

ДОКУМЕНТАЦИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

ИДЕНТИФИКАЦИОНИ ПОДАЦИ

Аутори решења	Др Зоран Петровић, др Миомир Вукићевић, мр Бранко Радичевић, и мр Мишо Бјелић
Назив техничког решења	Звучна заштита од индустријских постројења у фабрици иверице у Ивањици
Врста техничког решења	М82 -Ново прихваћено решење проблема одрживог просторног развоја(заштите) уведено у производњу
Наручилац техничког решења	Предузеће „ŠPIK IVERICA FANTONI GROUP“ Ивањица
Година израде решења	2008-2011. год.
Решење прихватио	„ŠPIK IVERICA FANTONI GROUP“ Ивањица Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву Универзитета у Крагујевцу
Решење реализовао	Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву Универзитета у Крагујевцу
Начин верификације	Техничко решење је верификовано применом, односно изградњом, као и контролним мерењима ефикасности звучне заштите
Начин примене	Пројектовањем и изградњом средстава за заштиту од буке, као и променама у технолошкој организацији процеса производње остварена су смањења утицаја постројења на животну средину

ОПИС ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

ОБЛАСТ НА КОЈУ СЕ ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ ОДНОСИ

Техничко решење обухвата израду звучне заштите индустријских постројења у урбаној средини. Техничко решење обухвата пројектовање и израду звучне заштите на бази мерења индикатора буке и акустичког прорачуна у циљу задовољења законски прописаних вредности индикатора буке у животној средини. Оквир за решење проблема представљају важећи законски прописи Републике Србије у области заштите животне средине од буке. Постојеће законодавство се у највећој мери ослања на директиву Европске Уније 2002/49/ЕС.

ПРОБЛЕМ КОЈИ СЕ РЕШАВА

Проблем заштите од буке од индустријских постројења у урбаној средини, који се разматра у овом техничком решењу често се јавља али се не може решавати типски јер свако постројење је посебан проблем. Наиме, у многим урбаним срединама, поред фабричких хала, годинама су грађени нелегални стамбени објекти. На тај начин је стварана стамбена зона непосредно уз индустријску. Неусклађена законска регулатива је омогућила легализацију тако подигнутих објеката, не улазећи у последице таквог решења. На тај начин, многе фабрике су се нашле на листи великих загађивача животне средине буком. На примеру фабрике иверице, приказане су активности које треба реализовати у циљу успешне заштите од буке стамбеног насеља које се налази непосредно уз фабрику.

Привредни субјекти који утичу на прекорачење прописаних граничних вредности нивоа буке у животној средини дужни су да обезбеде техничке мере за спречавање или смањење емисије буке у животну средину, као и праћење утицаја делатности којом се баве на ниво буке у животној средини.

Директива о заштити од буке у животној средини 2002/49/ЕС се спроводи у државама чланицама Европске уније са циљем унапређења квалитета животне средине и побољшања квалитета живота у градовима и природи, Одредбе ове директиве су пренете у законодавство Србије постављајући изазове надлежним органима, стручњацима и науци: заштита здравља становништва, технике смањења буке, израда стратешких карата буке и учешће грађана у питањима заштите животне средине.

На бази поменуте директиве и других правних аката Европске уније из области заштите од буке у току 2009 И 2010. године, донет је Закон о заштити од буке са пратећим уредбама и правилницима који ову област регулишу у Републици Србији.

Из доле наведеног цитата из Закона, јасно су дефинисани проблеми који се морају решавати звучном заштитом.

“Звучна заштита је скуп мера којим се обезбеђује да звук при преносу из једног у други простор буде ослабљен, као и мере да се бука уређаја и инсталација у објекту смањи. Звучна заштита подразумева и скуп мера које се спроводе у спољном простору, а које утичу на смањење нивоа звука при простирању...” (Закон о заштити од буке у животној средини, Сл. Гласник РС бр. 36/2009).

Технолошки процес производње иверице у „ŠPIK IVERICA FANTONI GROUP“ је такав, да има велики број врло бучних машина и постројења са интезитетом звука око 100dB. Неки од наведених извора буке су на великој висини, што додатно отежава спречавање

преноса звучне енергије у стамбену зону. Стамбена зона је од фабрике одвојена фреквентном саобраћајницом и заштитном зоном ширине 35 метара.

Звучна заштита је реализована пројектовањем и извођењем две звучне баријере висине 6 m и укупне дужине 108 m. Поред тога извршена је заштита 5 појединачних доминантних извора буке. На тај начин је ниво буке у стамбеном насељу смањен за 14 dB(A) и омогућено да у дневним условима при раду свих извора буке у фабрици не долази до прекорачења граничних вредности индикатора буке у животној средини.

СТАЊЕ РЕШЕНОСТИ ПРОБЛЕМА У СВЕТУ И У СРБИЈИ

Европска унија (EU), кроз развој и имплементацију новог и глобалног приступа техничкој хармонизацији и стандардизацији и његовог наметања државама потенцијалним кандидатима и државама са којима се граничи, ствара јединствену законску основу за популацију која ће у догледно време имати преко милијарду становника.

Везано за то, EU је донела скуп прописа који се односе на буку и заштиту од буке. У почетним фазама је EU регулатива о управљању буком била заснована на циљевима интерног тржишта. Они су већином били усмерени ка усаглашавању дозвољених вредности буке коју својим радом стварају одређени уређаји (моторна возила, кућни апарати итд.). Како су временом информације о утицају буке на здравље људи све више постајале доступне, све је упечатљивија постајала и потреба за вишим нивоом заштите EU држављана кроз шири оквир мера у целој Европи.

Након што је 2000. године усвојен предлог Комисије, Европски парламент и Савет су 2002. године усвојили Директиву 2002/49/EC о процени и управљању буком у животној средини, која је позната и под називом "END". Директива END има за циљ да:

“дефинише општи приступ којим би се, на приоритетној основи, избегли, спречили или смањили штетни утицаји и сметње изазвани изложеношћу буци у окружењу”.

У ту сврху ће се постепено спроводити одређене активности. Поред наведеног, ова Директива има за циљ и успостављање основе за развој EU мера за смањење буке коју емитују главни извори, нарочито друмска и железничка возила и инфраструктура, ваздухоплови, екстерна индустријска опрема и покретна механизација.

Активности регулисане Директивом 2002/49/EC:

- Мониторинг буке са циљем израде стратешких карата буке
- Обавештавање и саветовање јавности о изложености буци
- Решавање локалних питања у вези са буком, кроз израду акционих планова
- Развој дугорочне стратегије EU, који обухвата циљеве за смањење броја људи угрожених буком

Међутим, важно је имати у виду да се садашњом Директивом не успостављају обавезујуће граничне вредности, нити се прописују мере које би биле обухваћене акционим плановима, чиме се решавање ових питања оставља у надлежности релевантних органа.

Сагласно њеним начелним циљевима, Директива о процени и управљању буком у животној средини се односи на буку којој су изложени људи, нарочито у изграђеним подручјима, у јавним парковима или другим тихим подручјима у градским агломерацијама, у тихим областима у руралним срединама, у близини школа, болница и других објеката и подручја осетљивих на буку.

У имплементацији техничког решења у обзир су такође узети бројни прописи EU везани за изворе буке који су у одговарајућем обиму пренети у наше законодавство.

- Прописи везани за буку која потиче од друмског саобраћаја: Директива 70/157/ЕЕС о буци коју емитују моторна возила, Директива 97/24/ЕС о буци коју емитују мотоцикли, Директива 2001/43/ЕС везана за пнеуматике моторних и прикључних возила;
- Директива 2000/14/ЕС Европског Парламента и Савета о буци коју емитује опрема која се користи на отвореном која је измењена и допуњена Директивом 2005/88/ЕС Европског Парламента и Савета и Регулативом (ЕС) 219/2009 .

У циљу усаглашавања са европским законодавством и потврђеним међународним конвенцијама у Србији су усвојени следећи закони, подзаконски акти и стандарди из области заштите од буке у животној средини:

- Закон о заштити од буке у животној средини ("Сл. гласник РС" бр. 36/2009, 88/2010)
- Уредба о индикаторима буке, граничним вредностима, методама за оцењивање индикатора буке, узнемиравања и штетних ефеката буке у животној средини ("Сл. гласник РС" бр. 75/2010)
- Правилник о методама мерења буке, садржини и обиму извештаја о мерењу буке ("Сл. гласник РС" бр. 72/2010)
- Правилник о условима које мора да испуњава стручна организација за мерење буке, као и о документацији која се подноси уз захтев за добијање овлашћења за мерење буке ("Сл. гласник РС" бр. 72/2010)
- Правилник о методологији за одређивање акустичких зона ("Сл. гласник РС" бр. 72/2010)
- SRPS ISO 1996-1: 2010 Акустика – Описивање, мерење и оцењивање буке у животној средини – Део 1: Основне величине и процедуре оцењивања
- SRPS ISO 1996-2: 2010 Акустика – Описивање, мерење и оцењивање буке у животној средини – Део 2: Одређивање нивоа буке у животној средини

Више од 60% градског становништва у Србији изложено је нивоима саобраћајне буке за које се сматра да озбиљно угрожавају квалитет живота. Приближно 25% становништва је изложено толиким нивоима буке да је дошло до појаве последица по здравље, што је и потврђено од стране Института за хигијену и медицинску екологију из Београда.

Према Европском комитету за животну средину и здравље, у Србији постоје тешкоће у вези са неадекватним законодавством и граничним вредностима за буку, неодговарајући мониторинг буке у градским подручјима, недостатак активности зонирања буке у процесу просторног планирања, непогодан положај индустријских подручја, недостатак пројеката за заштиту од буке, недовољна контрола буке коју емитују моторна возила, као и неодговарајуће управљање саобраћајем.

КОНЦЕПЦИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Да би предузеће "ŠPIK IVERICA FANTONI GROUP", могло да обавља процес производње иверице, било је потребно пројектовати звучну заштиту која ће омогућити да се вредности индикатора буке у животној средини налазе испод граничних вредности које су прописане важећим законским прописима. Од стране надлежних инспекцијских органа предузећу је дат рок за решење проблема буке, због драстичног прекорачења нивоа буке у стамбеној зони поред фабрике.

На основу техничких решења заштите од буке и главног пројекта баријере, урађених од стране Машинског факултета Краљево (сада Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву), предузеће је приступило техничкој реализацији звучне заштите. Применом

мера звучне заштите било је потребно да се укупни еквивалентни ниво буке фабрике на контролној тачки у стамбеној зони снизи за 13 dBA.

Звучна заштита је реализована пројектовањем и извођењем две звучне баријере висине 6 m и укупне дужине 108 m. Поред тога извршена је заштита 5 појединачних доминантних извора буке. На тај начин је ниво буке у стамбеном насељу смањен за 14 dB(A) и омогућено да у дневним условима при раду свих извора буке у фабрици не долази до прекорачења граничних вредности индикатора буке у животној средини.

ДЕТАЉАН ОПИС ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

1. УВОД

На примеру фабрике иверице, приказане су активности које треба реализовати у циљу успешне заштите од буке стамбеног насеља које се налази непосредно уз фабрику. Ова и сличне стамбене зоне, су по правилу настајале након изградње фабрика. Осим тога, овакве стамбене зоне које се налазе у индустријском подручју или непосредно уз њега је тешко сврстати у неку од законски прописаних акустичких зона. Због тога се намеће питање увођења нове акустичке зоне за стамбена насеља уз индустријску зону. Примери таквих решења су познати у неким европским земљама. На тај начин би се омогућило субјектима заштите животне средине од буке да међусобно сарађују и обезбеде координацију у спровођењу мера и одлука.

Укупни ниво буке у стамбеном насељу поред фабрике иверице, износио је 76 dB(A), што далеко прелази дозвољене вредности индикатора буке у животној средини за В акустичну зону. Узрок за тако високо прекорачење је двострук. Први разлог је близина индустријских постројења која се налазе на малом растојању од стамбених јединица а други разлог је тај, што између фабричких постројења и стамбених јединица пролази фреквентна градска саобраћајница.

Стамбена зона угрожена буком простире се паралелно са фабричким халама на дужини од око 170 m. Просечна удаљеност фасада кућа од најближих извора буке је око 35 m. Кључни проблеми у изналажењу најефикаснијег начина заштите од буке су: велика висина појединих постројења (до 25 m), велики број извора буке, близина кућа и густо стамбено насеље. Извршена су мерења нивоа буке на свим изворима а затим су утврђени доминантни извори буке. На основу мерења нивоа буке свих извора, усвајања доминантних извора, утврђивања типа извора буке и слабљења буке при простирању уз могућност постављања звучне баријере, формиран је математички модел помоћу кога су утврђени нивои буке и изабрана најповољнија варијанта за заштиту од буке с обзиром на могућности техничке реализације.

2. ИЗВОРИ БУКЕ

Постројења и машине које се користе у процесу производње иверице, спадају у групу стационарних извора који генеришу високе нивое буке. У делу фабрике, који претставља доминантни извор буке, технолошки се могу уочити три подсистема: линија за просејавање сировог и сувог ивера, линија за дозирање прашине, линија за транспорт и просејавање струготине.

Из силоса сировог ивера помоћу грабуљастих и пужних транспортера ивер се допрема у сушару спољашњег слоја (ДС) и сушару међуслоја (МС). Из сушаре ивер се пнеуматским путем помоћу вентилатора допрема до циклона (за смиривање). Прва – најкрупнија фракција ивера се помоћу пнеуматског транспорта допрема поново на млин (ПСКМ). У млину се ивер меље – уситњава и пнеуматским путем помоћу вентилатора допрема у циклон где се помоћу зауставе и система пужних транспортера поново допрема на решетку за просејавање – сито. Друга и трећа фракција се помоћу пнеуматског транспорта

допрема у силосе сувог ивера спољног слоја (ДС) и средњег слоја (МС). Четврта фракција је најситнија фракција ивера (прашина) која се пнеуматским путем помоћу компресора транспортује у силосе прашине.



Слика 1. Извори буке у процесном делу фабрике

До успешног модела за управљање буком, оцену стања нивоа буке и предузимање адекватних мера и метода за смањење буке, неопходно је имати што тачније податке о карактеристикама саме буке. До ових података се долази мерењем карактеристичних величина буке у фреквентном, амплитудном и временском домену. У циљу што тачнијег утврђивања карактеристика буке извршен је низ мерења буке у току дана и ноћи.

Главни механизми генерисања буке у овом случају могу се поделити у две групе: механички (вентилатори, компресори, електро мотори, зупчасти пренос, каишни пренос, транспортери, лежајеви и друге ротационе компоненте), и аеродинамички који настају као последица пнеуматског транспорта иверја. Машинска опрема оваквог типа генерише веома високе нивое буке, углавном тоналног карактера са компонентама у средњефреквенцијском и високофреквенцијском опсегу које су пропорционалне ротационој брзини машинских компонента. Аеродинамичка бука настаје као последица кретања иверја под дејством струје ваздуха у пнеуматским цевоводима који повезују силосе веома великих висина (поједини достижу висину близу 30 m). Пошто се струготина у пнеуматским цевоводима креће великом брзином кроз различите попречне пресеке и кривине, долази до турбуленције која генерише широкопојасну буку.

2.1 Ниво буке

Фабрика ради целодневно без икаквих прекида. За формирање почетне базе извора уочено је дејство 29 извора који су подељени у три већ поменуте локацијске скупине.

Нивои буке појединих извора су мерени на веома блиском растојању (до 0.5 m), како би се избегао утицај осталих извора. Треба напоменути да у фабрици постоји још доста извора буке чији су нивои испод 80 dB. Задржани су само извори буке са нивоима од 80 до 100 dB. Ниво буке одабраних извора.

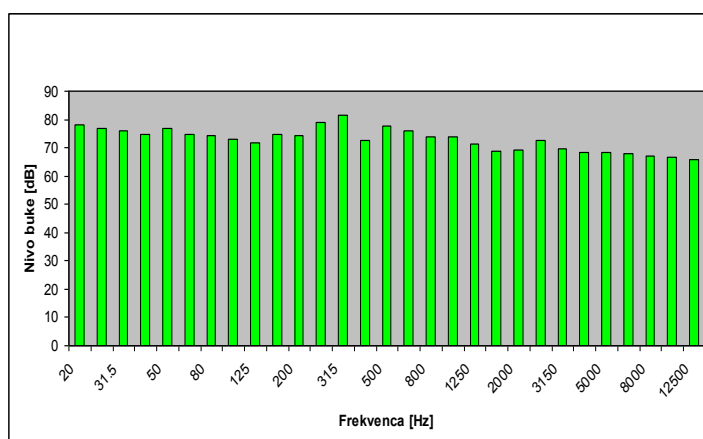
Као критеријум за избор у ред доминантних извора узети су нивои буке које дају појединачни извори и њихова удаљеност од стамбеног насеља, као и висина извора и њихова евентуална заклоњеност другим објектима. Тако одабрани извори су приказани у табели 1.

Табела 1. Доминантни извори буке у фабрици

Озн.	Назив	Ниво буке [dBA]
S1	Грабуљасти транспортер међуслоја	81
S2	Ланчаник грабуљастог транспортера	81
S3	Решетка за просејавање – сито	81
S4	Вентилатор сувог ивера међуслоја	100
S5	Вентилатор сувог ивера спољашњег слоја	97
S6	Вертикални пужни транспортер	89
S7	Хоризонтални грабуљасти транспортер	89
S8	Зауставе међуслоја	89
S9	Вентилатор за помоћно одсисавање са иверача	94
S10	Грабуљастим транспортер Z-силоса	86
S11	Транспортер балвана	83
S12	Кран (погон)	85
S13	Повратни цевовод из хале	85
S14	Вентилатор снаге 90 kW	87
S15	Вентилатор	81
S16	Грабуљасти транспортер 4 kW	80

2.2 Фреквенцијски спектар буке

Осим мерења еквивалентног нивоа буке на карактеристичним изворима извршена је фреквентна анализа буке. За локацијска подручја извора буке: припрема иверја и процесни део, приказана је фреквентна карактеристика буке за карактеристично постројење подручја, извршена помоћу 1/3 октавних филтара.



Слика 2. Фреквентни спектар буке сушаре у процесном делу фабрике

Бука на локацији припреме иверја има просечни еквивалентни ниво од 92 dB(A) и широко појасног је типа, јер има приближно равномерну расподелу звучне енергије у ширем фреквенцијском спектру. Бука у процесном делу фабрике, такође је широкопојасна.

Што се тиче компресорске станице, као трећег локацијског подручја извора буке, оно није посебно анализирано са становишта фреквентне анализе, јер се компресори налазе у зиданом објекту. Мерења су показала да је само потребно држати затворене прозоре на компресорској станици. У таквом режиму рада компресорска станица нема утицаја на повишење нивоа буке у животној средини.

3. СИСТЕМ ЗАШТИТЕ ОД БУКЕ

До успешног модела за управљање буком, оцену стања нивоа буке и предузимање адекватних мера и метода за смањење буке, неопходно је имати што тачније податке о карактеристикама саме буке. До ових података се долази мерењем карактеристичних величина буке у фреквентном, амплитудном и временском домену. У циљу што тачнијег утврђивања карактеристика буке извршен је низ мерења буке у току дана и ноћи.

Да би се омогућила ефикасно пројектовање система заштите од буке, неопходно је формирати математички модел који омогућава израчунавање мапе буке за целокупно подручје. Главна предност формирања математичког модела је израда варијантних акустичких решења. Таква решења, уз друга ограничења представљају основу за вишекритеријумску оптимизацију приликом избора конкретних решења у систему заштите од буке.

3.1 Бука на контролним тачкама

Низом мерења у стамбеном насељу, утврђена је контролна тачка, тј. место на коме је ниво буке у читавој стамбеној зони највиши. Како се процес производње у фабрици одвија непрекидно, проблем решења заштите од буке своди се на изналажење система заштите који на контролној тачки испред репрезентативне стамбене јединице (у даљим анализама означена са KT_1) обезбеђује ниво специфичне буке фабрике од 55 dB(A), што представља дозвољену вредност индикатора буке у животној средини за ноћне услове.

Табела 2. Ниво буке на контролним тачкама

Мерно место	Резидуални ниво буке [dBA]		Укупни ниво буке [dBA]		Дозвољени ниво буке [dBA]	
	дан	ноћ	дан	ноћ	дан	ноћ
KT_1	63	53	76	73	65	55

Ако се за постојећи ниво буке усвоји ниво који је утврђен током ноћног мерења поред улице која раздваја фабрику и стамбено насеље, може се израчунати специфични ниво буке фабрике на контролној тачки. Укупни ниво буке од 57 dB(A), омогућава постизање дозвољеног нивоа буке на контролним мерним тачкама, тј. у стамбеном насељу.

3.2 Мапа буке

Потреба да се ниво буке рачуна у више тачака и да се истовремено посматра више извора и више баријера, довела је до потребе коришћења софтверског решења за прорачун поља буке [1].

Програм омогућава прорачун поља буке које ствара више тачкастих извора буке, чије је простирање ограничено са више линијских баријера. Модел за одређивање поља буке, заснива се на просторном моделу поља у коме се израчунава ниво буке, моделу извора и

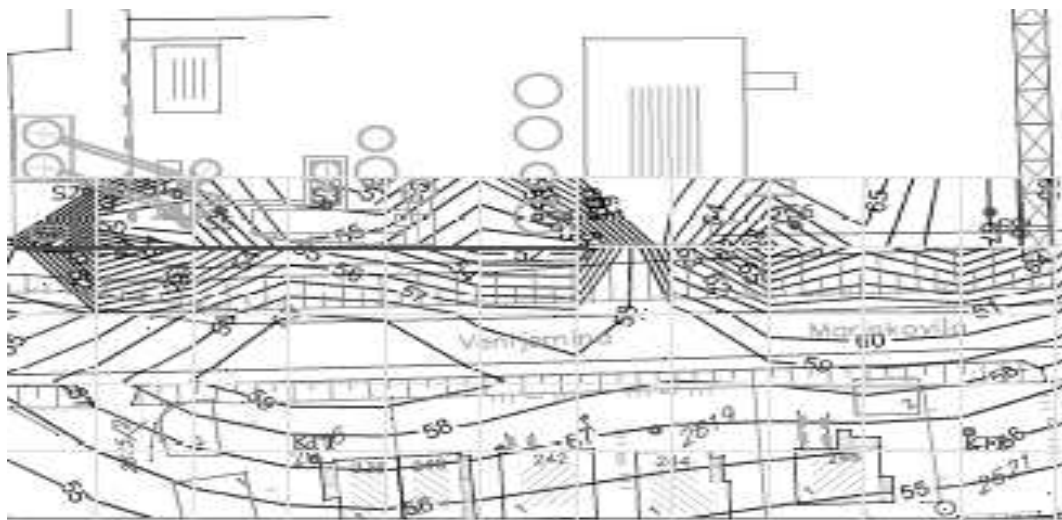
моделу баријера. Поље буке се описује нивоима буке прорачунатим у тачкама које припадају еквидистантним површинама паралелним са основом поља.

Формиран је алгоритам који израчунава слабљење при простирању звука, дат изразом 1:

$$C = C_D + C_A + C_B + C_G + C_Z \quad (1)$$

Слабљење нивоа буке настаје као резултат корекције због: C_D – дивергенције звучних таласа, C_A – апсорпције ваздуха, C_B – баријере, C_G – апсорпције терена, C_Z – зелених засада.

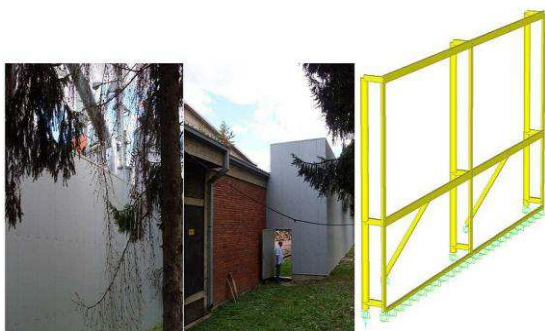
За примену софтвера потребно је дефинисати изворе буке (положај и ниво буке), положај баријера и положај контролних тачака. Као излазни резултат се добија ниво буке у чворовима мреже. Корак мреже се може задавати произвољно, али је уобичајено да се за мапе буке користи мрежа 10x10 m.



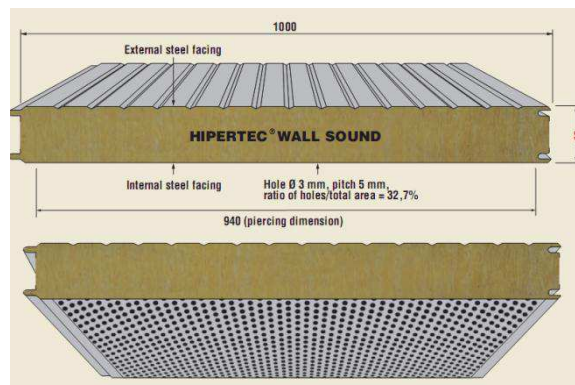
Слика 3. Мапа буке – жељено стање

3.3 Методе пројектовања заштите

За успешно пројектовање система заштите од буке потребно је анализирати активне и пасивне методе заштите преко ефеката које конкретне варијанте изазивају у животној средини. Тачни одговори у погледу избора најефикасније и најекономичније варијанте заштите од буке, усклађене са технолошким и грађевинским пројектом, могу се дати једино на основу упоредне техноекономске анализе различитих варијанти.



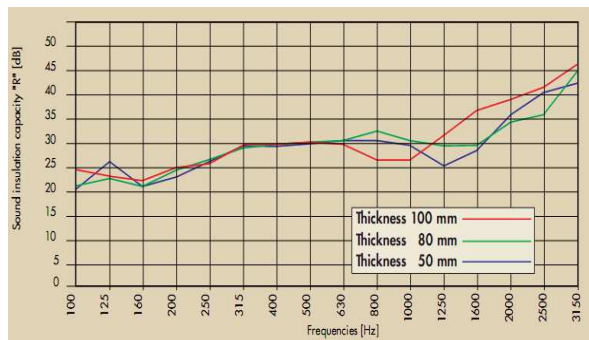
Слика 4. Изглед баријера и њихова носећа конструкција



Слика 5. Одабрани панел за израду баријере
(www.metecno.com)

Приликом избора алтернативних решења вођено је рачуна о могућностима техничке реализације предложених варијанти. За решење проблема предложена је комбинација активне и пасивне заштите од буке. Изградња баријера висине 6 m и дужине 60 m и

активна заштита на самим изворима буке, чија је висина једнака или већа од висине баријере, представљају најрационалнији начин заштите од буке индустријских постројења у наведеном примеру.



Слика 6. Изолациона моћ панела (www.metecno.com)

За израду звучне баријере одабран је панел дебљине 80 mm (слике 5 и 6), са једном перфорираном страном (32.7%), која је окренута према изворима буке. Поред велике изолационе моћи панела, он је и ватроотпоран, што је веома значајно с обзиром да се ради о фабрици иверице, где постоји велика могућност настајања пожара.

3.4 Заштита појединачних извора буке

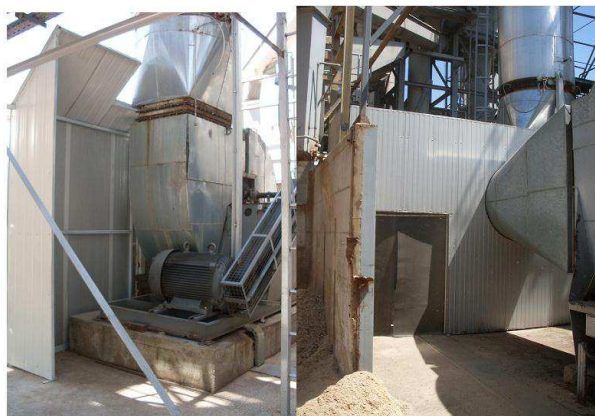
Поред две баријере, висине 6m и дужине 108 m, извршена је звучна заштита појединачних доминантних извора. Критеријум за утврђивање приоритета за реализацију звучне заштите појединачних извора је био пре свега акустички. Извршена је заштита звучних извора, који дају највиши ниво буке, или су пак, најближи стамбеном насељу или се налазе на великој висини.

Појединачни извори који су обухваћени системом заштите су:

- Вертикални пужни транспортер
- Вентилатор сушаре сувог ивера међуслоја
- Зауставе међуслоја
- Вентилатор сушаре сувог ивера спољашњег слоја
- Вентилатор за додатно одсисавање са иверача

Испред наведени звучни извори су заштићени израдом оклопа, као што је то приказано на слици на примеру вертикалног пужног транспортера или је заштита вршена постављањем малих баријера.

Неки од примера звучне заштите, приказани су на сликама 7, 8, 9 и 10.



Слика 7. Вентилатор сушаре међуслоја – након звучне заштите

Заштита изведена израдом оклопа од апсорпционих панела (исти панели као и за баријеру), као што је приказано на примеру вертикалног пужног транспортера (слика 8), даје смањење нивоа буке непосредно иза панела за 20 dB. Исто важи и за мале баријере које су израђене од истих панела и постављене испред доминантних звучних извора (слика 7).



Слика 8. Вертикални пужни транспортер пре и после акустичке заштите

Баријере направљене од танког ребрастог лима дају ефекат смањена нивоа буке (непосредно иза баријере) од 8 dB. Овакво решење је приказано на примеру заустава међуслоја сувог ивера (слика 9).



Слика 9. Зауставе међуслоја – пре и након звучне заштите

Баријере изведене у комбинацији ребрастог лима и гумених тракастих звучних завеса (непосредно иза баријере) дају ефекат смањења нивоа буке од 6 dB (слика 10).



Слика 10. Вентилатор за додатно одсисавање са иверача – пре и након звучне заштите

4. ЕФЕКТИ СИСТЕМА ЗАШТИТЕ ОД БУКЕ

Изведеним мерама заштите остварен је меродавни ниво буке фабрике који не прелази дозвољену границу од 65 dB у дневним условима рада. Потребно је предузети даље мере заштите према програму који је предложен у овом раду, како би се достигла и дозвољена граница од 55 dB за ноћ.

Ефекти смањења нивоа буке на контролној тачки су приказани у наредној табели.

Табела 3. Ефекат смањења укупног и специфичног нивоа буке фабрике након реализације пројектованих мера заштите од буке

Р. бр.	Врста заштите	Ниво буке Пре заштите [dB(A)]	Ниво буке након заштите [dB(A)]	Смањење укупног нивоа буке [dB(A)]		Смањење специфичног нивоа буке фабрике [%]	
				Појединачно	Кумулативно	Појединачно	Кумулативно
1.	Две баријере висине 6 m укупне дужине 108 m (60 m + 48 m)	76	69	7	7	8	8
2.	Звучна изолоација пет доминантних извора буке у фабрици	69	66	3	10	6	14

Укупан ниво буке у стамбеном насељу на контролној тачки, смањен је за 10 dB(A), од почетка реализације пројектованих мера заштите од буке. То је смањење укупног нивоа буке за **3.16 пута**, односно **316.2%**.

Специфични ниво буке у на контролној тачки смањен је за 14 dB(A), од почетка реализације пројектованих мера заштите од буке. То је смањење специфичног нивоа буке фабрике за **5 пута**, односно **501.2%**. Подаци о резидуалном нивоу буке су узети из табеле 2.

5. ЗАКЉУЧАК

Мерама заштите од буке, постигнут је специфични ниво буке фабрике од 62 dB. Смањење нивоа буке од 14 dB, знатно је поправило акустички комфор у зони становања поред фабрике иверице. Овакав ниво буке се налази у оквиру дозвољене вредности индикатора буке у животној средини, за дневни референтни временски интервал. Пошто фабрика ради целодневно, потребно је предузети додатне мере заштите од буке које ће омогућити достизање дозвољеног нивоа буке у ноћном периоду.

Правци даљег деловања су сада доста отежани, јер постоји велики број тачкастих извора буке који имају ниво око 80 dB а налазе се на великој висини. Поред тога, постоји неколико грабуљастих транспортера који практично представљају линијски извор буке,

па их је потребно изоловати целом дужином. Неке од могућности су остваривање еластичних веза цевовода и темеља великих електромотора и вентилатора.

НАЧИН РЕАЛИЗАЦИЈЕ И МЕСТО ПРИМЕНЕ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Техничко решење је реализовано у оквиру пројекта Министарства за просвету, науку и технологију Републике Србије „Развој средстава и методологија за заштиту од буке урбаних средина“ са идентификационом ознаком ТР37020.

МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Могућности примене оваквог техничког решења су веома велике, када је у питању заштита од буке индустријских постројења. Проблем буке у стамбеним насељима уз индустријске зоне могуће је решавати на начин који је представљен у овом техничком решењу.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Петровић З., Радичевић Б., Шошкић З., Бјелић М. - Заштита од буке индустријских постројења - „Бука и вибрације“, XXI конференција са међународним учешћем, Тара 2008
- [2] Radičević B., Petrović Z., Todosijević S., Petrović Zv., - DESIGN OF NOISE PROTECTION OF INDUSTRIAL PLANTS – CASE STUDY OF A PLAYWOOD FACTORY, 23rd National Conference 4th International Conference „Noise and Vibration“, Niš, 2012, Serbia
- [3] Petrović Z., Radičević B., Petrović Zv., Zdravković N., - DESIGN OF NOISE PROTECTION IN URBAN AREAS – CASE STUDY OF ON ELEMENTARY SCHOOL, 23rd National Conference 4th International Conference „Noise and Vibration“, Niš, 2012, Serbia
- [4] Петровић З., Радичевић Б., Бјелић М., „Елаборат – Идејно решење заштите од буке „ŠPIK IVERICA FANTONI GROUP“ - Ивањица“, Машински факултет Краљево, 2007
- [5] Правица П., - Бука – карактеристике, штетно дејство и стање у Србији, уводно излагање на конгресу о буци „Бука у Србији – усаглашеност са европским трендовима“, Београд, 2012
- [6] Прашчевић М., Цветковић Д., „Бука у животној средини“, Факултет заштите на раду у Нишу, Ниш, 2005
- [7] Узуновић Р., „Заштита од буке и вибрација“, ЛОЛА Институт, Београд, 1997
- [8] Величковић Д., „Бука и вибрације 2“, Факултет заштите на раду у Нишу, Ниш, 1990
- [9] Стандарди: SRPS ISO 1996-1 и SRPS ISO 1996-2

ПРИЛОЗИ

1. Одлука о именовану рецензената
2. Мишљење рецензената
3. Мишљење корисника техничког решења
4. Одлука о прихватању техничког решења

Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву
Универзитета у Крагујевцу

Број: 1376/9
Краљево, 28. 12 2012. године

На основу Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача ("Службени гласник Републике Србије" број 38/2008) и члана 78. Статута Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву Наставно научно веће на седници одржаној 28. 12 2012. године донело је

ОДЛУКУ

1. За рецензенте техничког решења "ЗВУЧНА ЗАШТИТА ИНДУСТРИЈСКИХ ПОСТРОЈЕЊА У ФАБРИЦИ ИВЕРИЦЕ У ИВАЊИЦИ" аутора проф др Зорана Петровића, проф др Миомира Вукићевића, мр Бранка Радичевића и мр Мише Бјелића именују се:

- др Милосав Огњановић редовни професор Машинског факултета из Београда;
- др Драган Цветковић редовни професор Факултета за заштиту на раду из Ниша.



ДЕКАН

M. Gashić
др Миломир Гашић, ред.проф.

ДОСТАВИТИ:

- проф др Милосаву Огњановићу;
- проф др Драгану Цветковићу ;
- архиви.

Одлуком Наставно-научног већа Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву бр. 1346/9 од 28.12.2012. године именован сам за рецензента техничког решења „Звучна заштита од индустријских постројења у фабрици иверице у Ивањици“ групе аутора: проф. др Зоран Петровић, проф. др Миомир Вукићевић, мр Бранко Радичевић и мр Мишо Бјелић.

На основу предлога овог техничког решења подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење „Звучна заштита од индустријских постројења у фабрици иверице у Ивањици“ групе аутора: проф. др Зоран Петровић, проф. др Миомир Вукићевић, мр Бранко Радичевић и мр Мишо Бјелић, реализовано у периоду од 2008. до 2011. године, приказано је на 14 страница формата А4, писаних Cambria фонтом, Single проредом, садржи 10 слика и 3 табеле. У оквиру документација техничког решења дати су:

- Идентификациони подаци
- Проблем који се решава
- Стање решености проблема у свету и Србији
- Концепција техничког решења
- Детаљан опис техничког решења
 1. Увод
 2. Извори буке
 - 2.1 Ниво буке
 - 2.2 Фреквенцијски спектар буке
 3. Систем заштите од буке
 - 3.1 Бука на контролним тачкама
 - 3.2 Мапа буке
 - 3.3 Методе пројектовања заштите
 - 3.4 Заштита појединачних извора буке
 4. Ефекти система заштите од буке
 5. Закључак

Техничко решење припада области Заштите животне средине.

Наручилац техничког решења је „ŠPIK IVERICA FANTONI GROUP“ - Ивањица.

Основна, полазна идеја за ово техничко решење прихваћена је и објављена на научној конференцији са међународним учешћем „Бука и вибрације“, Тара 2008 у организацији Факултета заштите на раду из Ниша. Примена предложеног техничког решења реализована је у предузећу „ŠPIK IVERICA FANTONI GROUP“ - Ивањица. Резултати реализованог система заштите од буке објављени су на међународној научној конференцији „Noise and Vibration“, Niš 2012. Радови су наведени у списку литературе техничког решења.

МИШЉЕЊЕ

Аутори техничког решења „Звучна заштита од индустријских постројења у фабрици иверице у Ивањици“ су јасно приказали и теоријски обрадили комплетну структуру техничког решења.

У техничком решењу су дати резултати анализе утицаја буке и могућности заштите у непосредном окружењу индустријских постројења фабрике за производњу иверице „ŠPIK IVERICA FANTONI GROUP“ - Ивањица. Извршена су сва потребна мерења нивоа буке и на адекватан начин су сагледани доминантни извори буке.

Формирани математички модел за утврђивање мапе буке у зони негативног утицаја, је експериментално верификован, чиме је потврђена његова примена приликом избора алтернативних решења за заштиту од буке индустријских постројења за производњу иверице.


Приликом избора алтернативних решења вођено је рачуна о могућностима техничке реализације предложених варијанти. Изградња две баријере висине 6 m и дужине 108 m и појединачна заштита доминантних звучних извора у фабрици, представљају оптимални начин заштите од буке индустријских постројења у наведеном примеру.

Мерама заштите од буке, специфични ниво буке у стамбеној зони поред фабрике, смањен је за 14 dB(A).

Контролна мерења нивоа буке у угроженој стамбеној зони су дала у потпуности очекиване резултате, након реализације свих појединачних активности у систему заштите од буке. На основу изнетог, наведено техничко решење представља начин за практично решавање проблема заштите од буке индустријских постројења и као такво се може користити и у другим сличним случајевима.

На основу свега наведеног као рецензент оцењујем да резултат научноистраживачког рада под називом: „Звучна заштита од индустријских постројења у фабрици иверице у Ивањици“ представља научни резултат који поред стручне компоненте пружа оригинални научноистраживачки допринос и по важећим критеријумима може се сврстати у категорију M82 – „Ново прихваћено решење проблема одрживог просторног развоја (заштите) уведен у производњу...“.

14.01.2013. год., у Београду


Проф. др Милосав Огњановић, редовни професор
Машински факултет Универзитета у Београду

Одлуком Наставно-научног већа Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву бр. 1346/9 од 28.12.2012. године именован сам за рецензента техничког решења „Звучна заштита од индустријских постројења у фабрици иверице у Ивањици“ групе аутора: проф. др Зоран Петровић, проф. др Миомир Вукићевић, мр Бранко Радичевић и мр Мишо Бјелић.

На основу предлога овог техничког решења подносимо следећи

Факултет за машинство и грађевинарство
у Краљеву
Универзитета у Крагујевцу,
Број: 64
Датум: 21. 01. 2013. год.
Краљево, Доситејева 19.

ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење „Звучна заштита од индустријских постројења у фабрици иверице у Ивањици“ групе аутора: проф. др Зоран Петровић, проф. др Миомир Вукићевић, мр Бранко Радичевић и мр Мишо Бјелић, реализовано у периоду од 2008. до 2011. године, приказано је на 14 страница формата А4, писаних Cambria фонтом, Single проредом, садржи 10 слика и 3 табеле. У оквиру документација техничког решења дати су:

- Идентификациони подаци
- Проблем који се решава
- Стање решености проблема у свету и Србији
- Концепција техничког решења
- Детаљан опис техничког решења
 1. Увод
 2. Извори буке
 - 2.1 Ниво буке
 - 2.2 Фреквенцијски спектар буке
 3. Систем заштите од буке
 - 3.1 Бука на контролним тачкама
 - 3.2 Мапа буке
 - 3.3 Методе пројектовања заштите
 - 3.4 Заштита појединачних извора буке
 4. Ефекти система заштите од буке
 5. Закључак

Техничко решење припада области Заштите животне средине.

Наручилац техничког решења је „ŠPIK IVERICA FANTONI GROUP“ - Ивањица.

Основна, полазна идеја за ово техничко решење прихваћена је и објављена на научној конференцији са међународним учешћем „Бука и вибрације“, Тара 2008 у организацији Факултета заштите на раду из Ниша. Примена предложеног техничког решења реализована је у предузећу „ŠPIK IVERICA FANTONI GROUP“ - Ивањица. Резултати реализованог система заштите од буке објављени су на међународној научној конференцији „Noise and Vibration“, Niš 2012. Радови су наведени у списку литературе техничког решења.

МИШЉЕЊЕ

Аутори техничког решења „Звучна заштита од индустријских постројења у фабрици иверице у Ивањици“ су јасно приказали и теоријски обрадили комплетну структуру техничког решења.

У техничком решењу су дати резултати анализе утицаја буке и могућности заштите у непосредном окружењу индустријских постројења фабрике за производњу иверице „ŠPIK IVERICA FANTONI GROUP“- Ивањица. Извршена су сва потребна мерења нивоа буке и на адекватан начин су сагледани доминантни извори буке.

Формирани математички модел за утврђивање мапе буке у зони негативног утицаја, је експериментално верификован, чиме је потврђена његова примена приликом избора алтернативних решења за заштиту од буке индустријских постројења за производњу иверице.

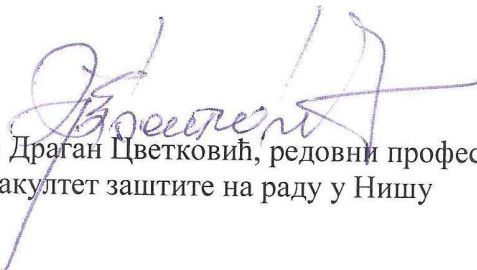
Приликом избора алтернативних решења вођено је рачуна о могућностима техничке реализације предложених варијанти.. Изградња две баријере висине 6 m и дужине 108 m и појединачна заштита доминантних звучних извора у фабрици, представљају оптимални начин заштите од буке индустријских постројења у наведеном примеру.

Мерама заштите од буке, специфични ниво буке у стамбеној зони поред фабрике, смањен је за 14 dB(A).

Контролна мерења нивоа буке у угроженој стамбеној зони су дала у потпуности очекиване резултате, након реализације свих појединачних активности у систему заштите од буке. На основу изнетог, наведено техничко решење представља начин за практично решавање проблема заштите од буке индустријских постројења и као такво се може користити и у другим сличним случајевима.

На основу свега наведеног као рецензент оцењујем да резултат научноистраживачког рада под називом: „Звучна заштита од индустријских постројења у фабрици иверице у Ивањици“ представља научни резултат који поред стручне компоненте пружа оригинални научноистраживачки допринос и по важећим критеријумима може се сврстати у категорију M82 – „Ново прихваћено решење проблема одрживог просторног развоја (заштите) уведен у производњу...“.

14.01.2013. год., у Нишу


Проф. др Драган Цветковић, редовни професор
Факултет заштите на раду у Нишу

МИШЉЕЊЕ

Предузеће, „ŠPIK IVERICA FANTONI GROUP“ – Ivanjica, било је суочено са проблемом буке фабричких постројења у стамбеном насељу у улици Венијамина Маринковића у Ивањици. Остварен је контакт са проф. др Зораном Петровићем са Машинског факултета из Краљева, најпре по питању мерења буке у животној средини а затим је сарадња проширена на израду техничког решења заштите од буке.

Власнику фабрике и менаџменту су предочена варијантна решења за израду звучне заштите од индустријских постројења. На основу техно-економске анализе усвојен је систем звучне заштите који се састоји у изградњи елемената звучне заштите и увођењу организационо техничких мера :

- Две баријере (висина 6 m, укупне дужине 108 m)
- Појединачна заштита 5 доминантних звучних извора (кабине, преграде, завесе)
- Израда врата на местима где то технолошки процес дозвољава, додатно застакљивање појединих површина, поштовање радне и технолошке дисциплине по питању буке

За сваку фазу изградње звучне заштите урађени су појединачни елаборати и пројекти. Након реализације мера заштите, вршена је провера ефеката заштите од буке а ниво буке на контролној тачки у стамбеном насељу налазио се увек у домену очекиваних вредности.

Реализацијом наведеног система заштите, остварен је ефекат смањења нивоа буке који омогућава рад фабрике у дневним условима (06-22 часа) у оквиру законски дозвољене вредности индикатора буке у животној средини за пету акустичну зону од 65 dBA.

Наша жеља је, да у сарадњи са Факултетом за машинство и грађевинарство из Краљева надоградимо систем заштите од буке како бисмо постигли дозвољену границу буке од 55 dBA за рад у ноћним условима.

У Ивањици,
14.01.2013. год.

Директор:
Милић Спасојевић, дипл. инж. шум.

ŠPIK IVERICA d.o.o.
Bulevar V. Marinkovića 138
01. V. Marinkovića br.
32250 Ivanjica, Srbija

Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву
Универзитета у Крагујевцу
Број: 108/2
Краљево, 30. 01 2013. године

На основу Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача ("Службени гласник Републике Србије" број 38/2008) и члана 78. Статута Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву Наставно научно веће након разматрања техничког решења **"ЗВУЧНА ЗАШТИТА ИНДУСТРИЈСКИХ ПОСТРОЈЕЊАУ ФАБРИЦИ ИВЕРИЦЕ У ИВАЊИЦИ"** на седници одржаној 30.. 01 2013. године донело је

О Д Л У К У

1. Усвајају се позитивне рецензије др Милосава Огњановића редовног професора Машинског факултета из Београда и др Драгана Цветковића редовног професора Факултета за заштиту на раду из Ниша техничког решења **"ЗВУЧНА ЗАШТИТА ИНДУСТРИЈСКИХ ПОСТРОЈЕЊАУ ФАБРИЦИ ИВЕРИЦЕ У ИВАЊИЦИ"** аутора проф др Зорана Петровића, проф др Миомира Вукићевића мр Бранка Радичевића и мр Мише Бјелића.
2. Техничко решење представља научно истраживачки допринос у оквиру пројекта „Развој средстава и методологија за заштиту од буке урбаних средина“ идентификационом ознаком пројекта ТР – 37020 и припада класи М82 према класификацији из Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача ("Службени гласник Републике Србије" број 38/2008).



ДЕКАН

Миломир Гашић
др Миломир Гашић, ред.проф.

ДОСТАВИТИ:

- ауторима техничког решења;
- архиви.