

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука

Ђорђе, Д Милић
Бука на радном месту
мастер рад

Крагујевац, 2012.

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Индустријски инжењеринг

Предмет: Инжењеринг безбедности и управљање ризиком

Број индекса: 328/2008

Ђорђе, Д Милић
Бука на радном месту
мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Доц. др Иван Мачужић, дипл. инж.

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да

Препоручена литература:

- [1]
- [2]
- [3]

Крагујевац, датум

ментор:
Мр Иван Мачужић

Резиме:

Бука се као проблем у свим сферама живота јавља у све већој мери, са развојем технике и технологије долази до њеног смањења у некој мери али не довољно да је можемо занемарити.

Како радно време испуњава већи део нашег дана, неопходно је осврнути се и побринути да бука има што мањи утицај на нас, квалитет нашег рада и живота. У овом раду ћемо се мало више позабавити утицајем буке на човека и њеним нежељеним дејствима, као и могућношћу побољшања услова рада и личне заштите, а самим тим и побољшања резултата и учинка.

Summary:

Noise has been occurring increasingly as a problem in all spheres of life. Development of technology leads to its reduction to some extent, but not enough so that it can be ignored. As working hours occupy a great part of our day, it is necessary to look back and ensure that noise has less impact on us, on the quality of our work and life. In this paper, we are going to address the influence of noise on humans, its side effects, and also the ability to improve working conditions and personal protection, and in this way improve the performance and efficiency.

Садржај:

I ТЕОРИЈСКИ ДЕО РАДА

1. УВОД	1.
2. ЗВУК	2.
3. БУКА	4.
3.1. Категоризација и врсте буке	5.
3.2. Физичке особине буке	8.
3.2.1. Амплитуда звучног таласа	8.
3.2.2. Фреквенција звучног таласа	9.
3.3. Криве за процену буке	10.
3.4. Ниво звучне снаге	11.
4. ВЕЛИЧИНЕ ЗА ИЗРАЖАВАЊЕ НИВОА ИЗЛОЖЕНОСТИ БУЦИ	11.
4.1. Еквивалтни ниво буке	11.
4.2. Ниво изложености буци	12.
4.3. Доза буке	12.
4.4. Формуле за одређивање просечних вредности нивоа буке	13.
4.5. Мерење буке и зашто је меримо	14.
5. УТИЦАЈ БУКЕ НА ЉУДСКО ЗДРАВЉЕ	16.
5.1. Психофизиолошки ефекти	16.
5.2. Психолошки симптоми	17.
5.3. Промене у понашању	17.
5.4. Други нежељени ефекти	17.
6. ПРИЛАГОЂАВАЊЕ НА БУКУ	18.
7. ЗАШТИТА ОД БУКЕ	19.
8. МЕТОДЕ ЗА КОНТРОЛУ БУКЕ	20.
8.1. Контрола буке инжењерским методама	21.
8.2. Административне мере у контроли буке	21.
8.3. Употреба средстава за заштиту радника од буке	21.
8.4. Контрола буке деловањем на извор буке	21.
8.5. Контрола буке деловањем на путању простирања буке	22.
8.6. Паравани, преграде и зидови	24.
8.7. Заштита радника од буке	25.
8.8. Активна контрола буке	26.

II ПРАКТИЧНИ ДЕО РАДА

9. УПОЗНАВАЊЕ СА ИНСТРУМЕНТОМ КОРИШЋЕНИМ ЗА МЕРЕЊЕ	27.
10. УПОЗНАВАЊЕ СА РАДОМ И РАЗВОЈЕМ ПРЕДУЗЕЋА БЛАЖЕКС	28.
11. ПРОИЗВОДНИ ПРОЦЕС	29.
11.1. Пројектовање	30.
11.2. Сечење материјала	33.
11.3. Кантовање	38.
11.4. Паковање	40.
11.5. Обрада	41.
12. ШЕМА ПРОСТИРАЊА И МОГУЋНОСТ СМАЊЕЊА БУКЕ	45.
13. ЗАКЉУЧАК	50.
14. ЛИТЕРАТУРА	51.

I ТЕОРИЈСКИ ДЕО РАДА

1. УВОД

Сваким даном је животна средина све угроженија различитим врстама загађења услед сталног развоја индустрије, саобраћаја и других делатности којима се човек бави. Све је мање неизмењене природе, а зоне човекове активности се све више шире и у њима услови живота и рада све мање задовољавају најосновније захтеве нормалног живљења. Веће стварање добара, све бројније и брже стварање саобраћајних веза и све шира примена помоћних уређаја у домаћинствима, у привреди, пољопривреди и у комуналној средини, као и многи други фактори, без којих се не може замислити савремено друштво, омогућавају удобност живота, али, истовремено доводе до угрожавања здравља људи. Једна од резултанти савременог живљења, која доводи до комплексног оштећења здравља, највише у индустријски развијеним срединама и у урбаним срединама, је бука и борба против буке и њеног деловања је део напора који се чине за побољшање услова живота и заштите животне и радне средине.

Према најчешће коришћеној дефиницији, бука представља сваки нежељени и непријатни звук. Физички посматрано, карактеристике буке и звука су исте, разлика је у доживљају. Пракса је да се термин „бука“ користи за звук који је непожељан, непријатан. Различите особе исту појаву доживљавају различито, за једну особу звук може бити третиран као бука, а за другу не. Пример су трке Формуле 1. или шкрипа врата, чесма из које капље вода могу да сметају колико и гласна грмљавина.

Дефинишући буку као сваки нежељени звук који чујемо, са сигурношћу се може утврдити да је у свакодневном животу и раду сваки појединац изложен деловању буке. Изложеност буци има акумулирајући карактер. То значи да до промена у људском организму изложеном дејству буке, не долази одједном него током дужег времена. У почетку се оне код људи изражавају кроз промену расположења, умор,



несаницу, главобољу, губитак концентрације што узрокује смањену радну способност па се на крају манифестују као оштећење слуха. Трајна изложеност буци има неповратан утацај на људско здравље, а проблеми који претходе овом оштећењу могу посредно изазвати повреде на раду узроковане управо смањеном могућношћу концентрације, несаницом или главобољом.

Све више пажње се поклања проучавању буке на радном месту и њеном отклањању или барем делимичном смањењу. Данас готово да нема радног места које није изложено буци.

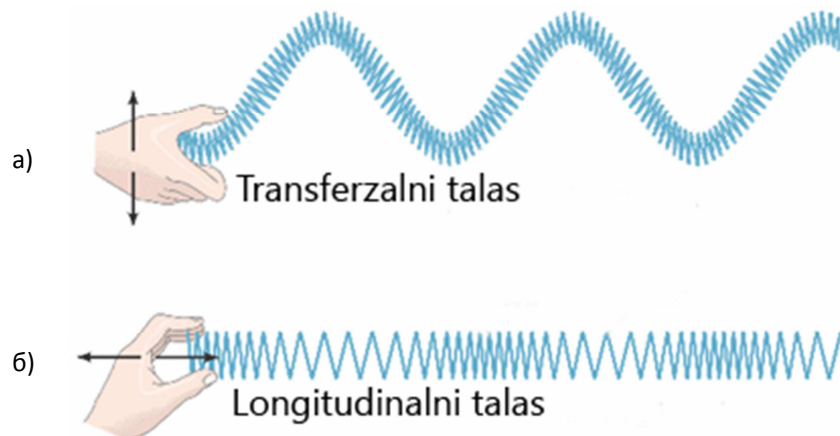
2. ЗВУК

Звук је осећај који се прима преко органа слуха, изазван променама ваздушног притиска. Звук настаје привидним вибраторним кретањем молекула материје у чврстим телима, течним и гасовитим флуидима. Не може да се простире у вакууму. За његов постанак и преношење неопходна је материја. Он настаје на местима где долази до згушњавања ваздушних слојева који се шире у виду звучних таласа.

Област науке која се бави звуком назива се акустика (грч. *acousticos* – слушни) и покрива све области генерисања, распрострањавања и перцепције звука, без обзира на природу његовог извора и пријемника.

Звук се простире кроз неку средину у облику механичких таласа. Разликујемо две врсте тих таласа:

- трансверзалне и
- лонгитудиналне.



Слика 1. Трансверзални (а) и лонгитудинални (б) таласи

У чврстим срединама могуће је ширење и трансверзалних и лонгитудиналних таласа, док се кроз флуиде могу ширити само лонгитудинални таласи.

Трансферзални таласи су таласи чије су амплитуде нормалне на правац простирања, нпр. таласи на жици и електромагнетни таласи.

Лонгитудинални таласи су таласи чије се осцилације дешавају у правцу простирања, нпр. звучни таласи.

Фреквенција осцилација мери се јединицама које се називају херци и означавају ознаком Hz. Фреквенција је број осцилација који се произведе у секунди. Нормално људско ухо може чути звукове фреквенције од 20 Hz до 20.000 Hz.

Све звукове фреквенције испод 20 Hz називамо инфразвуковима, а звукове фреквенције више од 20.000 Hz називамо ултразвуком – они се користе у техници и медицини.



Слика 2. Фреквенцијска карактеристика звука

Животиње имају много шири спектар чујности звука – слепи миш, на пример, чује звуке и до 5 пута веће фреквенције од максималне коју чује људско уво (слика 3).



Слика 3. Спектар чујности код животиња

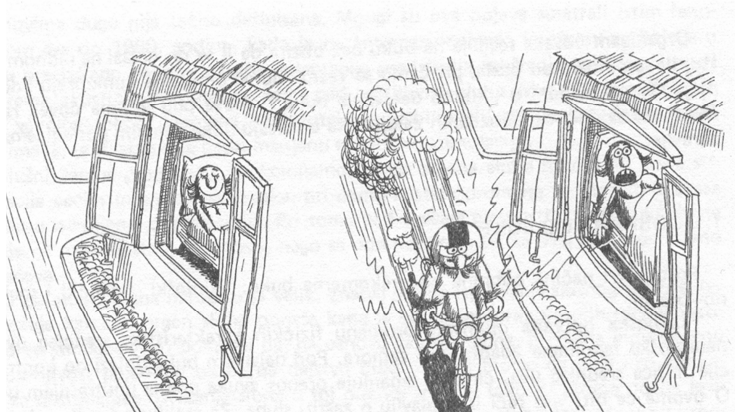
Звук настаје када осцилације у ваздуху у виду лонгитудиналних таласа стигну до нашег уха. Фреквенција тих таласа се налази у распону од 20 до 20.000 Hz.

Код звука се разликују:

- *јачина* – представља количину енергије коју пренесу звучни таласи у јединици времена по јединици површине,
- *висина* – одређује се фреквенцијом звучних таласа,
- *боја* – одређује се саставом осциловања.
- *трајање* – (појединачна, дисконтнуална, континуална, тренутна)

3. БУКА

Како су звук и бука заправо исте ствари које смо раздвојили искључиво на темељу субјективног доживљаја, све дефиниције које важе за звук важе и за буку, осим што бука у ужем смислу значи звук јаког интензитета. Ипак, звук не мора бити јаког интензитета да се сврста у буку. Бука је сваки звук који је непожељан и који нас омета у постизању неког задатог циља.



Слика 4.

Некада су људи слушали буку ветрова, морских таласа, рике животиња... Са појавом разних заната појавили су се нови извори буке којима су били изложени само поједини људи (ковачи, бубњари). Данас готово да нема радног места или насеља које није изложено буци.

Различите особе имају различити став према жељеном и нежељеном звуку, тако да неки звук може бити бука за неку особу, а веома пријатан догађај за друге. Према томе, бука је само субјективна категорија, док је звук физичка категорија. Основна претпоставка да се звук третира као бука је да постоји субјект (човек или животиња) који опажа звук и коме тај звук смета. Нпр, саобраћај у суштини не генерише буку (нежељени звук) ако у непосредној околини саобраћајнице не постоје стамбени објекти или станишта животиња. Тако да се веома често поставља дилема када треба користити термин звук, а када бука. У свакодневном говору и литератури која обрађује проблеме звука и буке, уобичајена је пракса да се користи термин бука за звук који се у општем случају третира као нежељени. Нпр, звук који генеришу пнеуматици у контакту са подлогом могу за појединце да буду пријатан звук (гледаоци трка формуле 1) али је за већину то ипак нежељени звук – односно бука.

3.1 Категоризација и врсте буке

Најбоља акустична средина у којој човек најбоље функционише представља нормалан разговор који се креће од 40-50 dB. Иако је најчешћа заблуда већине људи да је тишина најбоља за функционисање организма, она ипак није корисна јер особе чују сопствено куцање срца и проток крви кроз крвоток. А ипак све што је гласније од нормалног разговора за организм представља оптерећење. Зато је извршена стандардизација 1973. године по препоруци IEC (international electrotechnical comission), по којој су одређене четири тежинске криве које су предвиђене за мерење буке у dB и то на "А", "Б", "Ц" и "Д". Свака од ових кривих је на одређени начин дала значај одређеним фреквенцијама буке и њихов утицај на човека, односно на чуло слуха.

Први степен, интензитета чини бука од 30-60 dB, која одговара већини људи за нормално функционисање организма осим код изузетно осетљивих особа може да изазове мању количину узнемирености.

Други степен, чини бука јачине од 65 до 90 dB код које се при дужој изложености јављају сметње нервног система односно одражавају се највише на слух.

Трећи степен, се креће од 90 до 110 dB код које се јављају и вибрације и која код већине људи за кратко време изазива прогресиван губитак слуха.

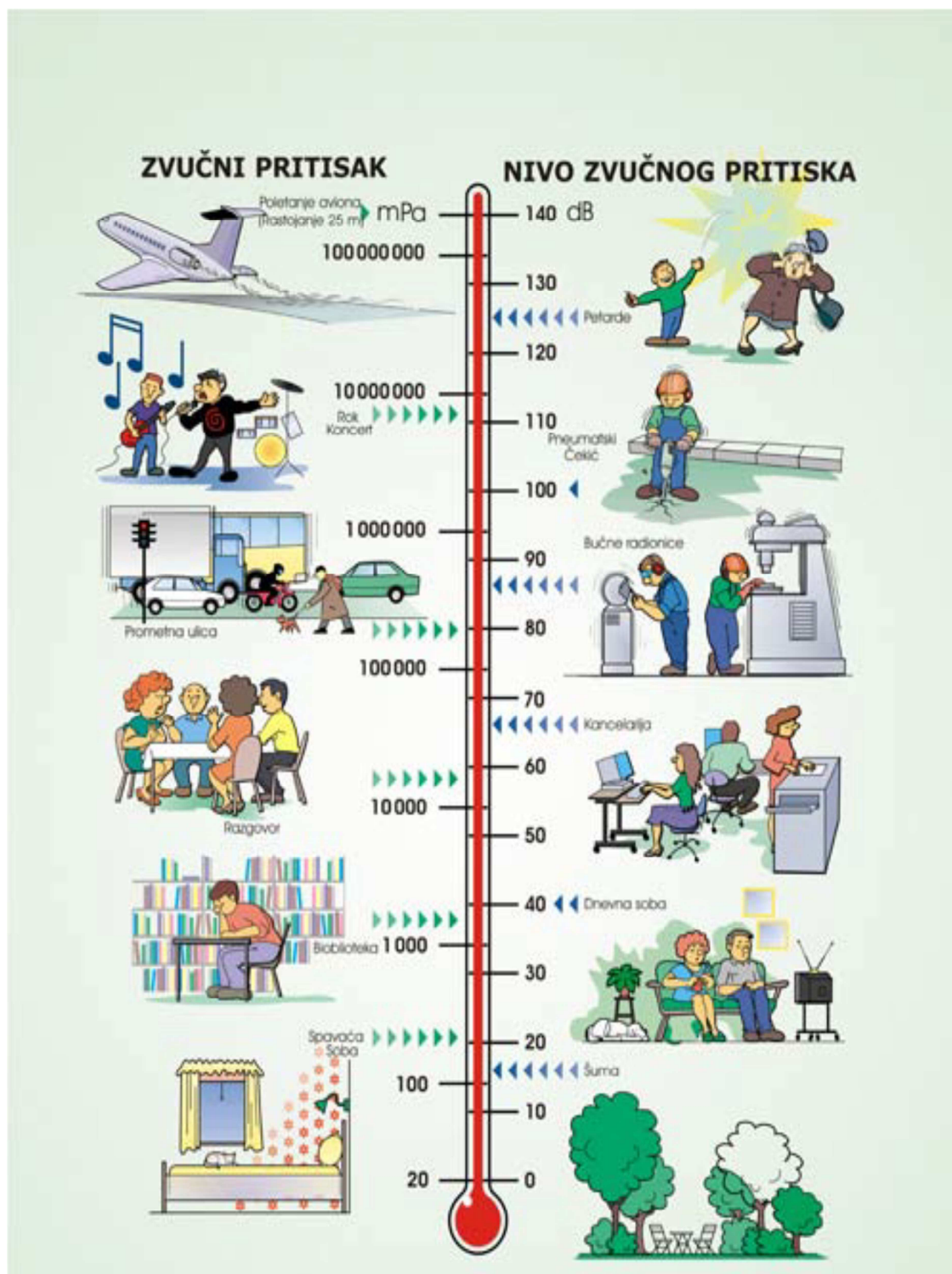
Четврти степен, чини бука од 110 до 130 dB код које долази до трајног оштећења и губитка слуха.

Све изнад овог степена интензитета буке изазива тренутна оштећења слуха. Спровођењем различитих истраживања дошло се до закључка да бука није штетна само по људе већ и по биљке и животиње. Ако се саксија са одређеном врстом цвећа нађе у просторији у којој је музика гласна, оно ће почети да вене. Уједно и различите животиње реагују на повећани ниво буке, па може доћи до смањења носивости као и агресивног понашања па неке врсте убијају своје тек рођене младунце. Допуштена количина буке у току дана износи 65 dB, док је дозвољена количина буке ноћу мања, износи 50 dB.

Када бука достигне 140 dB људско ухо је не чује као звук, већ је доживљава као бол.

Ради лакшег приказа интензитета буке следи неколико примеранивоа звучног притиска за различите изворе звука (слика 5):

<i>Млазни Авион</i>	<i>110 dB</i>	<i>Аутомобил</i>	<i>85 dB</i>
<i>Моторцикл</i>	<i>90-105 dB</i>	<i>Разговор</i>	<i>50-60 dB</i>
<i>Воз</i>	<i>80-100 dB</i>	<i>Шапат</i>	<i>30 dB</i>
<i>Аутобус</i>	<i>80-95 dB</i>	<i>Шуштање лишћа</i>	<i>10 dB</i>



Слика 5: Примери нивоа звучног притиска за различите изворе звука

Квалификација врста буке, може се извршити на неколико начина:

- према пореклу,
- према извору,
- према месту настанка.

Подела буке према пореклу подразумева:

1. *Буку природних извора* – грмљавина, шумови олује, ветар, шум воде, водопада, морских таласа, бука при земљотресима, бука при ерупцијама вулкана. Иако је овако створена бука врло често веома јака, она није толико опасна као бука вештачких извора, јер је повременија, најчешће краткотрајна и ограничена на мали простор.
2. *Буку вештачких извора* – потиче од разних машина и оруђа, а израженија је у урбаној средини и индустријској зони.

Подела буке према извору зависи од радне средине, па се често своди на поделу према месту настанка.

Подела буке према месту настанка садржи:

1. буку у радној средини
2. буку у градској средини (комунална бука).

Бука у радној средини се јавља у технолошким процесима који користе разне машине и разна оруђа, као и у пољопривреди (комбајн и сл.), шумарству (тестере и циркуларне пиле), грађевинарству (бетонске мешалице, бушилице), бродоградњи, хемијској индустрији...

Квалификација буке према изворима у радној средини садржи два типа буке:

1. бука коју прави оруђе за рад, машина или уређај на коме радник не ради, али је у његовој близини
2. буку коју стварају разни уређаји ван процеса производње (уређај за вентилацију и климатизацију, улични саобраћај, лифтовска уређења и сл).

Бука у комуналној средини се своди на:

- саобраћајну буку,
- буку коју ствара индустрија у насељима,
- уличну буку разног порекла,
- буку у домаћинствима од разних апарата и активности.

3.2 Физичке особине буке

Акустичка бука је нежељени звук, а звук је, у физичком смислу, механичко осциловање у гасу, течности или чврстом телу. Такво осциловање се карактерише фреквенцијом, амплитудом и фазом.

3.2.1 Амплитуда звучног таласа

Амплитуда звучног таласа одређује јачину звука, иако те две величине нису директно повезане. Типично, амплитуде притиска су врло мале. За просечног човека, опсег чујности се налази од границе чујности, на $20\mu\text{Pa}$, све до 200 Pa на граници бола, дакле у распону $1:10^6$. Интензитет звука је пропорционалан квадрату притиска, тако да је опсег интензитета у распону $1:10^{12}$. Са таквим опсегом, подесније је изразити амплитуду притиска на логаритамској скали. Ниво интензитета је пропорционалан квадрату притиска, па се ниво звучног притиска, L_p (енгл. Sound Pressure Level - SPL), може дефинисати као:

$$L_p = 10 \log_{10} \left(\frac{P_1}{P_0} \right)^2 = 20 \log_{10} \frac{P_1}{P_0}$$

где су: L_p - ниво звучног притиска изражен у dB, P_1 - амплитуда звучног притиска и P_0 - референтни притисак од $20\mu\text{Pa}$.

Пошто је dB заснован на логаритамској скали, два нивоа буке не могу се аритметички сабрати. Тако, резултанта L_{pr} , сабирања више извора звука, L_{p1} , L_{p2} ..., добија се коришћењем израза:

$$L_{pr} = 10 \log_{10} \left[\left(\frac{P_1}{P_0} \right)^2 + \left(\frac{P_1}{P_0} \right)^2 + \dots \right]$$

За два идентична звучна извора, $L_{p1}=L_{p2}=L_p$, важи:

$$L_{pr} = 10 \log_{10} \left[2 \cdot \left(\frac{P_1}{P_0} \right)^2 \right] = 10 \log_{10} \left(\frac{P_1}{P_0} \right)^2 + 10 \log_{10} 2 = L_p + 3.1 \text{ dB}$$

Тако, за све практичне примене, дуплирање интензитета звука повећава ниво звучног притиска за 3 dB, на пример:

$$90 \text{ dB} + 90 \text{ dB} = 93 \text{ dB} !!!$$

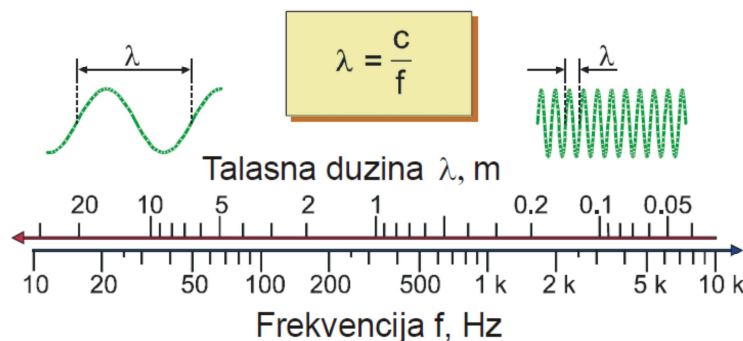
3.2.2 Фреквенција звучног таласа

Брзина којом се дешавају промене притиска назива се фреквенција и мери се у Hz или siklus/c. Људско ухо је способно да чује у опсегу фреквенција од 20Hz до 16000 Hz (16kHz), иако овај опсег може бити значајно смањен у области високих фреквенција код старијих људи и код људи који пате од оштећења слуха.

Звук који има само једну фреквенцију познат је као чист тон. У пракси, чисти тонови се ретко срећу, а већина звукова је састављена од компонената различитих фреквенција. Индустријска бука садржи мешавину фреквенција, познату као бука широког опсега. Уколико бука има амплитуде звучних таласа равномерно распоређене дуж фреквентног опсега чујности, она се означава као бели шум и звучи као текућа вода брзог потока.

Знајући брзину звука, $c=344 \text{ m/s}$, и фреквенцију звука, f , можемо одредити таласну дужину звучног таласа, λ , тј. растојање од једне вршне вредности притиска до следеће вршне вредности (слика 6) а на основу следеће зависности:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$



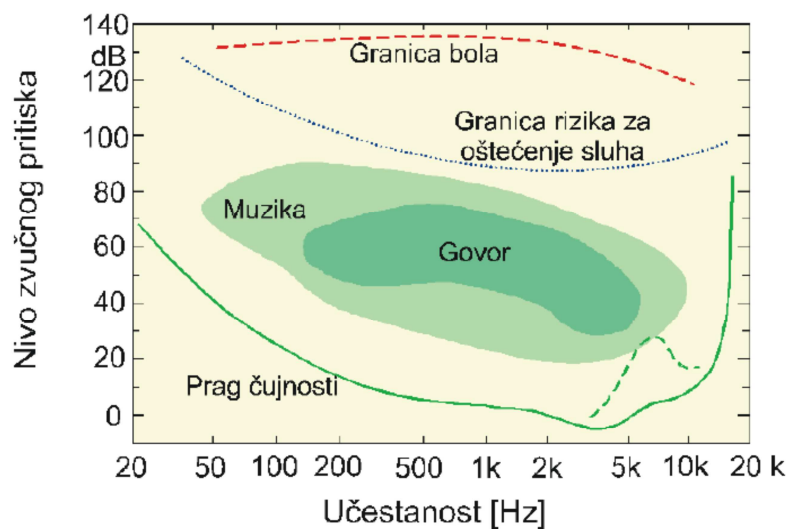
Слика 6. Таласна дужина звука

Слика 7 приказује границе људског слушног система са аспекта чујности.

Доња пуна линија означава, као доњу границу, праг чујности код тихог чистог тона, који се једва чује.

Горња испрекидана линија представља границу бола. Међутим, ако се дуже време превазилази граница ризика оштећења слуха, може се јавити оштећење слуха. То може да доведе до повећања прага чујности, као што је илустровано испрекиданом линијом у доњем десном углу.

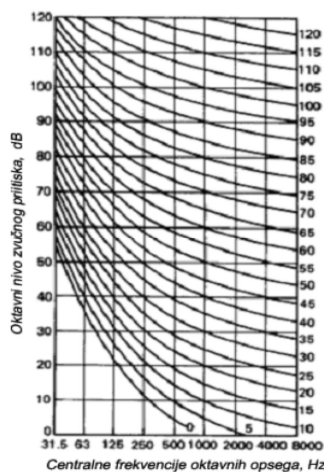
Нормалан говор и музика имају нивое у осенченим областима, док виши нивои траже електронско појачање.



Слика 7. Поље чујности

3.3 Криве за процену буке

Различити стандарди препоручују различите методе за одређивање сметњи од буке. Најједноставнија метода је коришћење кривих за процену, као што су криве дате у међународном стандарду ISO 1996 (слика 8). Из облика кривих може се видети да је много већи значај дат вишим него нижим фреквенцијама. То је зато што високофреквентни звуци више сметају од нискофреквентних звукова. У неким земљама, криве сличне кривама за процену буке, користе се за дефинисање максимално дозвољеног времена у коме радник може бити изложен буци, као и за постављање дозвољених граница за буку машина, итд.



Слика 8. Криве за процену буке

3.4 Ниво звучне снаге

Ниво звучног притиска, L_p , мора се увек дефинисати у специфичној тачки у односу на извор буке, јер зависи од релативног положаја у односу на извор звука и окружење око извора и пријемника. За разлику од нивоа звучног притиска, ниво звучне снаге, L_s , је мера укупне емитоване акустичке енергије и не зависи од окружења око извора буке. Ниво звучне снаге се користи за прорачун нивоа одјека и притисака и буке у насељима. Дефинише се као:

$$L_s (dB) = 10 \log_{10} \frac{P}{120}$$

где је P – емитована звучна снага у W .

У многим случајевима, ниво звучне снаге израчунава се из нивоа звучног притиска помоћу формуле за апроксимацију:

$$L_s = L_p + 10 \log_{10} A [m^2]$$

где је A – површина мерења.

Концепт нивоа звучне снаге најбоље се илуструје следећом аналогijом. Нека је температура измерена на удаљености 1m од електричне пећи снаге 1kW иста као температура измерена на растојању 1m од великог парног котла. Иако су температуре исте, котла ће зрачити више топлоте, јер зрачи топлоту преко веће површине. Слично, ниво звучног притиска на растојању 1m од великог индустријског расхладног торња може бити исти као на 1m удаљености од мале пумпе, али израчена акустичка снага од стране расхладног уређаја биће много већа.

4. ВЕЛИЧИНЕ ЗА ИЗРАЖАВАЊЕ НИВОА ИЗЛОЖЕНОСТИ БУЦИ

4.1 Еквивалентни ниво буке, L_{eq}

Еквивалентни ниво буке, L_{eq} , је константан ниво енергије буке, осредњен у времену. Одговара константном нивоу звучног притиска који би имао исту укупну акустичну енергију као реална снимљена бука у посматраном временском интервалу, T :

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{p(t)}{p_0} \right)^2 dt$$

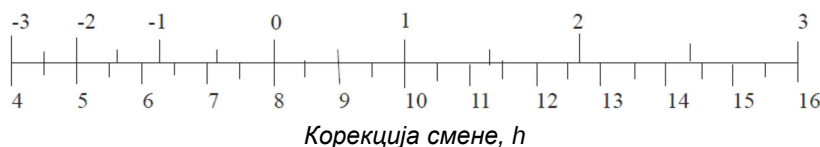
Пошто је бука на радном месту често сложен сигнал, ниво буке мора да се осредњава по минималном времену узорковања. Време узорковања може бити неколико минута, ако је сигнал буке константан или се понавља у кратком циклусу, док неки послови могу да захтевају целодневно праћење нивоа буке.

4.2 Ниво изложености буци, L_{ex}

Ниво изложености буци, L_{ex} , је ниво звука, осредњен по енергији у трајању од 8h, који би дао исту дозу дневне изложености, као и променљива бука у целокупној смени. Блиско је повезан са вредношћу L_{eq} , која се стварно мери. У ствари, L_{ex} може да се схвати као измерена вредност L_{eq} са малом корекцијом. Тако је:

$$L_{ex} = L_{eq} + \text{корективни фактор за дужину смене}$$

при чему се корективни фактор преузима са слике 9.



Слика 9. Корекција L_{eq} за дужину смене

Треба приметити да је корекција L_{eq} када смена траје 8h једнака је нули.

4.3 Доза буке, D

Доза буке може се представити преко вредности релативне у односу на 1 или у односу на 100% од "прихватљиве" количине буке.

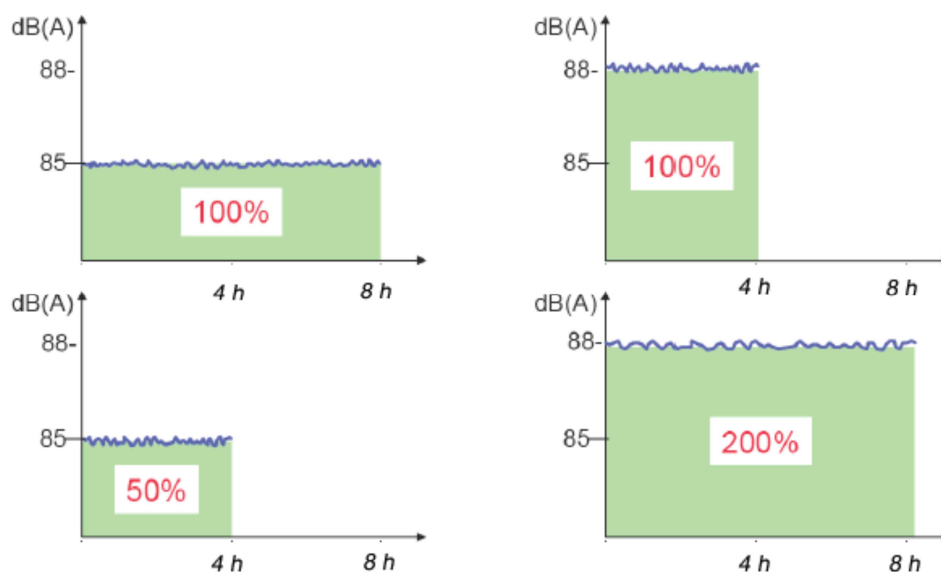
Доза буке у % се рачуна као:

$$D = 100 \frac{C}{T}$$

где су: C – укупно време трајања радног дана у часовима и T - референтно време трајања у часовима, измереног и A-пондерисаног нивоа звука, L_{eq} у dB. Време, T, се рачуна на следећи начин:

$$T = \frac{8}{2^{\frac{L_p - 90}{5}}}$$

Као и код L_{ex} , лакше је видети да доза буке од 200% (88dBA током 8h) превазилази дозвољену дозу од 100% (85dBA током 8h), слика 10.



Слика 10. Примери дозе буке

Када се изложеност буци у радној смени састоји од два или више периода буке различитог нивоа, укупна доза буке у току радног дана је дата са:

$$D = 100 \left(\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \right)$$

4.4 Формуле за одређивање просечних вредности нивоа буке

Понекад је корисно комбиновати константне нивое звука, без обзира на њихову дужину трајања. На пример, код групног узорковања, мора да се одреди просечна вредност више нивоа звука – у овом случају потребна је аритметичка средина. У другим случајевима, можда ће бити потребна средња квадратна вредност (на пример, код више вредности L_{ex} за истог радника). Аритметичка средња вредност или просечна вредност n нивоа звука је:

$$L_{sr} = \frac{L_1 + L_2 + \dots + L_n}{n}$$

где је L_n n -ти ниво звука. Ова формула се може користити за добијање просечне вредности L_{ex} за више радника.

Просечна енергетска вредност ("ефективна" или рмс) нивоа звука је:

$$L_{rms} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{n} \left(10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_n}{10}} \right) \right\}$$

Ову формулу треба користити за осредњавање по енергији више нивоа звука, на пример, вредности L_{ex} за истог радника различитим данима. Интеграциони фонометри раде исто прерачунавање при добијању вредности за L_{eq} за групу нивоа звука узоркованих у истим или приближно истим временским интервалима.

Пример. Просечне вредности три измерена нивоа звука од 88, 93 и 97dBA су:

$$L_{sr} = \frac{88 + 93 + 97}{3} = 93 \text{ dBA}$$

$$L_{rms} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{3} \left(10^{\frac{88}{10}} + 10^{\frac{93}{10}} + 10^{\frac{97}{10}} \right) \right\} = 94.3 \text{ dBA}$$

4.5 Мерење буке и зашто је меримо

Мерења дају тачно одређену величину која описује и рангира звук, што је неопходно код унапредена заштите од буке, акустике стамбених зграда, музичких и биоскопских дворана, израде квалитетнијих звучника.

Мерења нам омогућавају прецизну, научну анализу ометајућих звукова. Јасно нам дефинишу када звук може да изазове оштећења, омогућава предузимање одређених заштитних мера. Мерења и анализе звука су снажан дијагностички алат у процесу снижења буке (аеродроми, ауто-путеви).

Методе мерења су врло важне, јер се помоћу њих уједначавају услови мерења и начини приказивања резултата. Услови мерења пре свега обухватају:

- место мерења и критеријуме за избор мерних места,
- број мерења и временски период,
- начин обраде и приказивање резултата,
- инструментаријум за мерење,
- улогу људског фактора при мерењу.

У основи се поступци мерења деле на оне који се користе за мерење на радним местима и на оне који служе за добијање података о буци у животној средини (на улици, у стану, у центрима за рекреацију и друго). Најчешће уз одговарајуће препоруке иду и прописи који одређују допуштене вредности нивоа буке у конкретним условима.

Да би се могло што боље проценити штетно дејство буке, неопходно је располагати што потпунијим и што тачнијим подацима о основним параметрима који карактеришу буку као физичку појаву. Мерење буке је, захваљујући развоју аналогне и дигиталне технике у области мерне инструментације, достигло задовољавајућу тачност и може у потпуности да одговори условима и захтевима које постављају бројни прописи и норме.

За предузимање било каквих мера заштите од буке, само се на основу мерења може ефикасно и исправно поступити. Без одговарајућих мерења нема ни адекватне борбе против буке. Због тога су израђени бројни инструменти и уведене мање или више сложене методе помоћу којих се може измерити практично сваки параметар који даје податке о буци.

Мерење буке се обавља разним инструментима, који су данас у сталном развоју. Поступци за мерење буке су различити и зависе од циља мерења. Мерење буке се врши на два начина:

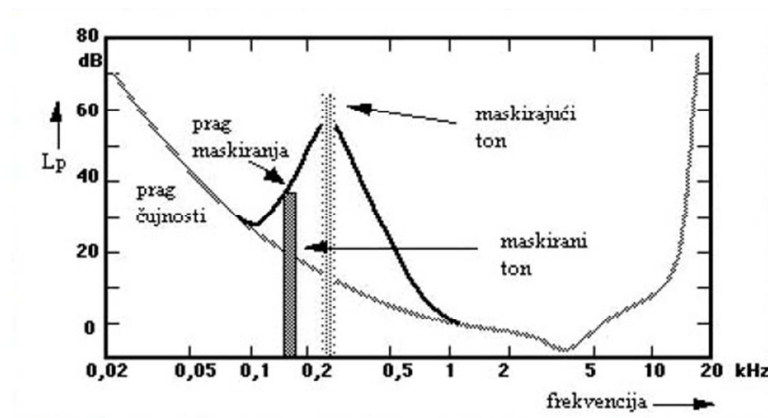
- објективно и
- субјективно.

*Објективна мерења су поступци којима се одређују и прате физички параметри у средини у којој се јавља бука.

*Субјективна мерења су усмерена на процену штетног дејства на појединце.

Конструишући апарате за мерење нивоа и интензитета буке, физичари су настојали да направе такве инструменте који би поседовали својства слична човечјем уву. У тражењу начина за мерење нивоа буке, коришћени су следећи поступци:

- метод упоређивања звука – упоређује буку са буком која је унапред позната и одређена (еталон), и чији се ниво прилагођава постојећој буци, све док се обе не нађу на истом нивоу;
- метод маскирања звука – узима један одређени еталон звук који се повећава или смањује, и достиже онај ниво који ће учинити да бука која постоји споља постане нечујна. Тада се, обично, каже да је еталонитани звук маскирао постојећу буку.



Слика 11. Ефекат маскирања

5. УТИЦАЈ БУКЕ НА ЉУДСКО ЗДРАВЉЕ

Бука утиче на човека на више штетних начина Иако је најпознатији утицај буке на оштећење слуха, постоје и многи други ефекти буке који доприносе појави незгода и здравствених проблема.

Бука може да буде непријатна. Непријатност је субјективна и делимично је функција садржаја буке. Нешто што је од значаја и пријатно за једну особу, може да смета другој, због интензитета буке. Непријатност је повезана за време и место. Људе више иритира бука када се одмарају или покушавају да спавају.

Доказано је да дуготрајна или јака бука може бити непосредно или посредно узрок не само оштећења слуха него и других болести и тегоба, а наводимо само неке:

- аритмија срца
- депресија
- нервоза
- несаница
- подиже крвни притисак
- подиже ниво шећера у крви
- раздражљивост
- стрес
- умањење радне способности
- хронични умор

Бука се убраја меду физичке агенсе штетне по здравље, за чије се неповољно дејство зна одавно. Нивои буке присутни у комуналној средини нису довољно високи да би довели до оштећења слуха, али изазивају читав низ неааудитивних ефеката. Нарочито су осетљива на буку деца млађа од 6 година и особе старије од 65 година. жене су нешто осетљивије од мушкараца у средњој животној доби. Бука се убраја у стресогене факторе и утиче на поремећај психосоматског здравља, јер изазива специфичне и неспецифичне ефекте, као и сталне и привремене реакције организма.

Ефектима комуналне буке данас се у свету поклања све више пажње јер до сада спроведена истраживања показују да она отежава настанак сна, чини сан површним, скраћује фазу дубоког сна и доводи до буђења. За добар сан било би пожељно да бука не прелази 30 dB.

5.1 Психофизиолошки ефекти

Некада се сматрало да је дејство буке ограничено на орган слуха али данас је доказано да је њено дејство много сложеније. Бука озбиљно погађа нервни систем, и то како централни, тако и вегетативни, а преко овога утиче на срце, крвне судове, крвни притисак и многе друге органе и ткива, у којима изазива промене и функционалне сметње.

Неаудитивни здравствени поремећаји израз су физиолошке реакције на стрес. Већина учинака је краткотрајна и пролазна: сметње кардио-васкуларног, и имунолошког система, смањење пажње и памћења, сужење видног поља, али могу прећи у хроничне: несаница, повишен крвни притисак, поремећај апетита и сексуалне функције, напетост и депресија. Агресивно понашање јавља се тек код буке изнад 80 dB.

Излагање буци током спавања доводи до промена у фреквенцији срчаног рада и дисања као и јачине пулса. Испрекидана бука скраћује период дубоког спавања, чинећи сан површним или доводећи до буђења. Ефекти буке након буђења испољавају се у виду умора, промена у расположењу, слабије субјективно процењеном квалитету сна, паду радне способности и дугорочним психосоцијалним и здравственим ефектима.

5.2 Психолошки симптоми

Међу бројним негативним психолошким последицама које се код становништва угроженог комуналном буком могу очекивати, ремећење спавања сматра се основном и најважнијом. У погледу извора буке посебно неповољно деловање на спавање има бука тешких возила и возова. Низ теренских студија указало је на високу учесталост психолошких субјективних сметњи код људи настањених у областима са високим нивоом комуналне буке (пored аутопутева). Показало се да се становници значајно чешће жале на осећање “изразитог умора”, “нервозу стомака” и “главобоље” него становници контролног насеља са нормалним нивоом буке. Доказано је да бука представља један од значајних фактора неуротизације личности.

5.3 Промене у понашању

Континуирана изложеност изворима умереног нивоа буке као нпр. компјутерски штампач, вентилациони системи, са психолошког аспекта омета нормалну људску комуникацију и има дуготрајне последице које се читавају смањеном толеранцијом фрустрација, повишеним прагом реаговања, а чак и минимална бука узрокује пораст анксиозности, агресивног и непријатељског понашања што доводи до дехуманизације у међуљудским односима.

5.4 Други негативни ефекти буке

Утицај на комуникацију. Бука може да се помеша са звучним упозорењима намењеним за спречавање незгода. На пример, особа може да не чује сирену возила или воза у бучном окружењу. Бука може да се помеша са дозивима у помоћ и спречи покушаје спасавања.

Бука, такође, може да утиче и на говорну комуникацију. Радник може да погрешно разуме шта други причају. *На пример, два оператера, А и Б, на истој преси, морају да користе говорну комуникацију на бучном радном месту, да би управљали радом пресе, пошто постоји само један сет за*

управљање. Радник А каже: "Сачекај мало!", али радник Б, који управља радом машине, мисли да је радник А рекао да настави. Радник А онда креће ка опасној зони да извади део, док радник Б затвара пресу преко руке радника А.

Трзај. Изненадна бука ће изазвати несвесни трзај код људи. Реакција је невољна и карактерише се повећањем крвног притиска, ширењем зеница и контракцијом мишића. Сваки пут када се јави јака бука, јављају се овакве реакције, али се након неколико минута, услови враћају на нормалу. Такве реакције могу да изазову грешке у критичним ситуацијама.

Физиолошке реакције. Истраживања на људима који раде у бучним окружењима указују да они имају чешћу појаву проблема са циркулацијом, срчаних болести, чирева и других медицинских проблема. Нивои буке којој су изложене жене у трудноћи су повезани са малом тежином беба на порођају. Многи од ових утицаја јављају се на нивоима буке испод оних који се везују за оштећење слуха. Излагање веома високим нивоима буке може да изазове несвестицу и мучнину.

Поремећаји сна. Бука може некад да спречи човека да заспи и изазове да неки човек пређе из стања дубоког сна на лакше нивое сна или у стање буђења. Прекид сна може да утиче на учинак човека током дневних активности.

Друштвени утицаји. Бука утиче на друштвено понашање људи. Сметње у комуникацији услед буке могу да подигну ниво фрустрације и утичу на везе. Бука може да одвуче пажњу од критичних активности и доведе до појаве главобоље, иритираности у односима према другим људима, беса, умора и, понекад, може да доведе и до екстремних понашања.

6. ПРИЛАГОЂАВАЊЕ НА БУКУ

Истраживања, такође, показују и да се особе које су врло осетљиве на буку прилагођавају на њу. Наравно, процес прилагођавања је спорији и праћен је одређеним физичким и психолошким потешкоћама. Има појединаца који, и поред жеље да се прилагоде и повећаног напора, не успевају у томе.

Разлика у брзини и степену адаптације на буку не значи да је деловање буке, нарочито ако дуже траје, без штете за организам. Адаптација на буку је, у суштини, психолошка појава која се манифестује у необраћању пажње на извор буке или у негирању њеног утицаја. Особа којој бука мање смета није особа која је и стварно изван штетног деловања буке.

7. ЗАШТИТА ОД БУКЕ

Постоји неколико мера заштите од буке, најпознатије су:

Организационе мере: временско ограничавање рада извора буке (грађевинских и других машина при градњи, угоститељских локала и сл).

Организационо-техничке мере: редовно одржавање и сервисирање уређаја, избор уређаја који стварају мању буку (данас се већ рекламирају “тихе” машине за прање веша...)

Грађевинско-планске мере: просторно одвајање извора буке, правилан распоред машина, правилан распоред објеката (не стављање бучних погона у тзв. стамбене зоне)

Техничке мере: изолација извора буке, уградња пригушивача, локална изолација (на становима и кућама обезбедити добро затварање по могућности двоструких и/или изостакала, обезбедити добру звучну изолацију зидова и подова).

Организационе мере које се предузимају ради ублажавања или потпуног уклањања буке су: отклањање узрока буке, изоловање извора буке, ограничавање ширења буке и коришћење личне заштите радника.

Могућност смањења буке на самом извору звука је прилично ограничена, али није искључена. Прецизна израда делова машине, отклањање сударања металних делова, уметање амортизера између појединих делова и друге сличне мере смањују буку при раду машине. Организационе мере које се највише користе против буке су:

- постављање машина на гумене подметаче или на амортизере,
- изоловање радних места која изазивају буку, и
- апсорбовањем звукова на зидовима просторија.

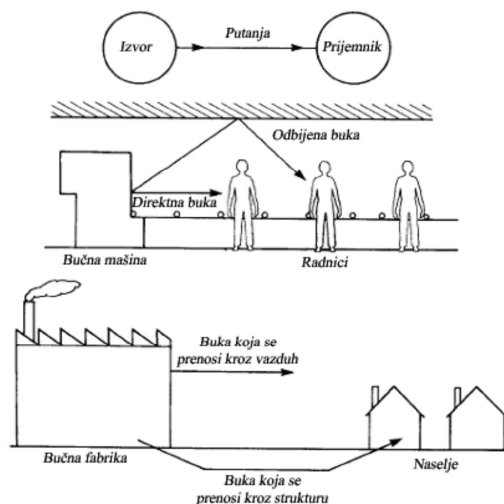
И поред свих ових техничких мера ипак ће бити радних места на којима ће радник бити изложен буци од преко 100 dB, и у таквим случајевима ће се морати применити средства личне заштите.

Углавном су то запушачи за уши. Вата није довољно ефикасна, а восак који се често користи, не ретко изазива екцеме. Вештачке материје (сектон) представљају напредак у поређењу са класичним средствима. Њихова је предност да мање пригушују дубоке тонове него звуке високе фреквенције, те омогућују разговор. Средства личне заштите су добра, и не представљају сметњу, али велики број радника их не употребљава.

8. МЕТОДЕ ЗА КОНТРОЛУ БУКЕ

Пре него што се размотре методе за контролу буке, важно је запамтити да бука у било којој тачки може да потиче из више од једног извора и да се додатно може повећати одбијањем о зидове (реверберациона бука).

Код било ког проблема са буком, постоје три одвојена сегмента – извор, путања простирања и пријемник, слика 12.



Слика 12. Извор, путања и пријемник буке.

Када се идентификује природа и величина проблема са буком, морају се обезбедити основни елементи програма контроле буке.

1. Сагледати проблем са инжењерске стране, куповином мање бучне опреме, изменом процеса или променом поступка рада.
2. Применити конвенционалне методе контроле буке, као што су употреба звучно изолованих простора и пригушивача.
3. Тамо где ниједно од прва два решења не може да се употреби, последњи излаз је обезбеђење опреме за личну заштиту радника.

Дакле, контрола буке може се остварити:

- инжењерским методама;
- административним мерама и
- личном заштитом

Такође, бука се може контролисати деловањем на:

- извор буке;
- путању простирања буке или
- пријемник.

Врло често, најбоље је комбиновати различите методе за контролу буке, јер нека решења имају физичка ограничења, док друга имају економска ограничења.

8.1 Контрола буке инжењерским методама

Инжењерске методе контроле буке подразумевају употребу физичких средстава која смањују буку на извору, дуж путање простирања или у чујној зони човека - пријемника. Инжењерске методе су често трајна и ефикасна решења проблема са буком. Зато их треба користити као основна средства за контролу буке, када је то практично могуће. То укључује замену бучних машина или процеса, постављање баријера или ограђених простора и модификацију извора буке.

Инжењерске методе могу се груписати у четири класе:

- спречити појаву извора буке пре него што се бука уведе у радно или било које друго окружење;
- ако постоји извор буке, заменити опрему, процес или материјал са мање бучним;
- ако се извори буке не могу заменити, модификовати их ради смањења емитоване буке и
- модификовати звук који се простира окружењем.

8.2 Административне мере у контроли буке

Свака мера која значајно смањује дневну изложеност радника буци, контролисањем распореда посла или производње, је административна мера. Неки примери су: смањење времена трајања изложености ротацијом послова и распоредом времена рада машина, да би се смањио број радника изложених буци.

Административне мере треба узети у обзир онда када се инжењерске методе не могу предузети или када не успевају да смање буку на прихватљиви ниво. Међутим, административне мере не треба користити као једино средство за спречавање оштећења слуха, јер оне не смањују ниво буке.

8.3 Употреба средстава заштите радника од буке

Када инжењерске и административне мере не доведу изложеност буци на прихватљиви ниво, императив је коришћење слушних штитника у циљу спречавања губитка слуха. Међутим, коришћење слушних штитника није трајно решење, пошто они не смањују и не елиминишу ризик од буке. Њихова ефикасност зависи од тога да ли добро пристају раднику и да ли се редовно користе. Њихово неношење значи тренутно излагање ризику.

8.4 Контрола буке деловањем на извор буке

Иако је контрола буке на извору најочигледнији избор, могућност примене ове методе је често ограничена дизајном машине, процеса или метода рада.

Многи потенцијални проблеми са буком могу се решити избором мање бучне опреме. Када се купује нова опрема, захтеви према опреми треба да укључе и дозвољени гранични ниво емитоване буке или захтев испоручиоцу да обезбеди податке о бучности опреме. Уколико се бука не узме у обзир у фази дизајна, модификација постојеће опреме употребом пригушивача, специјалних млазница или изолатора може се понекад показати ефикасном. Још једна метода смањења буке на извору је замена бучне опреме мање бучном опремом. На пример, замена малог брзог вентилатора великим споријим вентилатором често смањује буку.

Када се купује мобилна опрема, треба захтевати да ниво буке у кабини не прелази 85dB. Виши почетни трошкови изоловане покретне опреме могу бити мањи од трошкова модификовања кабина специјалним материјалима и уређајима.

Изненађујући ниво буке може да се појави у транспорту материјала. Иако се брзине конвејера често не могу мењати због продуктивности, висине падања могу се често смањити, а тачке удара падајућег материјала могу се обложити гуменим или пластичним јастуцима који смањују буку.

Излаз компримованог ваздуха из актуатора на вратима и капијама, такође генерише буку. Излазни ваздух (и бука) могу се одвести цревима и цевима до удаљених места или до излазних пригушивача.

Још један уобичајени извор буке су млазеви ваздуха који се користе за хлађење, сушење, померање или чишћење објеката. На располагању су специјалне ваздушне млазнице које смањују буку обичне млазнице и до 20dB и смањују захтеве за протоком компримованог ваздуха.

Табле лима при удару могу да произведу значајан ниво буке. Бука се може смањити пригушивањем вибрација. На пример, пригушење вибрација на улазу и излазу преса за просецање може да смањи буку од 5 до 10dB.

Неки пнеуматски ручни алати су веома бучни. Зато постоје алати са смањеном емисијом буке и треба их купити увек када је то могуће.

8.5 Контрола буке деловањем на путању простирања буке

Избор оријентације и локације опреме. Контрола се може постићи удаљавањем извора буке од области осетљиве на буку. У другим случајевима, када машина не емитује буку исте јачине у свим правцима, заокретањем машине могу се постићи знатне уштеде.

Примена звучне изолације. Акустички оклопи су најчешће коришћена мера за контролу буке у многим индустријским гранама. Такви оклопи могу бити у облику оклопа машина или оклопа за раднике и обезбеђују одлично средство смањења изложености буци.

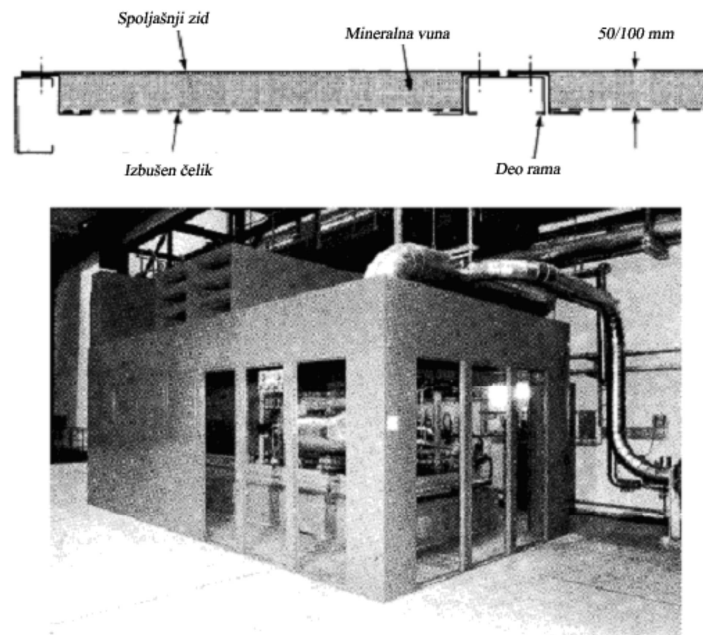
При конструисању акустичког оклопа, потребан је систематски приступ и велика пажња при конструкцији детаља. То укључује одређивање губитка при преносу

материјала облоге на основу траженог смањења буке и узимање у обзир појачања буке услед одбијања унутар оклопа.

Редукција звука, атенуација или пригушење се дефинише као разлика у нивоу звучног притиска или нивоу звучне снаге пре и после постављања изолације (или примене било ког другог облика контроле буке).

Оклопи који смањују ниво буке између 10 и 30 dB су најбоље решење, јер контролишу и директно поље емисије и поље одбијања компоненти буке.

Типична конструкција оклопа приказана је на слици 13. Основне компоненте су спољашњи дебели зид и унутрашња постава од акустички упијајућег минерала која служи за минимизацију буке одбијене унутар изолованог простора. Унутрашња мрежа од избушеног лима може се користити за минимизирање механичких оштећења.



Слика 13. Изолација буке: пресек типичног изолационог зида и изолациона просторија

У неким случајевима, радници се могу изоловати од бучних машина стављањем у "тихе" кабине или контролне собе. То обично захтева постављање прозора и, понекад, могућност управљања удаљеном опремом преко даљинских команди.

Још један пример је изолована канцеларија на бучном фабричком приземљу, слика 14.



Слика 14. Затворена просторија у погону

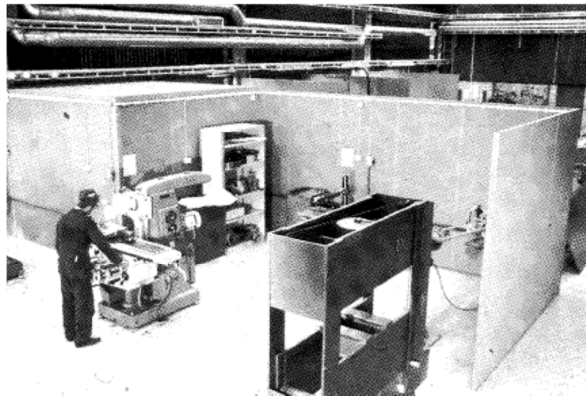
Када се разматра употреба изолације било ког дела опреме, важно је узети у обзир и друге аспекте, поред захтеваног смањења буке. Мора се обезбедити вентилација ради спречавања прегревања изоловане опреме. Тамо где се

тражи вентилација, сваки отвор мора бити пригушен. Посебна пажња, још у раној фази конструисања, мора се посветити захтевима за приступ ради одржавања и производње.

Непокретни извор буке може се поставити у изоловану кутију, кабину или собу. На овај начин се контролишу бучни генератори и машине за рендисање. Оклоп обично има два слоја – спољашњи слој од тешког крутог материјала као што су дрво, метал или бетон и унутрашњи, пенасти слој који апсорбује буку.

8.6 Паравани, преграде и зидови

Употреба акустичких паравана (баријера, завеса). Акустички паравани, слика 15. су ефикасни у смањењу компоненте преноса буке директно од извора и до 15dB. Међутим, највише помажу при високим фреквенцијама, док при ниским фреквенцијама њихово дејство има малог ефекта, а ефикасност опада са удаљавањем од паравана.



Слика 15. Акустични параван

Звучна баријера је штитник или самостални зид који се користи за контролу преноса буке кроз ваздух, када се постави између извора буке и пријемника. Баријере се користе за акустичку заштиту у случајевима када би комплетно покривање машине или другог извора буке утицало на њихов рад.

Акустичке завесе су веома популарне у индустрији, што се може приписати њиховој акустичкој ефикасности, разноликости и лакоћи инсталације. Материјали за израду акустичких завеса су обично глатки најлони, који су савитљиви и отпорни на индустријско окружење. Акустичке перформансе тракастих завеса повећавају се са дебљином и преклопом између трака. Међутим, ретко се остварује смањење буке од преко 10dB.

Апсорпција звука. У ситуацијама када постоји велики степен одбијања звучних таласа, тј. када је зграда "акустички тврда", реверберациона компонента буке може да доминира у пољу буке, у већем делу радне површине. Примена акустички апсорпционих материјала у облику зида и/или функционалних апсорбера на висини плафона, као што је приказана на слици 16, смањиће

компоненту одбијене буке и до 10dB. Материјали који могу да се користе за апсорпцију буке су: минерална вуна, стаклена влакна или пена.



Слика 16. Примена апсорпционих материјала у смањењу буке

"Маскирање" звука. Тамо где је важна приватност при разговору, може се употребити "маскирање" звука повећањем буке у позадини, која тако маскира говор или неке тонове. Овај принцип може се успешно користити само у просторијама или канцеларијама где нема превеликог одбијања звука и где је ниво буке у позадини мањи од 45dB.

8.7 Заштита радника од буке

Две главне методе заштите радника су обезбеђење "глуве собе" и ношење наушника или антифона, слика 17.



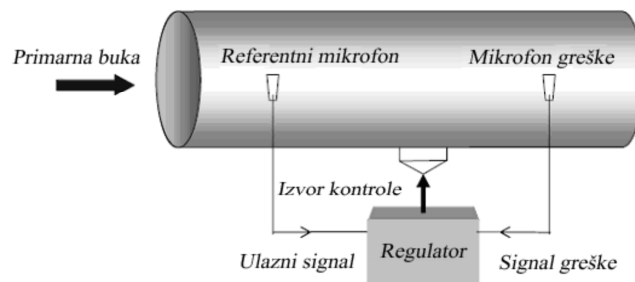
Слика 17. Средства за заштиту слуха радника – наушници и антифони

Наушници и антифони треба да буду само последња мера за контролу буке. Антифони су ефикасни само до нивоа буке од 100÷105 dB, док наушници могу да пруже заштиту на вишим нивоима буке.

8.8 Активна контрола буке

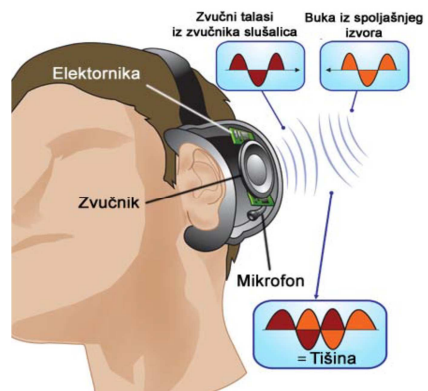
Активна контрола буке је процес смањења постојеће буке увођењем додатне буке. Додатна бука може се увести различитим механизмима.

Основни концепт контроле активне буке илустрован је на слици 16. Референтни или улазни микрофон прати основну буку и претвара звучни притисак у електрични сигнал. Сигнал се шаље у регулатор, где се генерише нови сигнал. Тај нови, контролни сигнал активира контролни извор (звучник) који производи интерференцу која поништава нежељену буку. Сензор грешке открива заостали звук после контроле и шаље сигнал грешке назад у регулатор, који прилагођава и модификује контролни сигнал да би се оптимизирао процес поништавања буке.



Слика 16. Активна контрола буке

Пример су слушалице за поништавање буке, слика 17. У слушалицама се ствара звучни талас који поништава дејство звучног таласа од извора буке.



Слика 17. Принцип рада слушалица за поништавање буке

II ПРАКТИЧНИ ДЕО РАДА

На примеру предузећа Блажекс доо

9. УПОЗНАВАЊЕ СА ИНСТРУМЕНТОМ КОРИШЋЕНИМ ЗА МЕРЕЊЕ

Voltcraft MS 4 in 1 #DT – 8820 Environment Meter

Уређај који је коришћен за мерење буке је мултифункционални уређај фирме *Voltcraft*, и има могућност мерења више различитих параметара и то:

- Осветљења, до 20000 lux
- Температуре, од -20°C до 750°C
- Влажности ваздуха, од 25% до 95%
- Буке, од 35dB до 130dB, зависно од карактеристике, линеарно или прилагођено људском уху



Ми ћемо се задржати само на мерењу буке, па се у наставку можете мало боље упознати са његовим могућностима.

Могућност мерења нивоа буке је намењена компаративним мерењима и не препоручује се за професионално коришћење, већ је више за кућну употребу и за информативне резултате. Мерење се може извршити према линеарној процени вредности C, и према вредности која је прилагођена људском слуху A.

Процедура мерења је јако проста, све што је потребно је укључити уређај, поставити клизач у положај за мерење буке (**dB**) и усмерити микрофон ка извору буке. Зависно од промене нивоа буке, мењаће се и резултат који читавамо на екрану уређаја, па је уколико желимо највишу вредност у току мерења, потребно укључити опцију *MAX*, и у том случају нам на екрану остаје највиша измерена вредност.

Да би резултати мерења били што тачнији најбоље је уређај држати на око 1 метар удаљености од извора буке, и притом је најбоље да уређај стоји на чврстој подлози.

Уређај ради на 2 различита опсега мерења и то:

- *Нижи опсег, од 35dB до 100dB*
- *Виши опсег, од 65dB до 130dB*

Уколико ниво буке превазилази ове опсеге, на екрану уређаја ће бити исписано "OVER", што нам указује на прекораченост нивоа буке.

10. УПОЗНАВАЊЕ СА РАДОМ И РАЗВОЈЕМ ПРЕДУЗЕЋА БЛАЖЕКС ДОО

Предузеће Блажекс основано је 1990. године као породична мануфактура. У XXI век Блажекс улази као савремена компанија чија је основна делатност производња канцеларијског и пословног намештаја. Досадашња статистика говори да је Блажекс произвео више од 400.000 столица, опремио више од 4.000 канцеларија и више од 100 дворана.

Пословни успех се не мери само конкурентним производом и услугом, него и иновативним размишљањем и познавањем тржишта. Управо због тога, са задовољством су нам представили потпуно нову линију врхунских радних и конференцијских столова са металним страницама, модерног дизајна, као и радних кабинета.

Бренд Блажекс као знак доброг квалитета спаја вредности које клијенти увелико препознају у производном асортиману радних и конференцијских столова и касета, административних ормана и различитих полица у комбинацији са радним столовима и свега онога што је неопходно у изградњи пословног амбијента. Ергономски облици и европски дизајн фотеља учиниће радне сате пријатнијим уз топлину класичног канцеларијског простора или дух модерног и футуристичког.

И управо тај нови, модеран свет задаје нове задатке. Потребa за потпуним искориштавањем расположивог простора довела нас је до новог домаћег производа – телескопских/склапајућих трибина за спортске дворане, атестираних на Машинском факултету у Београду.

Производни капацитети задовољавају потребе најзахтевнијих клијената, што укључује и опремање великих простора: скупштинских сала, универзитетских центара, амфитеатара, биоскопа и спортских дворана, школа, медицинских установа, угоститељских објеката, *show room* просторија и других јавних објеката.

Услуга је обogaћена и улагањем у људске ресурсе, па су ангажовани признати стручњаци који се могу похвалити вишеструким наградама за дизајн канцеларијског намештаја.

Сви производи су атестирани од стране Института за испитивање намештаја при овлашћеном Шумарском факултету у Београду. А сам врхунац нашег залагања представља међународни сертификат о систему управљања квалитетом, сходно стандарду ISO9001:2008.

11. ПРОИЗВОДНИ ПРОЦЕС

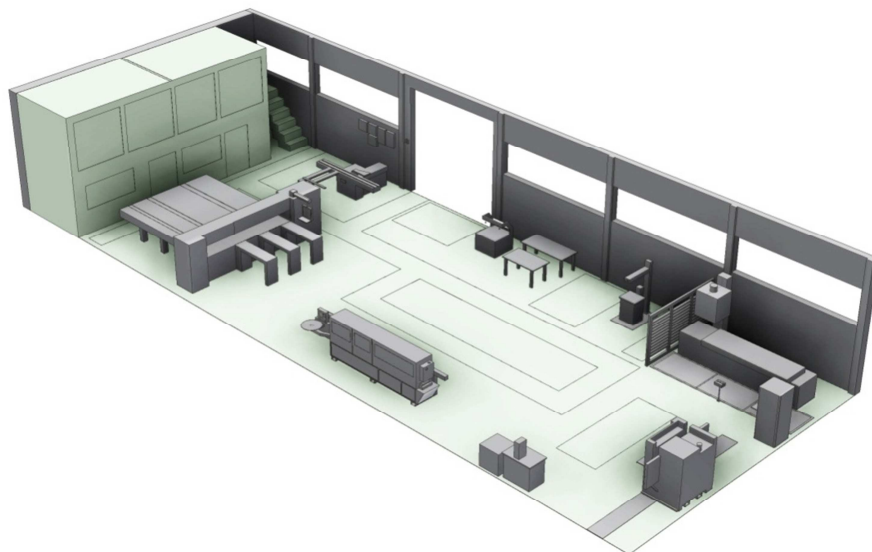
Да бисмо, уопште, почели причу о безбедности на раду, и да бисмо могли да говоримо о буци којој су радници изложени, прво се морамо осврнути на сам производни процес који ће нам реалније приближити причу.

Све почиње од идеје, или нечије жеље и потребе. Када је реч о производу из стандардне палете производа прича је много краћа а сама израда лакша и инжењеру који од модела до техничке документације развија производ, па и раднику на сечењу, кантовању па и паковању. Али све чешћа израда намештаја по мери, како за пословне тако и кућне просторе, представља прави изазов за инжењера или технолога који ради на развијању тог производа.

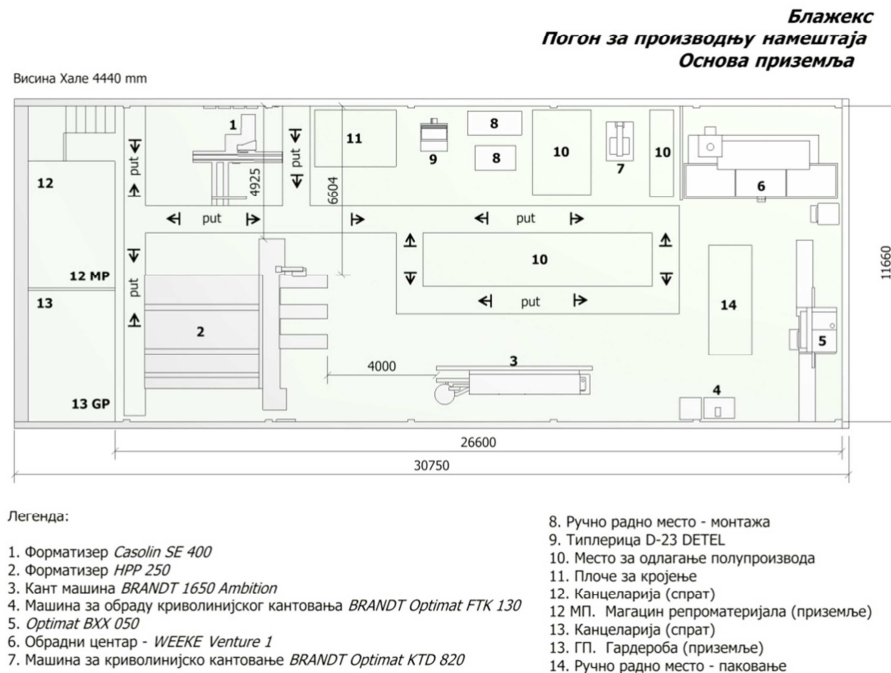
Са опремањем пословних простора, као основном делатношћу, Блажекс доо највећи део производње и посвећује баш радним и конференцијским столовима и покретним касетама које иду као додатак већини радних столова. Овом приликом се нећемо везати за неки конкретан производ, већ ћемо говорити о употреби различитих материјала у процесу производње, и о њиховим својствима и понашању при обради, као и о буци која настаје приликом обраде истих.

На почетку приче о производном процесу, условима рада и последицама које тај процес носи са собом, неопходно је представити производну халу и распоред машина у њој како би се што лакше стекао увид у просторно кретање звука и могућности смањења утицаја истог.

На следећој слици је приказана скица производне хале и распоред машина, као и производни пут неког производа.



Слика 18. Модел производне хале са распоредом машина



Слика 19. Основа производне хале са детаљима

11.1 Пројектовање

Сам почетак израде почиње од инжењера који цели производ развија у облику 3Д модела који је у сваком тренутку могуће едитовати, и мењати његове поједине особине, што знатно олакшава ситуацију када купац жели да промени нешто у изгледу или функционалности самог производа.

Модел се, као и стварни производ, прави тако да садржи све саставне делове и спојеве како би се могла испитати његова стабилност, издржљивост као и комплексност његовог састављања.

Посматрајући инжењера као полазну карику у производном процесу и некога ко тај процес испрати од почетка до краја, долазимо да сазнања да је он као јединка изложен утицају буке са различитих извора. Неопходно је да увек буде у близини производног погона, како би решавање проблема насталих у ходу било што ефикасније а губитак времена што мањи.

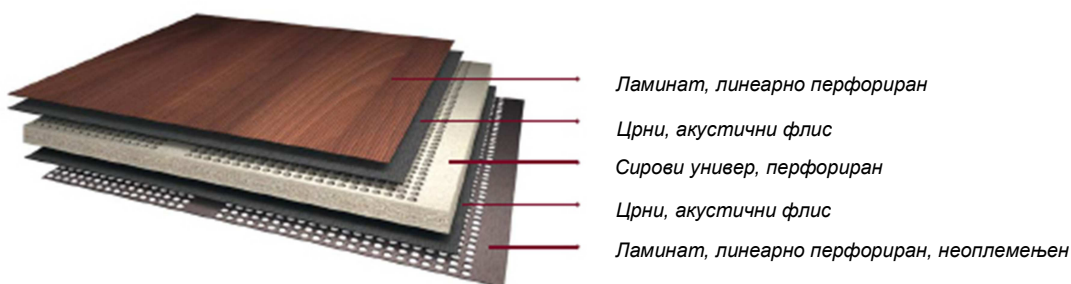
Радна места инжењера су на слици 19 обележена бројевима 12 и 13, и налазе се на првом спрату, одмах изнад магацина репроматеријала (12МП) и гардеробе (13ГП). Положај канцеларија је такав да у сваком тренутку инжењер може да има увид у тренутно стање у хали и да може да испрати производни процес.

Мерење буке у овим просторијама је извршено у свакодневним условима, тј у условима обраде универа, што представља и највећи део производње. Пре него видимо резултате мерења, мало ћемо скренути пажњу на сам квалитет градње ових канцеларија, као и на коришћене материјале и могућност, односно немогућност изолације истих.

Као што се са скице може приметити, канцеларије се налазе у горњем делу производне хале и позициониране су тако да се из њих пружа поглед на целокупну производњу. Материјали који су коришћени за њихову градњу су металне цеви димензија $40 \times 40 \text{ mm}$ и $40 \times 20 \text{ mm}$, од којих је направљена конструкција која је затворена плочама од универа у доњој зони, и стаклом у горњој зони. Приликом градње нису коришћени никакви изолациони материјали па је простирање звука, тј буке која долази из хале, умањено само физичком препреком коју чини стакло и универ.

Коришћењем неких од материјала који су добри звучни изолатори, бука би била знатно мања, а сам рад пријатнији и без одсуства концентрације, па би самим тим и продуктивност била знатно боља.

Једна од препорука за облагање ових канцеларија је и специјална иверица која је управо и намењена облагању зидова и пригушењу буке. Од произвођача *EGGER* нам стижу тзв *Acoustic Boards*, плоче које имају сјајну могућност апсорпције звука. Направљене су тако да садрже више различитих слојева од којих сваки има своју улогу, што декоративну што апсорпциону.



Слика 20. Састав Акустичне плоче, *EGGER Acoustic Board*

Друга препорука, за облагање горњег дела зидова, је коришћење дуплог, вакуум стакла, које пропушта знатно мање буке а исто тако и топлоте у зимским и хладноће у летњим условима.

Ово су нека од решења за смањење буке на радним местима која тако рећи нису уско везана за сам извор буке, али их може бити још много, корисних, а не тако скувих, као што је прављење перфорираних зидова од обичне иверице са убацивањем изолационих материјала између две плоче, коришћење бољих заптивних метеријала, дихт гума итд.

Сада ћемо се осврнути на резултате мерења, у претходно поменутих условима. У табели која следи можете видети свако мерно место понаособ уз

результате мерења и неке од детаља, чијим би изменама могло доћи до знатно боњих услова уз минимална улагања.

Мерно место	Опис:	Резултат:
1. <u>Канцеларија 12</u> <i>*Канцеларија са два радна места, најближи извори буке Форматизер НРР 250, и Форматизер</i>		1. 75,5 dB 2. 74,7 dB
3. <u>Канцеларија 13</u> <i>*Канцеларија са једним радним местом, и конференцијским столом за странке. Најближи извори буке Форматизер НРР 250, и систем за вентилацију и повраћај топлог ваздуха.</i>		1. 72,4 dB 2. 70,8 dB

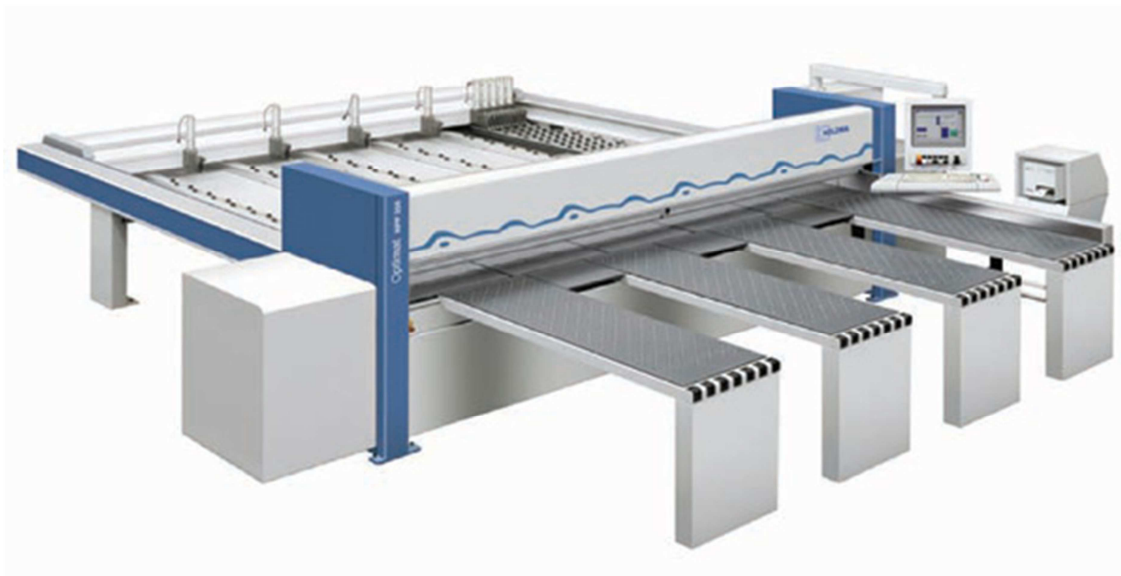
Табела 1: Резултати мерења на радном месту инжењера

Дакле, према резултатима, добијеним мерењем у овим просторијама, долазимо до закључка да је ниво буке превелики, и да је могуће очекивати неке од симптома који се појављују са свакодневном изложеношћу буци овог нивоа, као што су учестале главобоље, пад концентрације, нервоза итд.

С тим у вези, побољшање услова рада је неопходно, а са минималним улагањем се може постићи много бољи ефекат рада, већа продуктивност и бољи резултати рада, а све у вези смањења нивоа буке на радним местима која би требало да буду боље изолована од спољних утицаја.

11.2 Сечење материјала

Након пројектовања и израде модела и пратеће документације, на ред долази сечење материјала. Сечење се обавља на HOLZMA форматизеру HPP 250.



Слика 21. HOLZMA форматизер HPP 250

Приликом прикупљања података о нивоу буке за ову машину, долази се до закључка да ниво буке који се производи може у великој мери да варира и то у зависности од врсте коришћеног материјала, као и од квалитета материјала који као такав стиже од добављача.

Гледано уназад кроз историју најчешће коришћени материјал који се и данас веома често користи је дрво. Остали материјали су се мењали временом како се мењала и технологија, тако да данас имамо веома широку и богату понуду материјала од којих се може израђивати намештај. У овом делу рада неће бити речи о дрвету нити о свим материјалима који постоје, већ ће бити речи само о оним материјалима које предузеће Блажекс користи у својој производњи, због тога што са овим материјалима имамо искуства и довољно смо компететни да о њима говоримо. Пре него што било шта кажемо конкретно о самим материјалима треба напоменути да на нашим просторима у понуди има плочастих материјала од десетак иностраних произвођача, различитог квалитета, наравно и цена. Домаћих произвођача скоро и да нема. Постоји неколико фирми које се баве производњом ових материјала али то још увек није на задовољавајућем нивоу.

Једном речју те материјале можемо назвати “плочасти материјали” јер се сви ти материјали производе у облику плоче одређених димензија.

Од плочастих материјела којисе користе у производњи можемо издвојити:

1. *Иверица*
2. *Оплеменењена иверица - универ*
3. *MDF*
4. *HPL Compact*
5. *HDF*
6. *Фурнир*
7. *Радне плоче*

- ***Иверица***

Иверица се израђује од ситних комада (ивера) различите врсте дрвета (буква, граб, липа...) који се међусобно спајају синтетичким везивима под притиском у три слоја. Унутрашњи слој је од крупнијих ивера а спољашњи слојеви су од ситнијих ивера. Оваква иверица се још назива и “сирова иверица” и она као таква нема употребу у производњи намештаја, већ захтева дораду тј. облагање површина али појавом оплеменењених иверица тај процес се све ређе користи.

- ***Оплеменењена иверица – универ***

Оплеменењена иверица је (као и што назив каже) иверица која је оплеменењена меламинским фолијама. Фолије могу бити једнобијне или дезени дрвета, камена, мермера... површина ове иверице је отпорна на киселине, влагу, пару, огреботине, ударце... Поред својих добрих особина она је и веома декоративна и спрема је за обраду (сечење) без икаквих посебних припрема. Плоче од иверице и сирове и оплеменење израђују се у више различитих димезија. Најчешће за производњу намештаја у употреби су плоче димензија око 2750x2070 (у зависности од произвођача) дебљине 10, 18 и 25мм. Меламинске фолије којима је обложена иверица су од 80 до 110 г/м².

Намена: за производњу свих елемената намештаја

Обрада: сечење: праволинијски или криволинијски.

Дорада: кантовање

- ***MDF – Medium Density Fibreboard***

Материјал са помало чудним популарним називом на нашим просторима – медијпан. То је средње густа влакнена плоча израђена претежно од букве, смреке, јеле и леса са додатком полимерних смола. За разлику од иверице MDF има хомогену и веома фину структуру тако да има и већу тврдоћу и отпорнији је на влагу а може се обрађивати и на традиционалн начин (као дрво). MDF постоји сирови и једнострано оплемењен белом фолијом. У једном и другом случају он нема декоративну површину тако да захтева завршну обраду (фарбање, фурнирање, ламинирање). Слично као и код иверице плоче MDF-а су димензија око 2750x1740мм (у зависности од произвођача) а дебљине које су у употреби у производњи намештаја су 6, 8, 10, 16, 19, 25мм. Плоче од MDF-а мање дебљине 6, 8 и 10 мм могу се савијати до одређене границе, тако да се оне углавном употребљавају за израду неких детаља на кривим површинама.

Намена: Најчешће за производњу елемената намештаја – фронтови у комбинацији са универом, ретко за производњу комплетног намештаја.

Обрада: сечење праволинијски или криволинијски и на традиционалан начин (као дрво)

Дорада: фарбање, фурнирање или облагање PVC фолијом.

- ***HPL Compact***

Компакт плоче су дебели ламинати пресовани под високим притиском (HPL=High Pressure Laminates) који су додатно заштићени и врло успешно подносе различите експлоарационе услове. Компакт плоча није само отпорна на површинска оштећења него и на дуготрајно излагање влази.

Компакт плоче су направљене од пресованих папира натопљених феноленом смолом, унутрашњи слојеви су црне боје, а спољашњи су са штампом која уједно представља и декор плоче, који може бити уникор, тј једнобојни, или дрво декор.

Специфична тежина: 1450 кг/м³

Дебљина: 2-20мм

Намена: Користе се за израду санитарних кабина, лавабоа, као и спољних фасада и облагање зидова.

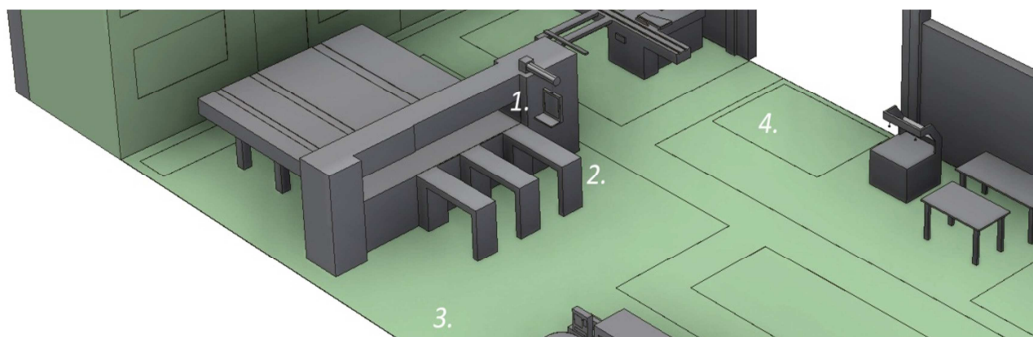
Обрада: Сечење и обрада на CNC машини у виду обраде ивица и криволинијског исецања.

Овде ћемо се задржати и резултате мерења представити на овим, досад наведеним, примерима јер су то тренутно најкоришћенији материјали у производњи предузећа Блажекс.

Радник који ради на сечењу и управља форматизером као и његов помоћни радник су изложени буци са више различитих извора, и то:

- Бука изазвана радом електро мотора који покрећу тестеру за сечење и предрезач
- Бука која настаје покретањем траке која помера материјал и доводи га у положај за сечење
- Бука од вентилационог уређаја који има директну везу са машином
- И у мањој мери бука која долази од стране околних уређаја и машина.

Мерна места посматрана код ове машине су, радно место оператера, и радно место помоћног радника, са распоредом према датој шеми.



Слика 22. Распоред мерних места, Форматизер HOLZMA HPP 250

Резултати мерења су представљени у табели која следи, са објашњењем детаља везаних за коришћене материјале и тачан положај мерних места на којима радници и проводе већи део свог радног времена.

Бука долази управо од мотора који покреће тестеру и плоче које се обрађују, од вентилације али у највећој мери од самог процеса сечења где у зависности од коришћеног материјала и стања и компатибилности тестере зависи колика ће бука бити којој су изложени радници. Овде је предвиђено да радници носе средства личне заштите пошто омогућавају несметан рад који је неопходан на овом радном месту услед сталног преношења целих плоча и готових делова будућег склопа. То и није тако чест случај обзиром да ношење антифона отежава комуникацију која је неопходна за овај процес.

Мерно место	Опис:	Резултат:
1. <u>Радно место оператора</u> <i>*Радно место оператора се налази уз саму машину где се и налази управљачка јединица, близина главних извора буке је јако близу раднику.</i>		1. Универ 100,6 dB 2. MDF 103.1 dB 3. HPL Compact 111.3 dB

Табела 2. Резултати мерења на радном месту оператора, Форматизер HPP 250

Мерно место	Опис:	Резултат:
2. <u>Радно место помоћног радника</u> <i>*Радно место помоћног радника може бити:</i> 1. уз машину где обавља прихват готових, тј исечених, делова 2. на простору предвиђеном за складиштење целих плоча 3. на простору предвиђеном за одлагање отпада	1.  2.  3. 	1. 90,7 dB 2. 84,8 dB 3. 88,2 dB

Табела 3. Резултати мерења на радном месту помоћног радника, Форматизер HPP 250

Према резултатима приказаним у табели, можемо закључити да највећа бука настаје управо при процесу резања, и то што је већа густина и тврдоћа материјала самим тим и ниво буке расте. Радници, распоређени на послове сечења, су изложени буци великог интензитета која није непрекидна већ почиње и завршава се са сваким новим резом, али је учестала и испуњава читав радни дан. Њихова заштита се своди на коришћење антифона, јер је немогуће изоловати буку од мотора и самог процеса сечења због положаја мотора и њиховог покретања у склопу машине.

11.3 Кантовање

При сечењу иверице, на бочним страницама се открива њена структура. Да би предмет израђен од ње био лепши и отпорнији на временске и друге, физичке, утицаје неопходно је сакрити ту текстуру. То се постиже лепљењем такозване кант траке, а сам процес се назива кантовање.

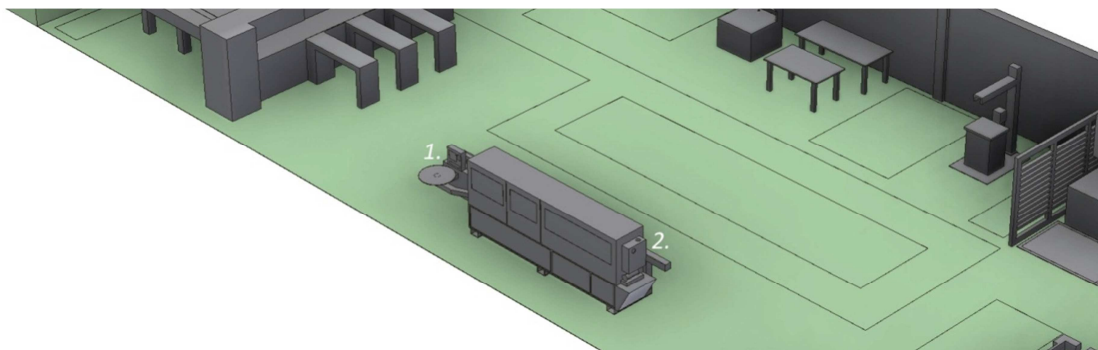
Кантовање се обавља на *Brandt Ambition 1650*, машини новије генерације, која уз снажне моторе на свим јединицама може да обезбеди довољну снагу за несметан рад и обраду широког спектра делова. Одликује је:

- одлична флексибилност и једноставност рада
- брзина 8 - 18м/мин
- 8 - 60мм дебљине обратка (опционо 80мм)
- 0.4 - 12.0мм дебљина траке (опционо 15мм)
- DFC (Dust Flow Control) технологија за оптималну експлоатацију и аутоматско избацивање прашине из система
- Аутоматско подмазивање система преносника како би се обезбедила прецизност и дуг век трајања-транспортера у ланцу
- Притисак у зони (до 12мм) да обезбеди оптималан квалитет лепљења
- Систем за заобљавање (2 или 4 мотора), као и Postforming¹ сирове иверице

Произвођач у својим подацима прописује буку од 80 до 87 dB.

Приликом мерења у производној хали предузећа Блажекс, добили смо нешто веће резултате. Узрочник тога може бити и бука коју стварају остале машине, вентилациони систем и извори буке који немају директну везу са машином.

Мерна места су, радно место оператера, и радно место помоћног радника, са распоредом као на слици:



Слика 23. Распоред мерних места, Кантерица Brandt Ambition 1650

¹ Postforming – Заобљавање ивице сирове иверице и лепљење високо отпорне HPL фолије.

Мерно место	Опис:	Резултат:
1. Радно место оператора <i>*Радно место оператора се налази уз саму машину где се и налази управљачка јединица, близина главних извора буке је близу радника.</i>		1. Универ 88,9 dB 2. MDF 90,2 dB

Табела 4. Резултати мерења, радно место оператора

Мерно место	Опис:	Резултат:
1. Радно место помоћног радника <i>*прихват готових делова</i> <i>*Радно место помоћног радника се налази на крају машине, највећи извор буке у том делу машине је пнеуматски секач који одсеца вишак траке и електро мотор који покреће четке које скидају вишак лепка.</i>		1. Прихват делова 87,2 dB 2. Сервисирање/подешавање машине : а) отворена 96,3 dB б) затворена 87,9 dB

Табела 5. Резултати мерења, радно место помоћног радника

Као што се може видети по резултатима мерења, добијени резултати у већој или мањој мери одступају од декларисаних вредности од стране произвођача, а то све у вези услова у којима се користи машина, околне буке, и редовности сервисирања исте. Код ове машине сви извори буке, мотори, четке и остали механички склопови се налазе унутар машине и већ су фабрички изоловани до неке мере, тако да нека даља заштита може бити у виду постављања паравана од неког материјала који боље апсорбује звук, са циљем заштите радника који раде у близини кантерице, а то су у овом случају радници који раде на паковању.

11.4 Паковање

Паковање се обавља на више места намењених за то, али је најчешће на месту обележеном бројем 14 на великој шеми производне хале, између кантерице *Brandt Ambition 1650* и нумерички контролисане машине *Optimat BHX 050*.

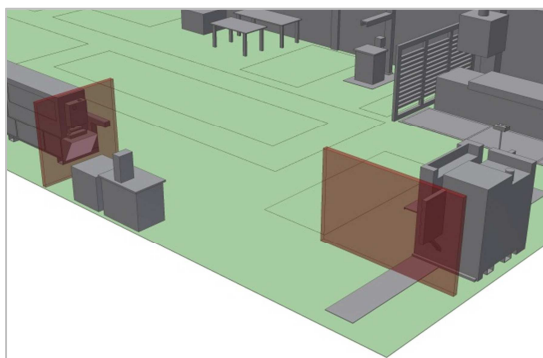
Радник који је задужен за паковање се налази под утицајем буке са више различитих извора, од сваке машине понаособ као и од вентилационог система који је директно повезан са машинама. Осим ове две, горе поменуте, машине, у великој мери бука којој је изложен радник на паковању долази и од CNC машине *WEEKE Venture 1*, која се налази нешто даље од овог радног места али производи буку великог интензитета па је и овде утицај велики.

Резултати мерења, представљени у следећој табели, показује колика је бука којој је изложен радник на паковању, иако нема директне везе са неком од машина:

Мерно место	Опис:	Резултат:
1. Радник на паковању <i>*Радно место паковања се налази између кантерице и мале CNC машине, али је под утицајем више различитих извора буке.</i>		1. Паковање 86,8 dB

Табела 6. Резултати мерења, радник на паковању.

Пошто се ово радно место налази у крају производне хале, заштита радника који ради на овом радном месту се не мора свести на коришћење личне заштитне опреме. Један од начина на који је могуће смањити утицај буке на раднике је и постављање заштитних, акустичних паравана и преграда које апсорбују и мењају путању звука односно буке.



Слика 24. Предлог постављања акустичних паравана.

Прихват готових, окантованих делова са кантерице се врши са предње стране машине па се задњи део може преградити, а *CNC* машина *BHX 050* има прихват делова са супротне стране и углавном се користи за израду мањих делова па тако рећи и нема излаза ка раднику. Сходно томе, један од правана се може поставити и у том правцу, па ће и смањење буке и од обрадног центра *WEEKE Venture 1*, бити знатно веће.

Паравани могу бити израђени од специјалних материјала, намењених баш за њихову израду као што смо већ поменули, или се могу направити коришћењем различитих материјала који имају добра заштитна и апсорпциона својства. На пример, улогу паравана може имати зид који чини сендвич израђен од перфориране иверице и стиропора или неког другог материјала који има могућност добре апсорпције као што је плута, сунђер итд.

11.5 Обрада (бушење, криволинијско сечење, урезивање жлебова итд) *CNC* машина *Optimat BHX 050* и *Обрадни центар WEEKE Venture 1*

Операције бушења се обављају на компјутерски контролисаним машинама *Optimat BHX 050* и *WEEKE Venture 1*.

Optimat BHX 050 је мања машина и користи се углавном за обраду мањих делова намештаја, као што су клуб столови, покретне касете, ноћни ормарићи итд. Бука коју ова машина производи настаје услед покретања/окретања главе која на себи носи алате за обраду и клешта која обављају прихват и померање делова које је потребно обрадити. Ниво буке додатно се повећава утицајем вентилационог система директно спојеног на машину и утицајем буке коју производи обрадни центар, пошто се налазе у близини.

На овој машини се углавном обрађује иверица, а понекад и медијанпан, па је сходно томе и мерење вршено у свакодневним условима коришћења, односно при обради делова од иверице.

Радно место оператера је испред саме машине у току израде техничке документације и преноса цртежа на машину, а приликом обраде оператер се налази бочно од машине где намешта делове за обраду, по унапред задатом шаблону, и прихвата обрађене делове. У том тренутку се налази у близини алата и других механичких склопова машине па је и утицај буке ту знатно већи него код управљачке јединице. Распоред машина је тренутно такав, да је радник за време обраде изложен и великом утицају буке од стране обрадног центра *WEEKE Venture 1*.

Мерно место	Опис:	Резултат:
1. Оператер <i>*Радно место оператера је испред машине, за управљачком јединицом, док израђује цртеже по којима се касније буши, а у другом кораку је то поред саме машине где је знатно више изложен штетном утицају буке.</i> <i>*мерење вршено на другом месту где радник проводи већи део радног времена.</i>		1. Бушење 90,5dB 2. Урезивање жлеба 93,4 dB

Табела7. Резултати мерења, оператер на Optimat BNH 050 машини.

Обрадни центар WEEKE Venture 1, машина на којој се обрађује највећи део произведених комада намештаја, од већих делова попут конференцијских столова, преко високих ормара, до криволинијских облика који чине кухиње, дневне и спаваће собе итд.

Обрадни центар, иначе највећа и најкомплекснија машина у производној хали, производи и највише буке, што од вентилационог система који је најјачи за ову машину, што од самог алата који машина користи.

Мерење на овој машини је обављено у току обраде иверице што је свакодневно и најзаступљенији материјал у производњи, и у току обраде HPL Contrast плоча, које се издвајају као модерни, све чешће коришћени материјал.

О саставу и својствима ових материјала сте имали прилику да прочитате у претходном делу рада, па ћемо се само подсетити да HPL Contrast има јако велику густину па самим тим и тврдоћу и знатно је теже обрадити га а и сам процес је нешто спорији.

При обради елемента на обрадном центру Venture 1, резултати мерења доста варирају и са порастом димензија елемената. Што је елемент дужи, папуче које га држе вакумом су ређе постављене па лакше долази до стварања вибрација приликом проласка глодала, услед тих вибрација се ствара и већа бука, али и квалитет обраде се смањује. Такође је и путања глодала дужа, па долази до већег загревања и бржег тупљења глодала што такође узрокује стварање веће буке при обради.

У табели која следи, видећемо резултате мерења за различите услове обраде различитих материјала:

Мерно место	Опис:	Резултат:
1. Оператер <i>*Радно место оператора је испред машине, за управљачком јединицом, док израђује цртеже по којима се касније буши, а у другом кораку је то поред саме машине где је знатно више изложен штетном утицају буке.</i> <i>*мерење вршено на другом месту где радник проводи већи део радног времена пратећи рад машине и контролишући брзину њеног рада..</i>		Иверица: 1. Бушење 92,3dB 2. Урезивање жлеба 94,2 dB

Табела 8. Резултати мерења, оператер наобрадном центру WEEKE Venture 1.

**Обрада иверице.*

Мерно место	Опис:	Резултат:
1. Оператер <i>*Радно место оператора је испред машине, за управљачком јединицом, док израђује цртеже по којима се касније буши, а у другом кораку је то поред саме машине где је знатно више изложен штетном утицају буке.</i> <i>*мерење вршено на другом месту где радник проводи већи део радног времена пратећи рад машине и контролишући брзину њеног рада..</i>		HPL Compact плоче: 1. Бушење 97,3dB 2. Урезивање жлеба 99,8 dB 3. Обарање ивице 112,3 dB

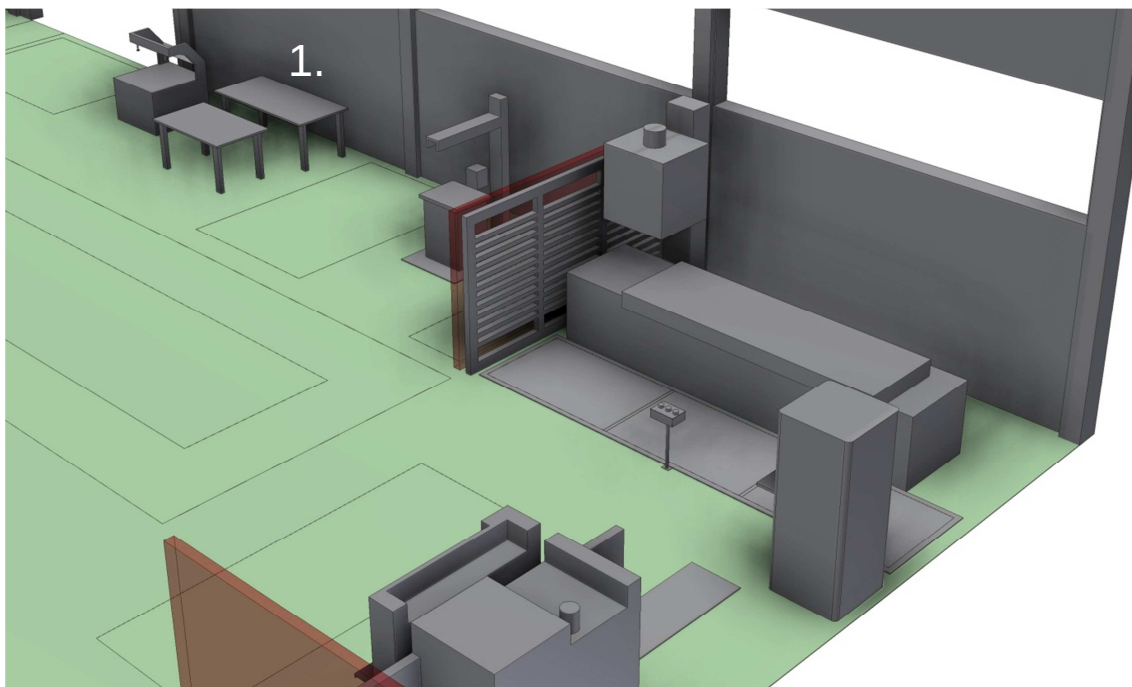
Табела 9. Резултати мерења, оператер наобрадном центру WEEKE Venture 1.

**Обрада HPL Compact плоча.*

Као што можемо видети по приказаним резултатима, приликом обраде *HPL Contrast* плоча, долази до стварања највеће буке. Од свих операција, обарање ивице далеко предњачи, што можемо довести у везу са квалитетом, истрошености и компатибилношћу коришћеног глодала.

Радник приликом овакве обраде мора користити средства за личну заштиту, пошто се на други начин бука не може изоловати јер кретање машине мора бити несметано, а главни извор буке је управо глава са алатима која врши обраду у правцу све три осе координатног система.

Обрадни центар на себи већ садржи заштитни параван који штити радника који ради на паковању и монтажи до саме машине. Ова заштита се своди само на физичку заштиту радника, док би за смањење утицаја буке морао бити постављен параван до тог постојећег, израђен од апсорпционих материјала, како би ниво буке који допире до радника монтера био минималан.



Слика 25. Предлог постављања акустичних паравана испред обрадног центра.

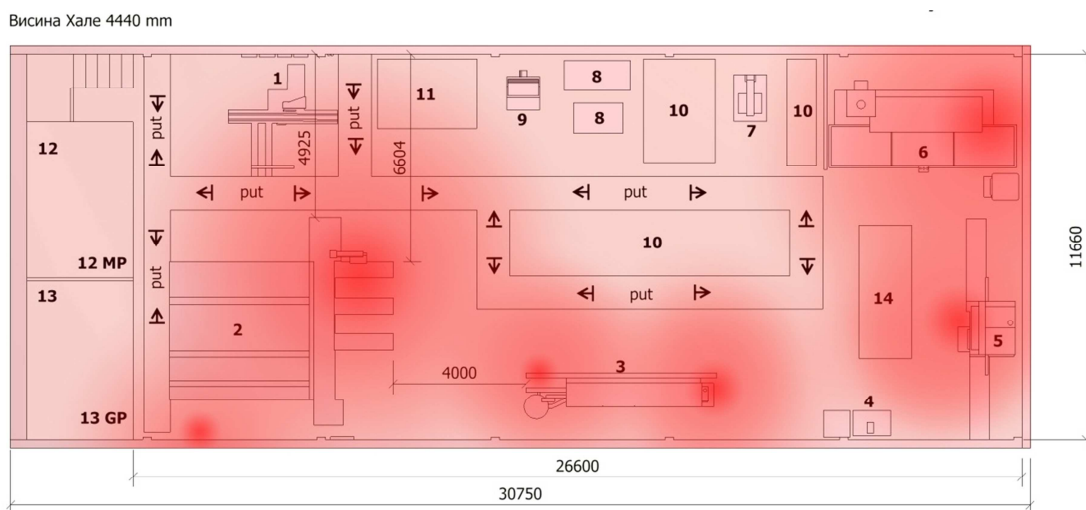
Још једно радно место поменуто у претходном делу је радно место монтера, које се налази испред обрадног центра (на претходном цртежу обележено бројем 1). На том месту је мерење извршено у свакодневним условима рада, односно при обради иверице. Резултат мерења је 82.3 dВи условљен је у највећој мери радом обрадног центра.

У производној хали постоји још машина које су приказане на шеми, која је дата на почетку рада, али које овом приликом нису биле обухваћене мерењем јер при раду не производе буку значајно великог интензитета. Бука коју оне производе једино се може мерити у условима када су оне једине које раде у хали у том тренутку, што се практично никада не догађа па су из тог разлога и изостављене.

12. ШЕМА ПРОСТИРАЊА БУКЕ

Пошто сада имамо резултате мерења сваке машине односно сваког радног места понаособ, можемо формирати целокупну слику производне хале са интензитетима буке коју машине производе. На тај начин ћемо визуелно стећи утисак о томе колико је који део производње изложен утицају буке, и где се налазе радна места која су највише угрожена.

Шема која следи је информативног карактера и представља основне изворе буке у хали као и њихов круг деловања.



Легенда:

1. Форматизер *Casolin SE 400*
2. Форматизер *HPP 250*
3. Кант машина *BRANDT 1650 Ambition*
4. Машина за обраду криволинијског кантовања *BRANDT Optimat FTK 130*
5. *Optimat BXX 050*
6. Обрадни центар - *WEEKE Venture 1*
7. Машина за криволинијско кантовање *BRANDT Optimat KTD 820*

8. Ручно радно место - монтажа
9. Типлерица D-23 DETEL
10. Место за одлагање полупроизвода
11. Плоче за кројење
12. Канцеларија (спрат)
- 12 МП. Магацин репроматеријала (приземље)
13. Канцеларија (спрат)
13. ГП. Гардероба (приземље)
14. Ручно радно место - паковање

У овој производној хали, бука је распрострањена по целој површини, тако да скоро и не постоји радно место које није угрожено и које се уклапа у неке номиналне вредности, што се може и видети са претходне шеме.

Да би се постигло неко побољшање потребно је увести одређене мере у организацији производње као и на неки начин изоловати буку од директног утицаја на радника.

Једна од могућности за побољшање услова рада и боравка у производној хали је коришћење акустичних паравана. После прегледа сваког радног места понаособ, дат је предлог постављања звучне баријере у виду паравана израђеног од неког акустичног материјала који има добру апсорпцију звука, или га пак скреће са његове првобитне путање, тј смањује директни утицај на

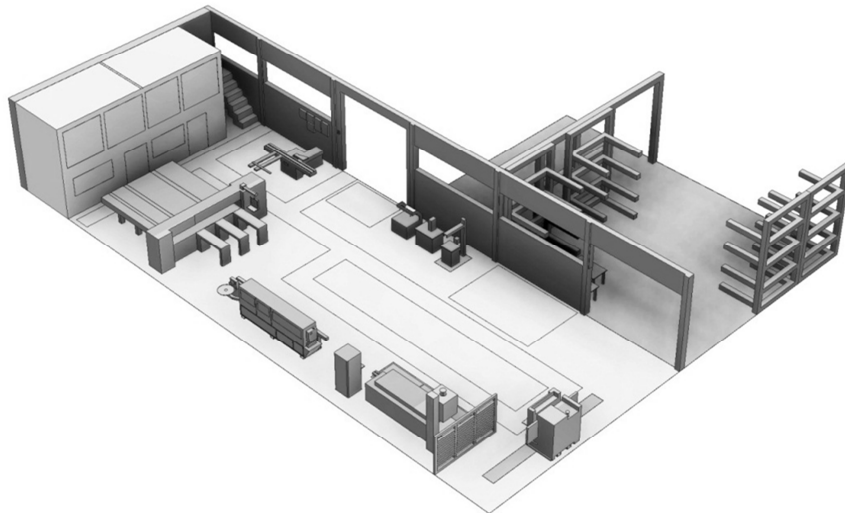
радника. Ово може бити корисно али не и најбоље решење, зато је идеја о другачијем распореду машина и груписања извора буке, једно од јефтиних, а јако корисних решења.

Пошто је у овој производњи иначе потребна реорганизација, због обима посла и кратких рокова испоруке, па прибављања све већих количина материјала и проблема њиховог складиштења, као и складиштења готових производа, долазимо до потенцијалне могућности за новим распоредом машина и другачије организованим производним процесом. Производња мора бити тако организована да не долази до застоја у току производног процеса, да не долази до нагомилавања комада између две различите операције и да не постоји уско грло производње и било ком тренутку од поруџбине до испоруке. То је основна чињеница коју не смемо испустити из вида приликом планирања реорганизације.

Имајући све, горе поменуте, чињенице у виду долазимо до могућег решења, које ће бити представљено у виду модела. Уколико тај пројекат добије одобрење, биће спроведен и у дело, и надамо се у врло кратком року побољшати услове рада и убрзати производни процес.

Са проширењем простора намењеног за монтажу, добијамо и на корисном простору за унутрашњу организацију производног циклуса. На следећој слици можемо видети идеју тј модел производне линије организоване у складу са могућностима које пружа простор, а да је при том вођено рачуна и о здрављу радника и њиховој изложености штетним утицајима буке.

Још једна од битних ставки код овакве организације производње је да не постоји уско грло производње, и да полупроизводи континуирано путују од операције до операције, без застоја, и без потребе за превеликом организацијом унутрашњег транспорта.



Слика 27. Предлог реорганизације производног процеса - модел

На моделу приказаном на слици 27, можемо уочити промене у виду проширења производне хале и промене у распореду машина унутар ње.

Наиме, на овај начин смо постигли бољу распоређеност извора буке и бољи распоред радних места која нису уско повезана са процесом управљања машинама које у највећој мери и производе буку. Простор намењен за одлагање полупроизвода и готових производа је доста повећан и много приступачнији па су на крају и монтажа и утовар знатно убрзани, а да су при том радници на тим радним местима скоро скроз заклоњени од директног утицаја буке.

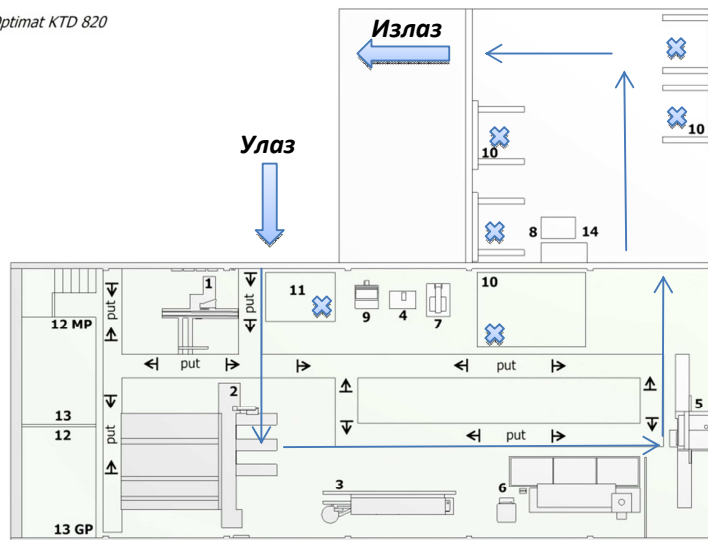
На следећој слици можемо видети да се производни пут сада протеже дуж целе хале па је простор за тренутно складиштење нешто дужи и боље прати производну линију. Бука која настаје при раду машина је сада груписана, па је лакше и изоловати је колико је то могуће.

Блажекс
Погон за производњу намештаја
Основа приземља

Легенда:

1. Форматизер *Casolin SE 400*
2. Форматизер *HPP 250*
3. Кант машина *BRANDT 1650 Ambition*
4. Машина за обраду криволинијског кантовања *BRANDT Optimat FTK 130*
5. *Optimat BXX 050*
6. Обрадни центар - *WEEKE Venture 1*
7. Машина за криволинијско кантовање *BRANDT Optimat KTD 820*

8. Ручно радно место - монтажа
9. Типлерица D-23 DETEL
10. Место за одлагање полупроизвода
11. Плоче за кројење
12. Канцеларија (спрат)
- 12 МП. Магацин репроматеријала (приземље)
13. Канцеларија (спрат)
13. ГП. Гардероба (приземље)
14. Ручно радно место - паковање



Слика 28. Шема проширене производне хале са новим распоредом машина

Сада је производња организована у виду затвореног круга који почиње од сировине а завршава се процесом монтаже и паковања готовог производа који је као такав спреман да пронађе пут до крајњег купца. Производ на свом путу

пролази више различитих операција и процес се сматра успешним уколико не долази до повратка полупроизвода на неки од претходних корака на дораду.

Да бисмо увидели разлику у количини буке која допире до радника као и њеној распрострањености у самој хали, поновили смо мерење у условима рада који су приближни распореду машина који стоји у предлогу реорганизације, укључене само поједине машине, контролисана бука од самог извора и размештене мање машине које је било могуће преместити без неког већег застоја у процесу производње.

И у оваквим условима рада могуће је користити акустичне параване, чијим постављањем би такође дошли до бољих резултата, али ћемо овом приликом само теоријски остати на томе јер би за представљање тих резултата било потребно све припремити и направити, за шта је првенствено неопходно прекинути производњу а потом и направити читаву реорганизацију машина и радника што у овом тренутку није било изводљиво.

На следећој слици су представљени резултати мерења односно дијаграм распрострањености буке у новим условима рада. Резултати су настали експерименталним путем, уз постављање одређених услова који су приближни траженим или их пак прате у неким параметрима.

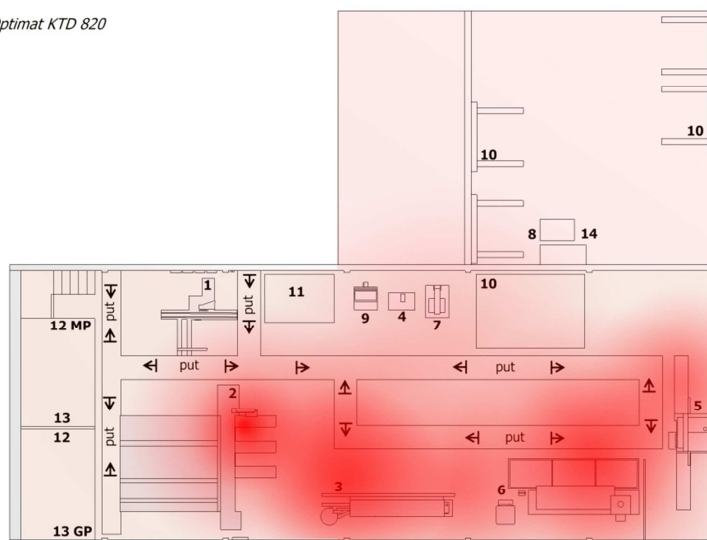
Блажекс

Погон за производњу намештаја Основа приземља

Легенда:

1. Форматизер *Casolin SE 400*
2. Форматизер *HPP 250*
3. Кант машина *BRANDT 1650 Ambition*
4. Машина за обраду криволинијског кантовања *BRANDT Optimat FTK 130*
5. *Optimat BXX 050*
6. Обрадни центар - *WEEKE Venture 1*
7. Машина за криволинијско кантовање *BRANDT Optimat KTD 820*

8. Ручно радно место - монтажа
9. Типлерица D-23 DETEL
10. Место за одлагање полупроизвода
11. Плоче за кројење
12. Канцеларија (спрат)
- 12 МП. Магацин репроматеријала (приземље)
13. Канцеларија (спрат)
13. ГП. Гардероба (приземље)
14. Ручно радно место - паковање



Слика 29. Шема распрострањености буке у проширеној производној хали са новим распоредом машина

Као што можемо видети са претходне слике, ширење буке која је проузрокована радом машина је знатно другачије и има мање утицаја на запослене који нису у директној вези са машином и имају радна места која не захтевају боравак у њеној непосредној близини.

Монтери као и радници који раде на паковању су сада потпуно изоловани, а такође и простор испред хале као и радници који раде на утовару готових производа као и уношењу целих плоча иверице у халу и складиштени простор на самом улазу. Бука је концентрисана у једном делу хале, где су машине постављене на ред. и на тај начин је много лакше контролисати буку као и њен правац деловања.

Још једна од ствари које су доста утицале на побољшање резултата је изолација комплетног вентилационог система, као и коришћење квалитетније опреме као што су брзе спојнице, пнеуматски пиштољи за кламарице, завијачи итд. Такође, доста буке долази и од виљушкарe чији је рад неопходан у оваквој производњи па се куповином електричне може постићи велики напредак по питању смањења буке као и загађености радног простора издувним гасовима.

Велики број практичних техника којима ће се остварити значајна смањења емитоване буке, чија примена неће коштати или ће врло мало коштати и које ће обезбедити корисну уштеду енергије, може се применити као део свакодневних процедура рада и одржавања. Неке од таквих техника су следеће:

- смањити снагу машина. Бука је пропорционална снази машине. Зато, машина треба да одговара послу који треба да обавља. Вишак снаге значи и вишак буке;
- смањити брзину рада. Машине са малом радном брзином су мање бучне од машина са великом радном брзином;
- одржавати адекватну разлику између радне брзине и резонантних брзина бочног кретања и обртања,
- затегнути све лабаве заштите и панеле;
- користити анти-вибрациона постоља и флексибилне везе;
- планирати одржавање уз програм редовног подмазивања уљима и мастима;

13. ЗАКЉУЧАК

У савременом свету мир и тишина су све недостижнији. Са развојем технике и технологије дошло је и до повећања извора буке који су све присутнији у нашим животима, па се тако временом све више привикавамо на њих и постајемо све мање свесни последица које настају приликом дугог излагања буци.

Нервоза, несаница, стрес и смањени праг толеранције су само неки од проблема који се јављају а којима ни не приписујемо неки значај, све док под утицајем буке не дође до скока крвног притиска, утицаја на вегетативни нервни систем, и синдрома хроничног умора. Није, дакле, само реч о оштећењу слуха због буке, већ постоји неповољно дејство на цео организам, на психу и понашање човека.

Могуће је навикнути се, до неке мере, на буку уколико је она континуирана, чак до те мере да је скоро не приметна, али се и даље осећа њен утицај на живот човека, а посебно на осећај умора који постаје увек присутан.

Уз развој уређаја, објеката и саобраћајница које полако али сигурно замењују зелене површине и паркове, расте и развој уређаја и материјала који апсорбују нежељене звуке и маскирају их, али развој те гране индустрије још увек није довољно развијен да може у стопу да прати развој технике и нових технологија, па се утицај буке не може искоренити. Разна техничка средства и уређаји нам донекле олакшавају рад у бучним околностима, пружају заштиту и чине да тај негативни утицај буде што мањи али ретко где и раван нули.

На радном месту бука може да изазове пуно проблема који могу директно или индиректно утицати на радника, квалитет његовог рада и резултате које постиже. Растерећен радник, одморан и вољан да ради ће лако пружити свој максимум и на тај начин повећати учинак и залагање на послу, док радник који је константно под стресом, мрзовољан и хронично уморан, не може да се похвали завидним резултатима, задовољством својим послом и радним местом, нити односом са колегама и надређенима. Овакав утицај у многостручно доноси и бука па је и са аспекта здравствене заштите добро позабавити се њоме, а гледано и са економског аспекта, улагање у решавање проблема прекомерне буке је дугорочно али и јако исплативо.

Бука постоји, свуда је око нас, и не треба је занемарити. Када је почнемо осећати кроз разне тегобе и изражене фрустрације, онда је касно скренути пажњу некоме на проблем и тражити решење. Чест је случај неношења личних заштитних средстава за рад у бучним подручјима где људи зарад удобности и навике угрожавају своје здравље.

Једно је сигурно, уколико се сами не чувамо, неће нас ни други чувати, зато је потребно на време се побринути да време проведено на радном месту буде што квалитетније и здравије.

14. ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Милорадовић, П. Тодоровић, „Физичке штетности – Бука на радном месту“, поглавље у монографији „Безбедност и заштита на раду – Књига 2“, БЗР Едукациони центар, Машински факултет у Крагујевцу
2. http://www.rgf.bg.ac.rs/predmet/RO/IV%20semestar/Zastita%20zivotne%20sredine/Predavanja/PredZZS_7_BukaZivotnaSredina.pdf
3. <http://www.izjzkg.rs/centri/centar-za-higijenu-i-humanu-ekologiju/90-buka>
4. <http://zdravlje.krstarica.com//nega/buka-i-zdravlje/>
5. Правилник о здрављу и безбедности на раду фирме Блажекс доо, издати од Друштва за безбедност и здравље на раду, услуге и промет, Томовић доо Крагујевац
6. http://www.ekopo.co.rs/Grupe/Buka/buka_pitanja/buka8.htm
7. http://www.vpts.edu.rs/saradnja/tempus/tempus158781_prezentacije.html
8. <http://www.vasdoktor.com/medicina-rada/1352-buka>
9. Закон о безбедности и здрављу на раду, Службени гласник Републике Србије