

**ŠTETAN UTICAJ BUKE NA RADNIKE U INDUSTRIJSKOJ
PROIZVODNJI I METODE ZA KONTROLU U PROCESU
PROJEKTOVANJA, GRADNJE I MODERNIZACIJE PROIZVODNIH
SISTEMA**

**HARMFUL EFFECTS OF NOISE ON WORKERS IN INDUSTRIAL
PRODUCTION AND CONTROL METHODS IN THE PROCESS OF
DESIGNING, CONSTRUCTION AND MODERNIZATION OF
PRODUCTION SYSTEMS**

Stručni članak

Pred. VŠ. Rodoljub Blaženović, dipl. ing.

Prof. VŠ. Slobodan Jurić, dipl. ing.

Sažetak

U ovom radu se nastojalo na jedan sistemizovan način objasniti pojam i fenomen buke kao problema koji ona izaziva kod radnika u cjelokupnom razvoju industrijskih kapaciteta. Kako bi sveobuhvatnije objasnili šta je buka i kakav problem predstavlja podsjetili smo se osnovnih pojmova iz oblasti fizike. Za rješavanje problema buke u industrijskoj proizvodnji koriste se najrazličitije metode. Izbor metoda i način smanjivanja uticaja buke kao što su utišavanje rada određenih mašina, redovno održavanje, mjerenje intenziteta i košištenje uređaja za mjerenje buke predstavlja sadržaj ovog rada.

Ključne riječi: Buka, kontrola buke, mjerenje, intenzitet, jačina, frekvencija.

Abstract

This paper aims to explain the notion and phenomenon of noise in terms of an issue for the workers in the development of the industrial plants in a systematic way. In order to fully explain what noise is and what sort of an issue it poses, we had to remind ourselves of the basic notions from physics. Various methods are used to solve the problem of noise within industrial production. This paper encompasses the choice of methods as well as ways to mitigate the impact of noise through silencing specific machines, regular maintenance and usage of tools for noise measuring.

Key words: Noise, noise control, measuring, intensity, strength, frequency.

1. UVOD

Nagli industrijski razvoj je donio mnogo dobra i olakšao način života i rada radnika u orocesu proizvodnje. Industrijska postrojenja i mašine na kojima čovjek radi postali su stalni izvori buke. Buka ima vrlo negativan uticaj na čovjeka, a naročto na njegove radne sposobnosti u procesu proizvodnje gdje postoje konstantni izvori buke. Pored ovoga buka negativno utiče na opštu zdravstvenu sposobnost radnika, a najčešće na vid, ubrzan rad srca, na rad želudca, krvnih sudova kao i na rad unutrašnjih organa. Radni prostor trebao bi biti projektovan i izveden na takav način da može obezbijediti zaštitu radnika i zaštitu životne sredine. U tom kontekstu bezbjednost radnog mjesta podrazumijeva i to da je BUKA na radnom mjestu takvog nivoa da ne prouzrokuje narušavanje zdravstvene sposobnosti radnika. Ako se ovaj zahtjev postavi na vrijeme još u fazi planiranja i projektovanja novih fabrika ili postrojenja, kao i prilikom premještanja postojeće opreme ili postrojenja, moguće je smanjiti nivo buke koja potiče od mašina, postrojenja i instalacija.

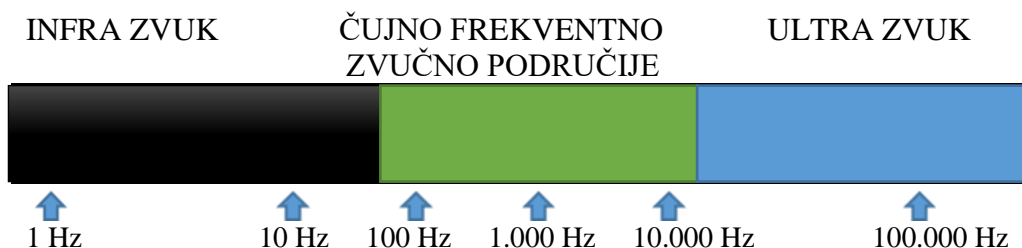
2. BUKA

Po definiciji, buka je svaki neželjeni zvuk. To znači da svaka zvučna pojava (zujanje, alarm, šum, galama, lupanje, govor i sl.) koja ometa rad ili odmor predstavlja buku. Buka je, posebno u posljednjih nekoliko decenija postala jedan od osnovnih uzroka kompleksnog oštećenja zdravlja, posebno u velikim, gusto naseljenim gradovima. Pod određenim uslovima i relativno tihi zvuci mogu predstavljati buku, tako da ona sadrži pored fizičkih i psihološke, odnosno subjektivne elemente. Ocijena, da li je neki zvuk buka ili nije, sasvim je subjektivna: ono što je jednom čovjeku buka, to nekom drugom ne mora biti, iako se radi o istom zvuku. Njena osnovna karakteristika je ometajući faktor koji zavisi od više veličina kao što su jačina, raspodjela tonova, ritam ponavljanja i subjektivne sklonosti osobe.

Frekvencija i intenzitet buke

Ukoliko želimo lakše objasniti fenomen i uticaj buke na zaposlene radnike u industriji treba da se podsjetimo određenih pojmova iz oblasti fizike. Zvuk je talasno kretanje koje se javlja kada izvor zvuka izazove pomjeranje najbližih vazdušnih čestica. Kretanje zvuka se postepeno širi vazduhom mnogo dalje od izvora zvuka. Zvuk se širi brzinom od oko 340 m/s. Brzina zvuka kroz tečna i čvrsta tijela je mnogo veća, pa tako imamo da brzina zvuka kroz tekućinu iznosi 1.500 m/s, a kroz čvrsta tijela kao na primjer kroz čelik iznosi oko 5.000 m/s. Pored brzine zvuka kao veličine zvuk karakterišu i druge mjerne vrijednosti kao što su frekvencija i intenzitet,

odnosno jačina zvuka. Frekvencija zvuka predstavlja broj vibracija u sekundi i izražava se u jedinicama za mjerenje frekvencije Hz (herc). Zvuk se prostire na vrlo širokom frekvencijskom opsegu. Na (Slici: 1.) su prikazane frekvencije *infra zvuka* od 1 do 20 Hz, *čujno frekventno zvučno područje* u intervalu od 100 do 10.000 Hz i *ultrazvučno područje* do 100.000 Hz.



Slika: 1. Frekvencije zvuka

Za intenzitet zvuka (buke) često se koristi termin koji se naziva nivo zvuka, odnosno jačina zvuka. Za mjerenje nivoa, odnosno jačine zvuka koristi se logaritamska jedinica decibel (dB). Promjena nivoa, odnosno jačine zvuka od jednog decibela može registrovati i ljudsko uho. U prirodi možemo sresti različite izvore zvuka, odnosno buke. To mogu biti različite saobraćajna sredstva, radne mašine i postrojenja, različiti električni uređaji, elektromotori, transformatori itd. Izvori buke koje ljudsko uho registruje na prethodnom grafikonu predstavljeno je kao čujno frekventno područje, sa frekvencijskim rasponom od 20 do 20000 Hz. Pored ovog graničnog područja postoje izvori zvuka koje u normalnim okolnostima nije moguće registrovati. Zvukovi veoma niske frekvencije mogu biti registrovani, odnosno opaženi ako su dovoljnog intenziteta. Takav zvuk se naziva infra zvuk i njegova frekvencija je ispod 20 Hz. Ukupna saznanja o njegovom uticaju na čovjeka su nepotpuna. U nekim oblastima industrijske proizvodnje kao što je proizvodnja čelika mogu postojati visoki nivoi infra zvuka. Za frekvencije iznad 20000 Hz koji takođe nije moguće čuti naziva se ultra zvuk. Koliko je poznato ultra zvuk neme negativan uticaj na čovjeka pri umjerenom intenzitetu. S druge strane ultra zvuk je veoma važna dijagnostička metoda u medicini. Nije lako povući granicu između buke koja uznemirava i oštećuje zdravlje ljudi i one koja to nije. Takva kvalifikacija o nivou buke zavisi u velikoj mjeri od položaja na smjer i njen izvor, bar kada su u pitanju mjereni nivoi buke. Takođe postoje i vrste zvuka koje se u normalnim okolnostima ne mogu registrovati.

3. KONTROLA BUKE

Kada se radi o preduzimanju mjera za smanjenje buke uvijek se mora uzimati u obzir činjenica da se zvuk (buka) širi prostorom bez obzira da li je nastao u vazduhu ili mu je izvor rad određene mašine ili neko drugo tijelo. Većina izvora zvuka proizvodi i jednu i drugu vrstu zvuka (buke) u isto vrijeme. U cilju postizanja zadovoljavajućeg rezultata smanjenje buke mora se postupati po određenim pravilima za kontrolu buke. U tom pravcu postoji niz mjera koje se moraju uzimati kao važni faktori u cilju efikasne zaštite od uticaja buke kao što su:

- Koju mašinu treba utišati,
- Kako je mašina održavana,
- Da li će održavanje i servisiranje biti otežano itd.

Mašinska postrojenja i procesi koji proizvode buku, a koji se koriste u proizvodnji teško se mogu promijeniti bez negativnog uticaja na proizvodnju. To shvatanje ne umanjuje napore da se izvori buke koji su rezultat udaranja i klepetanja između dijelova mašina ne otklone. Potrebno je dakle, identifikovati i pažljivo zaustaviti takve pokrete kao izvore buke. To se može izvesti tako da metalne komponente kao izvore buke zamijenimo plastičnim, sintetičkim ili drugim odgovarajućim materijalima. Ako je ova vrsta aktivnosti nedovoljna, potrebno je izolovati posebno bučne elemente u procesima rada mašina. Stara oprema i mašine u fabrikama može biti tiha, skoro kao i nova, bez nekih većih i komplikovanijih zahvata da bi se to postiglo. Uobičajene radnje u cilju smanjenja buke su sljedeće:

- Pneumatske izduvne ventile treba zamijeniti tišim,
- Promijeniti tip pumpe u hidrauličnom sistemu,
- Koristiti tiši ventilator ili ugraditi zvučne prigušivače u cijevima koji se nalaze u ventilacioniom sistemu prostorija,
- Zamijeniti bučne vazdušne raspršivače tišim itd.

Novije tehnologije kontrole buke primjenjuju i dodatne napore u smislu izbora manje bučnih elektromotora i transformatora, manje bučnih hidrauličnih sistema, ugradnju ventila sa prigušivačima zvuka kako bi se spriječio prodor buke kroz ventilaciju iz bučnih u tiše prostorije. Ako nije moguće izvesti određenu radnju koje su pobrojane u cilju smanjenja buke na samom njenom izvoru u tom pravcu može se primijeniti ugradnja oklopa za cijelu mašinu i to na sljedeći način:

- Koristiti hermetičke materijale, kao što su metalne ili plastične ploče za spoljašnje površine,

- Obložiti površinu sa unutrašnje strane materijalom za izolaciju zvuka, kao što je mineralna vuna, staklena vuna, spužvasta guma ili polietilen,
- Ugradnjom prigušivača na bilo kojem otvoru za ulaz svježeg vazduha,
- Opremiti oklop sa kontrolnim poklopcima kojima je lako rukovati u smislu održavanja mašine, odnosno postrojenja.

Najnovija dostignuća u proizvodnji industrijske opreme sa maksimalnom primjenom automatizovanih mašina i procesne opreme, gdje je kontrola buke omogućena uz pomoć monitora u drugoj kontrolnoj prostoriji je veoma važan napredak u naporima za smanjivanje buke u cilju zaštite zaposlenih radnika.

4. KONTROLA BUKE U FAZI PLANIRANJA I PROJEKTOVANJA

U fazi planiranja i projektovanja novih postrojenja teško je dobiti precizne podatke o mogućem izvoru buke. Rezultati mjerenja iz nekih sličnih fabrika i korišćenje podataka o proizvodnji sa mašinama i drugom opremom koja bi trebalo da se instalira su neophodni kako bi se napravila optimalna rješenja. Iako su mogućnosti za kontrolu buke u procesu planiranja novih projekata dovoljno dobre, povoljni akustični uslovi se ne mogu uvijek postići. Neželjeno visoki uticaji buke u nekim dijelovima tehničkih sistema će uvijek postojati jer dizajn određenih mašina za proizvodnju nije moguće mijenjati preko noći. Međutim, izborom najboljih tehničkih rješenja moguće je znatno smanjiti buku mašinskih postrojenja i sredstava za rad u odnosu na tehnološki zastarjela tehnička rješenja.

Kontrola buke u procesu gradnje

Kao što je naprijed izneseno, kako je neophodno uticati na kontrolu buke u samoj fazi planiranja, isto je neophodno činiti i u fazi gradnje objekata u kojima će se odvijati procesi proizvodnje. Planiranje strukture zgrade najčešće zavisi od mjesta gdje će mašine biti postavljene kao i od potrebe za ugradnjom izolatora buke. Zbog navedenih razloga potrebno je voditi računa o sljedećim elementima u procesu gradnje:

- Temelji zgrade, podovi i mjesta na kojima će biti postavljene mašine, trebalo bi da se izvedu tako da svi izvori buke budu efikasno izolovani. Teška oprema zahtijeva čvrste temelje koji ne smiju biti u kontaktu sa drugim strukturama u samoj zgradi.
- Veoma jaki izvori buke treba da budu ograđeni izolacionom konstrukcijom zgrade. Vrata, prozori, kontrolni i ostali slični otvori,

tamo gdje postoji mogućnost da zvuk prođe, zahtijevaju posebnu pažnju u cilju sprečavanja prolaza zvuka.

- Prostorije u kojima se nalazi izvor buke ili gdje je prisutno radno osoblje, trebalo bi da imaju čvrste tavanice i krovove (sa čvrstim zidovima, tamo gdje su u pitanju visoke tavanice) koji apsorbiraju okolne zvukove. Moć apsorbenata zavisi od vrste materijala od kojih su izrađeni, tako da je to veoma važan faktor prilikom izbora istih za redukciju jačine buke. Oni se kombinuju sa materijalima za toplotnu izolaciju.
- Udaljenost kancelarija od prostorija sa postrojenjima trebala bi biti dovoljna i odvojena slojevima elastičnog materijala.
- Zidovi, krovna konstrukcija, prozori, vrata i slični otvori treba da budu izolovani.
- Postavljanje bučnih mašina i opreme na laganu ili na pokretnu površinu trebalo bi izbjegavati. Ako instalacija rashladnih uređaja mora biti postavljena na laku površinu kao što je na primjer nedovoljno čvrsta tavanica trebalo bi posvetiti posebnu pažnju da se postigne odgovarajuća zvučna izolacija.
- U otvorenim kancelarijama ukoliko su smještene u jednoj velikoj prostoriji mora postojati tavanica sa veoma jakom apsorpcijom zvuka.

Veličina i oblik radnog prostora u industrijskoj proizvodnji najčešće su određeni i uslovljeni samim procesom proizvodnje i protokom repromaterijala i gotovih proizvoda.

Kontrola buke u procesu nabavke i postavljanje mašina

Kod nabavljanja nove opreme koja treba biti instalirana u novoizgrađene poslovne hale mora se voditi računa o izboru opreme koja proizvodi minimalni nivo buke, kao i minimalan nivo buke pri manipulaciji repromaterijala i gotovih proizvoda. Prije samog izbora mašina i opreme trebalo bi utvrditi nivo zvučnog pritiska koje će mašine proizvoditi, kao i mogućnost izvođenja zaštitnih mjera sa ciljem smanjenja buke. Ako poboljšanja nije moguće izvesti zbog finansijskih ograničenja postoje načini da se nivo buke smanji bez većih troškova na sljedeći način:

- Mašine koje proizvode vibracije trebalo bi izolovati od same konstrukcije zgrade tako da se vibracije ne šire. Mašine koje proizvode vibracije, a koje zbog svog dizajna ili načina rada ne mogu biti izolovane npr. veliki kompresori, trebalo bi da imaju sopstveni temelj, koji bi bio odvojen od potporne strukture proizvodne hale.

- Mašine koje su povezane, npr. hidraulične prese i kompresori, a koje su smještene u posebnim prostorijama trebale bi biti opremljene prigušivačima zvuka koji sprečavaju širenje buke i vibracija u instalacionim vezama, cijevima i odvodima.
- Mašine bi trebalo da su dizajnirane tako da se izbjegnu udari koliko god je to moguće prilikom rukovanja sirovinama i gotovim proizvodima
- Kod nabavke opreme za transport (pokretne trake, portalni kranovi, kamioni i sl.) treba uzimati mašine sa tišim načinom rada npr. električne dizalice i viljuškari.
- Kada se problem buke ne može riješiti drugim metodama, trebalo bi zaustaviti rad mašine ili određenih dijelova, posebno zvučnih dijelova ako je to moguće. Rješenja koja mogu otežati rad i održavanje mašina pri nabavci istih trebalo bi izbjegavati.

5. MJERENJE BUKE

Zbog različitih karakteristika buke i odgovarajućih tehnika mjerenja i proračunavanja, velika pažnja se posvećuje tipu mjerenja, njegovom izvođenju i izboru mjernog instrumenta. Nivo zvučnog pritiska koji se dobija mjerenjem zvuka ne daje uvijek dovoljno informacija na osnovu kojih bi se procijenila štetnost po organe sluha ili koje bi poslužile kao polazište za planiranje kontrole buke. Potrebno je veliko iskustvo i posebna praksa kako bi se moglo vršiti mjerenje u komplikovanim situacijama. U većini slučajeva dovoljno je upotrijebiti neke osnovne tehnike mjerenja kao i obični mjerači jačine buke. Postoji mnogo razloga i potreba mjerenja buke u industrijskoj proizvodnji od kojih treba izdvojiti sljedeće potrebe i razloge:

1. Da bi se odredilo, da li su nivoi zvuka dovoljno visoki da bi uzrokovali trajno oštećenje sluha,
2. Primjena najosnovnijih mjera za kontrolu buke na mašinama i opremi,
3. Određivanje emisije buke koja dolazi od svake mašine posebno, kako bi se uporedila jačina buke sa vrijednostima koja je definisao proizvođač,
4. Obezbeđenje okoline od prekomjerne buke (npr. stambenih četvrti).

Instrumenti i metode za mjerenje buke bi trebalo da odgovaraju standardima koji se odnose na adekvatnu vrstu tehnika koje će se primjenjivati. Standardi obuhvataju zahtjeve za mjerne instrumente, načine mjerenja buke za različite tipove mašina i proračunavanje stepena uznemirenja koje buka uzrokuje kao i drugih štetnih faktora. Najvažniji međunarodni standardi su oni koji su objavljeni od strane IEC i ISO.

Mjerači nivoa buke konstruisani su tako da simuliraju ljudsku slušnu sposobnost i da je što bliže i objektivnije predstave. S obzirom da ljudsko uho reaguje ne samo na jačinu zvuka i na njegovu frekvenciju kao i vrijeme trajanja, mjerači nivoa zvuka moraju izraziti i njihove vrijednosti. Imajući u vidu činjenicu da buka predstavlja promjenu pritiska u vazduhu moramo prije svega odrediti veličinu ovih promjena pritiska. Zvučni signali su često složene prirode tako da se njihova srednja kvadratna vrijednost, poznata kao efektivna vrijednost, upotrebljava za mjerenje nivoa buke, jer je ova veličina direktno povezana sa energijom koju sadrži signal. Zbog toga je najpraktičnije upotrebljavati logaritamsku skalu za mjerenje nivoa zvučnog signala. Tada se zvuk mjeri u decibelima (dB) iznad referentnog 0 decibela (dB), koji odgovara apsolutnom pritisku od $20 \mu\text{N/m}^2$ ili $20 \mu\text{Pa}$ (mikro paskala). Ovaj referentni nivo prikazan na skali odgovara nivou zvuka koji se čuje na 1.000 Hz.

Level



dB = decibel

$\text{dB} = 20 \log (P/P_0)$

P = measured pressure level (RMS value)

$P_0 = 20 \mu\text{Pa}$

Za mjerenje nivoa buke koriste se različiti instrumenti koji su opremljeni različitim filterima koji propuštaju određene frekvencije zvuka (buke). Oni se nazivaju subjektivni filteri i nose oznake „A“, „B“, „C“, a četvrti subjektivni filter „D“ je uveden je za mjerenje avionske buke. Mjerenjem buke na ovaj način dolazi se do spektra slika sa različitim filterima na osnovu kojih se konstruišu dijagrami pomoću kojih se može pokazati nivo zvuka kao funkcija frekvencija. Ovi dijagrami su poznati pod nazivom spektrogrami. Kada imamo gotove spektrograme možemo ih koristiti za različite metode procjenjivanja buke i od velike su pomoći kada se buka mora stišati na smom izvoru, a za to treba odabrati najpouzdaniji metod mjerenja. Metode za procjenu buke sadržane su u nacionalnim standardima koji preporučuju frekventnu analizu.

5. UREĐAJI ZA MJERENJE BUKE

Većina standarda zahtijeva da su instrumenti za mjerenje buke opremljeni sa dvije tkz. vremenske konstante koje se nazivaju kao „BRZA“ i „SPORA“. U praksi se najčešće koriste instrumenti sa karakteristikom „BRZA“, ali ako je nivo buke veoma učestalih promjena i onemogućava jasno očitavanje tada se koristi mjerač sa „SPOROM“ vremenskom konstantom. Postoje brojni instrumenti za mjerenje buke (Slika: 2.) kao što

su impulsni mjerači zvuka koji se koriste za različite namjene. Impulsni mjerači kao instrumenti za mjerenje buke spadaju u red univerzalnih mjerača zbog toga što omogućavaju mjerenje nivoa svih vrsta signala.



Slika: 2. Uređaji za mjerenje nivoa buke

Različiti instrumenti za mjerenje buke imaju mogućnost statističke ili frekventne analize primljenog signala, a mogu dalje vršiti računanje izmjerenih vrijednosti u željeni oblik ili odgovarajuće jedinice, u zavisnosti od problema koji se analizira. Različite vrste mjerača nivoa zvuka su iznesene u sljedećim publikacijama: IEC 651 – 1979, IEC 804 – 1985, ANSI S1.4 – 1983 i AS 1259 – 1982.

Ovi standardi grupišu mjerače nivoa zvuka u četiri grupe, i to: 0, 1, 2, 3 po redu manje mjerne tačnosti. Ove vrste mjerača opisane su kako slijedi:

- Tip 0: laboratorijske standardne reference, namijenjeni su za kalibraciju drugih (metara) mjerača nivoa zvuka.
- Tip 1: precizni (metri) mjerači nivoa zvuka, namijenjeni su za laboratorijsku upotrebu ili za rad na terenu gdje se traže precizna mjerenja.
- Tip 2: (metri) mjerači nivoa zvuka za opštu namjenu, namijenjeni su uglavnom za upotrebu na terenu i za snimanje podataka nivoa buke za daljnju analizu frekvencije.
- Tip 3: istraživački, odnosno mjerač nivoa zvuka za istraživanje, namijenjen je za priprema istraživanja kao što su određivanje da li su uslovi okoline buke loši.

Kalibracija mjernih instrumenata. Kalibracija u suštini predstavlja pregled instrumenata u potpunosti preko cijelog njegovog raspona frekvencije što znači da je to procedura koja zahtijeva vrijeme i specijalnu opremu koja je namijenjena u tu svrhu. Redovno treba provjeravati napon baterije a kalibracija mjerača nivoa zvuka i mikrofona bi se trebala provoditi i uskladiti prema datim uputama. Preporučuje se kalibracija instrumenata svake dvije godine. Oprema za provjeru kalibriranja se razlikuje od proizvođača i vrste instrumenata. Kalibriranje mjernih instrumenata nivoa zvuka vrši se po električnoj i akustičkoj kalibraciji.

Električna kalibracija. Vanjski ili unutrašnji pobuđeni električni signal sa poznatom amplitudom i frekvencijom se ubacuje u ciklus mikrofonskog pojačala. Ako je otklon magnetne kazaljke izlaznog mjerača nepravilan može se napraviti mala korekcija pojačavanja podešavanjem “PRESET” upravljača. Iako se ovom kalibracijom može provjeriti pojačalo, mreže za određivanje i filtri, ne može se provjeriti osjetljivost mikrofona. Zbog toga je važno dodati ovaj oblik kalibracije regularnoj akustičkoj kalibraciji.

Akustička kalibracija. Akustički signal poznatog nivoa zvučnog pritiska se primjeni na mikrofoni i očitavanje metra se uspoređi sa propisanim nivoom. Svaka greška koja je van tolerancije kalibratora može se podesiti sa “PRESET GAIN CONTROL”. Na ovaj način se može postići tačnost i do 0.2dB. Velike greške mogu ukazati na oštećenje ili mjerača zvučnog nivoa ili kalibratora i u tom slučaju i mjerač i kalibrator bi se trebali vratiti proizvođaču na provjeru.

6. ZAKLJUČAK

Baveći se problemom buke u ovom radu može se zaključiti da buka predstavlja veliki problem za čovjeka i njegovo zdravlje, veliki problem u procesu proizvodnje sa aspekta produktivnosti i svakako treba istaći problem buke kao ekološkog zagađivača. Nadalje možemo tvrditi da buku, kao posljedioću rada tehničkih sistema, mora svesti u okvire podnošljivosti i okvire propisane evropskim i svjetskih standarda.

U ovom radu su navedeni samo osnovni primjeri za kontrolu i smanjenje buke gdje možemo sa sigurnošću zaključiti da su u ovu problematiku uključene i fundamentalne naučne discipline koje se bave kontrolom i metodama mjerenja buke u cilju smanjenja iste na svim nivoima u proizvodnih sistema.

LITERATURA

1. Cvetković, D., Praščević, M., 2005. Buka i vibracije, Fakultet zaštite na radu, Univerzitet u Nišu, Niš.
2. Cvetković, S., Stefanović, S., 2001. Metode merenja i kontrole parametara uticajnih za pojave uzroka štetnih događaja, Savetovanje sa međunarodnim učešćem „PREVING“, Beograd,
3. Adamović, Ž., 1991. Tehnička dijagnostika u mašinstvu, Naučna knjiga, Beograd,
4. Adamović, Ž., Golubović, D., 2002. Hidraulika i pneumatika, Tehnički fakultet „M. Pupin“, Zrenjanin,