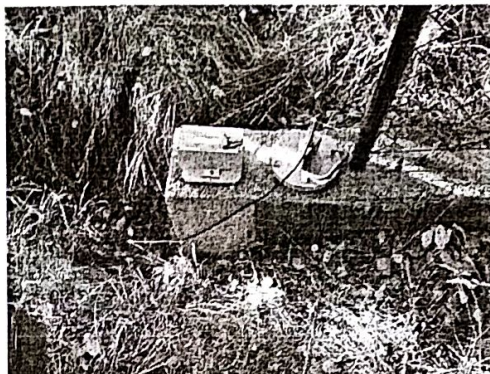
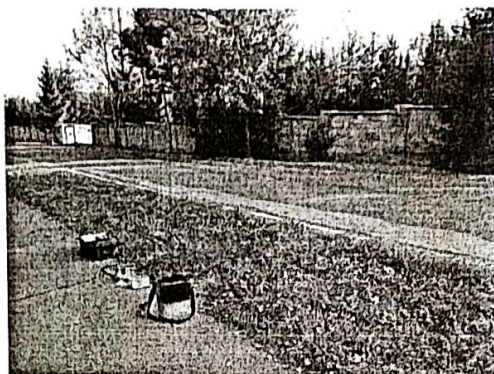




Tel, Fax: +421/41/724 70 26
Mobil: 0903 307 616, 0914 108 001

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

strana 1/7



**VIBRAČNÁ ŠTÚDIA PRE ZÁMER
„TATRANSKÁ LOMNICA – PRIESKUMNÝ VRT PRE GEOTERMÁLNE VODY“
BUDOVY, KONŠTRUKCIE A ZARIADENIA V BUDOVÁCH
MERANIE KMITANIA V HODNOTENOM MIESTE
OKTÓBER, 2019**

Protokol: A_195_2019

1. VŠEOBECNÉ ÚDAJE	
Objednávateľ:	Stanislav Priečko
Predmet objednávky:	„Akreditovaná vibračná štúdia k zámeru Tatranská Lomnica – prieskumný vrt pre geotermálne vody“
Termín merania:	07.10 – 08.10.2019
Meranie vykonal:	Ing. Ján Šimo, CSc., prof. RNDr. Blažej Pandula, CSc., Doc. Mgr. Julián Kondela, PhD
Protokol vypracoval:	Ing. Ján Sobota, Ing. Ján Šimo, CSc.
Protokol schválil vedúci pracoviska:	Ing. Ján Šimo, CSc.
Žilina 15.10.2019	

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

2. ÚČEL MERANIA

Na základe objednávky od dotknutej verejnosti obyvateľov Tatranskej Lomnice zastúpenej Stanislavom Priečkom sme vypracovali vibračnú štúdiu k zámeru „Tatranská Lomnica – prieskumný vrt pre geotermálne vody“, (vypracovaný firmou ENVIGEO, a. s., Banská Bystrica, ktorý predložila firma AUTONOVA, s.r.o., Priemyselný areál Východ č. 3406, 058 01 Poprad, IČO: 31 649 513) z hľadiska vplyvu predloženého zámeru počas prieskumu aj počas využívania geotermálnej vody na okolité chránené územie.

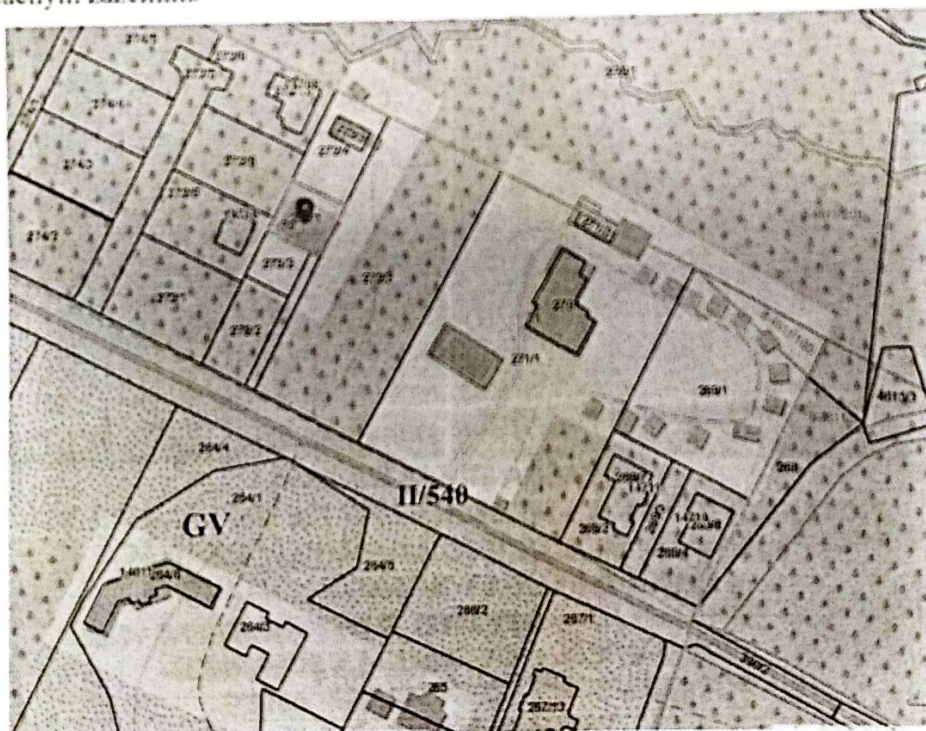
Zámer bol zverejnený na webovom sídle Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky <https://www.enviroportal.sk/sk/eia/detail/tatranska-lomnica-prieskumny-vrt-pre-geotermalne-vody>

Cieľom merania a vyhodnotenia ekvivalentného $a_{R_{weq,z}}$ a maximálneho $a_{R_{wmax,z}}$ zrýchlenia vibrácií je objektivizovať dopad na osoby vo vnútornom prostredí budov podľa Vyhlášky MZ SR č. 549/2007 Z.z.

Cieľom merania a vyhodnotenia efektívnej rýchlosti kmitania v_{ef} je preveriť doporučená Eurokódu 8 STN EN 1998-1/NA/Z1 existujúcich stavebných objektov.

3. OPIS ZÁUJMOVÉHO ÚZEMIA

Prieskumný vrt pre geotermálne vody sa plánuje na parcele č. 264/1 v Tatranskej Lomnici. Posudzované územie, v ktorom sa plánuje umiestniť prieskumný vrt sa nachádza 65m od parcely č. 273/1 a 2, kde sa nachádza poschodový rodinný dom č.p. 70 s prislúchajúcim rekreačným zázemím.



Obr. 3.1 Situovanie geotermálneho prieskumného vrtu (GV)
zdroj mapový podklad zbgis.skgeodesy.sk

4. ZÁKON ÚTLMU SEIZMICKÝCH VLŇ PRE POSUDZOVANÚ LOKALITU

Senzory mechanického limitu boli namontované podľa skúšky v dvoch referenčných stanovištiach MTS1 vo vzdialenostiach 2,5m, 4,0m, 5,5m, 8,5m a MTS2 vo vzdialenostiach 11,5m, 13m, 14,5m, 17m od budenia technickej seizmicity.

5. POUŽITÉ PRÍSTROJE

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

Typ meradla	Výrobca	Výr. číslo	Kalibračný certifikát	Platnosť overenia
Vibromer Svan 958 A	Svantek	36632	15125	15.04.2020
Vibromer Svan 958 A	Svantek	59114	17510	28.09.2027
Senzor mechanického kmitania SV84	Svantek	D2276	15125.2	15.04.2020
Senzor mechanického kmitania SV84	Svantek	E1268	17510.1	28.09.2027
Kalibrátor mechanického kmitania VC-11	Metra-Mess	005152	16418	24.08.2021
Termický anemometer T405-V1	Testo AG	41500288/110	0404/18 0405/18	31.01.2023
Vlhkomer T605-H1	Testo AG	41102100/112	2019/2984	04.07.2024

6. NEISTOTA MERANIA

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

7. KLIMATICKÉ PODMIENKY

Dátum	Teplota vzduchu [°C]	Relatívna vlhkosť vzduchu [%]
07.-08.10.2019	0 - 11	50 - 80

8. PRÍPUSTNÉ HODNOTY URČUJÚCICH VELIČÍN

- **zrýchlenie vibrácií**

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

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

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

- **rýchlosť kmitania**

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 objektu **IV**

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

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

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

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

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

vrcholová hodnota rýchlosti v_{peak}

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

9. 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

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

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

- efektívna a vrcholová rýchlosť kmitania v referenčnom stanovisku konštrukcie budov

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

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

10. VÝSLEDKY MERANÍ

Tab. 10.1 Posudzované efektívne a vrcholové hodnoty rýchlosti kmitania v referenčných stanovištiach MTS1 a MTS2.. Grafické výstupy z merania vid' odsek 12.

		MTS1	MTS2
		$v_{\text{peak}} / v_{\text{ef}} [\text{mm.s}^{-1}]$	$v_{\text{peak}} / v_{\text{ef}} [\text{mm.s}^{-1}]$
Zdroj G_1^* $d_1=2,5\text{m}/d_2=11,5\text{m}$ $m=6,25\text{kg}/h=1,5\text{m}$	smer „x“	0,724/0,081	0,034/0,007
	smer „y“	0,155/0,022	0,077/0,013
	smer „z“	2,089/0,216	0,061/0,008
Zdroj G_2^{**} $d_1=4,0\text{m}/d_2=13,0\text{m}$ $m=6,25\text{kg}/h=1,5\text{m}$	smer „x“	0,363/0,0363	0,023/0,010
	smer „y“	0,054/0,019	0,042/0,007
	smer „z“	0,479/0,068	0,038/0,005
Zdroj G_3^{***} $d_1=5,5\text{m}/d_2=14,5\text{m}$ $m=6,25\text{kg}/h=1,5\text{m}$	smer „x“	0,316/0,033	0,011/0,005
	smer „y“	0,037/0,007	0,025/0,007
	smer „z“	0,351/0,054	0,030/0,004
Zdroj G_4^{****} $d_1=8,5\text{m}/d_2=17,0\text{m}$ $m=6,25\text{kg}/h=1,5\text{m}$	smer „x“	0,195/0,024	0,012/0,003
	smer „y“	0,023/0,004	0,021/0,005
	smer „z“	0,234/0,040	0,017/0,003

* Zdroj budenia technickej seizmicity G_1 je vo vzdialenosti $d_1 = 2,5 \text{ m}$ od meracieho stanovišťa MTS1 a vo vzdialenosti $d_2 = 11,5 \text{ m}$ od meracieho stanovišťa MTS2

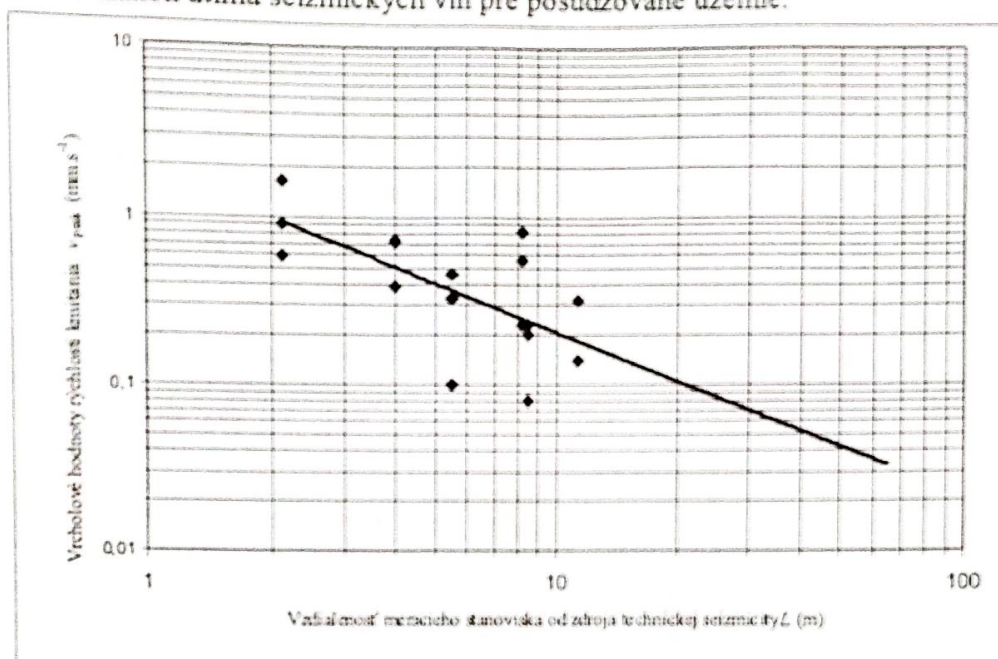
** Zdroj budenia technickej seizmicity G_2 je vo vzdialenosti $d_1 = 4,0 \text{ m}$ od meracieho stanovišťa MTS1 a vo vzdialenosti $d_2 = 13,0 \text{ m}$ od meracieho stanovišťa MTS2

*** Zdroj budenia technickej seizmicity G_3 je vo vzdialenosti $d_1 = 5,5 \text{ m}$ od meracieho stanovišťa MTS1 a vo vzdialenosti $d_2 = 14,5 \text{ m}$ od meracieho stanovišťa MTS2

**** Zdroj budenia technickej seizmicity G_4 je vo vzdialenosti $d_1 = 8,5 \text{ m}$ od meracieho stanovišťa MTS1 a vo vzdialenosti $d_2 = 17,0 \text{ m}$ od meracieho stanovišťa MTS2

Z nameraných hodnôt a vyhodnotenia vektora rýchlosti kmitania bol zostrojený zákon útlmu seizmických vln v posudzovanom území.

Obr. 10.1 Zákon útlmu seizmických vln pre posudzované územie.



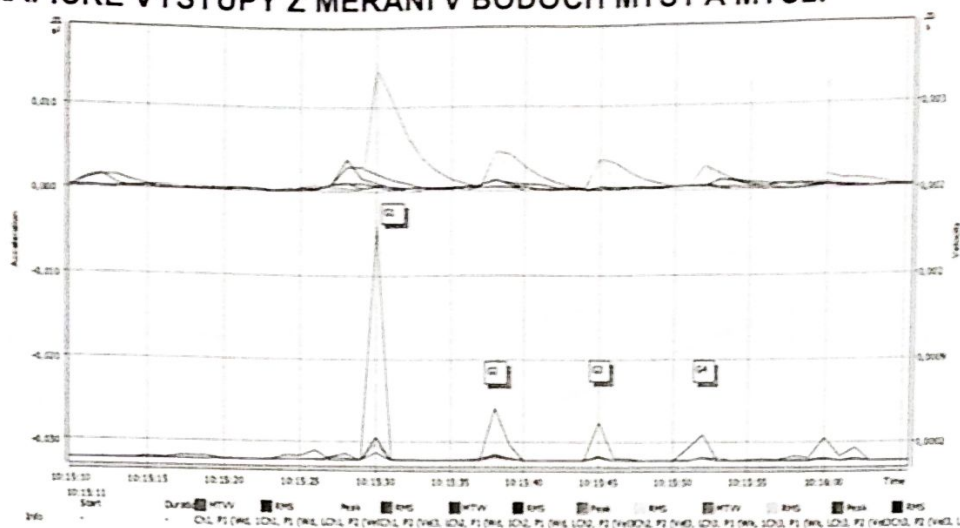
11. OBJEKTIVIZÁCIA VPLYVU VIBRÁCIÍ A OTRASOV

Názory a interpretácie:

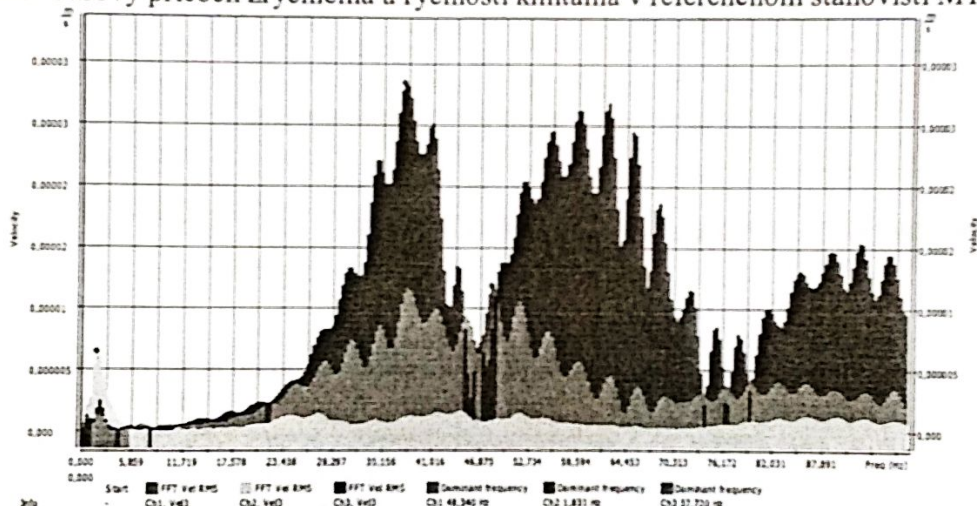
Na vrtanie geotermálnych vrtov sa využívajú vrtné súpravy s odlišnou charakteristikou budenia, ktoré je v čase premenné, v závislosti na charaktere budenia a na odolnosti objektu. Po zadefinovaní typu vrtnej súpravy s obslužnou technológiou je možné následne zabezpečiť zo zákona útlmu seizmických vln pre posudzovanú lokalitu objektivizáciu vplyvu vibrácií a otrasov od technickej seizmicity a navrhnúť opatrenia v prípade preukázania negatívnych dopadov.

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.

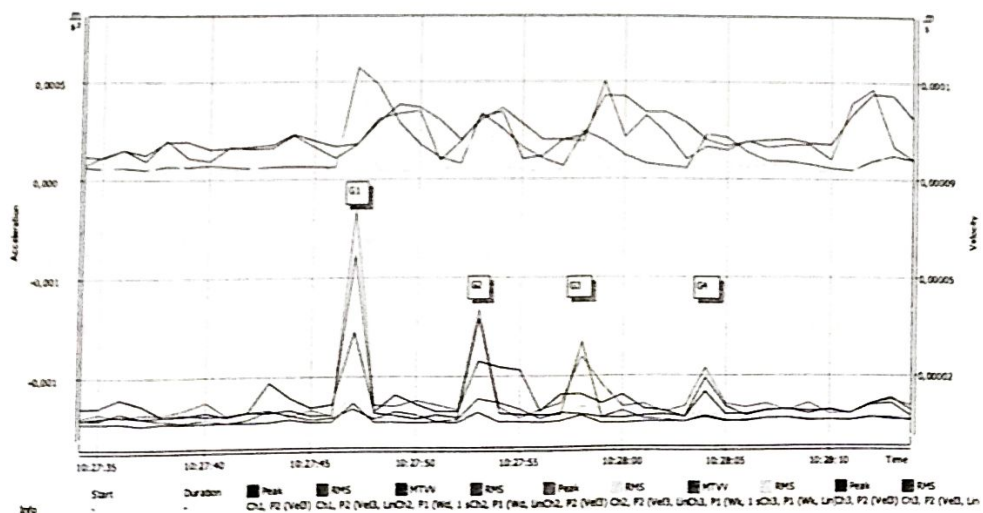
12. GRAFICKÉ VÝSTUPY Z MERANÍ V BODOCH MTS1 A MTS2.



Obr. 12.1 Časový priebeh zrýchlenia a rýchlosti kmitania v referenčnom stanovišti MTS1



Obr. 12.2 Dominantné frekvencie v meracom stanovišti MTS1 pri buzení zdrojom G₁.



Obr. 12.3 Časový priebeh zrýchlenia a rýchlosti kmitania v referenčnom stanovišti MTS2

14. VYSVETLIVKY A DEFINÍCIE

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

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 jednorázová 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“ bázičentrickej súradnicovej sústavy počas referenčného časového intervalu pre noc od 22.00 h do 6.00 h (8 h).

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

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“ bázičentrickej súradnicovej sústavy počas referenčného časového intervalu pre noc od 22.00 h do 6.00 h (8 h).

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

Vrcholová hodnota rýchlosti kmitania $v_{peak,z,T}$ [$mm.s^{-1}$] je vrcholová hodnota rýchlosti vibrácií pri použití funkcie Peak.

Index v značke sa môže doplniť smerom hodnotenia v smere osi „z“ bázičentrickej súradnicovej sústavy a časovým intervalom vyhodnotenia.

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, trhačmi prácami, pulzáciou vodného prúdu a pod.) Odozva objektov na seizmické zaťaženie je v čase premenná v závislosti na charakteru budenia a na vlastnostiach objektu.

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.