

ЗАШТИТА ОД БУКЕ ОКРУЖЕЊА РУДНИКА ЈАРАНДО

1. ОПИС ПРОБЛЕМА КОЈИ СЕ РЕШАВА ТЕХНИЧКИМ РЕШЕЊЕМ

Ниво буке у стамбеном насељу које се налази у непосредном окружењу рударске јаме Јарандо у Баљевцу прелази дозвољену границу. Доминантни извор буке је главни вентилатор који служи за проветравање јаме. Главни вентилатор мора бити у погону непрекидно, како би се у јами у сваком тренутку могла обезбедити довољна количина свежег ваздуха. Главни вентилатор потискује ваздух у апсорпциону комору, а одатле се кроз дифузор на плафону испушта у атмосферу.

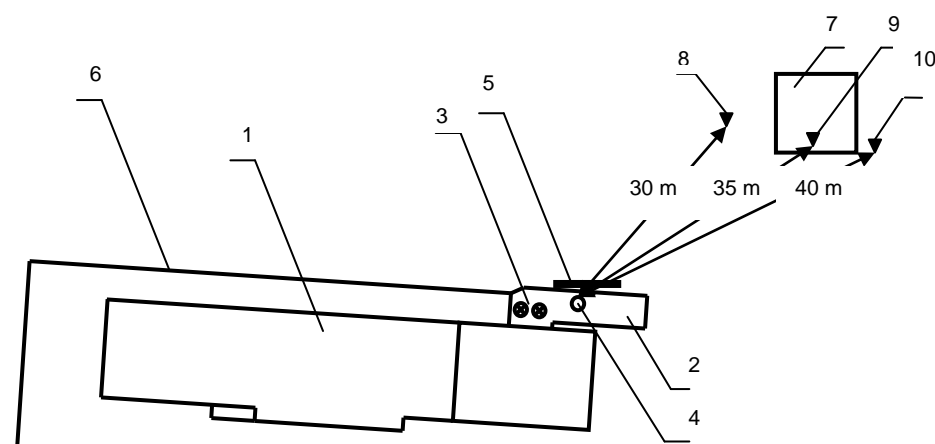
Стамбена јединица која је угрожена буком главног вентилатора, налази се на око 35 м од апсорпционе коморе. Зидови апсорпционе коморе нису обложени апсорпционим материјалом. На таваници је постојала звучна изолација која је временом оштећена.

Нивои буке у боравишним просторијама и спољашње буке утврђени су мерењем у најистуренијој просторији на првом спрату и у дворишту поменутог стамбене јединице.

Циљ изградње система заштите од буке је санација буке коју у свом окружењу ствара главни вентилатор за проветравање јаме ЈАРАНДО, рудника ЈП ПЕУ Ресавица, Ибарски рудници каменог угља, Баљевац.

Процена и мерење се врши на основу одредби Правилника о дозвољеном нивоу буке у животној средини, Сл. Гласник РС, бр. 54/92 као и стандарда ЈУС У.Ј6.090 и ЈУС У.Ј6.205.

Из наведених резултата мерења, види се да ниво буке коју при свом раду ствара главни вентилатор за проветравање јаме "ЈАРАНДО" у Баљевцу, угрожава околину буком, јер прелази дозвољене нивое спољашње и буке у боравишним просторијама.



Легенда:

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. Управна зграда рудника "Јарандо" | 6. Потпорни зид |
| 2. Зграда вентилаторског постројења | 7. Најближа стамбена јединица |
| 3. Главни вентилатор | 8. Мерно место бр. 1 (ММ ₁) |
| 4. Дифузор апсорпционе коморе | 9. Мерно место бр. 2 (ММ ₂) |
| 5. Заштитни зид | 10. Мерно место бр. 3 (ММ ₃) |

Слика 1. Скица извора буке и мерних места

Специфични ниво буке звучног извора одређен је према изразу 1.

$$L_{eq} sp = 10 \log 10^{L_{eq} u / 10} - 10^{L_{eq} p / 10} \quad [dB A] \quad (1)$$

Табела 1. Постојеће стање буке

Мерно место	Постојећи ниво буке $L_{eq}(p)$ [dBA]	Укупни ниво буке $L_{eq}(u)$ [dBA]	Специфични ниво буке $L_{eq}(sp)$ [dBA]	Дозвољени ниво буке [dBA]		Оцена
				дан	ноћ	
				ММ ₁	40.5	
ММ ₁	39.3	62.3	62.28		44	Прелази доз. ниво
ММ ₂	25.6	40.3	40.15	40		Не пр. доз. ниво
ММ ₂	24.7	40.5	40.4		35	Прелази доз. ниво

2. СТАЊЕ РЕШЕНОСТИ ПРОБЛЕМА У СВЕТУ – ПРИКАЗИ И АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋИХ РЕШЕЊА

Експлоатација минералних сировина и изградња, коришћење и одржавање рударских објеката, врши се на начин којим се обезбеђује оптимално техно-економско искоришћавање лежишта минералних сировина, безбедност људи, објеката и имовине, а у складу са савременим научним достигнућима, прописима, стандардима и техничким нормативима који се односе на ту врсту објеката и радова и прописима којима су утврђени услови у погледу безбедности и здравља на раду, заштите од пожара и експлозије и заштите животне средине.

Како у свету тако и код нас, предузеће, односно друго правно лице које врши експлоатацију минералних сировина дужно је да истовремено ради на планирању и спровођењу мера којима се спречава угрожавање животне средине у складу са прописима о заштити животне средине.

Бука је један од главних узрока смањења квалитета живота, посебно у урбаним срединама где је константно присутна и утиче на многе аспекте свакодневног живота. Повећање нивоа буке најпре негативно утичу на концентрацију људи, изазивају сметње у комуникацији, сметње при одмору и сл.

Заштита од буке насељених места смештених у близини прометних саобраћајница или у близини индустријских постројења може се решити на више начина. У урбаним срединама, због недостатка скуних градских простора и наглашене бриге око уклапања у простор, избор најбољег решења заштите од буке није једноставан. Често, чак и за делимично решење овог проблема, није довољна примена само једне мере већ комбинација више њих.

Четири су основне групе мера за смањење нивоа буке индустријских постројења:

- смањење буке на извору,
- смањење распрострања буке,

- заштита од буке на месту имисије,
- економске мере и регулатива.

Прва група представља примарне мере, док су друга и трећа група, секундарне мере заштите од буке. Посматрају ли се примарне мере, тада треба разликовати о којој се врсти индустријских постројења представљају извор буке.

Када је у питању проветравање рударских јама, законски прописи су врло изричити. Рударске јаме у свету се уобичајено проветравају на начин који је примењен и у случају рударске јаме Јарандо, рудника ЈП ПЕУ Ресавица, Ибарски рудници каменог угља, Баљевац. За проветравање се користи декомпензациони метод, тј. ваздух се извлачи из окна стварајући подпритисак, тако да се на тај начин стварају услови за улазак свежег ваздуха кроз вентилационе отворе.

С обзиром да се ради о веома важним постројењима од којих директно зависе животи рудара, за рад главног вентилатора обезбеђена су два електромотора који су везани паралелно, тако да у случају отказа једног, онај дреди одмах ступа у погон.

У предузећу које врши експлоатацију минералних сировина право на штрајк се остварује под условом да се у време одржавања штрајка обезбеди сигурност објеката, уређаја и инсталација, заштита живота и здравља људи.

Ради обезбеђивања услова рада, важна постројења као што је главни вентилатор за проветравање мора радити и у условима штрајка.

3. СУШТИНА ИЗРАДЕ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

У техничком решењу је дефинисан систем за заштиту од буке главног вентилатора који служи за проветравање рударске јаме Јарандо у Баљевцу. Техничко решење је базирано на резултати анализе утицаја буке на стамбено насеље које се налази у непосредном окружењу рудника. Извршена су сва потребна мерења буке и на адекватан начин су сагледани нивои и тип буке која доводи до прекорачења дозвољеног нивоа у стамбеној зони.

Приликом избора алтернативних решења за заштиту од буке, вођено је рачуна о могућностима техничке реализације предложених варијанти. За решење проблема коришћена је комбинација активне и пасивне заштите од буке.

Кључни проблеми у изналажењу најефикаснијег начина заштите од буке, састојали су се у великом прекорачењу дозвољеног нивоа буке и потреби комбиновања више типова звучних апсорбера да би се постигао потребни ефекат заштите на свим фреквенцама.

Изградња баријере поред зграде апсорпционе коморе и звучних апсорбера у згради коморе за пригушивање и амортизацију, урађени су према пројекту о идејном решењу “Заштита од буке главног вентилатора за проветравање јаме Јарандо“ Машинског факултета у Краљеву, 2006. године.

4. ДЕТАЉАН ОПИС РЕШЕЊА ТЕХНИЧКОГ ПРОБЛЕМА

Да би се дошло до техничког решења за заштиту од буке у поменутој стамбеној зони потребно је извршити идентификацију доминантних звучних извора, утврдити ниво буке на контролним тачкама, извршити фреквентну анализу буке на изворима и мерним местима и на основу тога обавити избор алтернативних техничких решења за заштиту од буке, водећи рачуна пре свега о могућностима практичне реализације у постојећим условима.

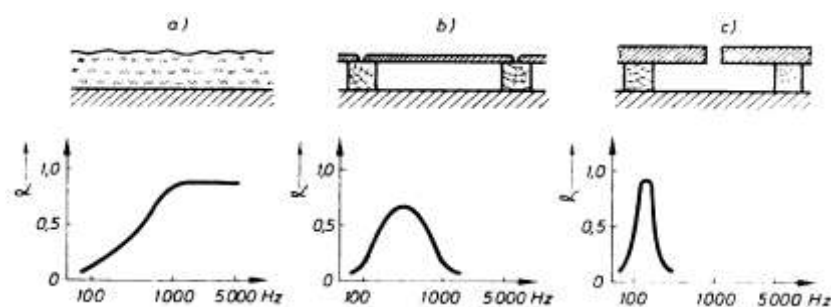
4.1 Пројектовање система заштите од буке

У циљу смањења нивоа буке у оквир дозвољених граница, планиране су и реализоване следеће активности:

1. Изградња заштитног зида изнад зграде вентилаторског постројења на граници власништва према стамбеној јединици која је угрожена буком
2. Затварање свих отвора на згради вентилаторског постројења у сва три одељења, са посебним освртом на отворе између зида и кровне конструкције
3. Замена поломљених салонитних табли на крову објекта вентилаторског постројења (сва три одељења)
4. Замена кровне конструкције на згради коморе за пригушивање и амортизацију звука
5. Изградња спуштеног плафона на згради коморе за пригушивање и амортизацију звука
6. Постављање изолације на плафону и зидовима коморе за пригушивање и амортизацију звука

4.2 Звучни апсорбери

Због избора најефикаснијег начина и материјала за заштиту од буке, извршена је фреквентна анализа буке на карактеристичним мерним местима. На основу измерених проблематичних фреквенција одређује се тип звучног апсорбера. Са становишта заштите од буке најтеже је елиминисати буку на ниским фреквенцијама. У пракси се употребљавају три типа апсорбера: а) порозни; б) мембрански; в) резонаторски.



Слика 2. Избор звучних апсорбера у зависности од фреквенцијског спектра буке и коефицијента звучне апсорпције

4.2.1 Мембрански апсорбери

Механички резонатори су системи који се састоје од мембране која може бити танка дрвена, метална, стаклена, кожна или пластична, причвршћене на зид преко носача и

ваздушне коморе испуњене порозним материјалом која се налази иза плоче. Мембрана вибрира под утицајем звучних таласа при чему се троши звучна енергија.

Мерно место (ММ₁) је најкритичније са становишта буке, па је због тога изабрано као меродавно за утврђивање мера заштите од буке.

На 1/3 октавном спектру буке на најкритичнијем мерном месту (ММ₁), види се да су проблематични нивои буке на фреквенцијама:

- 31.5 Hz коме одговара ниво буке од 61.1 dB и
- 500 Hz коме одговара ниво буке од од 61.4 dB

С обзиром на фреквенцијски спектар буке, највећи ефекат звучне апсорпције може се постићи помоћу мембранских или резонаторских апсорбера.

Највећи губици енергије настају при резонанци:

$$f_r = 600 \sqrt{\frac{1}{M \cdot d}} \quad (2)$$

где је: М – површинска маса мембране [кг/м²]

d – дебљина ваздушне коморе [цм]

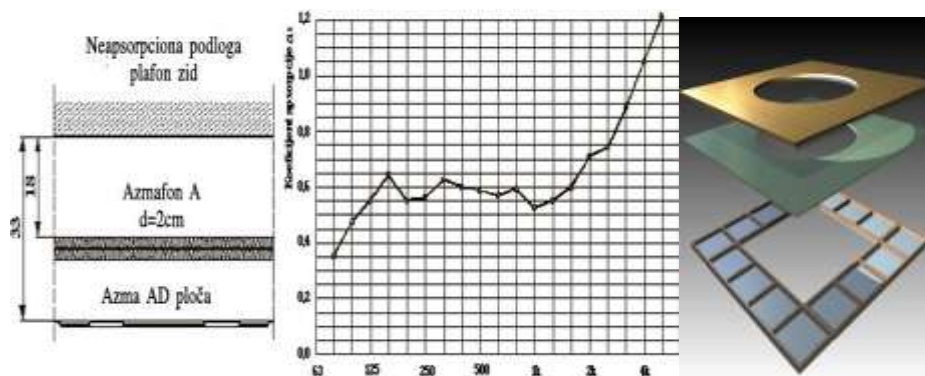
Коефицијент апсорпције ће се повећати ако се у простор ваздушне коморе смести апсорпциони материјал (обично није потребно по целој запремини).



Слика 3. Механички апсорбери без и са апсорпционим материјалом

4.2.2 Практична реализација мембранског апсорбера

Имајући у виду да се највиши ниво буке јавља на фреквенцији од 500 Хз, изабран је мембрански тип звучног апсорбера. Као апсорпциони материјал постављен је Азмафон А дебљине 20 mm, у комбинацији са Азма АД плочама, произвођача "Азма" Крагујевац.



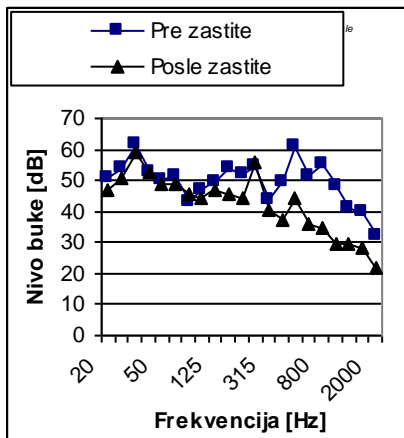
Слика 4. Апсорпционо фреквентна карактеристика за Азма АД плоче у комбинацији са АзмаФоном А

4.3 Резултати мерења нивоа буке и фреквентне анализе након реализованих мера заштите од буке

На фреквенцијском спектру буке уочава се велико смањење нивоа буке на свим фреквенцијама, осим у подручју најнижих фреквенција од 31.5 Хз до 250 Хз.

Табела 2. Бука након реализације система заштите од буке

Мерно место	Постојећи ниво буке $L_{eq}(p)$ [dBA]	Укупни ниво буке $L_{eq}(u)$ [dBA]	Специфични ниво буке $L_{eq}(sp)$ [dBA]	Дозвољени ниво буке [dBA]		Оцена
				дан	ноћ	
MM ₁	41.9	48.1	46.9	47	47	Не пр. доз. ниво
MM ₂	23.5	32.0	31.3	40	35	Не пр. доз. ниво



Слика 5. Фреквенцијски спектар буке на мерном месту MM₁, пре и након постављања звучне изолације.

Након реализације мера заштите од буке, резултати мерења нивоа буке коју при свом раду ствара главни вентилатор за проветравање јаме “Јарандо” у Баљевцу, не прелазе дозвољене вредности које су дефинисане стандардима и Правилником.

Даље смањење нивоа буке у подручју најнижих фреквенција, могуће је остварити применом резонантног апсорбера, за резонантну фреквенцију од 31.5 Hz.

Након реализације мера заштите од буке, резултати мерења нивоа буке коју при свом раду ствара главни вентилатор за проветравање јаме “Јарандо” у Баљевцу, показују да више не постоји угрожавање околине од овог звучног извора.

Даље смањење нивоа буке у подручју најнижих фреквенција, могуће је остварити применом резонантног апсорбера.

Контролна мерења нивоа буке у угроженој стамбеној зони су дала у потпуности очекиване резултате, након изградње система заштите од буке, тако да се ова методологија и практично решење заштите од буке могу примењивати и у другим сличним случајевима.

6. Литература

[1] Петровић, З., Радичевић, Б., Бјелић, М.: Заштита од буке главног вентилатора за проветравање јаме “Јарандо” ЈП ПЕУ Ресавица, Ибарски рудници каменог угља Баљевац, Машински факултет Краљево, 2006

[2] Прашчевић, М. Цветковић, Д.: Бука у животној средини, Факултет заштите на раду у Нишу, Ниш, 2005

- [3] Величковић, Д. : Бука и вибрације 2, Факултет заштите на раду у Нишу, Ниш, 1990
- [4] Стандарди: ЈУС У.Ј6.090 и ЈУС У.Ј6.205
- [5] Правилник о дозвољеном нивоу буке у животној средини, Сл. Гласник РС, бр. 54/92
- [6] [хттп://www.ayma.co.yu](http://www.ayma.co.yu)