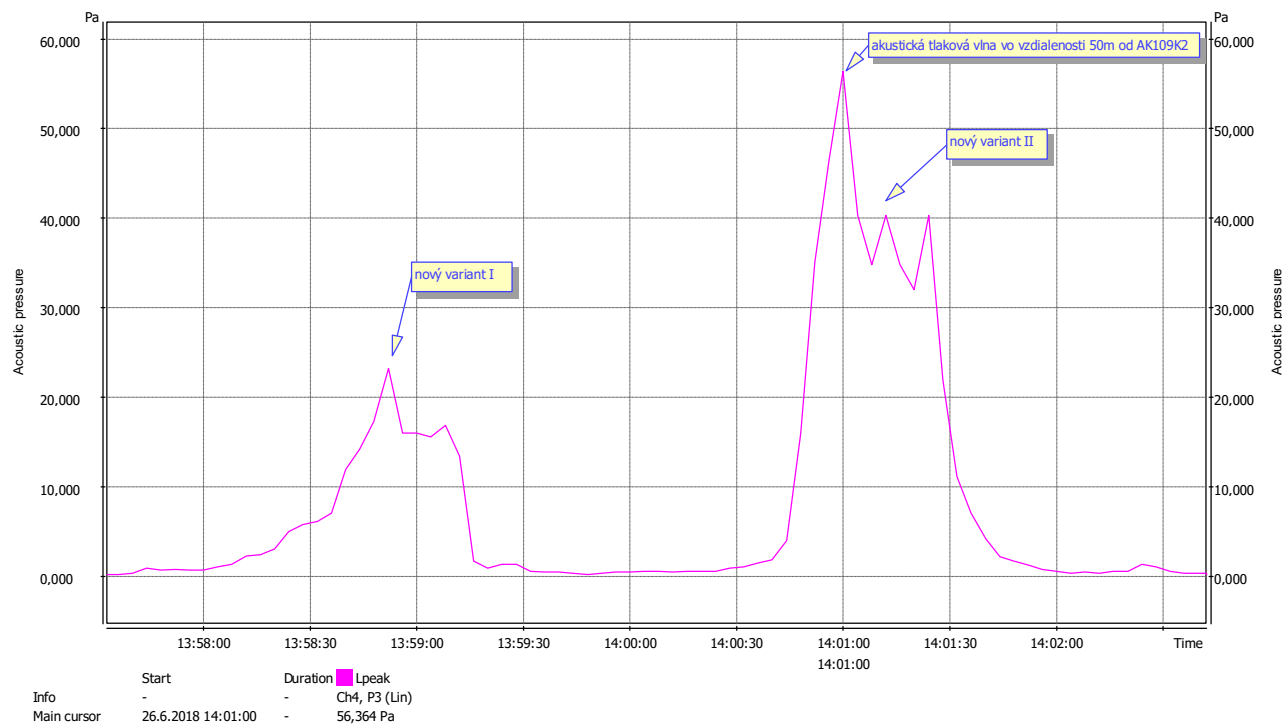


Obr. 3.1 Meranie hladiny zvukovej expozície SEL na meracom stanovišti vonkajšia presklená fasáda štadióna V. Dzurilla počas priletu a odletu vrtuľníka.



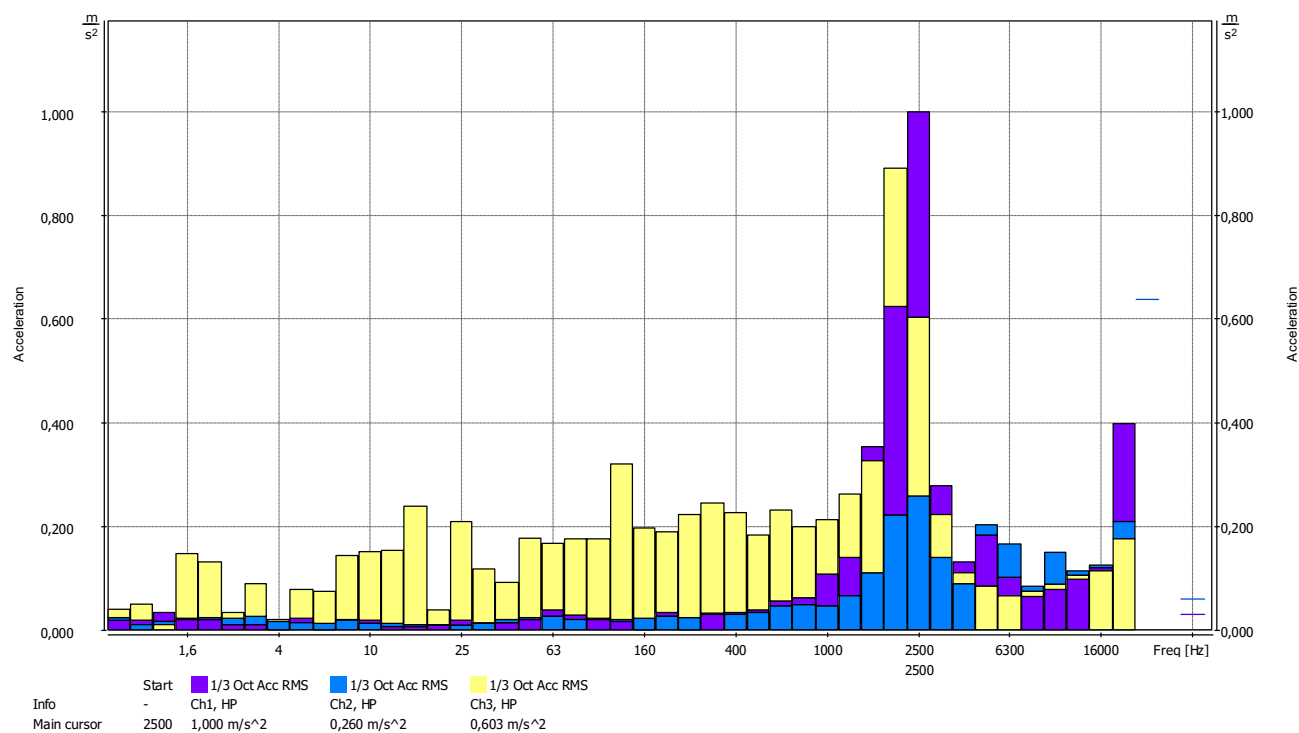
Obr. 3.2 Paralelný časový priebeh hladín akustického tlaku L_{ASmax} a L_{Cpeak} vo vzdialenosti 1 m od okenej tabule a priebeh hladín rýchlosti kmitania povrchu okenej tabule v_{peak} v smere zvislom „x“, Ch1, v smere vodorovnom „y“, Ch2, v smere kolmom na okennú tabuľu „z“, Ch3 počas preletov vrtuľníka A109K2.

Logger results, aggregation degree = 4, pixels per sample = 14



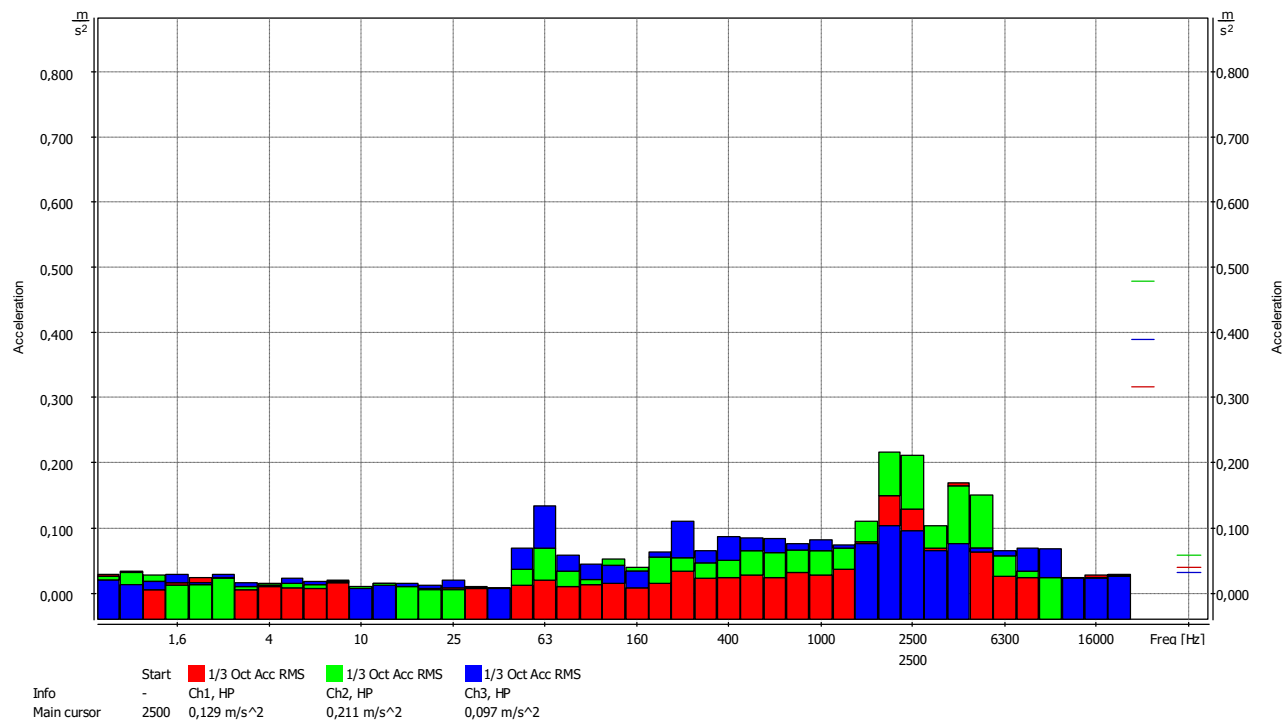
Obr 3.3 Časový priebeh akustickej tlakovej vlny počas preletov vrtuľníka A109K2.

Logger 1/3 Octave, 26.6.2018 14:00:55



Obr 3.4 Tretinooktávová analýza efektívneho zrýchlenia vibrácií na povrchu okenej tabule a_{RMS} v smere zvislom „x“ Ch1, v smere vodorovnom „y“ Ch2, a v smere kolmom na okennú tabuľu „z“ Ch3 počas preletov vrtuľníka A109K2.

Logger 1/3 Octave, 26.6.2018 13:58:54



Obr 3.5 Tretinooktávová analýza efektívneho zrýchlenia vibrácií na povrchu zvislého nosníka a_{RMS} v smere zvislom „x“ Ch1, v smere vodorovnom „y“ Ch2, a v smere kolmom na okennú tabulu „z“ Ch3 počas preletov vrtuľníka A109K2.

Pre potrebu predikcie vplyvu budúcej prevádzky heliportu sme merali vplyv technickej seizmicity pri prelete vrtuľníka záchranej zdravotnej služby nad budovou zimného štadiónu Vladimíra Dzurilla (Obr. 5). Merali sme hodnotu rýchlosti kmitania v_{peak} v meracom bode S1 na betónovom základe zimného štadióna (Obr. 3.6) a na oceľovom nosníku okna – v meracom bode S2 nad meracím bodom S1, vo výške 6 m (Obr. 3.7). Tieto merania poukázali na možné maximálne hodnoty rýchlosti kmitania pri preletoch vrtuľníkov záchranej zdravotnej služby nad objektom zimného štadióna pri pristavaní na plánovanom objekte heliportu.



Obr. 3.6 Meracie referenčné stanovisko S1 v meracom bode S1 (vľavo) na betónovom základe zimného štadióna Vladimíra Dzurilla v Bratislave. Digitálna seizmická aparátúra Vibraloc ABEM na meracom bode S1 (vpravo)



Obr. 3.7 Meracie referenčné stanovisko S2 v meracom bode S2 (vľavo) na ocelovom nosníku okna štadióna Vladimíra Dzurillu v Bratislave. Digitálna seizmická aparatúra Vibracloc ABEM na meracom bode S2 (vpravo)



Obr. 3.8 Vrtuľník záchranej zdravotnej služby pred Univerzitnou nemocnicou v Ružinove (vľavo) a pri prelete nad plánovaným stanoviskom heliportu. V pozadí je hala zimného štadióna Vladimíra Dzurillu v Bratislave

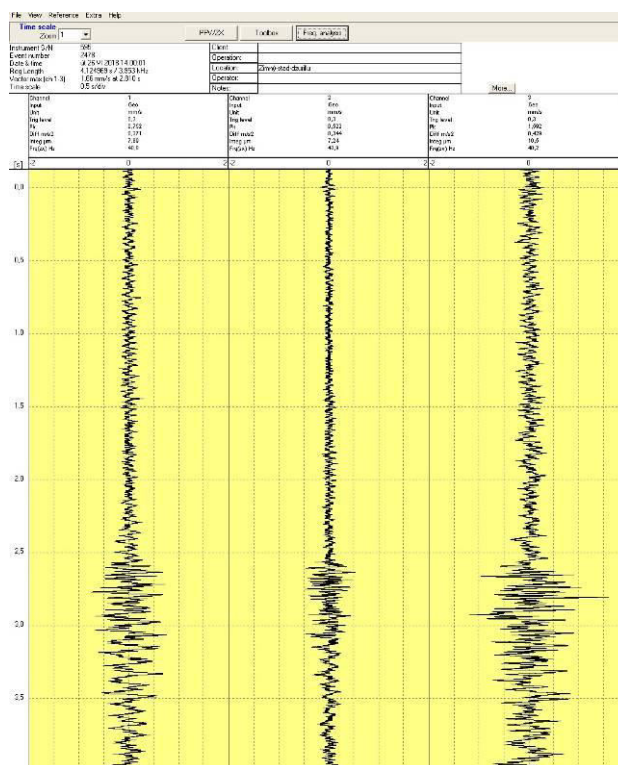
Tab. 3.1 Namerané vrcholové hodnoty rýchlosti kmitania v_{peak} na meracom bode S1 pri prelete vrtuľníka záchranej zdravotnej služby v troch zložkách rýchlosti kmitania.

x [mm.s ⁻¹]	y [mm.s ⁻¹]	z [mm.s ⁻¹]
-	-	-
-	-	-
-	-	-

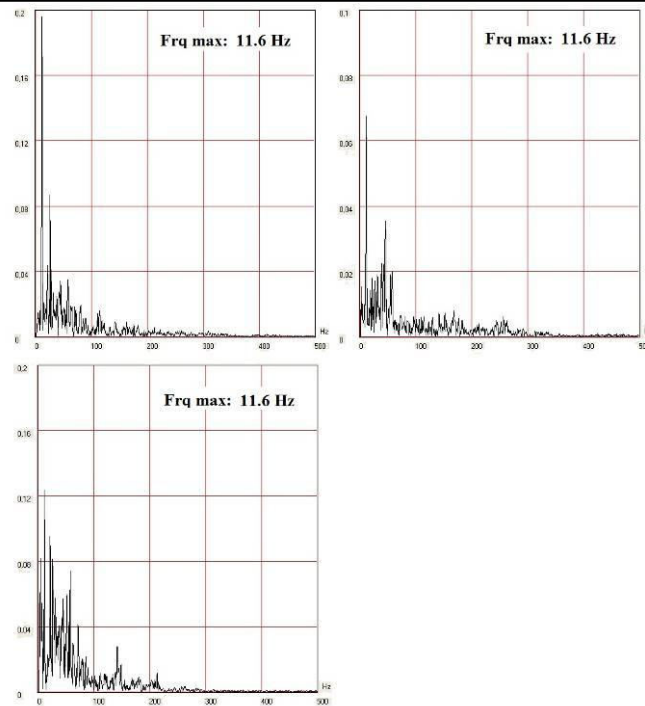
Poznámka: Hodnoty rýchlosti kmitania v_{peak} na meracom bode S1 pri prelete vrtuľníka záchranej zdravotnej služby boli pod prahom citlivosti seizmickej aparatúry.

Tab. 3.2 Namerané vrcholové hodnoty rýchlosti kmitania v_{peak} a im prislúchajúce frekvencie na meracom bode S2 pri prelete vrtuľníka záchranej zdravotnej služby v troch zložkách rýchlosti kmitania.

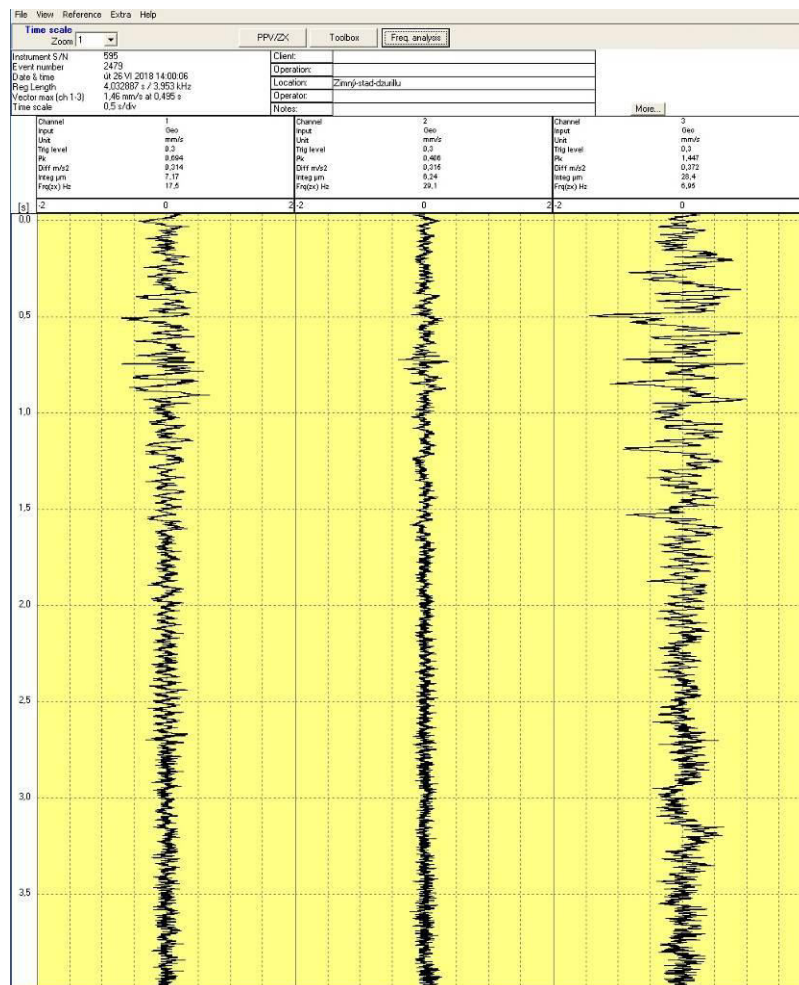
v_x [mm.s ⁻¹]	f_x [Hz]	v_y [mm.s ⁻¹]	f_y [Hz]	v_z [mm.s ⁻¹]	f_z [Hz]
0,52	44	1,59	40	0,75	26
0,41	25	1,45	6,9	0,69	25
0,49	22	1,51	20	1,04	21
0,52	75	1,39	24	1,21	24
0,43	194	0,93	36	0,78	156
0,41	152	1,13	120	0,81	132
0,41	104	1,27	39	0,75	91
0,32	141	1,13	40	0,66	57
0,32	152	1,19	105	0,69	78
0,35	180	0,98	0,0	0,66	0,0
0,23	165	0,67	64	0,38	99
0,32	34	0,14	40	0,38	35



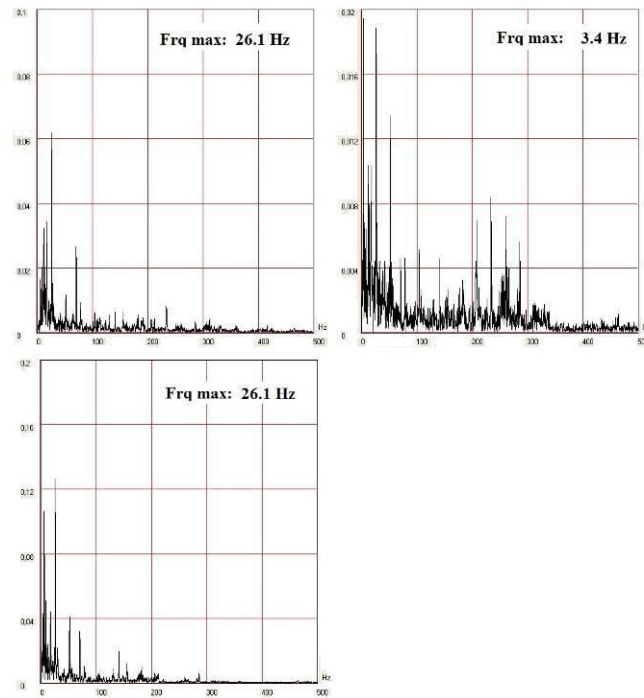
Obr. 3.9 Časový priebeh vrcholovej hodnoty rýchlosti kmitania v_{peak} v smere X Y a Z počas preletu vrtuľníka záchranej zdravotnej služby v meracom bode S2 na oceľovom nosníku okenného rámu na zimnom štadióne.



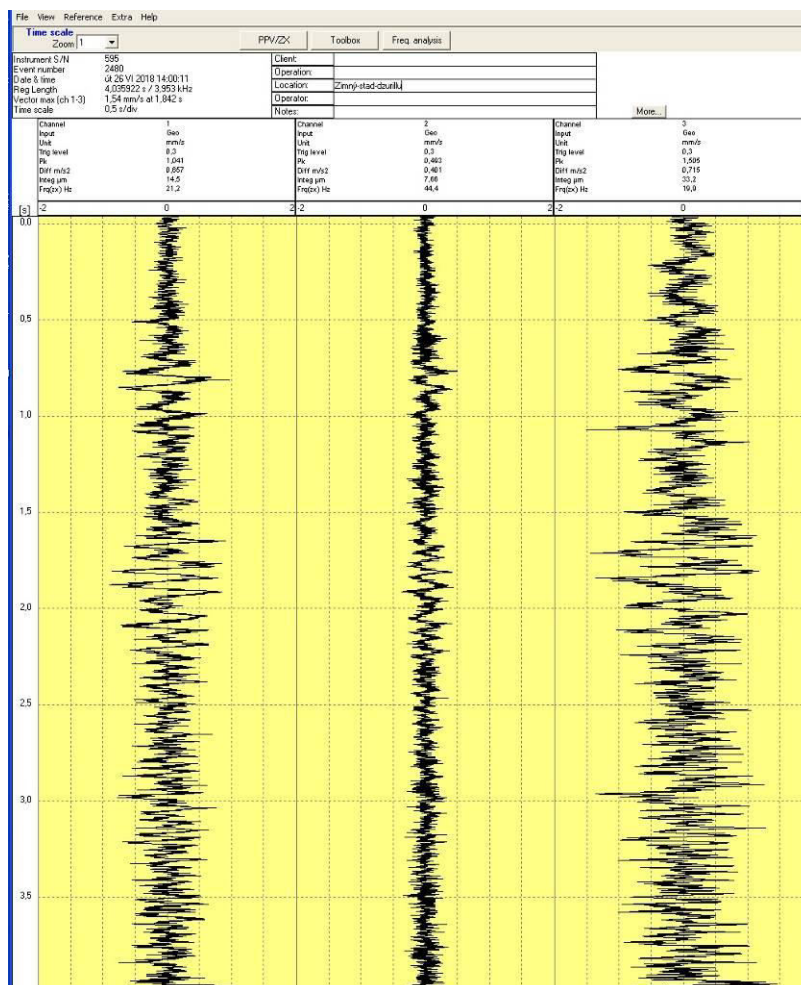
Obr. 3.10 Frekvenčná analýza v meracom bode S2 na ocel'ovom nosníku okenného rámu na zimnom štadióne.



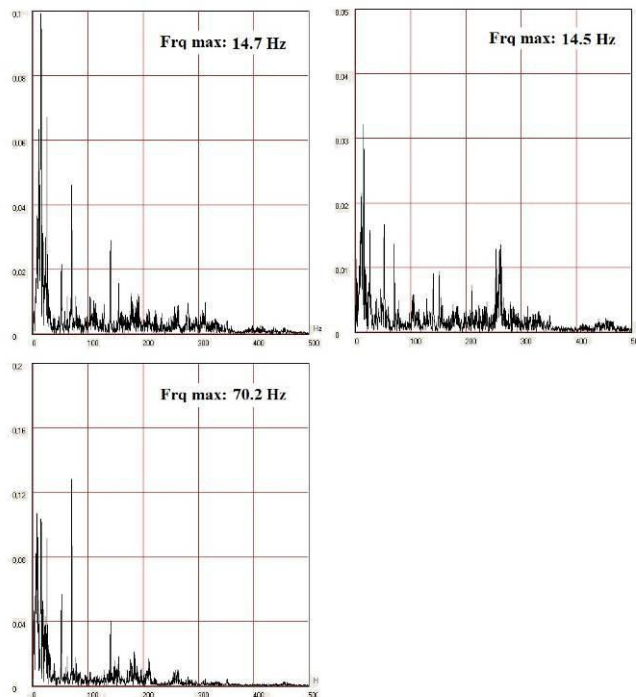
Obr. 3.11 Časový priebeh vrcholovej hodnoty rýchlosti kmitania v_{peak} v smere X, Y a Z počas preletu vrtuľníka záchranej zdravotnej služby v meracom bode S2 na ocel'ovom nosníku okenného rámu na zimnom štadióne.



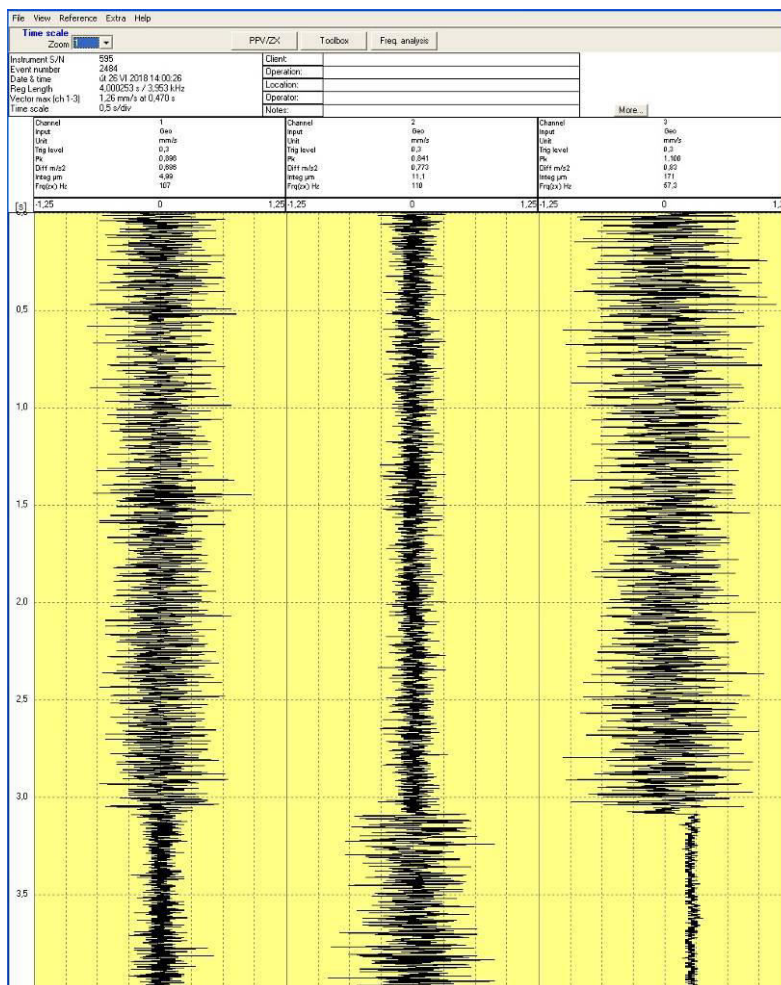
Obr. 3.12 Frekvenčná analýza v meracom bode S2 na oceľovom nosníku okenného rámu na zimnom štadióne.



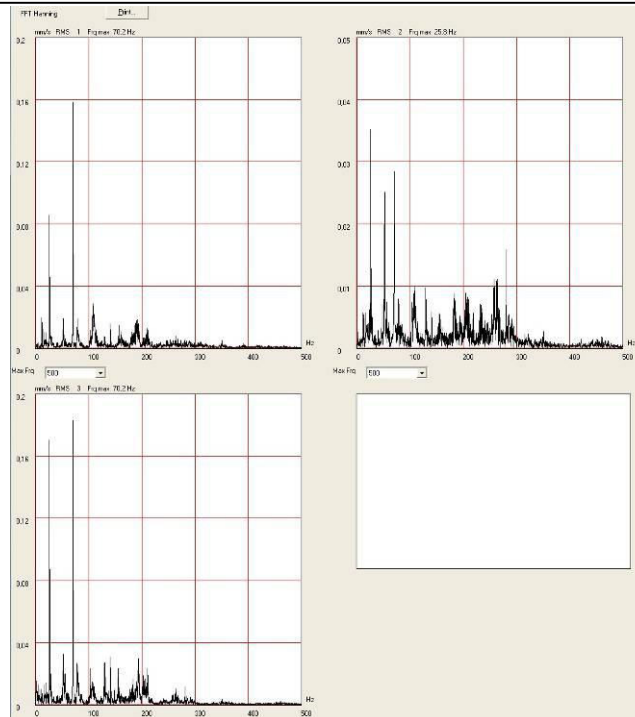
Obr. 3.13 Časový priebeh vrcholovej hodnoty rýchlosti kmitania v_{peak} v smere X Y a Z počas preletu vrtuľníka záchranej zdravotnej služby v meracom bode S2 na oceľovom nosníku okenného rámu na zimnom štadióne.



Obr. 3.14 Frekvenčná analýza v meracom bode S2 na oceľovom nosníku okenného rámu na zimnom štadióne



Obr. 3.15 Časový priebeh vrcholovej hodnoty rýchlosti kmitania v_{peak} v smere X Y a Z počas preletu vrtuľníka záchranej zdravotnej služby v meracom bode S2 na oceľovom nosníku okenného rámu na zimnom štadióne.



Obr. 3.16 Frekvenčná analýza v meracom bode S2 na ocelovom nosníku okenného rámu na zimnom štadióne.

4. VYJADROVANIE NÁZOROV A INTERPRETÁCIÍ – HODNOTENIE VÝSLEDKOV MERANÍ

Nameraná maximálna vrcholová rýchlosť kmitania pri prelete vrtuľníka záchranej služby dosiahla hodnotu 1,592 mm/s pri frekvencii 40,2 Hz. Hodnota efektívnej rýchlosti kmitania bola 1,1 mm.s⁻¹. Podľa Eurokódu 8 STN EN 1998-1/NA/Z1 tabuľka 1 sú pre triedu odolnosti A a triedu významnosti III prípustné medzné hodnoty efektívnej rýchlosti kmitania 0,6 mm.s⁻¹. Tieto hodnoty boli namerané na stanovisku S2. Na stanovisku S1 boli hodnoty pod úrovňou citlivosti meracej aparatury 0,3 mm.s⁻¹. Z nameraných hodnôt vyplýva, že technická seizmicita vyvolaná preletom vrtuľníka záchranej služby nepoškodí betonový a ocelový skelet zimného štadióna. Z frekvenčnej analýzy nameraných hodnôt vyplynulo, že frekvencie sa postupne zvyšovali z najnižšej hodnoty 11,6 Hz až na hodnotu maximálnu hodnotu 194 Hz a potom sa postupne znovu znižovali až na hodnotu 14,5 Hz. Z toho vyplýva, že ocelový rám okna sa pri prelete vrtuľníka záchranej služby nad budovou štadióna rozvibruje na vysoké frekvencie, čo môže spôsobiť poškodenie sklenenej výplne okien.

ZÁVER

Na základe predloženej dokumentácie a nameraných hodnôt vibrácií je možné konštatovať, že v blízkom okolí plánovaného heliportu v areáli Univerzitetnej nemocnice Ružinov budú dlhodobému pôsobeniu vibrácií od preletu vrtuľníkov (prípadne dlhodobému zaťaženiu) vystavený objekt zimného štadióna a byty zamestnancov zimného štadióna. Zdrojom vibrácií v prípade prevádzkovania heliportu budú prelety a pristávanie vrtuľníkov záchranej zdravotnej služby nad objektom zimného štadióna.

Podľa predbežných meraní maximálna vrcholová rýchlosť kmitania v takejto vzdialenosti dosiahla hodnotu 1,592 mm/s. Podľa Eurokódu 8 STN EN 1998-1/NA/Z1 tabuľka 1 sú pre **triedu odolnosti D** a **triedu významnosti III** prípustné medzné hodnoty efektívnej rýchlosti kmitania **0,6 mm.s⁻¹**.

5. ZOZNAM POUŽITÉHO PRÍSTROJOVÉHO VYBAVENIA

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

Typ meradla	Výrobca	Výr. číslo	Kalibračný certifikát	Platnosť overenia
Zvukomer Nor-118	Norsonic	31538	18096	07.03.2020
Merací mikrofón MK 221	Microtech Gefell	11492	18096.2	07.03.2019
Zvukomer Nor-118	Norsonic	28904	17451	04.09.2019
Merací mikrofón Nor-1225	Norsonic	33213	17451.2	03.09.2018
Zvukomer Nor-118	Norsonic	30631	17082	22.02.2019
Merací mikrofón Nor-1225	Norsonic	41493	18099	06.03.2019
Vibromer SVAN 958A	Svantek	34576	14281	29.06.2019
Senzor mechanického kmitania -3233A	DYTRAN	1039	14281.2	29.06.2019
Kalibrátor mechanického kmitania VC11	Metra Mess – und Frequenztechnik	005152	091119	24.08.2021
Termický anemometer T405-V1: 0560.4053	Testo AG	41500288/110	0404/18 0405/18	31.01.2023

TECHNICKÉ ÚDAJE VRTULNÍKA POUŽITÉHO PRI SKÚŠKE

Vývoj:	Prvý vzlet A109 v roku 1971, A109K2 v roku 1990
Motor:	2 x Turbomeca Arriel 1K1 po 550 kW
Rotor:	Ľavotočivý s priemerom 11 m, štvorlistový
Vrtuľka:	Tlačná, dvojlistová
G / G max	1 595/2 850 kg
Posádka:	Pilot + 6 cestujúcich
Spotreba:	300 l/hod JET A1-L
Použitie:	LZS

6. KLIMATICKÉ PODMIENKY

Dátum	Teplota vzduchu [°C]	Vietor [m.s ⁻¹]	Smer vetra	Vlhkosť vzduchu [%]	Tlak vzduchu prepoč. na hladinu mora [hPa]
26.06.2018	22 ÷ 23	0 ÷ 2	SZ	55	1012

7. VYSVETLIVKY A DEFINÍCIE

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

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 (12h), pre večer od 18.00 h do 22.00 h (4h) a pre noc od 22.00 h do 6.00 h (8h).

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 a v prípade potreby upravená korekciami a stanovená vzhľadom na referenčný časový interval.

Hladina zvuku A - L_{pA} je okamžitá hladina akustického tlaku alebo zvuku zistená pri použití váhového filtra A zvukomeru. Určuje sa meraním zvukomerom alebo výpočtom zo spektra hluku a vyjadruje sa v dB.

Ekvivalentná hladina A zvuku - $L_{pAeq,T}$ je časovo priemerovaná hladina A zvuku podľa vzťahu

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

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 - $a_{w\text{eq}}$ [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$]

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 $a_{w\text{eq},z,8h,\text{noc}}$ ekvivalentné vážené zrýchlenie vibrácií pre smer hodnotenia v smere osi „z“ bážicentrickej súradnicovej sústavy počas referenčného časového intervalu pre noc od 22.00 h do 6.00 h (8 h).

Maximálne vážené zrýchlenie vibrácií $a_{w\text{max}}$ [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$] je najvyššia hodnota váženého zrýchlenia vibrácií v sledovanom časovom intervale a v danom mieste s použitím časovej váhovej funkcie S.

Index v značke sa môže doplniť smerom hodnotenia a integračným časovým intervalom, napríklad $a_{w\text{max},z,8h,\text{noc}}$ maximálne vážené zrýchlenie vibrácií pre smer hodnotenia v smere osi „z“ bážicentrickej súradnicovej sústavy počas referenčného časového intervalu pre noc od 22.00 h do 6.00 h (8 h).

Maximálna hodnota rýchlosti kmitania – maximálna hodnota funkcie rýchlosti kmitania, keď následkom ľubovoľnej malej zmeny je pokles hodnoty funkcie.

Snímač rýchlosti – snímač transformujúci vstupnú rýchlosť na výstup (obyčajne elektrický), ktorý je úmerný vstupnej rýchlosti.

Seizmické zaťaženie – pohyb základovej pôdy vyvolaný prírodnou alebo ľudskou činnosťou: pôsobí buď ako kinematické budenie nadzemných konštrukcií, alebo ako priame dynamické zaťaženie podzemných konštrukcií a horninového prostredia.

Technická seizmicita – charakteristika seizmických otrasov vyvolaných umelými zdrojmi kmitania (dopravou, priemyselnou činnosťou, 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.

Vrcholová hodnota rýchlosti vibrácií $v_{\text{peak},z,T}$ [$\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$] je vrcholová hodnota rýchlosti vibrácií pri použití funkcie Peak. Index v značke sa môže doplniť smerom hodnotenia v smere osi „z“ bážicentrickej súradnicovej sústavy a časovým intervalom vyhodnotenia.

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

Frekvenčné spektrum – funkcia znázorňujúca závislosť budenia alebo odozvy na frekvencii.

FFT analýza – rýchla Fourierova transformácia (Fast Fourier Transform) slúži na prevod signálov z časovej oblasti do oblasti frekvenčnej.

FFT band – šírka frekvenčného pásma použitého pri FFT analýze.
