

Center za fizikalne meritve
Laboratorij za okoljske meritve

Št: LOM – 20200408 – RZ/M

Datum: 30. 09. 2020

Poročilo o meritvah hrupa v okolju med razstreljevanjem
KOLEKTOR CPG d.o.o.
Kamnolom Laže

Naročnik: Kolektor CPG d.o.o.
Industrijska cesta 2
5000 Nova Gorica

Zavezanec: Kolektor CPG d.o.o.
Industrijska cesta 2
5000 Nova Gorica

Lokacija meritev: Kamnolom Laže
Laže 30
6224 Senožec

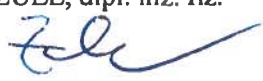
Datum meritev: 16.09.2020

Številka naročila: 580138827-041

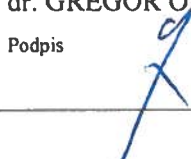
Datum naročila: 07.08.2020

Poslano: Naročnik (1 x)
Arhiv ZVD

Meritve impulznega hrupa v naravnem in življenjskem okolju so bile opravljene po delovnem postopku ZVD z oznako **DP-LFIZ-11**. Meritve so akreditirane po standardu SIST EN ISO/IEC 17025:2017, številka akreditacijske listine LP-032. Delovni postopki sledijo zahtevam standarda SIST ISO 1996-2:2017 v povezavi s standardom SIST ISO 1996-1:2016.

Meritve opravil in poročilo izdelal: ROK ZULE, dipl. inž. fiz.
Podpis 

Poročilo pregledal: KLARA RUPNIK, mag. jed. teh.
Podpis 

Poročilo odobril: dr. GREGOR OMAHEN, univ. dipl. fiz.
Podpis 

Dokument vsebuje 20 strani. Poročilo je dovoljeno reproducirati samo v celoti za potrebe naročnika z dovoljenjem ZVD d.o.o..

KAZALO:

1. NALOGA.....	4
2. OPIS VIROV HRUPA IN OKOLICE	4
2.1. OPIS OKOLICE	4
2.2. OPIS VIRA HRUPA IN NAČINA OBRATOVANJA	4
3. MERILNA OPREMA	5
4. OCENJEVANJE VPLIVA KAMNOLOMA LAŽE PRI RAZSTRELJEVANJU	6
4.1. SPLOŠNO.....	6
4.2. ZNAČILNOSTI UPORABLJENIH EKSPLOZIVOV PRI RAZSTRELJEVANJU V KAMNOLOMU LAŽE.....	6
4.3. NAČINI OCENJEVANJA VISOKOENERGIJSKEGA IMPULZNEGA HRUPA	6
4.4. MERILNE KOLIČINE IN NJIHOVA OBDELAVA	7
4.5. POPRAVEK ZARADI IZRAZITIH IMPULZOV	8
4.6. OCENJEVANJE VISOKO ENERGIJSKEGA IMPULZNEGA HRUPA	8
4.7. POPRAVLJENE EKVIVALENTNE RAVNI ZVOČNEGA TLAKA IN OCENJENE RAVNI HRUPA.....	9
4.8. NEGOTOVOST.....	10
5. POSTOPEK MERITEV.....	11
6. MERITVE IN ANALIZA MERITEV.....	12
7. SKICA MERILNIH MEST IN LEGENDA UPORABLJENIH OZNAK	18
8. PRILOGE.....	19

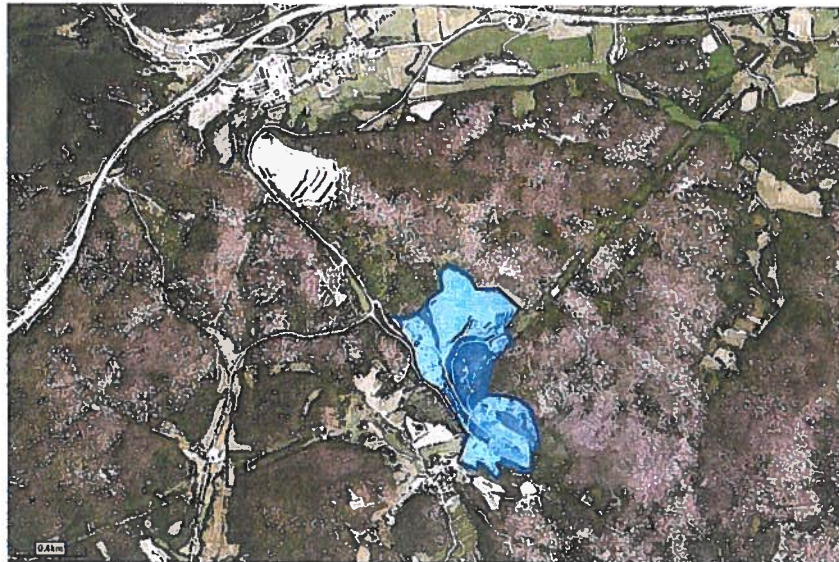
1. NALOGA

Kolektor CPG d.o.o., Industrijska cesta 2, 5000 Nova Gorica, naroča meritve in analizo o vplivu razstreljevanja v Kamnolomu Laže na lokaciji Laže 30, 6224 Senožeče, na hrup v naravnem in življenjskem okolju. Pred samim razstreljevanjem na preiskovanem obratu običajno obratuje tudi vrtna garnitura, katere vpliv ni bil obdelan v sklopu te naloge.

2. OPIS VIROV HRUPA IN OKOLICE

2.1. OPIS OKOLICE

Kamnolom Laže leži severovzhodno od naselja Laže. Za hrup najbolj občutljivi stanovanjski objekti so od parcelnih mej kamnoloma oddaljeni ~ 40 m, medtem ko je samo razstreljevanje v času meritev potekalo na oddaljenosti ~ 1000 m. ~ 800 m severozahodno od kamnoloma Laže se nahaja še kamnolom Razdrto. ~1200 m severozahodno tudi vas Razdrto. Od zunanjih virov, ki niso povezani z obratovanjem kamnoloma, je pomemben predvsem vpliv cestnega prometa. Poleg lokalne ceste, ki poteka mimo kamnoloma, ~1500 m severno od kamnoloma poteka tudi avtocesta Postojna-Razdrto.



Slika 2.1.: Umestitev kamnoloma Laže v prostor (Vir: Atlas okolja).

2.2. OPIS VIRA HRUPA in NAČINA OBRATOVANJA

Razstreljevanje se izvaja po potrebi, vendar izključno v dnevnem času. V povprečju razstreljevanje poteka trikrat tedensko. S strani predstavnika naročnika so bili posredovani o posameznem razstreljevanju v obdobju januar 2020 - september 2020. Do dne 16.9.2020 je bilo izvedenih 115 razstreljevanj, vsakič z razstrelivom EMULEX ϕ 60.

3. MERILNA OPREMA

V našem primeru smo visokoenergijski impulzni hrup merili na oddaljenostih več sto metrov od mesta eksplozij. Konična raven v nobenem primeru ni presegla 140 dBC, zato tam dobro veljajo pravila linearne akustike. Temu ustrezno tudi ni bila potrebna uporaba mikrofonomov za zelo visoke zvočne amplitude.

Uporabljeni merilni inštrumenti, vključno s priključnimi kabli izpolnjujejo zahteve natančnosti 1. razreda skladno s standardom SIST EN 61672-1:2014. Uporabljeni filtri ustrezajo zahtevam standardov SIST EN 61260-1:2014. Kalibratorji izpolnjujejo zahteve 1. razreda po SIST EN IEC 60942:2018.

MERILNIKI	
Merilnik hrupa:	B&K tip 2250 tov. št. 2661170, z mikrofonom tip 4966, tov. št. 3145676
	B&K tip 2260 tov. št. 2168631, z mikrofonom tip 4189, tov. št. 2529582
	B&K tip 2270 tov. št. 2623016, z mikrofonom tip 4966, tov. št. 3154434
Kalibrator:	B&K tip 4231, tov. št. 2342988
Merilnik temperature, relativne vlažnosti, tlaka smeri in hitrosti gibanja zraka:	Anemometer VMT 107A s.n. 13 temperatura/tlak/vlaga TPR 159 s.n. 00187
Programska oprema	BZ5503 - Measurement Partner Suite 4.5.2.179 Evaluator Type 7820 Ver. 4.16.8

Ostali podatki o merilnih sistemih se dobavijo na željo naročnika. Merilnik hrupa je bil pred in po meritvah kalibriran in preizkušen z ročnim akustičnim kalibratorjem. Izmerjene vrednosti se nanašajo na pogoje, ki so veljali v času meritev.

4. OCENJEVANJE VPLIVA KAMNOLOMA LAŽE PRI RAZSTRELJEVANJU

4.1. Splošno

Območje v okolici Kamnoloma Laže je med razstreljevanjem obremenjeno z visoko energijskim impulznim hrupom, kot posledica razstrelitve več sto kilogramov razstreliva. Zato so v tej metodologiji obravnavane predvsem fizikalne meritve visoko energijskega impulznega hrupa, kot je prisoten pri uporabi razstreliv z maso, ki presega 50 g ekvivalenta TNT. Značilnost tako generiranega impulznega hrupa je, da traja kratek čas in da ima hiter porast zvočne ravni, čemur sledi hiter padec tako, da štrli v časovnem poteku hrupa, v primerjavi s hrupom ozadja v obliki igle. Zaradi njegove iglaste oblike ga uho zazna kot šok, možgani pa ga percipirajo kot zvočni udar.

Pulz s koničnimi ravnmi, ki je lahko pod 100 dB, včasih pa tudi krepko nad 140 dB in več, traja lahko od nekaj mikrosekund do nekaj sto milisekund. Med impulzni oziroma tudi udarni hrup štejemo tiste vrste hrupnih dogodkov, ki imajo značaj prehodnega (tranzientnega) akustičnega pojava, s kratkim časom trajanja.

4.2. Značilnosti uporabljenih eksplozivov pri razstreljevanju v Kamnolomu Laže

Hrup, ki nastaja pri razstreljevanju v Kamnolomu Laže ima predvsem eno komponento in sicer potisni pok zaradi eksplozije brizantnega eksploziva. Hitrost plinov, ki se pri tem sprostijo znaša med 4.000 in 6.000 m/s in tako bistveno presega zvočno hitrost.

Dne 16.09.2020 smo spremljali hrup, ki nastaja pri razstreljevanju v Kamnolomu Laže.

Predstavniki podjetja, ki izvaja razstreljevanje, je preskrbel splošne podatke o uporabi tovrstnih virov hrupa na območju.

Med meritvami je bilo razstrelivo razporejeno v enaintridesetih vertikalnih vrtinah, globokih 11 m. Uporabljen je bil eksploziv EMULEX ϕ 60 v skupni količini 1050 kg z detonacijsko hitrostjo okrog 5500 m/s.

4.3. Načini ocenjevanja visokoenergijskega impulznega hrupa

Visokoenergijski impulzni hrup se ocenjuje na podlagi:

- računskih metod,
- meritev hrupa v skladu s standardom SIST ISO 1996-2:2017 v povezavi s standardom SIST ISO 1996-1:2016,
- meritev visoko energijskega impulznega hrupa po standardu SIST ISO 10843,
- drugih standardov in modelnih izračunov, če za poseben vir hrupa obstaja primernejša računsko metoda ocenjevanja hrupa.

V sklopu te metodologije se bomo omejili predvsem na standard SIST ISO 10843.

4.4. Merilne količine in njihova obdelava

Kot izhodišče za merjenje oziroma ocenjevanje impulznega hrupa služi izmerjena C vrednotena ekspozicijska (redkeje ekvivalentna) raven hrupa, kot je opisano v prejšnjem poglavju. To je potrebno upoštevati s penalno vrednostjo zaradi prisotnosti impulzov.

Najbolj pogosto uporabljamo pri oceni spreminjajočega se hrupa energijsko ekvivalentno raven, ki je definirana kot:

$$L_{eq,T} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{p_A(t)}{p_0} \right)^2 dt \right) \quad [1]$$

kjer je: T celotni čas merjenja;
 $p_A(t)$ časovno odvisni A-vrednoteni zvočni tlak in
 p_0 nazivni zvočni tlak (20 μ Pa).

Izmerjene ekvivalentne ravni služijo kot osnova za določitev ocenjenih ravni hrupa, pri čemer upoštevamo tudi prisotnost izrazitih impulzov. Prisotnost izrazitih impulzov se ugotavlja po spodaj opisanem postopku.

Obremenitev okolja s hrupom zaradi kratkotrajnih dogodkov, ki pa se lahko tudi ponavljajo (vendar praviloma ne periodično), je možno določiti s pomočjo indikatorja hrupa SEL (sound exposure level), ki smo ga omenili že v poročilu o obremenitvi okolja s hrupom. Pri prehodnih akustičnih pojavih, kot so razstreljevanja, se ta indikator prav tako večkrat koristno uporablja.

Tako ekvivalentno raven kot SEL vrednotimo v primeru visokoenergijskega impulznega hrupa s C filtrom. Pri drugih tipih impulznega hrupa uporabljamo večinoma A vrednotenje.

SEL in ocenjena raven hrupa $L_{r,TN}$ sta povezani količini, zato je možno določiti ocenjeno raven kot posledico prispevkov posameznih impulznih dogodkov tekom obdobja TN iz izmerjenih SELov z upoštevanjem ustrezne impulzne korekcije K_i

$$L_{r,TN} = 10 \log \frac{1}{TN} \left(\sum_i 10^{0,1(SEL_i + K_i)} \right) \quad [2]$$

Način vrednotenja impulznega hrupa v Sloveniji je za naravno okolje predpisan s Pravilnikom o prvem ocenjevanju in obratovalnem monitoringu za vire hrupa ter o pogojih za njegovo izvajanje (Ur.l. RS št. 105/08), Uredbo o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Ur.l. RS št. 43/18 in 59/19), za delovna mesta pa s Pravilnikom o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Ur. List RS št. 17/2006, popr. 18/2006). Evropska okoljska direktiva sicer omenja problem impulznega hrupa, vendar način njegovega merjenja in vrednotenja prepušča posameznim državam članicam.

4.5. Popravek zaradi izrazitih impulzov

Popravek zaradi izrazitih impulzov hrupa se izvede v skladu s Pravilnikom o prvem ocenjevanju in obratovalnem monitoringu za vire hrupa ter o pogojih za njegovo izvajanje (Ur.l. RS 105/08), ki izhaja iz standarda SIST EN ISO 1996-1:2016.

Izrazite impulze hrupa razdelimo, skladno s tem standardom, v tri kategorije:

- visoko impulzni hrup; v to kategorijo prištevamo impulzni hrup iz virov kot so lažja strelna orožja in podobno,
- visoko energijski impulzni hrup; sem prištevamo preboje zvočnega zidu, vojaške operacije s težjimi orožji, razstreljevanja v kamnolomih in rudnikih, rušenje objektov z eksplozivi, razstreljevanje na gradbiščih, (eksplozivne izvore, kjer ekvivalentna masa presega 50 g TNT) in podobno,
- navadni impulzni hrup; sem prištevamo vse vrste impulznega hrupa, ki ne sodijo v kategorijo zgornjih dveh skupin. Gre sicer za impulziven, vendar manj moteč hrup, kot na primer loputanje vrat, itn.

4.6. Ocenjevanje visoko energijskega impulznega hrupa

Meritve visoko energijskega impulznega hrupa se izvajajo v skladu s standardom SIST ISO 10843:2012/AC 1:2012.

Osnovni kazalec za posamezen visoko energijski impulzni dogodek je C vrednotena ekspozicijska raven *CSEL*.

Popravljen oziroma ocenjena ekspozicijska raven *SEL_r* za visoko-energijski impulzni hrup se izračuna v skladu z dodatkom B standarda SIST EN ISO 1996-1:2016 ločeno za dva primera kot:

$$\begin{aligned} SEL_r &= (2 \times CSEL - 93) \text{ dB} \dots \dots \dots \text{za } CSEL \geq 100 \text{ dB} \\ SEL_r &= (1.18 \times CSEL - 11) \text{ dB} \dots \dots \dots \text{za } CSEL < 100 \text{ dB}. \end{aligned} \quad [3]$$

Ta način vrednotenja sloni na obsežnejši raziskavi, ki je pokazala da:

- a) pri višjih ravneh visoko energijskega impulznega hrupa odgovarja prirastku C vrednotene ekspozicijske ravni hrupa za 1 dB prirastek 2 dB v A – vrednoteni ekspozicijski ravni za sicer energijsko enakovredno vrsto neimpulzivnega hrupa.

Na osnovi t.i. parnih testnih primerjav je bilo namreč ugotovljeno, da motenost z visoko energijskim impulznim hrupom narašča približno dvakrat hitreje kot motenost s cestnoprometnim hrupom, ki ima sicer enako energijo;

motenost človeka zaradi visoko energijskega impulznega hrupa pri $CSEL = 93 \text{ dB}$ je enaka njegovi motenosti s hrupom mimovozečega vozila z $ASEL = 93 \text{ dB}$.

b) pri nižjih ravneh visoko energijskega impulznega hrupa odgovarja prirastku C vrednotene ekspozicijske ravni hrupa za 1 dB približno enak prirastek v A – vrednoteni ekspozicijski ravni za sicer energijsko enakovredno vrsto neimpulznega hrupa.

4.7. Popravljenе ekvivalentne ravni zvočnega tlaka in ocenjene ravni hrupa

Če posamezni enkratni hrupni dogodki niso ločljivi od preostalih virov hrupa, je treba določiti popravljen ekvivalentno raven hrupa L_{r,eq,j,t_k} za vsak časovni interval t_k za j-ti vir, na podlagi enačb:

$$L_{r,eq,j,t_k} = L_{Aeq,j,t_k} + K_j, \quad [4]$$

kjer je L_{Aeq,j,t_k} ekvivalentna raven zvočnega tlaka, K_j je popravek j tega vira hrupa zaradi izrazitih impulzov ali zaradi poudarjenih tonov.

Če je tekom časovnega intervala t_k pomemben samo en vir hrupa, je treba ocenjeno raven hrupa izračunati kot ekvivalentno raven hrupa v skladu s točko 6.6.2, ali pa jo izračunati iz popravljenih ekspozicijskih ravni hrupa iz točke 6.6.1 priloge standarda SIST EN ISO 1996 – 1:2016, na podlagi enačbe:

$$L_{r,eq,j,t_k} = 10 \log \left(\frac{1}{t_k} \sum_i 10^{0,1 SEL_{r,i,j}} \right) \quad [5]$$

Dnevno obdobje TN se razdeli na več podobdobj t_{kj} za vsak vir j. Časovne intervale t_{kj} je treba izbrati tako, da je popravek v L_{r,eq,j,t_k} konstanten. Razdelitev TN je lahko za različne vire hrupa različna.

Ocenjeno ekvivalentno raven hrupa je treba v tem primeru izračunati s seštevanjem prispevkov vseh virov v vseh časovnih intervalih na podlagi enačbe:

$$L_{r,eq,TN} = 10 \log \left(\frac{1}{TN} \sum_k \sum_j t_{kj} 10^{0,1 L_{r,eq,j,t_{kj}}} \right) \quad [6]$$

pri čemer je $TN = \sum_k t_{kj}$ za vsak vir j.

V našem primeru moramo upoštevati, da imamo na dan eno razstreljevanje, da se to izvaja samo v dnevnem času, približno 164 dni v letu oz. 0,45 razstreljevanj na dan. Tako bi vrednotena ekvivalentna raven hrupa znašala:

$$L_{r,dan} = \overline{SEL_r} + 10 \log \left(\frac{1}{12 \cdot 3600} \frac{164}{365} \right)$$

Celodnevno ocenjeno raven hrupa $L_{r,dan}$ izračunamo iz enačbe

$$L_{r,dvn} = 10 \log \frac{1}{24} (12 \cdot 10^{0.1 L_{r,dan}} + 4 \cdot 10^{0.1 (L_{r,več} - 5)} + 8 \cdot 10^{0.1 (L_{r,noč} - 10)}) \quad [7]$$

pri tem pomeni:

$L_{r,dan}$ ocenjeno raven hrupa v dnevnem času, vključno s popravkom zaradi poudarjenih tonov ali popravkom zaradi izrazitih impulzov;

$L_{r,več}$ ocenjena raven hrupa v večernem času, vključno s popravkom zaradi poudarjenih tonov ali popravkom zaradi izrazitih impulzov;

$L_{r,noč}$ ocenjena raven hrupa v nočnem času, vključno s popravkom zaradi poudarjenih tonov ali popravkom zaradi izrazitih impulzov.

Celodnevna raven hrupa je v našem primeru za 3 dBA nižja, medtem ko se v večernem in nočnem času preizkusi z razstrelivi ne izvajajo, tako da velja:

$$L_{r,dvn} = \overline{SEL_r} + 10 \log \left(\frac{1}{12 \cdot 3600} \frac{164}{365} \right) - 3 \text{ dB}$$

$$L_{r,več} = -\infty \text{ dB}$$

$$L_{r,noč} = -\infty \text{ dB}$$

kar praktično pomeni, da v večernem in nočnem času hrup zaradi razstreljevanja ni prisoten.

4.8. Negotovost

Po večjem številu ponovitev je možno z večjo verjetnostjo napovedati, ali je obremenitev okolja s hrupom v dovoljenih mejah. To lahko napravimo s pomočjo statistične analize zanesljivosti po večkratnem številu neodvisnih ponovitev meritev. Pri tem upoštevamo kriterij 95% zanesljivosti, da so dnevne, večerne in nočne (ocenjene) ravni hrupa znotraj predpisanega intervala oziroma, da ne prekoračujejo maksimalnih dovoljenih vrednosti.

Merilno negotovost za 95% interval zanesljivosti dobimo iz enačbe

$$\varepsilon = \pm k s_{CSEL} \quad [8]$$

pri čemer je k enak 1.96, kar zaokrožimo na 2.

Merilne negotovosti povezane z zvočno energijsko ravno in usmerjenostjo, ki so določene v skladu s standardom SIST EN ISO 17201-3:2019 se po možnosti oceni v skladu z GUM (Navodila za izražanje merilne negotovosti).

Negotovosti izhajajo deloma iz razlik med mesti testiranja, sprememb v atmosferskih razmerah, geometrije okolja, akustičnih lastnosti tal, preostalega hrupa ter od vrste in kalibracije inštrumentov.

Prav tako so vzrok za njihove razlike v merilnih tehnikah, vključno s številom in lokacijo mikrofona, lokacijo in orientacijo zvoka in določitve popravkov. Poleg tega se pri meritvah ki potekajo preblizu vira, takšne negotovosti povečajo pri manjših razdaljah in nižjih frekvencah.

Izhodišče za razširjeno merilno negotovost, skupaj z ustreznim faktorjem pokritja je kritje z verjetnostjo 95%, kot je opredeljeno v GUM.

V našem primeru vpliva na negotovost predvsem preostali hrup, zlasti delo v kamnolomu. Negotovost je tem večja, čim višja je raven preostalega hrupa v primerjavi z merjenim hrupom razstreljevanja.

5. POSTOPEK MERITEV

Pri izvajanju meritev upoštevamo metodo, usklajeno z zahtevami standarda SIST ISO 1996-2:2017, ki je opisana v delovnem postopku laboratorija za fizikalne meritve št. DP-LFIZ-11 in je akreditirana po standardu SIST EN ISO/IEC 17025:2017.

Metoda upošteva tudi zahteve slovenske zakonodaje in sicer Uredbe o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Ur. list RS št. 43/2018 in 59/19) in Pravilnika o prvem ocenjevanju in obratovalnem monitoringu hrupa za vire hrupa ter o pogojih za njegovo izvajanje (Ur.l. RS 105/08).

Preverili smo, ali je raven hrupa ozadja dovolj nizka, da se lahko izvedejo meritve hrupa na preiskovanih lokacijah.

6. MERITVE IN ANALIZA MERITEV

6.1 METEOROLOŠKI POGOJI V ČASU MERITEV

Vremenske razmere lahko znatno vplivajo na rezultate meritev. Podatki o vremenskih razmerah v času izvajanja meritev so zbrani v spodnji tabeli.

Tabela 6.1.: Meteorološki pogoji v času meritev.

Datum meritev:	16.09.2020	16.09.2020	16.09.2020
Čas meritev	12:20	12:30	12:40
Stanje vremena (oblačnost):	SUHO VREME	SUHO VREME	SUHO VREME
Stanje okolice (vrsta talnega pokrova):	ASFALT/TRAVA/ MAKEDAM	ASFALT/TRAVA/ /MAKEDAM	ASFALT/TRAVA/ /MAKEDAM
Tip tal na poti širjenja:	ASFALT/TRAVA/ MAKEDAM	ASFALT/TRAVA/ /MAKEDAM	ASFALT/TRAVA/ /MAKEDAM
Pozidanost:	--	--	--
Temperatura zraka (°C)	24,2	24,0	24,7
Hitrost gibanja zraka (m/s):	4,0	3,0	3,6
Smer vetra:	SV	SV	SV
Zračni tlak (hPa):	956	956	956
Relativna vlažnost zraka (%RH)	55	57	56

J - južni veter, S - severnik, V - vzhodnik, Z - zahodnik. Možne so tudi kombinacije teh smeri. Nestalno smer vetra obravnavamo kot spremenljivo – spr.

Meteorološke razmere so bile spremljane z meteorološko postajo (Slika 6.1). Z anemometrom VMT 107A s.n. 13 sta bili izmerjeni hitrost vetra in smer vetra na višini 5m.

Merilnik temperature, vlažnosti zraka in zračnega tlaka TPR 159 s.n. 00187 je bil nameščen na višino približno 2m od tal.



Slika 6.1: meteorološka postaja

Meteorološki razred oziroma okno je bilo izračunano na podlagi tabele 4 standarda ISO 1996-2: 2017. Pri izračunu smo upoštevali komponento hitrosti v smeri od vira do sprejemnika. Pri tem je bila hitrost vetra preračunana na višino 10 metrov od tal s pomočjo logaritemskega profila po enačbi:

$$v_{10m} = v_{5m} \times \frac{\ln\left(\frac{10\text{ m}}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{5\text{ m}}{z_0}\right)}$$

kjer je

v_{10m} hitrost vetra na višini 10 metrov od tal,

v_{5m} hitrost vetra na višini 5 metrov od tal,

z_0 zrnatost talne podlage

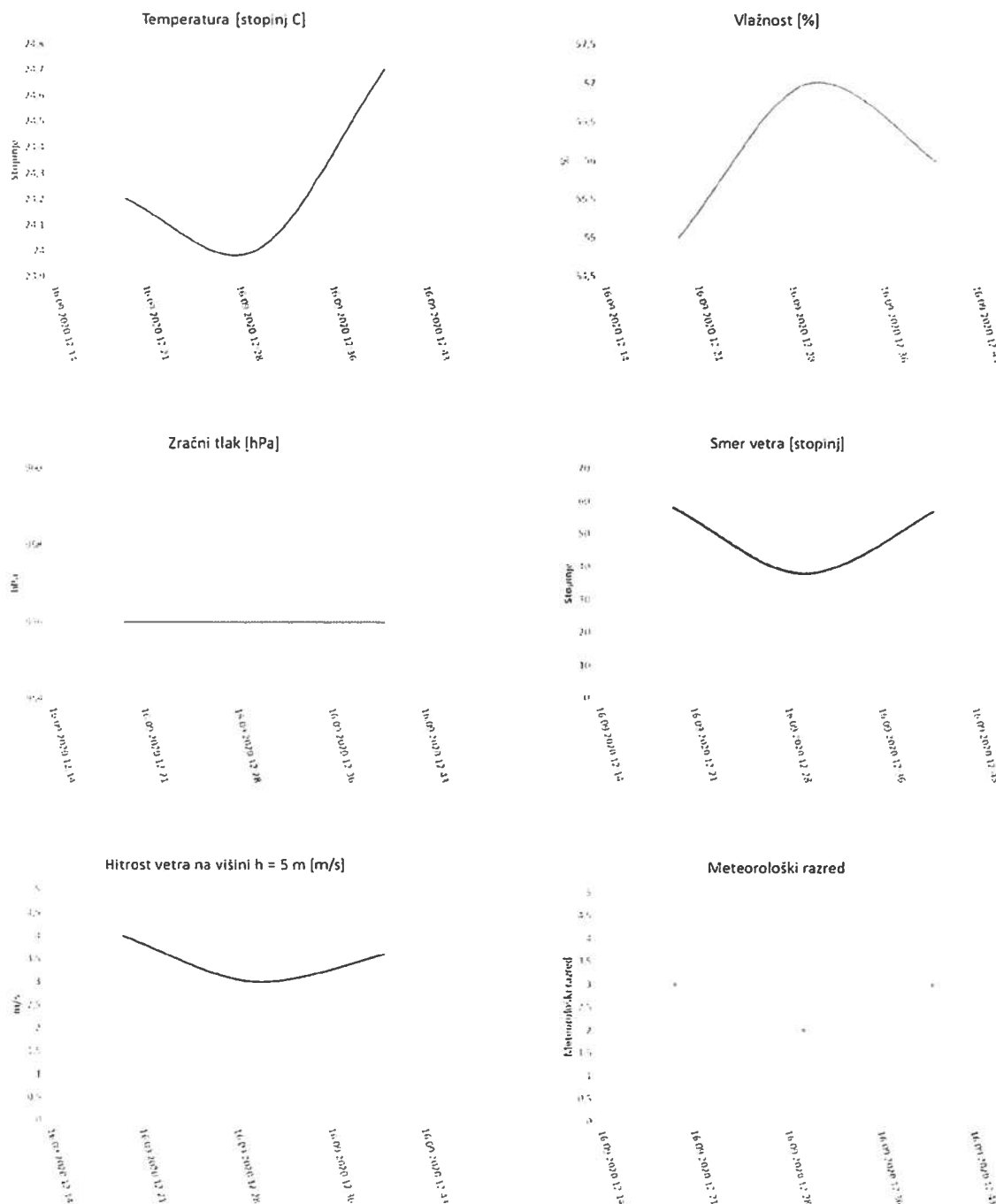
Vrednost z_0 je bila nastavljena na 0,8 m, ki je prevzeta vrednost za tla v strnjениh naseljih.

Meteorološke razmere so bile beležene v času od 16.09.2020 12:20:00 do 16.09.2020 12:40:00.

Časovni potek temperature, vlažnosti, zračnega tlaka, hitrost in smeri vetra ter meteoroloških oken so prikazani na spodnjih slikah.

V času meritev so prevladovala nevtralna oz. ugodna razmera za razširjanje hrupa (razreda M2 in M3).

Časovni potek temperature, vlažnosti, zračnega tlaka, hitrost in smeri vetra ter meteoroloških oken so prikazani na spodnjih slikah.



6.2 MERILNA MESTA

Št.	Merilno mesto		
1	Na vrhu hriba, ~ 300 m južno od mesta razstreljevanja		
	Zemljepisna širina (WGS84, °N)	45°44'28,57" (GKY 428035)	
	Zemljepisna dolžina (WGS84, °E)	14°04'13,46" (GKX 66755)	
	Višina mikrofona - h _r (m)	1,5 + 707 (n.m.v)	
	Višina vira h _s (m)	~ 1 – 3 m + 724 (n.m.v)	
	Vrsta tal	TRAVA/MAKADAM	
	Pozidanost	--	
	Razdalja merilnega mesta od vira – D (m):	~ 405 m	



Višinska razlika med merilnim mestom in glavnimi viri znaša ~ 30 m. Razmerje med vsoto višine vira in višine merilnega mesta in oddaljenostjo je $18,5/405 \leq 0.10$.

Št.	Merilno mesto		
2	Pred objektom Laže 30, ~ 670 m južno od mesta razstreljevanja		
	Zemljepisna širina (WGS84, °N)	45°44'17,21" (GKY 428025)	
	Zemljepisna dolžina (WGS84, °E)	14°04'13,20" (GKX 66405)	
	Višina mikrofona - h _r (m)	1,5 + 676 (n.m.v)	
	Višina vira h _s (m)	~ 1 – 3 m + 724 (n.m.v)	
	Vrsta tal	MAKADAM	
	Pozidanost	--	
	Razdalja merilnega mesta od vira – D (m):	~ 765 m	



Višinska razlika med merilnim mestom in glavnimi viri znaša ~ 48 m. Razmerje med vsoto višine vira in višine merilnega mesta in oddaljenostjo je $49,5/765 \leq 0.10$.

Št.	Merilno mesto		
3	Proti združnim domom, ~ 900 m južno od mesta razstreljevanja		
	Zemljepisna širina (WGS84, °N)	45°44'09,36" (GKY 428008)	
	Zemljepisna dolžina (WGS84, °E)	14°04'12,55" (GKX 66162)	
	Višina mikrofona - h _r (m)	1,5 + 685 (n.m.v)	
	Višina vira h _s (m)	~ 1 – 3 m + 724 (n.m.v)	
	Vrsta tal	TRAVA/MAKADAM/ASFALT	
	Pozidanost	--	
	Razdalja merilnega mesta od vira – D (m):	~ 1000 m	



Višinska razlika med merilnim mestom in glavnimi viri znaša ~ 40 m. Razmerje med vsoto višine vira in višine merilnega mesta in oddaljenostjo je $40,5/1000 \leq 0.10$.

Natančnejša skica merilnih mest se nahaja na koncu poročila (točka 7).

6.3 MERITVE

Meritve hrupa smo izvedli na treh lokacijah in sicer v smeri proti najbližjim stanovanjskim objektom. K visoki impulznosti sproščenega hrupa so prispevala predvsem uporabljena eksplozivna sredstva. Njihova ekvivalentna masa eksploziva seveda presega 50 g TNT, zato smo njihov učinek ocenjevali na osnovi C vrednotene ekspozicijske ravni.

S strani predstavnika naročnika so bili posredovani o posameznem razstreljevanju v obdobju januar 2020 - september 2020. Do dne 16.9.2020 je bilo izvedenih 115 razstreljevanj, vsakič z razstrelivom EMULEX ϕ 60.

Meritve so bile izvedene pri razstreljevanju 1050 kg razstreliva. Skladno z enačbo [3] je bila ocenjena ekspozicijska raven SEL_r .

Iz izmerjenih vrednosti in poznane statistike o razstreljevanju za obdobje januar 2020 - september 2020 lahko ocenimo ekvivalent iz [4], kjer je n število razstreljevanj na dan (0,45) oz. 164 razstreljevanj v obdobju enega leta, t_0 1 s in TN čas dneva v s (43200 s). Vrednosti so bile določene na podlagi podatkov, posredovanih s strani naročnika.

Tabela 6.2.: Rezultati izračunov in meritev ekspozicijskih ravni hrupa z dne 16.09.2020.

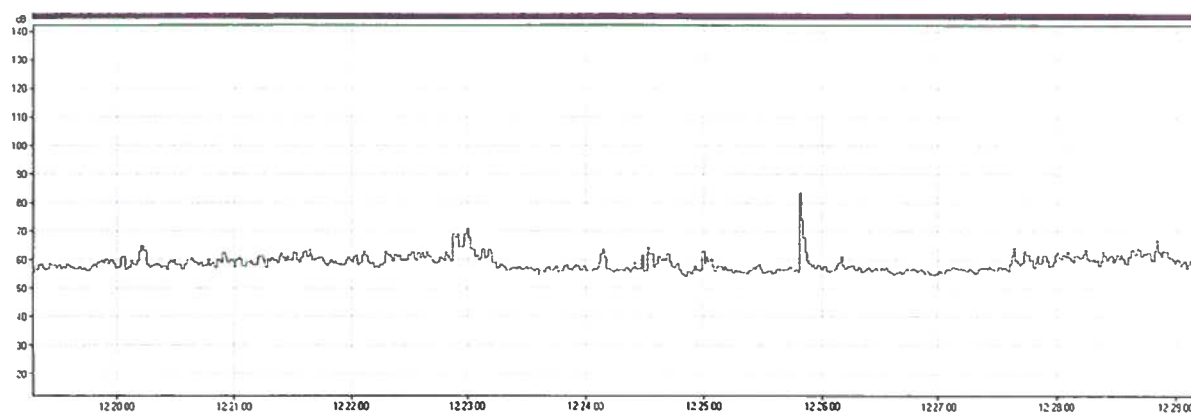
Merilno mesto	L_{Ceq} [dBC]	L_{Cpeak} [dBC]	T [s]	$CSEL$ [dBC]	SEL_r [dBA]	K_1 [dB(A)]	K_2 [dB(A)]
Merilno mesto 1: Na vrhu hriba, ~ 300 m južno od mesta razstreljevanja	89,8	119,7	7	98,3	104,9	0	0
Merilno mesto 2: Pred objektom Laže 30, ~ 670 m južno od mesta razstreljevanja	79,3	104,1	7	87,8	92,5	0	0
Merilno mesto 3: Proti združnim domom, ~ 1000 m južno od mesta razstreljevanja	77,4	99,9	6	85,2	89,5	0	0

Meritve ozadja

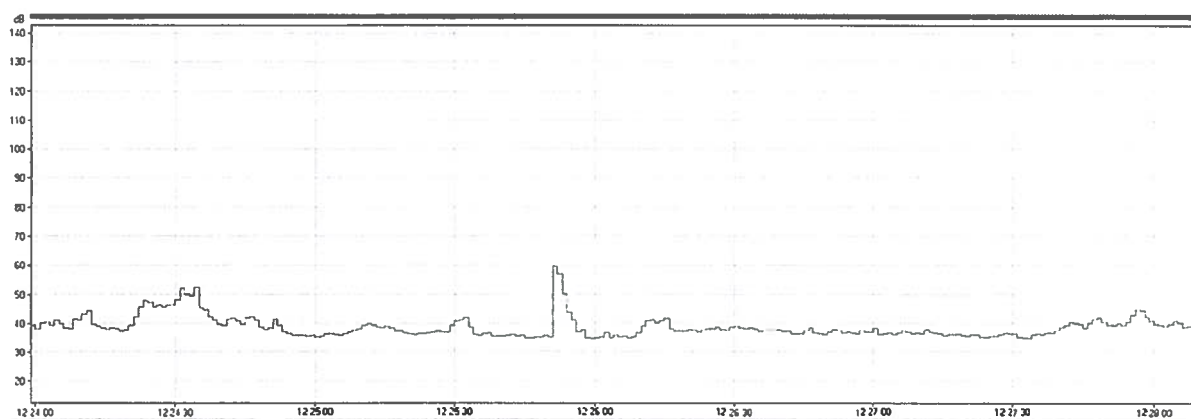
Pomerjen je bil hrup ozadja na vseh merilnih mestih.

- 56,3 dBA na merilnem mestu 1
- 43,1 dBA na merilnem mestu 2
- 36,9 dBA na merilnem mestu 3

V našem primeru je bil hrup ozadja za vsa merilna mesta za 10 dBA manjši od ravni hrupa $LA_{F_{eq}}$, ki ga povzroča merjeni vir hrupa. Upošteva se, da je vir hrupa na mestu ocenjevanja hrupa prevladujoč vir hrupa. Popravek ni potreben.



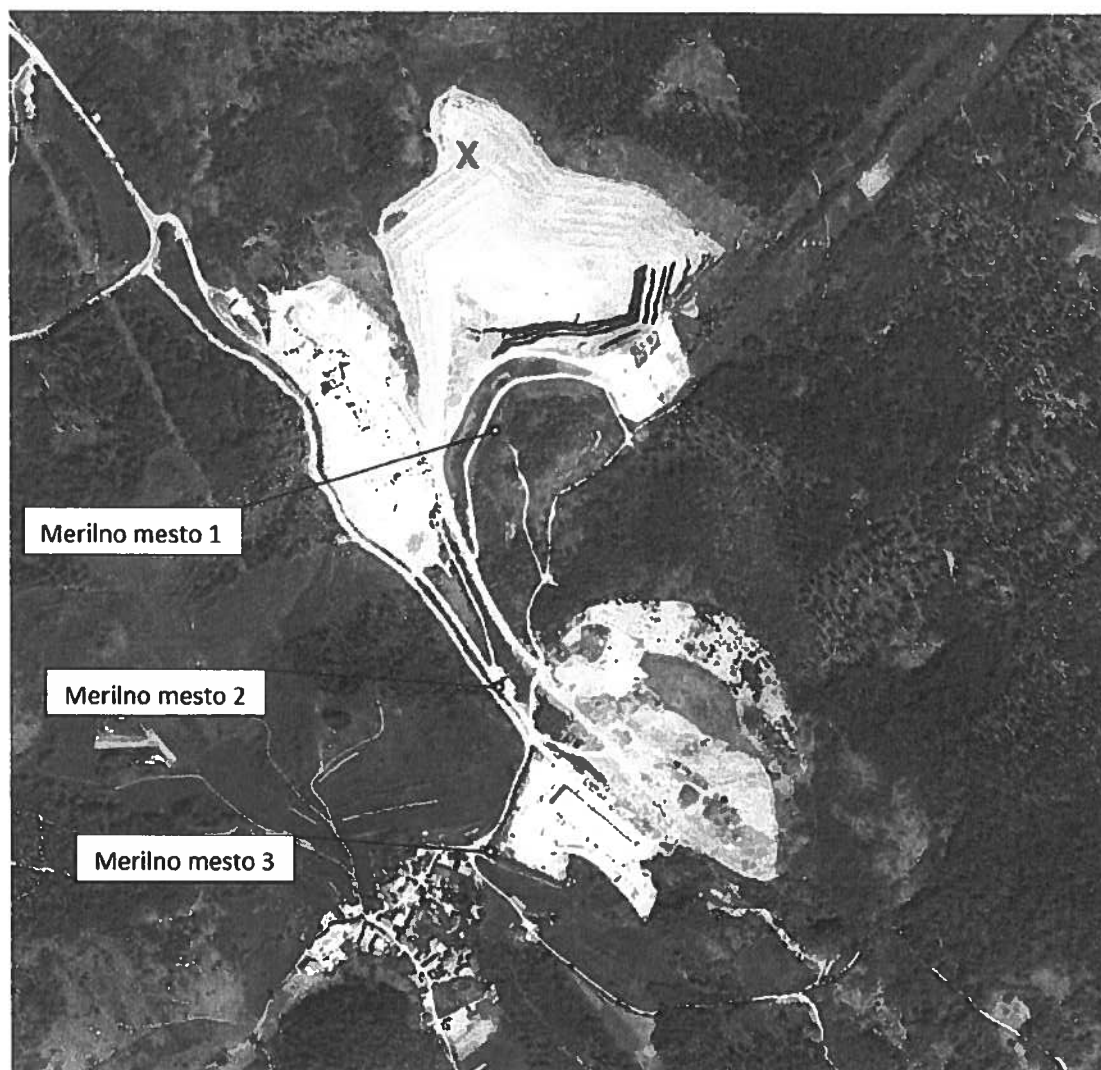
Slika 6.3.1: časovni potek meritev na merilnem mestu 1



Slika 6.3.2: časovni potek meritev na merilnem mestu 3

Rezultati meritev hrupa v okolju, kateri so navedeni v tem poročilu, se nanašajo le na pogoje obratovanja hrupnega vira in pogoje okolja v času izvajanja meritev.

7. SKICA MERILNIH MEST in LEGENDA UPORABLJENIH OZNAK

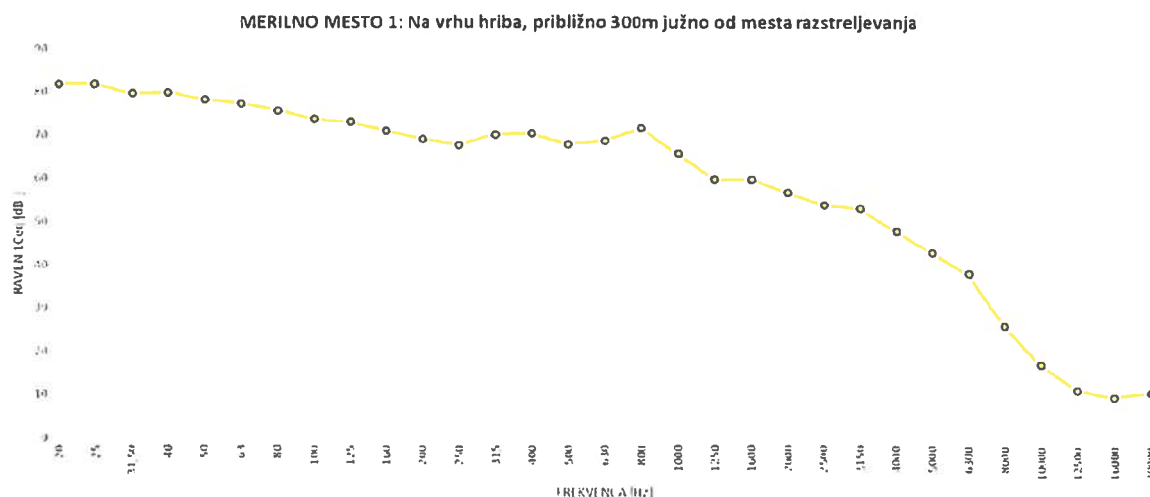


Slika 7.1: Skica merilnih mest. Vir: ATLAS OKOLJA. (slika je informativna).

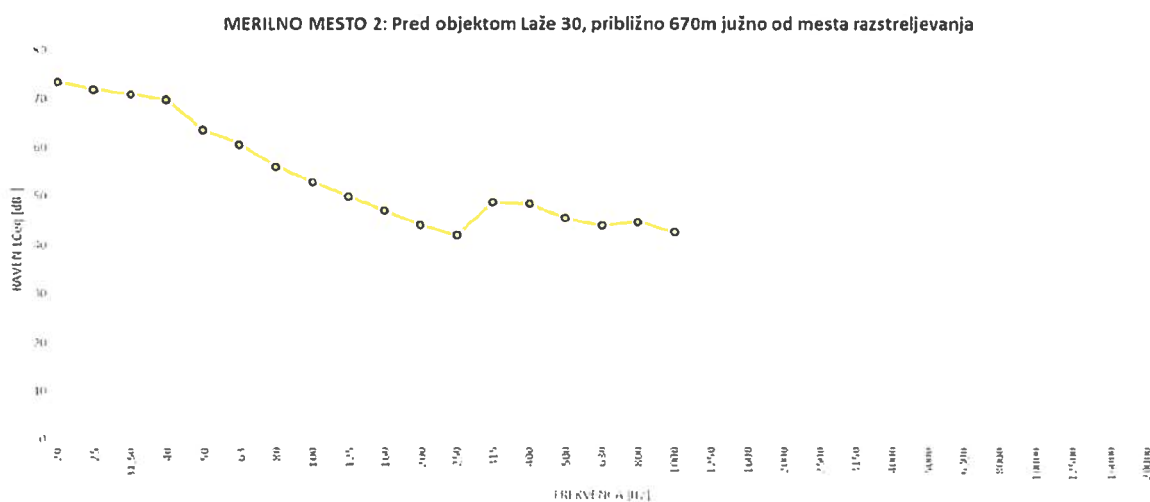
8. PRILOGE

8.1. Terčne frekvenčne analize hrupa za posamezno merilno mesto

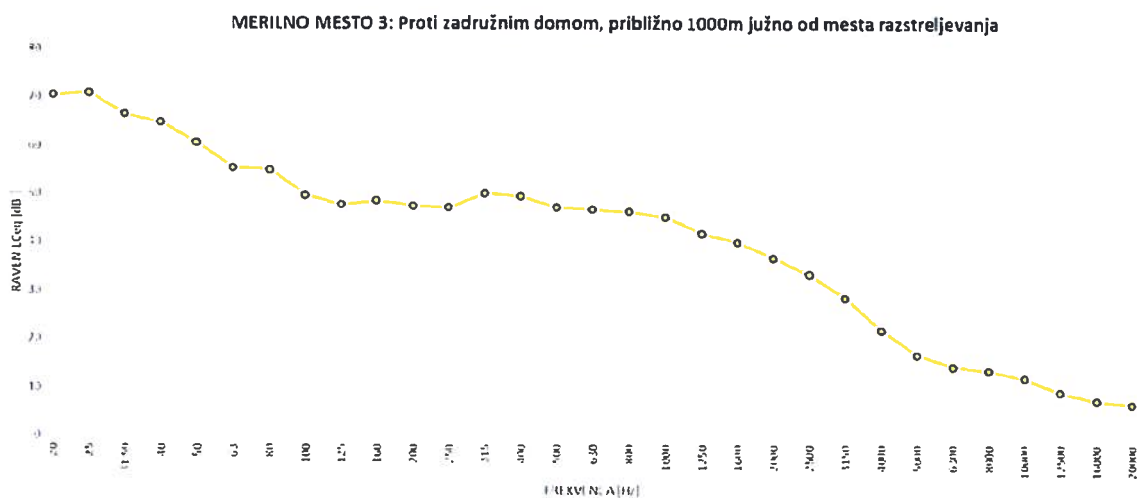
- a. **Merilno mesto 1:** dnevne meritve hrupa v okolju . V frekvenčnem spektru hrupnih virov ni poudarjenih tonov.



- b. **Merilno mesto 2:** dnevne meritve hrupa v okolju . V frekvenčnem spektru hrupnih virov ni poudarjenih tonov.



- c. **Merilno mesto 3:** dnevne meritve hrupa v okolju . V frekvenčnem spektru hrupnih virov ni poudarjenih tonov.



-KONEC POROČILA-