

S. Kirin*

PRILOG ISTRAŽIVANJU RAZINE BUKE U PROCESU STROJNOG PUNJENJA BOCA VODOM

UDK 613.644:663.63
PRIMLJENO: 20.10.2016.
PRIHVACENO: 3.3.2017.

SAŽETAK: Buka djeluje na čovjeka višestruko štetno, pri čemu direktno ili indirektno oštećuje čovjekovo zdravlje, izaziva zamor i smanjuje radnu sposobnost, ometa govornu komunikaciju, odmor i san. Propisima i normama definira se prihvatljivo stanje buke za svaku konkretnu okolinu na osnovi postavljenih kriterija kao što je zaštita sluha u cilju smanjenja opterećenja i zamora radnika, te povećanje proizvodnosti.

U radu je istraživana razina buke u procesu strojnog punjenja boca vodom na tri radna mjesta opremljena računalno vođenim strojevima. Analizom rezultata dobivenih mjerenjem utvrđeno je da je ekvivalentna razina buke različita po radnim mjestima, pri čemu na prvom radnom mjestu iznosi 82,1 dB(A), te na drugom mjestu 83,1 dB(A) što zahtijeva uporabu osobne zaštitne opreme radnika. Na trećem radnom mjestu ekvivalentna razina buke iznosi 78,3 dB(A) te se nalazi u granicama dopuštene razine buke za tu vrstu djelatnosti.

Ključne riječi: razina buke, štetno djelovanje buke na radnika, proizvodni proces

UVOD

Proces strojnog punjenja boca vodom je automatizirani sustav kojim upravlja i nadzire ga radnik u stojećem radnom položaju, pri čemu se koristi gornjim udovima za upravljanje komandnom pločom. Posluživanje strojeva kod punjenja boca vodom zahtijeva visok stupanj koncentracije i usredotočenosti vida, pri čemu je poželjno da je komandna ploča smještena unutar normalnog vidnog polja. Za uspješan rad i postizanje visoke produktivnosti kod strojnog punjenja boca vodom potrebno je ostvariti sklad međusobnog odnosa radnik-stroj-okolina, što se postiže optimalnim oblikovanjem radnog mjesta na temelju ergonomske zakonitosti, te osiguranjem povoljnih rad-

nih uvjeta: radna temperatura, relativna vlažnost, onečišćenje zraka, intenzitet svjetla, buka i vibracije. Time se postiže manje opterećenje i zamor radnika pri izvođenju radnog procesa, povećava kvaliteta izrade, te smanjenje troškova proizvodnje (Kirin, Lauš, 2001.).

Razvoj industrije i uvođenje novih tehnoloških procesa dovodi do porasta buke na radnom mjestu. U proizvodnom procesu strojnog punjenja boca vodom radnik je često izložen nepovoljnom utjecaju buke. Buka ovisno o jačini i duljini trajanja može onemogućiti govornu komunikaciju, smanjiti koncentraciju radnika ili dovesti čak do oštećenja sluha, zbog čega dolazi do psihičkog i fizičkog zamora. S obzirom na vrstu djelatnosti prilikom posluživanja automatiziranih strojeva za punjenja boca vodom ekvivalentna razina buke ne bi smjela prelaziti 80 dB(A) prema Pravilniku o zaštiti radnika od izloženosti buke na radu (Učur, 2009.).

*Mr. sc. Snježana Kirin, (snjezana.kirin@vuka.hr), Veleučilište u Karlovcu, Odjel sigurnosti i zaštite, Trg J. J. Strossmayera 9, 47000 Karlovac.

BUKA U PROIZVODNIM PROCESIMA

Buka se najčešće definira kao svaki nepoželjan i neugodan zvuk koji ometa čovjekov rad i odmor te u krajnjem slučaju oštećuje njegovo zdravlje (*Tanković i sur., 2016., Mijović, 2008.*). Osjetljivost na buku ovisi o karakteristikama buke (jakost, ritam, sadržaj), individualnim karakteristikama izložene osobe (stanje organa sluha, životna dob, individualna osjetljivost na buku), te o duljini, vrsti i načinu izloženosti (položaj osobe prema izvoru buke, prisutnost ili nepresutnost buke u vrijeme odmora uzetog za radnog odmora, te u slobodno vrijeme); (*Horvat, Regent, 2009., Gomzi, 2009.*).

Izloženost intenzivnoj buci ima direktan (djelovanje buke na osjetilo sluha-auralno djelovanje ili auditivni učinak) ili indirektan utjecaj na zdravlje (djelovanje buke na cijeli organizam - ekstraauralno ili neauditivni učinak); (*Resanović i sur., 2016., Klančnik, 2016.*).

Auralno djelovanje buke izražava se preko izravnog oštećenja slušnog organa i time sluha. Štetni učinci djelovanja buke na sluh mogu se podijeliti na tri stupnja:

- stupanj adaptacije - nastaje poslije kraćeg djelovanja umjereno jake buke. Naglušost je prolazna i kratka;
- stupanj zamora - poremećaj mehanizma slušne percepcije zbog dulje izloženosti buci. Prisutna je naglušost, napetost, psihički i neurovegetativni poremećaji;
- oštećenje sluha koje se manifestira gluhoćom osobe.

Oštećenje sluha dijelimo na naglušost i gluhoću. Naglušost je veće ili manje oštećenje sluha, a gluhoća se smatra gubitkom sluha u govornim frekvencijama (*Poplašen, 2014.*).

Prema oštećenju sluha razlikuje se:

- normalna naglušost od 0 do 20 dB,

- laka naglušost od 21 do 40 dB,
- manja naglušost od 41 do 60 dB,
- teška naglušost od 61 do 80 dB,
- gluhoća više od 81 dB.

Pojava profesionalne gluhoće je vrlo složena i povezana je s bukom velikog intenziteta te progresivno raste s vremenom provedenim u bučnoj okolini.

Ekstraauralne posljedice buke izražavaju se (*Varžić, 2010.*):

- utjecajem na organe i tjelesne sustave (živčani sustav, krvožilni sustav, probavni trakt, hormonski sustav),
- utjecajem na ljudsko funkcioniranje i obavljanje posla (umni rad, koncentracija, pozornost, zapažanje zvučnih signala, govorna komunikacija, odmor, san).

Posljedice buke na radnom mjestu u proizvodnom procesu onemogućavaju komunikaciju, izazivaju pojavu umora, smanjuju koncentraciju i sigurnost na radu, izazivaju poremećaje u orijentaciji, gubitak sluha, smanjuju produktivnost i raste broj pogrešaka pri radu.

Na radnom mjestu u proizvodnim procesima mogu se uočiti tri tipa buke (*Mijović i sur., 2001.*):

- buka koju proizvode strojevi na kojima radnik radi,
- buka koju proizvode strojevi ili uređaji na kojima radnik ne radi,
- buka koju stvaraju neproizvodni izvori (uređaji za klimatizaciju, transport i dr.).

Ovisno o razini buke kojoj je radnik izložen propisano je i dopušteno vrijeme izlaganja određenoj razini buke (*Salihbegović, 2016.*). U Tablici 1. prikazan je rizik za oštećenje sluha u ovisnosti o vremenu izlaganja buci (*Horvat, Regent, 2009.*).

Tablica 1. Rizik oštećenja sluha prema vremenu izlaganja buci**Table 1. Risk of hearing impairment in relation to the length of exposure**

Razina buke dB(A)	Ekvivalentno vrijeme izlaganja buci [min]	Relativni osjet zvuka (percepcija glasnoće)	Faktor opasnosti za oštećenje sluha
85	480	1,00	1
88	240	1,22	2
91	120	1,50	4
94	60	1,85	8
95	48	2,00	10
97	30	2,30	16
100	15	2,80	32
103	7,5	3,45	64
105	4,0	4,00	100
109	2,0	5,25	256
112	1,0	6,50	512
115	0,5	8,00	1000

Zaštitne mjere od buke

Zaštita od buke obuhvaća niz različitih koordiniranih postupaka zbog postizanja prihvatljivog stanja buke u radnom i životnom okolišu. Problem nastanka buke može se podijeliti na tri osnovna dijela: izvor buke (mjesto emisije), putovi širenja buke i prijemni prostor (ugrožena osoba). Pri tome se postupnost sustavnog rješavanja buke može promatrati kroz nekoliko cjelina:

- definiranje cilja na temelju zakona,
- određivanje akustičkih svojstava izvora zvuka,
- analiza puta širenja zračne i strukturne komponente zvuka,
- prognoziranje razine buke,
- izbor i optimalizacija mjera zaštite zbog ostvarenja postavljenog cilja,
- ispitivanje i ocjena.

Mjere zaštite od buke mogu biti opće ili individualne. Za smanjenje izloženosti prekomjernoj buci primjenjuju se opće mjere u obliku (Trbojević, 2011., Polajnar, Verhovnik, 1999.):

- organizacijskih mjera (vremensko ograničavanje rada izvora buke),
- organizacijsko-tehničkih mjera (redovito održavanje i servisiranje uređaja, izbor strojeva i uređaja koji stvaraju manju buku),
- građevinsko-planskih mjera (prostorno odvajanje izvora buke, pravilan raspored strojeva),
- tehničkih mjera (izolacija izvora buke, ugradnja prigušivača, lokalna izolacija).

Opće zaštitne mjere na mnogim radnim mjestima su nedovoljne ili neprovedive, pa treba trajno primjenjivati individualne mjere u svojstvu primjene osobne zaštite koje se primjenjuju ovisno o intenzitetu. Osobna zaštitna oprema za zaštitu sluha sastoji se od naušnjaka, ušnih čepića i otoplastike.

Pravilnikom o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu poslodavac:

- stavlja na raspolaganje odgovarajuću i dobro prilagođenu osobnu zaštitnu opremu za zaštitu sluha s preporukom da je radnici upotrebljavaju kada izloženost buci prelazi donju upozoravajuću granicu izloženosti ($L_{Ex8h}=80$ dB(A), $L_{epeak}=112$ Pa (135 dB(C)),
- mora osigurati radnicima odgovarajuću zaštitnu opremu za zaštitu sluha i kontrolirati njezinu upotrebu kada je izloženost jednaka ili viša od gornje upozoravajuće granice izloženosti ($L_{Ex8h}=85$ dB(A), $L_{epeak}=140$ Pa (137 dB(C)).

Kako bi se smanjile štetne posljedice koje može uzrokovati buka, potrebno je provesti mjerenja zbog utvrđivanja razine buke na pojedinim radnim mjestima i odlučivati koje će se mjere primijeniti kako bi se smanjila opasnost za zdravlje radnika (Britvić, 2009.).

EKSPERIMENTALNI DIO

Istraživanje razine buke izvršeno je u proizvodnom pogonu na tri odabrana stroja u tehnološkom procesu strojnog punjenja boca vodom tijekom deset dana. Tehnološki proces punjenja

boca vodom sastoji se od izrade plastičnih boca ispuhivanjem, punjenja boca vodom i stavljanja naljepnica na boce. Nakon toga gotov proizvod se dalje pakira u pakete od šest boca. Ovisno o zapremini, razlikuju se boce od 0,3 l; 0,5 l; 1,0 l i 1,5 l. Paketi se slažu na palete i odlažu u skladište nakon čega se po narudžbi isporučuju kupcu. Tehnološki proces punjenja boca vodom smješten je u prizemlju. Prostor je klimatiziran, a rasvjetu čine fluorescentne cijevi koje su poredane po stropu te prozori koji omogućavaju ulazak prirodnog svjetla (slika 1); (originalna slika – nacrta autorica).



Slika 1. Prikaz proizvodnog procesa s označenim mjernim mjestima

Figure 1. Production process with measured work places marked

Za mjerenje buke odabrane su tri stroja koji čine jednu tehnološku cjelinu i smješteni su jedan do drugog. Mjerna mjesta na kojima je mjerena buka su:

- stroj za izradu plastičnih boca ispuhivanjem (PUHALJKA BLOMAX 10) koji izrađuje boce volumena od 0,3 l do 3,0 l, a proizvodni joj je kapacitet 1800 boca po satu. Stroj je potpuno automatiziran i njime se upravlja pomoću računala (slika 2a) - RM1 (radno mjesto broj 1);
- stroj za punjenje boca (PUNJAČ FILLSTAR FX) sastoji se od sterilatora, ispiralice i punjača. Proizvodni mu je kapacitet 1800

boca po satu. Stroj je automatiziran i njime se upravlja pomoću računala (slika 2b) - RM2 (radno mjesto broj 2);

- stroj za lijepljenje naljepnica (ETIKETIRKA CONTIROLL) koji je automatiziran. Brzina nanošenja naljepnica je 50 mmin^{-1} , a širina nanošenja od 8 do 128 mm (slika 2c) - RM3 (radno mjesto broj 3).



a. b. c.

Slika 2. Strojevi u proizvodnom procesu: (a) stroj za izradu boca; (b) stroj za punjenje boca; (c) stroj za lijepljenje naljepnica

Figure 2. Machines in the production process: (a) bottle manufacturing machine; (b) bottle filler; (c) label sticking machine

Mjerna oprema i postupci mjerenja

Mjerenje razine buke izvedeno je digitalnim uređajem za mjerenje buke tt. Metrel oznake Multinorm M1620 u spoju sa zvučnom sondom oznake A1146. Prijenos podataka u računalo izvodi se pomoću pripadajućeg softwera Sound link A1162 (slika 3).



Slika 3. Mjerni instrument Multinorm M16201 sa zvučnom sondom oznake A1146

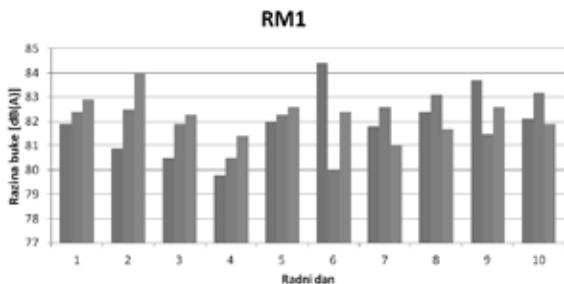
Figure 3. Measuring instrument Multinorm M16201 with sonar probe A1146

Na odabranim radnim mjestima provedena su mjerenja tijekom deset radnih dana na svakom od strojeva. Mjerenja tijekom osmosatnog radnog dana izvršena su u 7 h, 10 h i 13 h. Tako je dobiveno ukupno 30 mjerenja po pojedinom radnom mjestu. Prilikom mjerenja bio je postavljen mikrofon zvukomjera na radnom mjestu u visini uha radnice.

REZULTATI I RASPRAVA

Mjerenje razine buke izvedeno je u proizvodnom procesu za vrijeme osmosatnog radnog vremena tijekom deset radnih dana. Po danu su izvršena tri mjerenja, i to u 7 h, 10 h i 13 h. U vrijeme mjerenja u proizvodnom pogonu radili su svi strojevi.

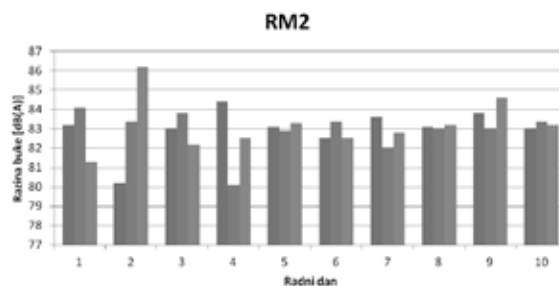
Analizom ekvivalentne razine buke na RM1 (PUHALJKA BLOMAX 10) utvrđeno je da se po danu kreće u rasponu od 79,8 dB(A) do 84,4 dB(A), pri čemu srednja vrijednost izloženosti radnika buci iznosi 82,1 dB(A); (slika 4).



Slika 4. Prikaz ekvivalentne razine buke na RM1 (PUHALJKA BLOMAX 10) po danima

Figure 4. Equivalent noise level on RM1 (BLOWER BLOMAX 19) per days

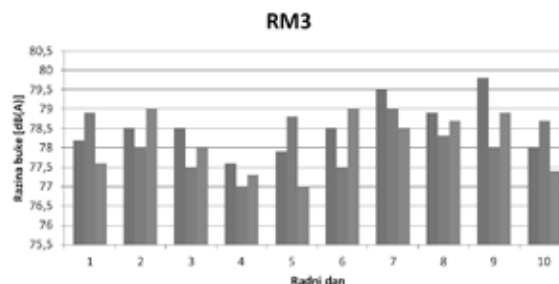
Analizom ekvivalentne razine buke na RM2 (PUNJAČ FILLSTAR FX) utvrđeno je da se ona kreće po danu u rasponu od 80,2 dB(A) do 86,2 dB(A), pri čemu srednja vrijednost izloženosti radnika buci iznosi 83,1 dB(A); (slika 5).



Slika 5. Prikaz ekvivalentne razine buke na RM2 (PUNJAČ FILLSTAR FX) po danima

Figure 5. Equivalent noise level on RM2 (FILLER FILLSTAR FX) per days

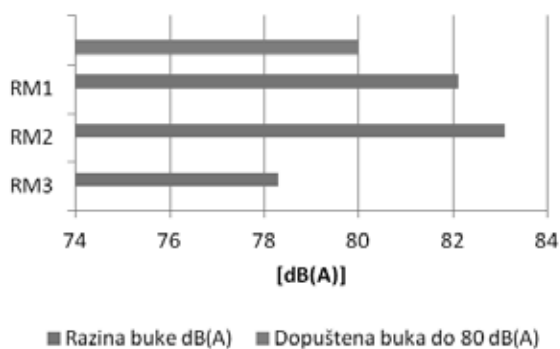
Analizom ekvivalentne razine buke na RM3 (ETIKETIRKA CONTROLL) utvrđeno je da se ona kreće po danu u rasponu od 77,0 dB(A) do 79,5 dB(A), pri čemu srednja vrijednost izloženosti radnika buci iznosi 78,3 dB(A); (slika 6).



Slika 6. Prikaz ekvivalentne razine buke na RM3 (ETIKETIRKA CONTROLL) po danima

Figure 6. Equivalent noise level on RM3 (LABELLER CONTROLL) per days

Prema Pravilniku o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu, radni zadaci u procesu proizvodnje strojnog punjenja boca vodom mogu se svrstati u skupinu poslova koji su opisani kao pretežno rutinski fizički rad sa zahtjevom na točnost i praćenje okoline sluhom s najviše dopuštenom razinom buke od 80 dB(A). Prema postojećim i važećim propisima, buka preko 80 dB(A) zahtijeva posebne mjere zaštite sluha od oštećenja.



Slika 7. Prikaz ekvivalentne i dopuštene razine buke prema radnim mjestima

Figure 7. Equivalent and permitted noise level per work places

U ovom istraživanju na dva stroja (PUHALJKA BLOMAX 10 I PUNJAČ FILLSTAR FX) razina buke prelazi graničnu razinu buke, dok na jednom stroju (ETIKETIRKA CONTROLL) ne prelazi graničnu razinu buke (slika 7).

ZAKLJUČAK

Istraživanjem razine buke na tri radna mjesta u proizvodnom procesu punjenja boca vodom srednja vrijednost ekvivalentne razine buke za RM1 (PUHALJKA BLOMAX10) iznosi 82,09 dB(A), za RM2 (PUNJAČ FILLSTAR FX) iznosi 83,1 dB(A), te za RM3 (ETIKETIRKA CONTROLL) iznosi 78,3 dB(A). Na temelju analize rezultata mjerenja utvrđeno je da je razina buke na RM1 i RM2 iznad dopuštene vrijednosti jer iznosi više od dopuštenih 80 dB(A). Na RM3 srednja vrijednost ekvivalentne razine buke iznosi 78,3 dB(A) i nalazi se unutar dopuštene vrijednosti.

Da bi se smanjila izloženost radnika buci, radnici na RM1 i RM2 trebaju se koristiti osobnom zaštitnom opremom u obliku čepića za uši.

Kako se razina prekomjerne buke ne može uvijek u potpunosti ukloniti, potrebno je konstantno educiranje kako poslodavca tako i samih radnika o štetnosti izloženosti prekomjernoj razini buke te tako podizati razinu svijesti o važnosti prevencije i zaštite od buke. Poslodavac treba smanjenje buke promatrati kao korist koju će ostvariti većom produktivnosti radnika, te manjim izostankom radnika zbog bolovanja.

LITERATURA

Britvić, J.: *Utjecaj buke u radnoj okolini na produktivnost djelatnika i ukupnu efikasnost poduzeća*, dostupno na: www.poduzetnistvo.org, pristupljeno: 17.10.2016.

Gomzi, M.: Oštećenje sluha bukom pri pilarskoj preradi drva, *Sigurnost*, 51, 2009., 4, 295-300.

Horvat, J., Regent, A.: *Osobna zaštitna oprema*, Veleučilište u Rijeci, Rijeka, 2009.

Kirin, S., Lauš, K.: Istraživanje razine buke u tehnološkom procesu šivanja, *Sigurnost*, 53, 2011., 3, 243-250.

Klančnik, M.: *Utjecaj buke na zdravlje i radnu sposobnost*, dostupno na: https://bib.irb.hr/datoteka/739938.Dr_Klancinik_Marisa_buka_popularni.pdf, pristupljeno: 20.9.2016.

Mijović, B., Vučinić, J., Benjak, Š.: Prilog istraživanja buke u odjevnoj industriji, *Sigurnost*, 43, 2001., 3, 199-208.

Mijović, B.: *Primijenjena ergonomija*, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2008.

Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu, Narodne novine, br. 46/08.

Poplašen, D.: Oštećenje sluha uzrokovano bukom, *Sigurnost*, 56, 2014., 1, 67-69.

Polajnar, A., Verhovnik, V.: *Oblikovanje dela in delovnih mest za delo v praksi*, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Maribor, 1999.

Resanović, B., Vranković, M., Orsag, Z.: *Buka okoliša-javnozdravstveni problem*, dostupno na: www.zmz.hr/download/buka_okoliša_javnozdravstveni_problem.pdf, pristupljeno: 1.9.2016.

Salihbegović, A.: *Postupak mjerenja buke*, dostupno na: www.am.unze.ba/mt/2012/Salihbegovic%20Amina.doc, pristupljeno: 10.9.2016.

Tanković, A., Suljić-Beganović, F., Talajić, M., Lutvica, S., Kahrić, S.: *Profesionalno oštećenje sluha bukom*, dostupno na: www.ljkzedo.ba/

sites/default/files/bilten/B22/06%20Tanković.pdf, pristupljeno: 20. 9.2016.

Trbojević, N.: *Osnove zaštite od buke i vibracija*, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2011.

Varžić, D.: Primjena osobne opreme za zaštitu sluha, *Sigurnost*, 52, 2010., 3, 263-274.

Učur, M.: Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu, *Sigurnost*, 51, 2009., 1, 31-36.

NOISE LEVELS IN WATER BOTTLING PROCESS

SUMMARY: Noise has multiple harmful effects on people, with direct or indirect damages to human health, causing fatigue and lowered work capacity, and interfering with verbal communication, rest and sleep. Norms and regulations define acceptable levels of noise for each specific environment providing criteria for hearing protection, all with the objective to reduce load and fatigue and increase productivity.

Explored in the paper is the level of noise present in the automatic computerised water bottling plant at three different work places. Analysed measurement results reveal that the equivalent level of noise is different at different work places, with 82.1 dB (A) at the first place and 83.1 dB (A) at the second, thus requiring the use of personal protection. At the third work place the equivalent noise level is 78.3 dB (A) which is within the limits of permitted noise for this type of production activity.

Key words: *noise level, harmful effects of noise on workers, production process*

*Subject review
Received: 2016-10-20
Accepted: 2017-03-03*