Klub ZPS vo vibroakustike, s.r.o.
V. Tvrdého 23, SK - 010 01 Žilina
Oddelenie objektivizácie fyzikálnych faktorov

Tel, Fax:+0421/41/724 70 26 e-mail: vibroakustika@vibroakustika.sk
Mobil: 0903 307 616, 0914 108 001 web: http://www.vibroakustika.sk/

SNAS
Reg. No. 366/S-288

VIBROAKUSTICKÁ ŠTÚDIA

PRE PROJEKT

„PREDĽŽENIE POVOLENIA NA ŤAŽBU KAMEŇA V LOME SNEŽNICA VYDANÉHO OBÚ V PRIEVIDZI ZO DŇA 21.12.2011 POD Č. 1342-3542/2011"

JÚL 2015

Protokol: A_084_2015

1. VŠEOBECNÉ ÚDAJE
Objednávateľ: EUROMAXX, s.r.o., Podzávoz 302, Podzávoz
Predmet objednávky: vibroakustická štúdia pre ťažbu kameňa– lom Snežnica
Dátum merania: 29.-30.07.2015
Meranie vykonal: Ing. Ján Šimo, CSc., Doc. RNDr. Blažej Pandula,CSc. Mgr. Julián Kondela, PhD., Ing. Lenka Pechancová
Protokol vypracoval: Ing. Lenka Pechancová, Ing. Ján Šimo, CSc., Doc. RNDr. Blažej Pandula,CSc. Mgr. Julián Kondela, PhD.
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 A VIBRÁCIE

Vibroakustickú situáciu vo vonkajšom priestore záujmového územia projektu: „Predĺženie povolenia na ťažbu kameňa v lome Snežnica vydaného ObÚ v Prievidzi zo dňa 21.12.2011 pod č. 1342-3542/2011" posudzujeme v súvislosti so žiadosťou o predĺženie povolenia na ťažbu kameňa, v zmysle zákona NR SR č.355/2007 Z.z., vyhlášky MZ SR č.237/2009 Z.z., ktorou sa dopĺňa vyhláška MZ SR č.549/2007 Z.z. zo 16.augusta 2007, ustanovujúca podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí a v zmysle zákona NR SR č. 314/2014 Z.z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 24/2006 Z.z..

Na základe vykonaných vibroakustických meraní v záujmovom území v meracom bode HV1 Brodno, RD. č.p. 376, Brodno od emisie hluku od pozemnej dopravy a z iných zdrojov, ktoré súvisia iba s činnosťou projektu: „Predĺženie povolenia na ťažbu kameňa v lome Snežnica vydaného ObÚ v Prievidzi zo dňa 21.12.2011 pod č. 1342-3542/2011", konštatujeme, že podľa limitov prípustných hodnôt (PH) **hluku** z pozemnej dopravy vo vonkajšom prostredí pre kategóriu územia III. obytného územia obce Brodno:

Prípustné hodnoty určujúcich veličín hluku vo vonkajšom prostredí pre hluk z dopravy – pozemná a vodná doprava v zmysle vyhlášky MZ SR č.549/2007 Z.z. zo 16.augusta 2007:

- Pre kategóriu územia III.: $L_{Aeq,p,deň}$ = 60 dB, $L_{Aeq,p,večer}$= 60 dB, $L_{Aeq,p,noc}$ = 50 dB.

pre denný čas PH nie je prekročená,
večerný a nočný čas PH nie je prekročená.

Posudzované hodnoty ekvivalentného a_{Rweq} a maximálneho a_{Rwmax} váženého zrýchlenia **vibrácií** v meracom bode HV1 Brodno, RD. č.p. 376, Brodno, prípustné hodnoty určujúcich veličín zrýchlenia vibrácií v zmysle naplnenia zákona NR SR č. 355/2007 Z. z. a vyhlášky MZ SR č. 237/2009 Z. z. , ktorou sa dopĺňa vyhláška č. 549/2007 Z.z.

Pre denný, večerný a nočný čas PH nie je prekročená.

Celkové zhodnotenie 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 v plnej právomoci príslušného orgánu verejného zdravotníctva.

Meranie vplyvu **technickej seizmicity** v lome Snežnica na okolitú individuálnu zástavbu v obci Brodno a Snežnica. Na základe vyhodnotených meraní pri radových odstreloch v lome Snežnica a prepočítaných koeficientov prenosového prostredia bol z pohľadu seizmických účinkov uskutočnený odstrel bezpečný.
Maximálnu veľkosť nálože na jeden časový stupeň pri uvedenej vzdialenosti odporúčame na základe zákona útlmu seizmických vĺn v lome Snežnica stanoviť takto:

Pre vzdialenosť 50 m Q_{vmax}= $(L/L_R)^2$ = $(50/30)^2$ = 3,00 kg,
Pre vzdialenosť 75m Q_{vmax}= $(L/L_R)^2$ = $(75/30)^2$ = 6,25 kg,
Pre vzdialenosť 100 m Q_{vmax}= $(L/L_R)^2$ = $(100/30)^2$ = 11, 00 kg,
Pre vzdialenosť 125 m Q_{vmax}= $(L/L_R)^2$ = $(125/30)^2$ = 17,50 kg,
Pre vzdialenosť 150 m Q_{vmax}= $(L/L_R)^2$ = $(150/30)^2$ = 25,00 kg,
Pre vzdialenosť 175 m Q_{vmax}= $(L/L_R)^2$ = $(175/30)^2$ = 34,00 kg,
Pre vzdialenosť 200 m Q_{vmax}= $(L/L_R)^2$ = $(200/30)^2$ = 44,50 kg,

Pri dodržaní týchto parametrov, hodnoty jednotlivých zložiek rýchlosti kmitania pri elektrickom roznete, nepresiahnu stanovené maximálne rýchlosti kmitania **v_d < 3 mm/s, ktoré stanovuje platná slovenská technická norma STN EN 1998-1/NA/Z1.**

SITUÁCIA ZÁUJMOVÉHO ÚZEMIA

3 MERANIA HLUKU „IN SITU" VYKONANÉ V ZÁUJMOVOM ÚZEMÍ

ÚČEL MERANIA

Merania hluku „in-situ" v životnom prostredí záujmového územia v meracom bode HV1, Brodno, RD. č.p. 376, Brodno na preukázanie hlukovej situácie počas prevádzky posudzovaného projektu.

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 spojitej integrácie sme zaznamenali 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 (získaného meracím prístrojom), vizuálneho a zvukového záznamu (získaného kamerovým systémom) vyjadrili špecifický zvuk od pozemnej dopravy súvisiacej s činnosťou lomu Snežnica. Pripočítaním rozšírenej neistoty merania k špecifickému zvuku sme vyjadrili posudzovanú hodnotu pre referenčný časový interval: večer, noc, deň.

POUŽITÉ PRÍSTROJE

Meracie reťazce overené kalibračným laboratóriom akreditovaným Národnou akreditačnou službou SNAS, reg. No. 009 / K – 016:

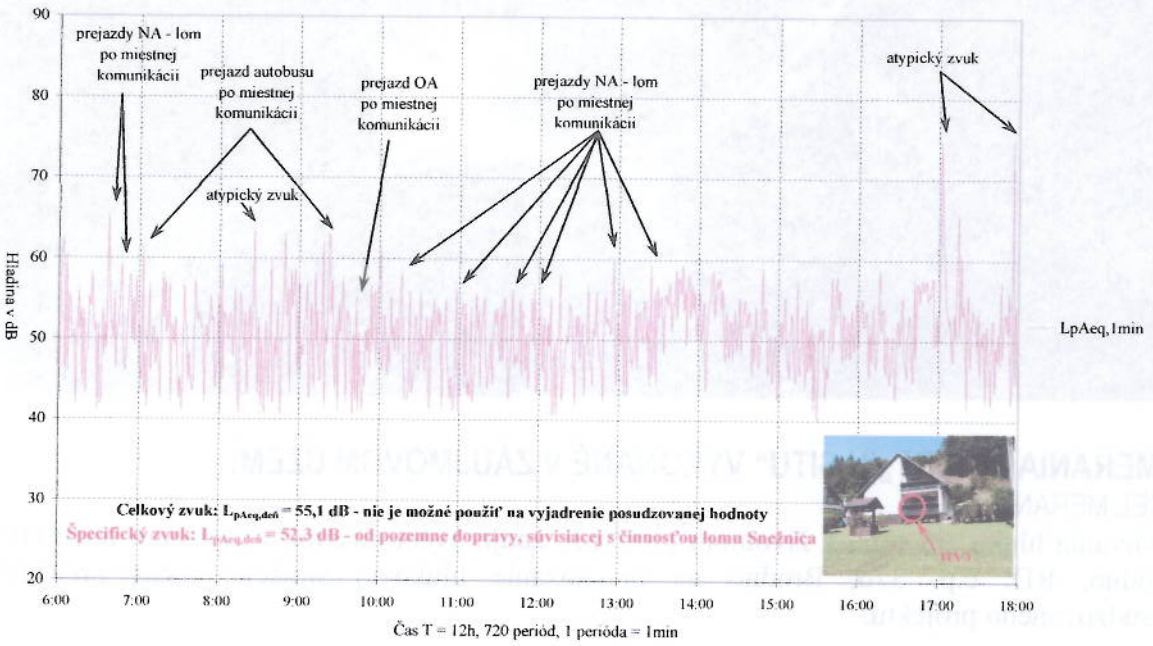
meradlo: Nor-118/ v.č. 31538/ Norsonic AS, Nórsko/certifikát o overení č.12099
predzosilňovač: Nor-1206/v.č. 17623/ Norsonic AS, Nórsko/certifikát o overení č.12099
merací mikrofón: Nor-1220/v.č.15125/Norsonic AS,Nórsko/certifikát o overení č.13101
Akustický kalibrátor: Nor-1251/v.č.31768/Norsonic AS, Nórsko/certifikát o overení č.11445
Termický anemometer T405-V1: 0560.4053 / v.č.41500288/110 / Testo AG, Lenzkirch, Nemecko / certifikát o overení č.1215/12
Vlhkomer T605-H1: 0560.6053 / v.č.41102100/112 / Testo AG, Lenzkirch, Nemecko qwa

NEISTOTA MERANIA

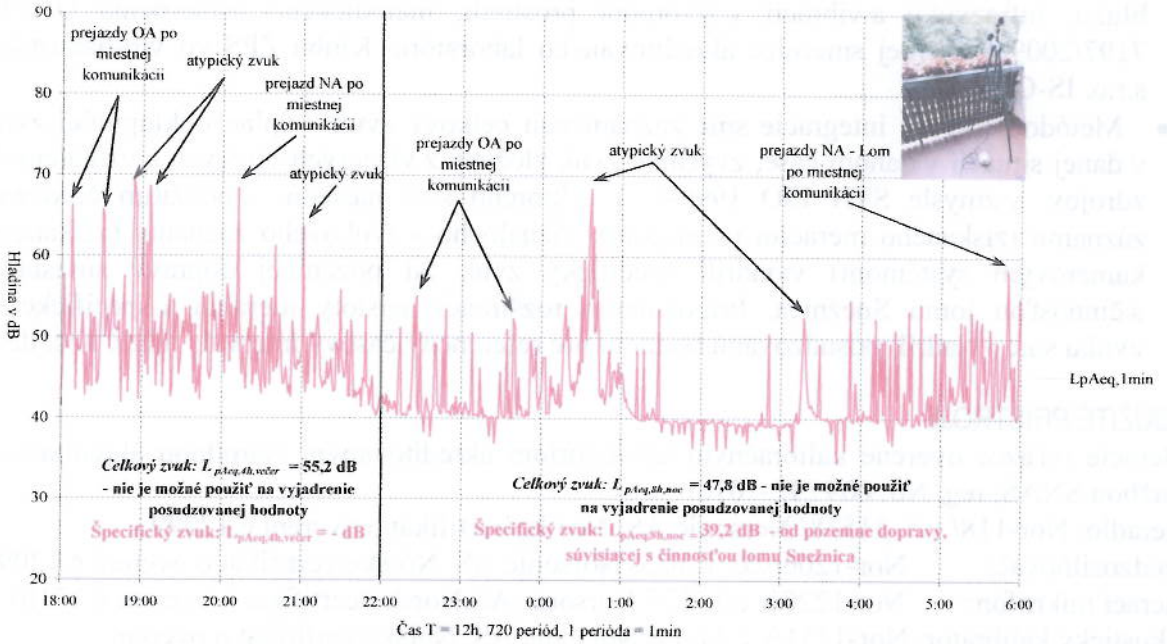
Neistota merania U = 1,8 dB, je určená v zmysle IS-OOFF/13.

GRAFICKÉ VÝSTUPY

Obr. 3.1 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v referenčnom časovom intervale deň v čase T=12 hod *od 06:00 hod. do 18:00 hod. dňa 30.07.2015* v meracom bode HV1 vo vzdialenosti cca 26 m od miestnej komunikácie.



Obr. 3.2 Časový priebeh ekvivalentných hladín hluku $L_{pAeq,1min}$ v referenčnom časovom intervale večer, noc v čase T=12 hod *od 18:00 hod. dňa 29.07.2015 do 06:00 hod. dňa 30.07.2015* v meracom bode HV1 vo vzdialenosti cca 26 m od miestnej komunikácie.



4 MERANIE VIBRÁCIÍ „IN SITU" V ZÁUJMOVOM ÚZEMÍ

Vykonali sme meranie vibrácií v záujmovom území v meracom bode HV1, Pod Brodno, RD. č.p. 376, Brodno, na preukázanie pôsobenia vibrácií počas prevádzky posudzovaného projektu.

POUŽITÉ PRÍSTROJE

Merací reťazec overený kalibračným laboratóriom akreditovaným Národnou akreditačnou službou SNAS, reg. No. 009/K-016, certifikát o overení č. 14281: senzor kmitania: 3233A / v.č. 1039 / Polsko, certifikát o overení č. 14281.2 N 958 A / v.č. 34576 / Polsko, certifikát o overení 14281

kalibrátor mechanického kmitania: VC-11/v.č. 00512/Metra Mess–und Frequentztechnik, Nemecko, certifikát o overení č. 091119

NEISTOTA MERANIA

Neistota merania určená v súlade s metrologickou praxou: U=40% podľa IS OOFF/14.

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:

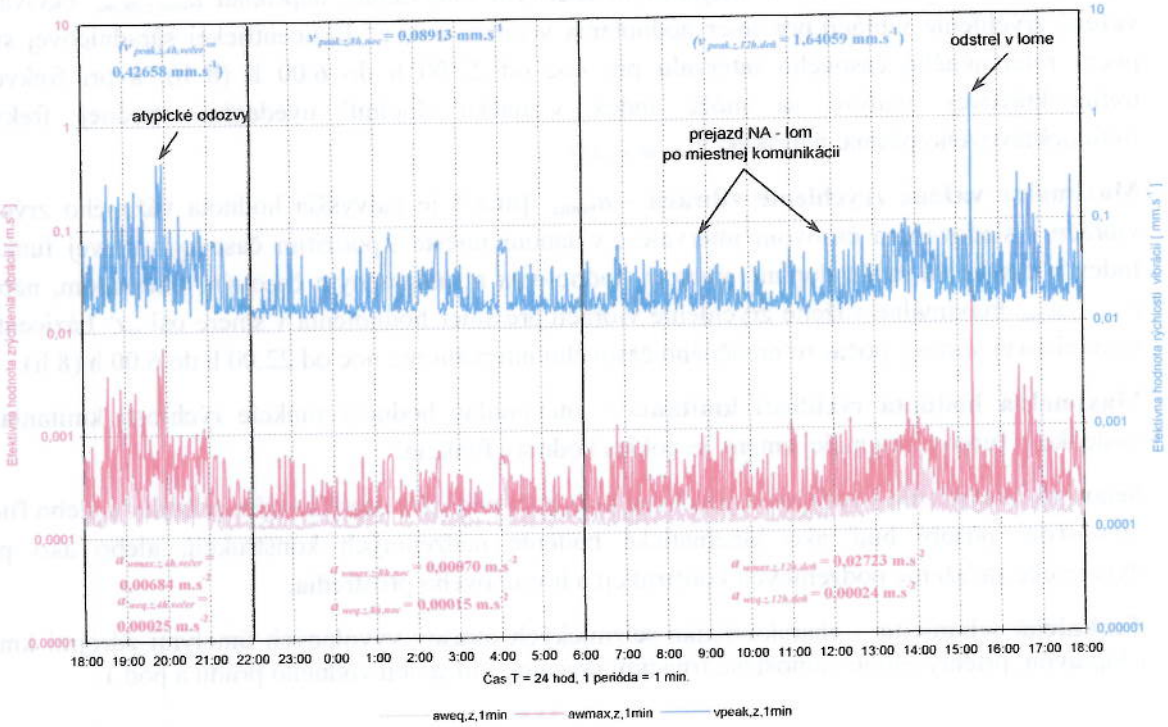
  večer: $a_{weq.p}$=0,008 m.s^{-2}, $a_{wmax.p}$=0,11 m.s^{-2}

  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}

GRAFICKÉ VÝSTUPY

Obr 4.1 Časový priebeh ekvivalentného $a_{weq,z,1min}$, maximálneho $a_{wmax,z,1min}$ váženého zrýchlenia vibrácií a efektívnej hodnoty $v_{peak,z,1min}$ rýchlosti vibrácií s maximálnym prenosom v smere osi „z" v čase T=24h *od 18:00 hod do 18:00 hod,* v meracom bode **HV1**.



KLIMATICKÉ PODMIENKY
dňa 29.07.2015-30.07.2015
jasno, teplota vzduchu: *15-25 ° C*, tlak vzduchu prepoč. na hladinu mora: *1017-1021 hPa*, vlhkosť vzduchu: *60-90 %*, vietor: *2 – 4 m.s^{-1} severo-východný.*

5 VYSVETLIVKY A DEFINÍCIE

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

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.

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

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

Celkový zvuk – úplne obklopujúci zvuk v danej situácií v danom čase, zvyčajne zvuk zložený z viacerých blízkych a vzdialených zdrojov, (STN ISO 1996-1) Celkový zvuk nie je možné použiť na vyjadrenie posudzovanej hodnoty.

Špecifický zvuk – zložka celkového zvuku, ktorú možno konkrétne identifikovať a ktorá je spojená s konkrétnym zdrojom zvuku, (STN ISO 1996-1). Špecifický zvuk umožňuje vyjadriť posudzovanú hodnotu hluku a následne porovnať s prípustnou hodnotou hluku v zmysle platnej legislatívy.

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). a pri frekvenčnej tretinooktávovej analýze sa môže index v značke doplniť uvedením strednej frekvencie tretinooktávového pásma, napríklad $a_{teq,z,8h,noc,63Hz}$

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

Seizmické zaťaženie – zaťaženie pôsobené pohybom podložia zapríčineným 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.)

***

PRÍLOHA č. 1

Fakulta BERG, Technickej Univerzity v Košiciach

Ústav Geovied

Meranie vplyvu technickej seizmicity vyvolanej trhacími prácami v lome Snežnica na okolitú individuálnu zástavbu v obci Snežnica a Oškerda

O d b o r n ý p o s u d o k

Autori: Doc. RNDr. Blažej Pandula, CSc.
Mgr. Julián Kondela, PhD.

OBSAH 2

1. STRUČNÁ GEOLOGICKÁ STAVBA OKOLIA LOMU SNEŽNICA 3

2. POUŽITÁ APARATÚRA A METODIKA MERANIA 5

3. ZDROJ OTRASOV 7

4. NAMERANÉ HODNOTY 8

5. SEIZMICKÉ ÚČINKY TRHACÍCH PRÁC 9

6. ODHAD BEZPEČNEJ VZDIALENOSTI OD MIESTA ODSTRELU 11

7. DRUHY ZÁKLADOVEJ PÔDY 14

8. ELIMINÁCIA ŠKODLIVÝCH ÚČINKOV TRHACÍCH PRÁC 15

9. KRITÉRIUM A MERÍTKO SEIZMICKÝCH ÚČINKOV 18

10. VZDUŠNÁ TLAKOVÁ VLNA 18

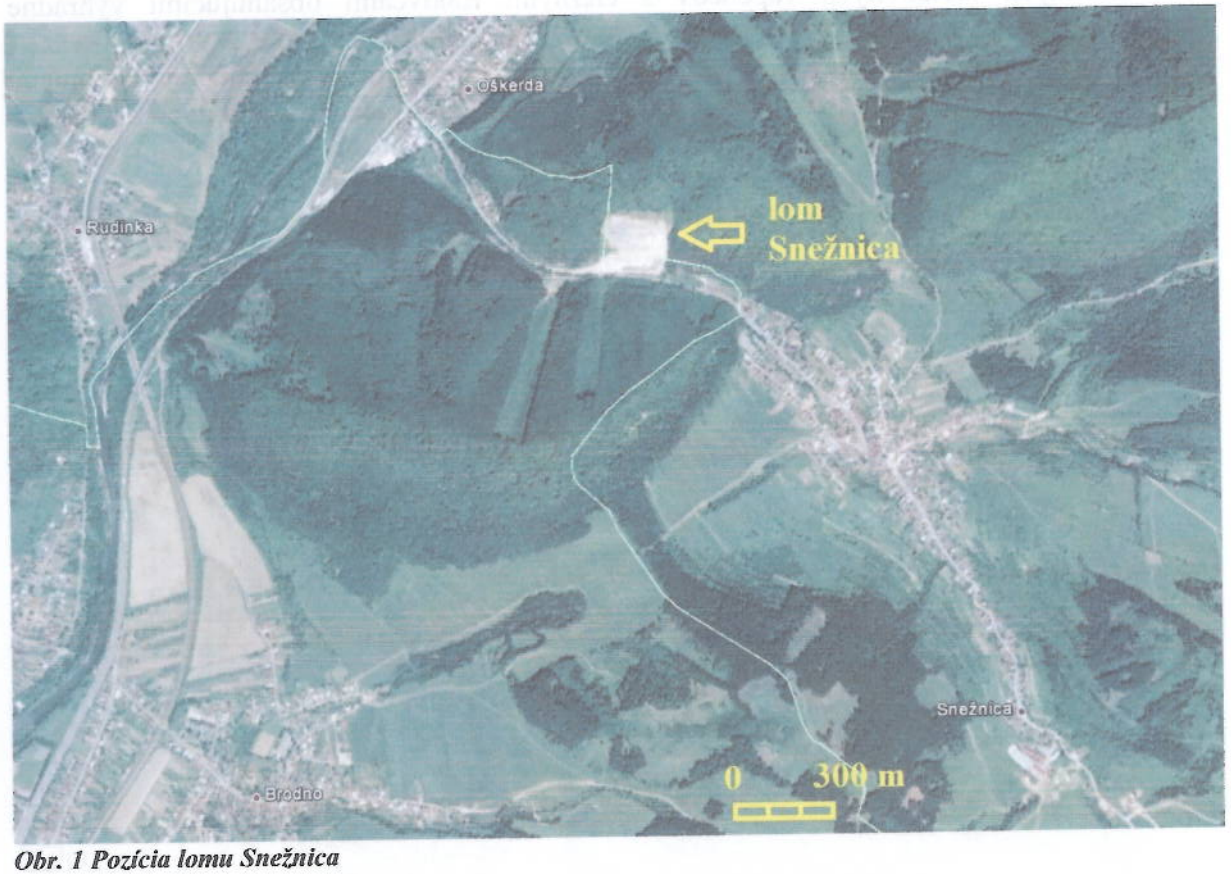
11. DOVOLENÁ RÝCHLOSŤ KMITANIA PRE CHRÁNENÉ OBJEKTY BYTOVEJ ZÁSTAVBY V OBCIACH SNEŽNICA A OŠKERDA 20

12. NAMERANÉ SEIZMICKÉ ÚČINKY ODSTRELU A ICH ANALÝZA 20

13. ZÁVER 21

ÚVOD

Na základe požiadavky Vibroakustika a.s. bolo dňa 30. júla 2015 uskutočnené meranie technickej seizmicity odstrelu v lome Snežnica. Z nameraných hodnôt boli zhodnotené účinky umelo vybudenej seizmicity vplyvom ***2-radového odstrelu*** na individuálnu výstavbu v obci Snežnica a Oškerda, ktoré sa nachádzajú v blízkosti lomu Snežnica. Lom Snežnica je situovaný v žilinskom kraji, v okrese Kysucké Nové Mesto, medzi obcami Oškerda a Snežnica (obr. 1).



Obr. 1 Pozícia lomu Snežnica

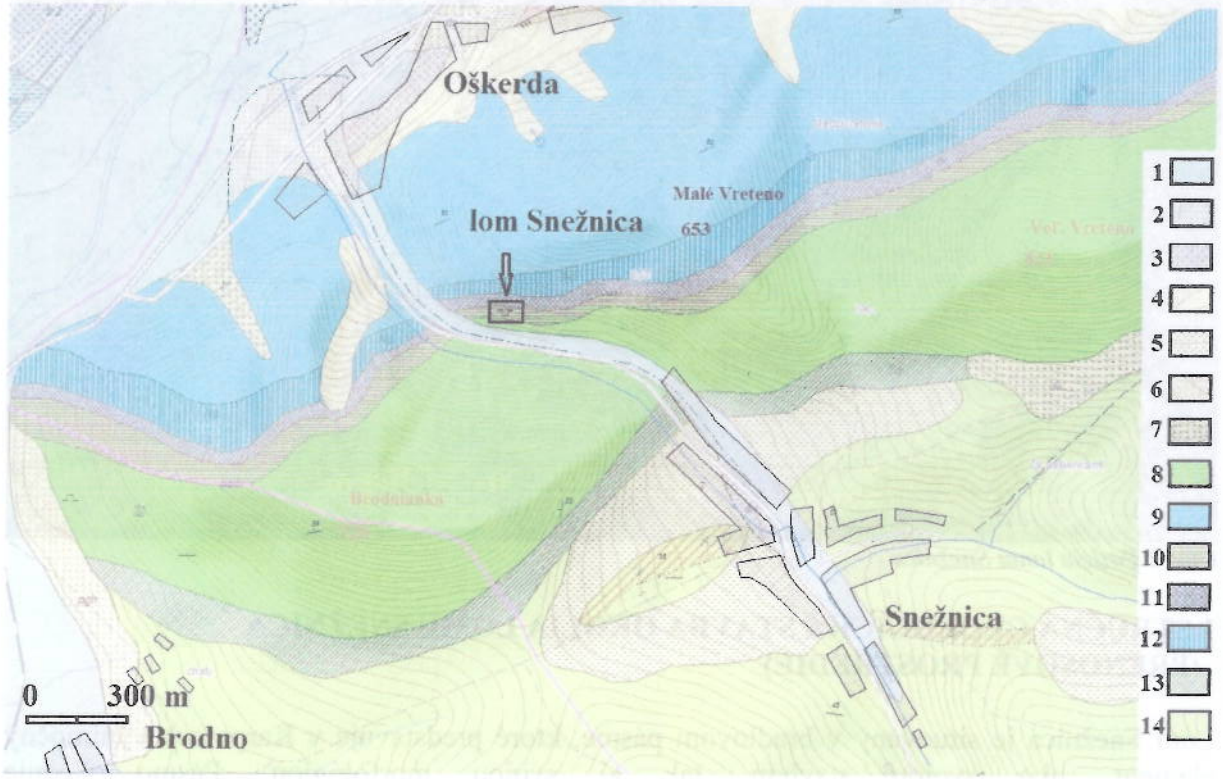
1 STRUČNÁ GEOLOGICKÁ STAVBA OKOLIA LOMU SNEŽNICA (PRENOSOVÉ PROSTREDIE)

Lom Snežnica je situovaný v bradlovom pásme, ktoré predstavuje v Karpatoch výnimočný element, ako svojou stavbou, tak aj svojou morfológiou. Pásmo sleduje v podobe oblúka rozhranie medzi externými a centrálnymi karpatskými jednotkami. Dĺžka pásma je 900 km, dosahuje však len malú šírku. Najširšie je na strednom Považí, kde dosahuje bradlové pásmo spolu s jednotkami pribradlového pásma šírku asi 20 km. Jednotky bradlového pásma zastúpené v lome Snežnica a jeho okolí sú Kysucko-pieninská jednotka jurského a kriedového vývoja.

Jurský vývoj kysucko-pieninskej jednotky začína grestenskými vrstvami hetanžského až sinemúrskeho veku. Ide o hrubozrnné pieskovce a piesčité krinoidové vápence. Nad nimi ležia zázrivské vrstvy s rozsahom sinemúr až lotaring. Sú to tmavé vápence s impregnáciami asfaltu. Nasleduje „Fleckenmergel" (škvrnité slienité vápence) lotaringu až álenu. Nasledujúcim sukcesným členom sú šedé až čierne, tenko bridličnaté, slienité bridlice s faunou Bositrabuchi a spongiovou mikrofáciou nazývané ako posidóniové vrstvy. Patria hlavne álenu. Nasledujú škvrnité slienité vápence so spongiolitmi rozsahu bat až bajok, ktoré bývajú označované ako supraposidóniové vrstvy. Potom došlo k rýchlej subsidiencii kysucko-

pienského sedimentačného priestoru a v keloveji – oxforde sa usadili hlbokovodné červené a zelené doskovité rádiolarity. Pre kimeridž až spodný titón sú typické červené hľuznaté, ktoré obsahujú články krinoida Saccocoma. Sedimentácia pokračovala z vrchnej jury do spodnej kriedy svetlosivým i lavicovitými vápencami s rohovcami titónu až neokómu (barém). Obsahujú všetky zóny kalpionelíd (Mišík a kol., 1985). Uvedené hlbokovodné fácie nie sú v lome Snežnica zastúpené.

Kriedový vývoj (neokóm) v hlbokovodnej kysucko-pieninskej zóne tvorí súvrstvie svetlých slabo slienitých lavicovitých vápencov s čiernymi rohovcami obsahujúcimi výhradne pelagické organizmy. Na vápencoch neokómu bez prerušenie ležia škvrnité sliene - brodňanské a rudinské vrstvy (Mišíka kol., 1985). Strednému až vrchnému cenomanu zodpovedajú lalinské vrstvy vytvorené z červenohnedých, ružovošedých až šedých škvrnitých slieňovcov. Kysucké vrstvy so spodno-až strednoturónskou faunou sa skladajú s červených bridličnatých slieňov s vložkami jemnozrnných pieskovcov. Flyšovité snežnické vrstvy tvoria polohy červených slieňov, ktoré sa striedajú s polohami jemnozrnných vápnitých pieskovcov (obr. 2).



Obr. 2 Geologická mapka širšieho okolia lomu Snežnica:
Kvartér: 1- fluviálne a proluviálne sedimenty: hliny a štrkovité hliny nív tokov, 2-fluviálne sedimenty: piesčité štrky dnovej akumulácie v nízkej terase a v nive, 3-proluviálne sedimenty: hlinité a kamenité štrky vyšších náplavových kužeľov, 4-deluviálne sedimenty: nečlenené svahoviny a sutiny vcelku, prevažne hlinité a kamenito-hlinité svahoviny, 5-deluviálne sedimenty: nečlenené svahoviny a sutiny vcelku, prevažne hlinité a kamenito-hlinité svahoviny, 6-svahové hliny, 7-deluviálne sedimenty: hlinito-kamenité až blokovité zvetraniny, sutinové osypy, kamenné moria,
Krieda bradlového pásma-kysucký sled: 8- Pieninské súvrstvie- doskovité sivé vápence s rohovcami, 13- lalinocké vrstvy-pestré sliene, 14- snežnické vrstvy-sivé sliene a pieskovce,
Jura bradlového pásma-kysucký sled: 9- Posidóniové vrstvy-tmavosivé piesčité bridlice, pieskovce, 10- biancone: svetlé kalpionelové vápence, lokálne s rohovcami; titón; a čorštynské vápence: červené hľuznaté vápence, fialové doskovité vápence; oxford - starší titón, 11- rádiolarity, rádiolériové vápence: červené a zelené vrstvené silicifikované vápence a rádiolarity, 12- Nadposidóniové vrstvy- tmavosivé bridlice, slieňovce, vzácne pieskovce,

2 POUŽITÁ APARATÚRA A METODIKA MERANIA

Na meranie a grafický záznam seizmických účinkov boli použité nasledujúce digitálne seizmické aparatúry:

- digitálny seizmograf ABEM Vibraloc a seizmosnímače švédskej firmy ABEM,
- digitálny seizmograf UVS 1504 a seizmosnímače od švedskej firmy Nitro Consult,
- digitálny seizmograf VMS 2000 MP americkej firmy Thomas Instruments a seizmosnímače americkej firmy Geospace (obr. 3).

Obr. 3 Použité meracie prístroje štvorkanálový digitálny seizmograf Vibraloc od švédskej firmy ABEM, štvorkanálový digitálny seizmograf VMS 2000 od americkej firmy Thomas Instruments Inc. a štvorkanálový digitálny seizmograf UVS 1504 od švedskej firmy Nitro Consult.

Seizmografy poskytujú digitálny a grafický záznam všetkých troch zložiek rýchlosti kmitania častíc prostredia, horizontálna pozdĺžna – v_x, horizontálna priečna – v_y, vertikálna – v_z. Seizmografy VMS 2000 MP a Vibraloc majú AD prevodník s automatickým 14 bitovým dynamickým rozsahom, ktorý zodpovedá 0,05 ÷ 250 $mm.s^{-1}$. Pre tieto merania boli použité elektrodynamické trojzlozložkové geofóny NitroConsult s frekvenčným rozsahom 1 ÷ 1000 Hz a citlivosťou 20 $mV/mm.s^{-1}$, od firmy GeoSpace a od firmy ABEM s frekvenčným rozsahom 2 ÷ 1000 Hz a citlivosťou 10 $mV/mm.s^{-1}$. Geofóny boli umiestnené na špeciálnej podložke s oceľovými ostrými hrotmi, ktoré zabezpečovali nepretržitý kontakt s podkladom.

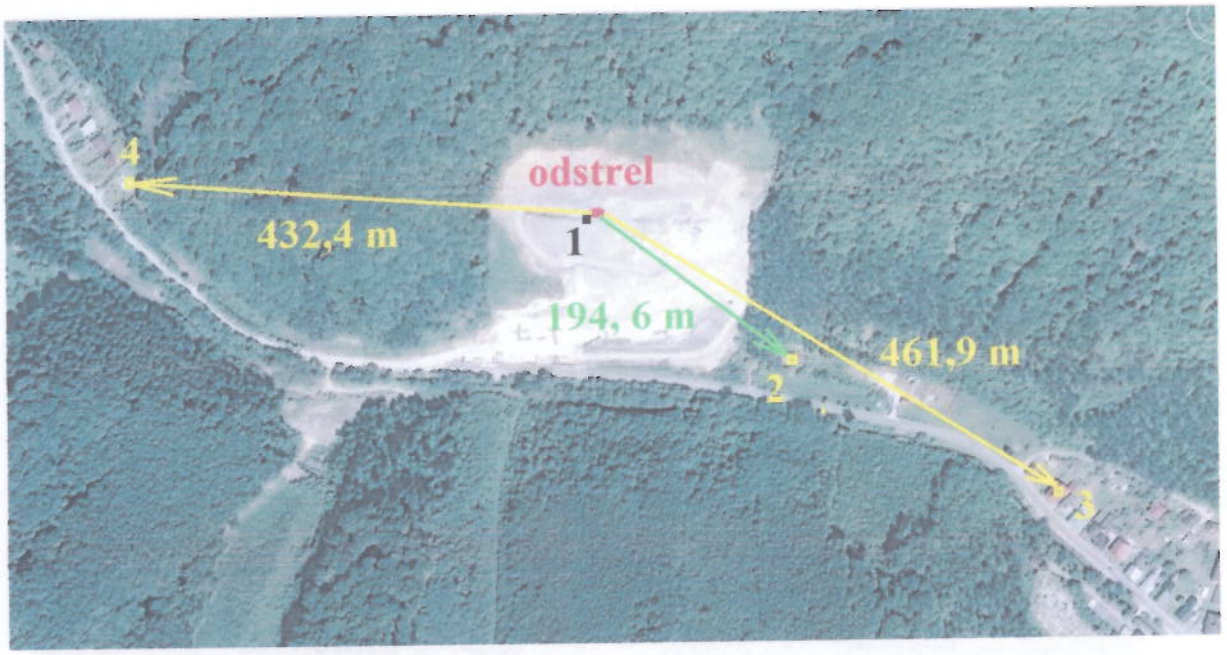
Seizmografy VMS 2000 MP, UVS 1504 a ABEM Vibraloc pracujú autonómne, automaticky uskutočňujú testy kanálov bez zásahu a vplyvu operátora do nameraných a zaregistrovaných charakteristík kmitania.

Obr. 4 Meracie stanovisko 1 – v lome Snežnica. Digitálny seizmograf VMS 2000 MP americkej firmy Thomas Instruments a seizmosnímače americkej firmy Geospace umiestnené 11,2 m od vrtu, v ktorom bol iniciovaný odpal

Obr. 5 Meracie stanovisko 2 – obytný dom č. 1 v obci Snežnica. Digitálny seizmograf ABEM Vibraloc a seizmosnímače švédskej firmy ABEM situované pri vchode do obytného domu č. 1

Obr. 6 Meracie stanovisko 3 – obytný dom v obci Snežnica č. 188. Digitálny seizmograf ABEM Vibraloc a seizmosnímače švédskej firmy ABEM situované pri vchode do obytného domu

Obr. 7 Meracie stanovisko 4 – prvý obytný dom na začiatku obce Oškerda. Digitálny seizmograf UVS 1504 a seizmosnímače od švedskej firmy Nitro Consult situované na obvodovom múre obytného domusmerom k lomu



Obr. 8 Priestorová pozícia a vzdialenosti odstrelu v lome Snežnica voči meracím stanoviskám v obciach Snežnica a Oškerda .

Tabuľka 1 Vzdialenosť stanovísk 1 až 4 od odstrelu v lome Snežnica.

Číslo odstrelu	Stanovisko	Vzdialenosť od odstrelu ku stanovisku (m)		poznámka
		šikmá	horizontálna	
	1- lom Snežnica	-	11,2	-
	2 - obytný dom č. 1	-	194,6	
	3- obytný dom č. 188	-	461,9	
	4 - obytný dom č.		432,4	

3 ZDROJ OTRASOV

Zdrojom seizmických účinkov bol radový odstrel v lome Snežnica na ložisku vápencov, nachádzajúceho sa medzi obcami Oškerda a Snežnica. Odstrely realizoval TVO p. Veldyi.

Parametre odstrelu:

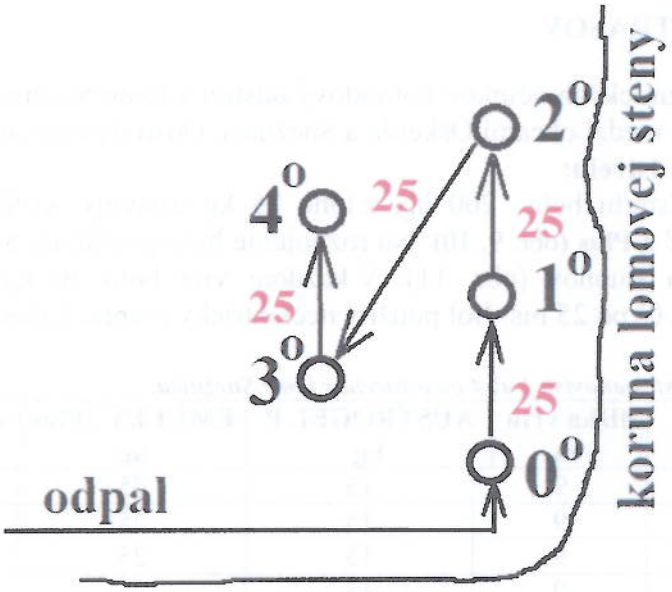
Celková nálož odstrelu bola 200 kg, z toho 75 kg trhaviny **AUSTROGEL P** a 125 kg trhaviny **EMULEY 2 Plus** (obr. 9, 10). Na rozpojenie bolo použitých 5 vrtov s priemerom 105 mm a 5 časových stupňov (obr. 11). V každom vrte bolo 40 kg trhaviny (tabuľka 2). Časovanie bolo od 0° po 25 ms. Bol použitý neelektrický roznet. Záber bol 4 m.

Tabuľka 2 Vzdialenosť stanovísk 1 až 4 od odstrelu v lome Snežnica.

Číslo vrtu	dĺžka vrtu m	AUSTROGEL P kg	EMULEY 2Plus kg	celkom trhaviny vo vrte v kg
1	9	15	25	40
2	9	15	25	40
3	9	15	25	40
4	9	15	25	40
5	9	15	25	40

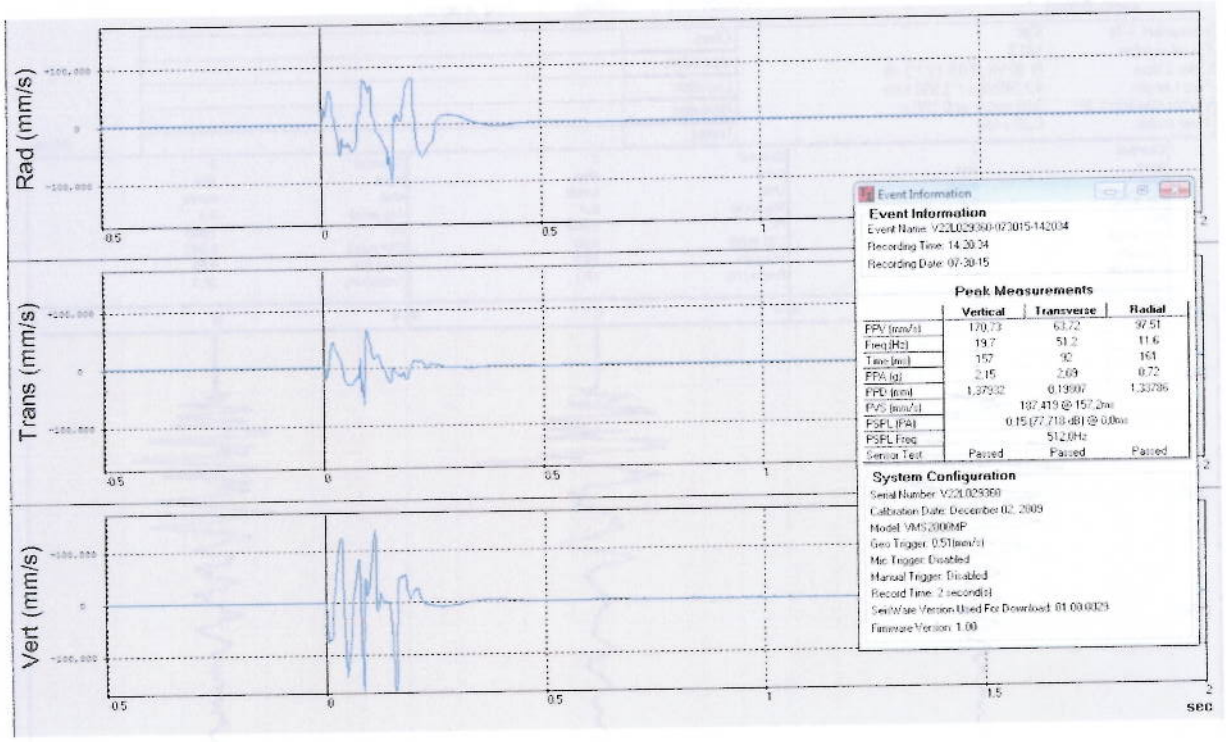
Obr. 9 Pohľad na ústie vrtov na korune lomovej steny a pohľad na lomovú stenu pred odstrelom

Obr. 10 Trhaviny použité pri odstrele

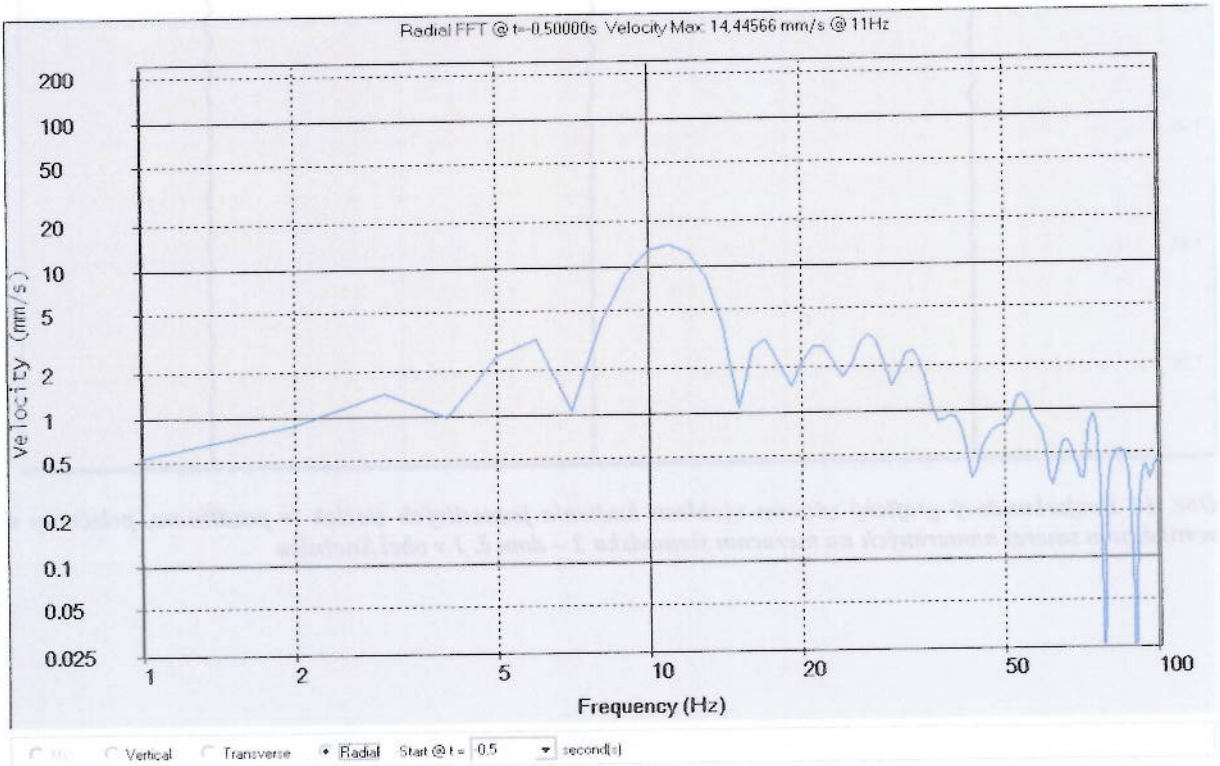


Obr. 11 Časovacia schéma odstrelu. Medzi jednotlivými časovými stupňami bolo časovanie 25 ms.

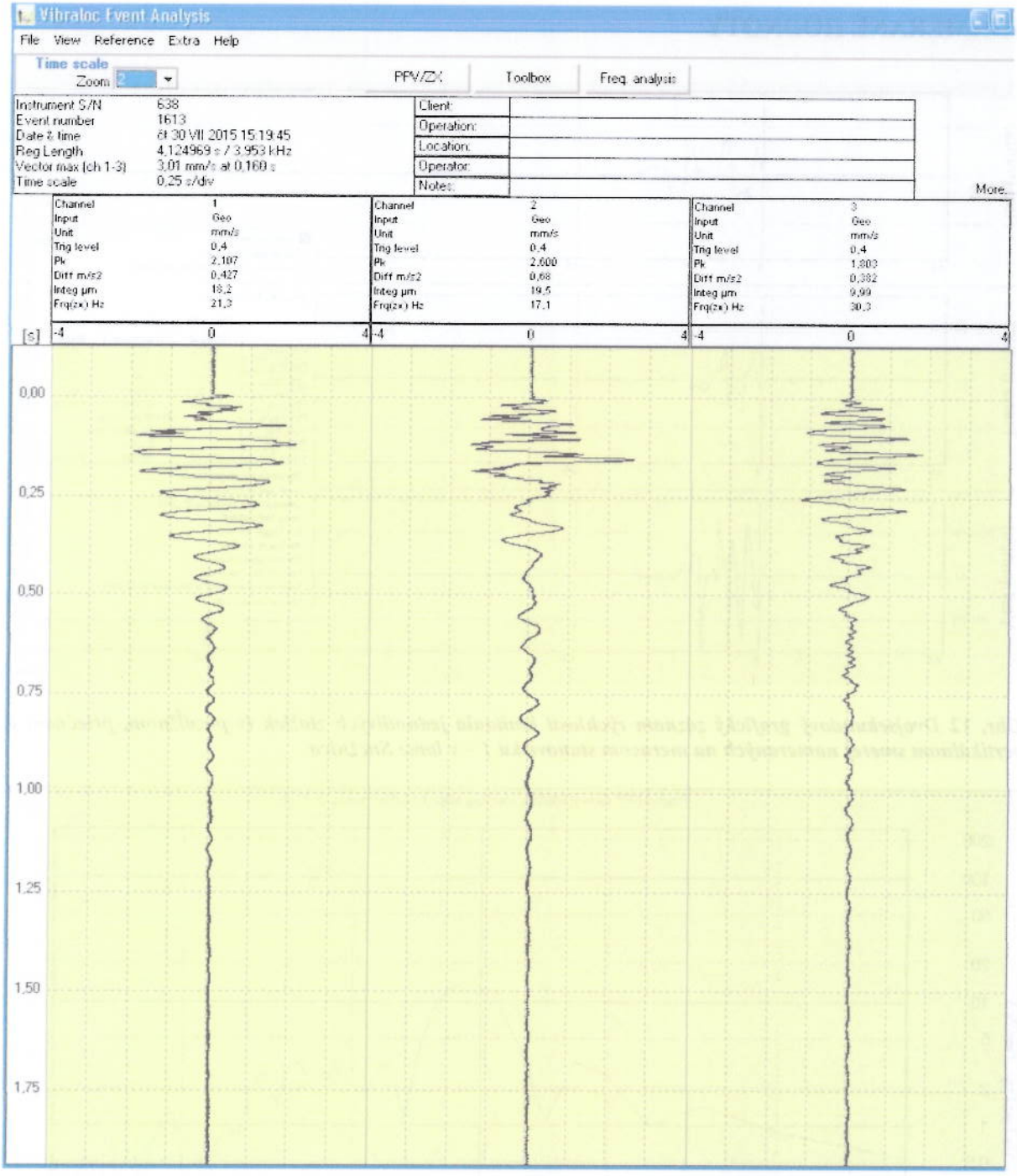
4 NAMERANÉ HODNOTY



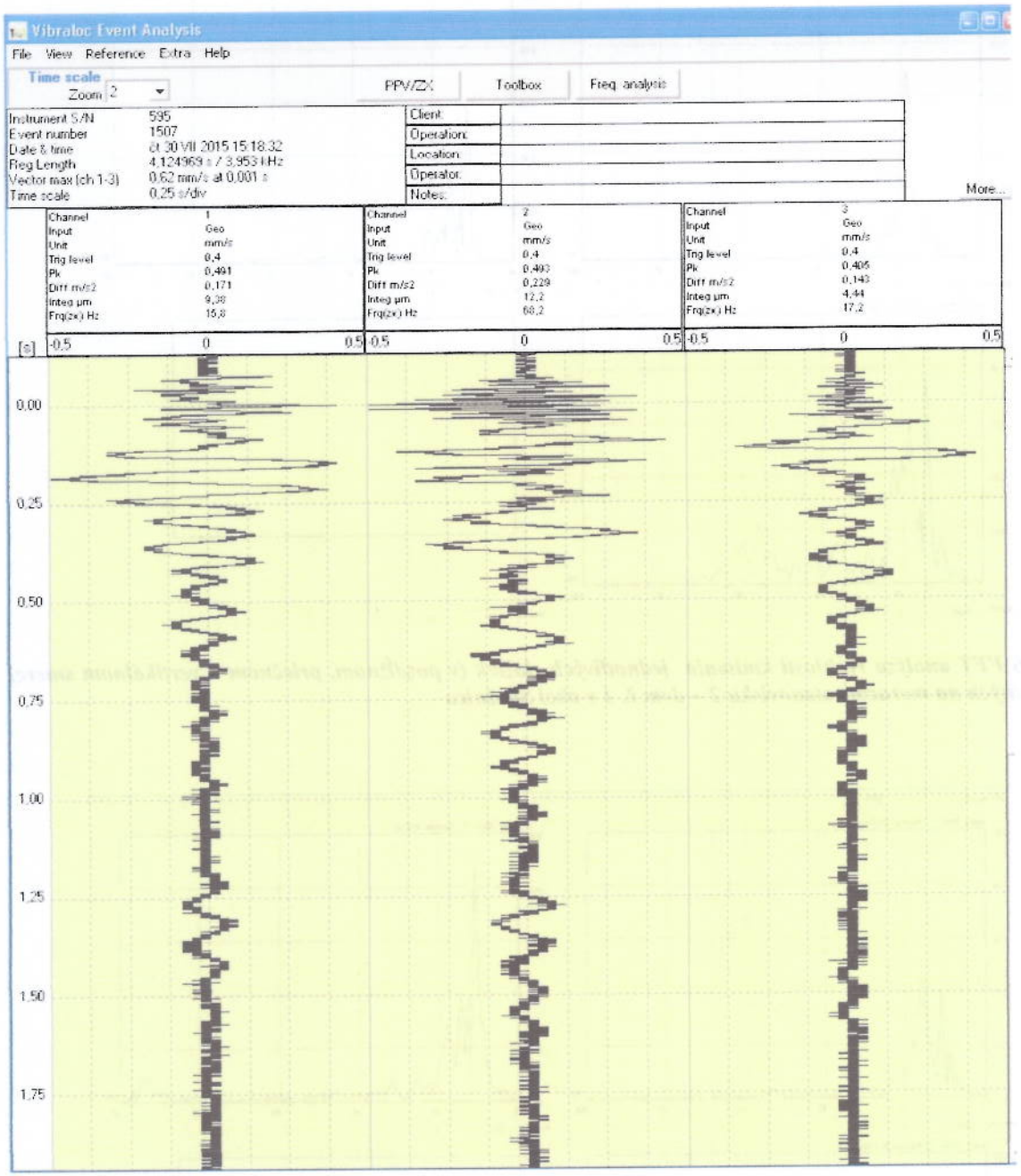
Obr. 12 Dvojsekundový grafický záznam rýchlostí kmitania jednotlivých zložiek (v pozdĺžnom, priečnom a vertikálnom smere) nameraných na meracom stanovisku 1 – v lome Snežnica



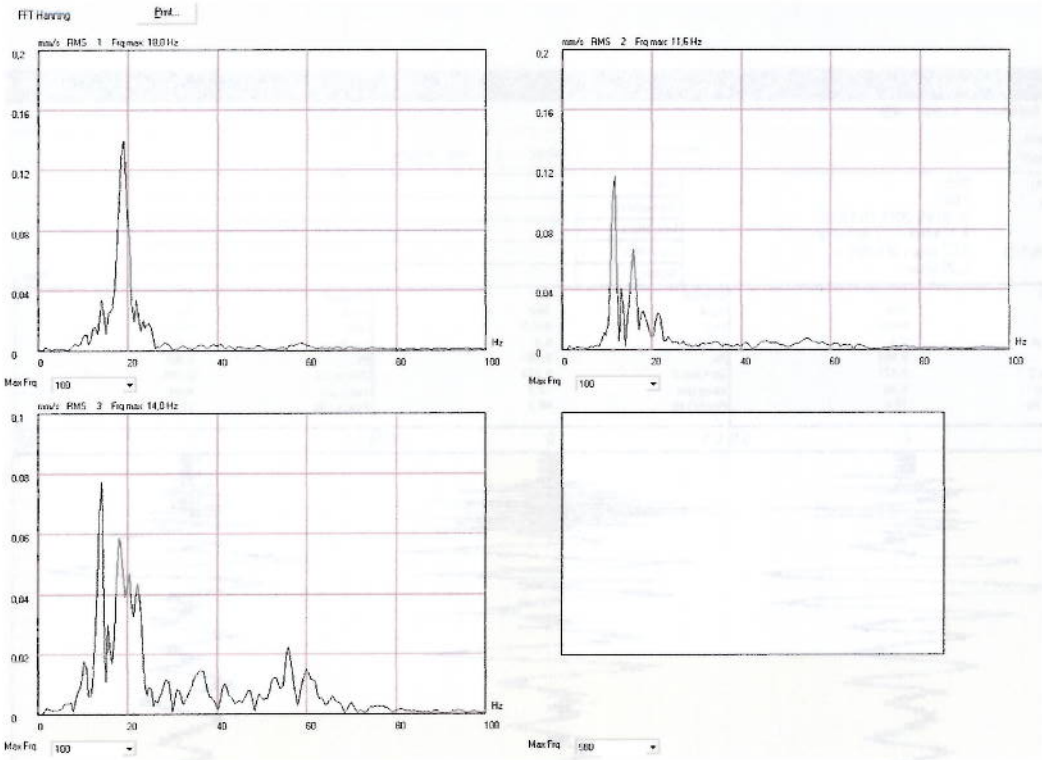
Obr. 13 FFT analýza radiálnej zložky rýchlostí kmitania nameraných na meracom stanovisku 1 – v lome Snežnica



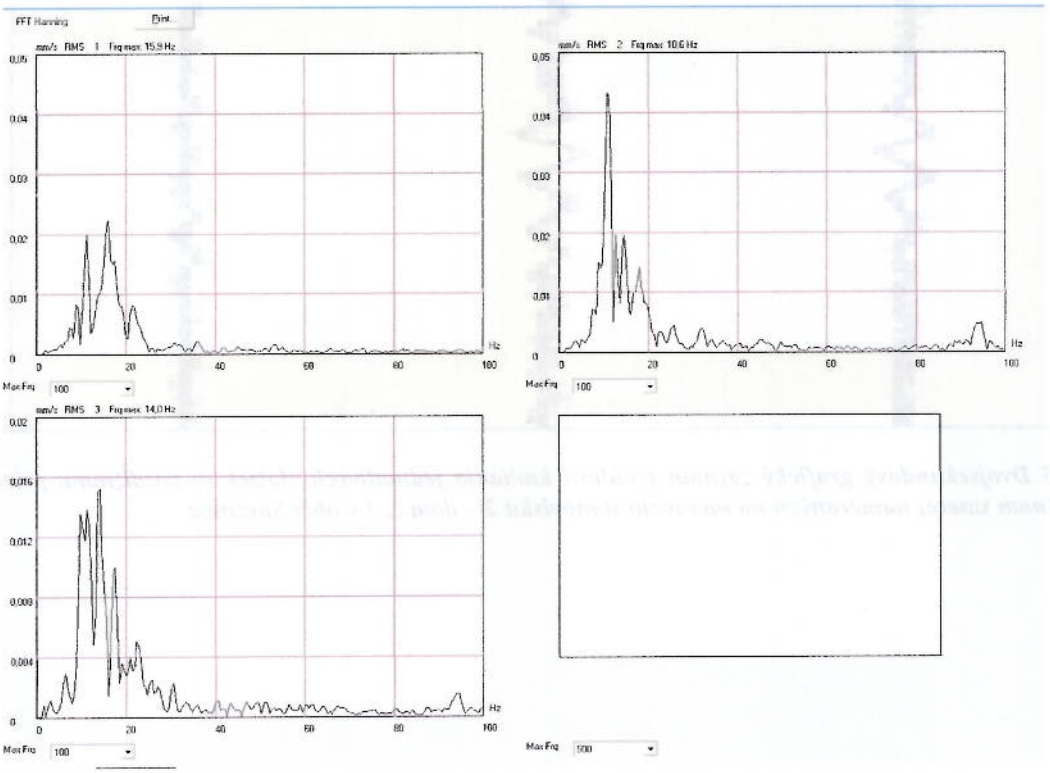
Obr. 14 Dvojsekundový grafický záznam rýchlostí kmitania jednotlivých zložiek (v pozdĺžnom, priečnom a vertikálnom smere) nameraných na meracom stanovisku 2 – dom č. 1 v obci Snežnica



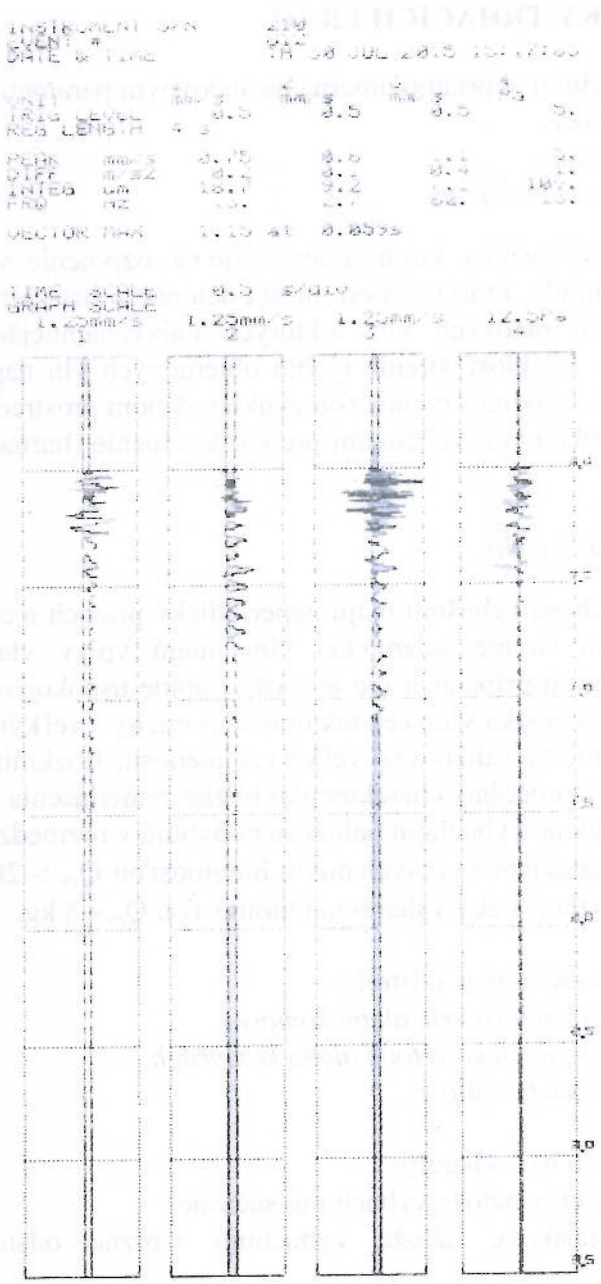
Obr. 15 Dvojsekundový grafický záznam rýchlostí kmitania jednotlivých zložiek (v pozdĺžnom, priečnom a vertikálnom smere) nameraných na meracom stanovisku 2 – dom č. 1 v obci Snežnica



Obr. 16 FFT analýza rýchlostí kmitania jednotlivých zložiek (v pozdĺžnom, priečnom a vertikálnom smere) nameraných na meracom stanovisku 2 – dom č. 1 v obci Snežnica



Obr. 17 FFT analýza rýchlostí kmitania jednotlivých zložiek (v pozdĺžnom, priečnom a vertikálnom smere) nameraných na meracom stanovisku 3 – dom č. 188 v obci Snežnica



Obr. 18 Štvorsekundový grafický záznam rýchlostí kmitania jednotlivých zložiek (v pozdĺžnom, priečnom a vertikálnom smere) nameraných na meracom stanovisku 4 – prvý dom v smere od lomu Snežnica v obci Oškerda

Tabuľka 3 Namerané hodnoty rýchlostí a frekvencií jednotlivých zložiek vlnenia na stanoviskách 1 až 4

stanovisko	x mm. s^{-1}	y mm. s^{-1}	z mm. s^{-1}	zvuk Pa	x Hz	y Hz	z Hz	zvuk Pa
1	97,5	63,72	170,73		11,6	37,2	19,7	
2	2,6	1,8	2,1		17,1	30,3	21,3	
3	0,4	0,4	0,5		68,2	17,2	15,8	
4	1,1	0,6	0,75		62	27	13	

Namerané maximálne hodnoty rýchlostí kmitania pri odstrele na stanovisku 2 boli 2,6 mm.s^{-1} (obr. 14). Namerané maximálne hodnoty rýchlostí kmitania na meracom stanovisku 3 boli 0,5 mm.s^{-1} (obr. 15).

5. SEIZMICKÉ ÚČINKY TRHACÍCH PRÁC

Veľkosť otrasového účinku je priamo úmerná nasledovným parametrom nálože:

- *hmotnosti nálože,*
- *brizancii trhaviny,*
- *náložovej hustote trhaviny.*

Časť energie výbuchu výbušniny, ktorá sa nevyužije na rozpojenie, vniká do obklopujúceho prostredia ako rázový impulz, ktorým sa od miesta detonácia šíri všetkými smermi vo forme rôznych typov pružných rázových vĺn, z ktorých najvýznamnejšie sú povrchové vlny Rayleighove a Loveove. Rýchlosť šírenia týchto objemových vĺn napätia, pozdĺžnej (ťah – tlak) a priečnej (šmyk), je zhodná s rýchlosťou zvuku v danom prostredí.

Charakteristickými fyzikálnymi veličinami pre každé vlnenie (harmonický pohyb) a teda aj pre seizmické vlny sú:

- *amplitúda,*
- *frekvencia vlnenia.*

Kmity vyvolané výbuchom výbušnín majú neperiodický priebeh a charakterizuje ich veľká amplitúda a energia. Na šírenie seizmickej vlny majú vplyv vlastnosti obklopujúceho prostredia, ktoré v mnohých prípadoch nie je možné úplne uspokojivo definovať. Napríklad v horninách prechádza seizmická vlna cez tektonické poruchy s veľkým utlmením, ale pozdĺž týchto porúch sa šíri pomerne ľahko a na veľké vzdialenosti. Rozkmitanie prostredia v okolí výbuchu nálože má pritom podobný charakter ako blízke zemetrasenie.

Obvyklé frekvencie budené výbuchom náloží sa pohybujú v rozmedzí 5 - 50 Hz. Frekvencie f >10 Hz zodpovedajú náložiam s ekvivalentnou hmotnosťou Q_{ev} > 2000 kg, frekvencie f > 50 Hz zodpovedajú náložiam s ekvivalentnou hmotnosťou Q_{ev}< 5 kg.

Podľa usporiadania môžu mať odstrely:

- *jednu nálož uloženú vo vrte alebo komore,*
- *viac náloží uložených vo vrtoch alebo komorách,*
- *príložnú nálož alebo nálože.*

Podľa časovania to môžu byť odstrely:

- *okamihové* (všetky nálože vybuchujú súčasne),
- *časované* (čiastkové nálože vybuchujú v rôzne odstupňovaných časových intervaloch).

V jednom časovom stupni môže súčasne vybuchovať viac náloží, ktoré považujeme za jednu čiastkovú nálož.

Pri časovanom odstrele uvažujeme s dvomi časovými intervalmi Δt:

- $\Delta t \geq 250$ ms (kmity utlmia ešte pred výbuchom ďalšej čiastkovej nálože),
- $\Delta t < 250$ ms (vzniká interferencia účinkov čiastkových náloží).

Potrebná dĺžka medzného intervalu časovania závisí od horninového prostredia a môže klesnúť z hodnoty 250 ms až na Δt = 10 ms.

Pri okamihovom odstrele sa vo výpočte uvažuje s celkovou hmotnosťou nálože trhaviny. Pri časovanom odstrele s intervalom časovania kratším ako 250 ms možno vplyv časovania zistiť experimentálne. Ak to nie je možné, uvažuje sa pri zhruba rovnakých jednotlivých náložiach najviac dvojnásobná hmotnosť čiastkovej nálože (hmotnosť v jednom časovom stupni – ekvivalentná hmotnosť nálože Q_{ev}), prípadne pri náložiach rôznej veľkosti najviac súčet