

S. Kirin, K. Lauš*

ISTRAŽIVANJE RAZINE BUKE U TEHNOLOŠKOM PROCESU ŠIVANJA

UDK 687:613.644
PRIMLJENO: 20.4.2011.
PRIHVAĆENO: 2.5.2011.

SAŽETAK: Buka predstavlja značajan problem suvremene civilizacije jer izvori buke postaju sve raznovrsniji i sve jači. Ona štetno djeluje na ljudski organizam i uzrokuje pojačane fizičke i psihičke smetnje, te se javljaju opasnosti od oštećenja sluha. U radu je istraživana razina buke u tehnološkom procesu šivanja na pet radnih mjesta opremljenih šivaćim strojevima. Analizom rezultata dobivenih mjerenjem utvrđeno je da se ekvivalentna razina buke kreće između 71 i 77 dB(A), te se tako nalazi u granicama dopuštene razine buke za tu vrstu djelatnosti. Tjedna razina izloženosti buci, također, ne prelazi dopuštenu vrijednost od 80 dB(A).

Ključne riječi: razina buke, tehnološki proces šivanja, opterećenje radnika

UVOD

Tehnološki proces šivanja odjeće je integralni dio procesa proizvodnje odjeće, pri čemu se radi u sjedećem položaju. Radnik se tijekom šivanja koristi gornjim udovima za rukovanje izratkom, a donjim udovima za reguliranje ubodne brzine šivaćeg stroja (*Kirin i sur., 2004.*). Takav rad zahtijeva koordinirano korištenje trupa, gornjih i donjih udova, te visok stupanj usredotočenosti vida. Za učinkovito izvođenje zadatka, te postizanje određene produktivnosti radniku treba osigurati povoljne radne uvjete koji su određeni temperaturom, relativnom vlažnošću, onečišćenjem zraka, intenzitetom svjetla, buke i vibracija. Nepovoljni radni uvjeti uzrokuju opterećenja radnika, zamor, narušavaju zdravlje, te smanjuju proizvodnost rada.

S obzirom na vrstu djelatnosti, te potrebnu koncentraciju i usredotočenost prilikom izvođenja tehnoloških operacija šivanja, ekvivalentna razina buke ne bi smjela prelaziti 80 dB(A) prema Pravilniku o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu. Buka u tehnološkom procesu šivanja ovisno o jačini i duljini trajanja može onemogućiti govornu komunikaciju i smanjiti koncentraciju pri radu (*Polajnar, Verhovnik, 1999., Verhovnik, Polajnar, 1991.*).

BUKA

Buka je neželjeni uznemiravajući zvuk koji se rasprostire titranjem čestica u zraku. Može se podijeliti prema načinu širenja, mjestu izvora ili putovima prodiranja. Prema načinu širenja, dijele se na zračnu i strukturnu. Prema mjestu izvora, dijeli se na unutarnju i vanjsku, dok se prema frekvencijskom području dijeli na infrazvučnu (do 16 Hz), zvučnu (16–20.000 Hz) i ultrazvučnu (iznad 20.000 Hz). Buka prema načinu djelovanja može biti kontinuirana ili isprekidana.

*Mr. sc. Snježana Kirin, dipl. ing. (snjezana.kirin@vuka.hr), Katarina Lauš, studentica, Veleučilište u Karlovcu, Odjel Tekstilstvo, Trg J. J. Strossmayera 9, 47000 Karlovac.

Ljudsko uho registrira zvuk frekvencije u rasponu od 16 Hz do 20.000 Hz, a najosjetljivije je na raspon frekvencija između 2000 i 5000 Hz. Ljudski govor nalazi se između 300 i 700 Hz. Prag sluha uredno čujne osobe je u području od 0 do 24 decibela zvučnog tlaka, dok nagluhe osobe imaju prag sluha između 26 i 93 decibela, te potpuna gluhoća nastaje ako je prag čujnosti iznad 93 decibela (*Gomzi, 2009.*).

Buka djeluje na čovjeka višestruko štetno, te izravno ili neizravno oštećuje njegovo zdravlje, izaziva umor i smanjuje radne sposobnosti, ometa sporazumijevanje, odmor i san. S obzirom na razine štetnosti, buku se može podijeliti u četiri stupnja štetnosti:

- a) 30-55 dB(A) – područje psihološkog djelovanja (radnici postaju umorni, razdražljivi i osjećaju se nelagodno),
- b) 55-85 dB(A) – područje ozbiljnih psiholoških i fizioloških smetnji (radnici postaju razdražljivi, psihički labilni, bez koncentracije i sa smanjenom motivacijom),
- c) 85-120 dB(A) – područje oštećenja sluha (dolazi do oštećenja sluha, naglušnosti ili potpune gluhoće zbog izloženosti buke za vrijeme cijelog radnog vremena),
- d) iznad 120 dB(A) – područje akutnog oštećenja sluha.

Buka djeluje na živčani, probavni i hormonski sustav, što se manifestira porastom krvnog tlaka, poremećajem u radu probavnih organa, sniženjem vidnog polja, te endokrinološkim i metaboličkim poremećajima (*Koremer, Grandjean, 1999.*). Razina buke preko 60 dB(A) može neizravno utjecati na podraživanje živčanog sustava (*Mijović, 2009.*). Nadalje, može izazvati ubrzani rad srca, ubrzano disanje i znojenje. Reakcija na buku može biti kratkotrajna ili kronična

koja se očituje kao nesanica, povišeni krvni tlak, poremećaj apetita, tjeskoba i depresija. Jake i repetitivne stimulacije intenzivnom bukom mogu dovesti do gubitka sluha, koji je privremen u početku, ali nakon ponavljanja ekspozicije mogu se pojaviti permanentna oštećenja sluha što predstavlja gubitak sluha (*Britvić, 2010.*). Intenzivnija buka i dulja ekspozicija uzrokuju veće oštećenje sluha. Postoje individualne razlike reakcije na buku. Osobito osjetljivi ljudi mogu doživjeti permanentni gubitak sluha nakon nekoliko mjeseci izloženosti, dok manje osjetljivi mogu pokazati prve simptome tek nekoliko godina nakon ekspozicije buci (*Skoko, Stracaboško, 1993.*).

Opseg oštećenja sluha ovisi o intenzitetu buke, frekvencijskom spektru, trajanju ekspozicije, životnoj dobi radnika, nekim bolestima, te kolektivnim i individualnim zaštitnim mjerama (*Polajnar i sur., 2007.*).

Propisima i normama definira se prihvatljivo stanje buke za svaku konkretnu radnu okolinu na temelju postavljenih kriterija kao što su zaštita sluha i zdravlja, utjecaj na umor i produktivnost, čujnost zvučnih signala, razumljivost govora, potrebe za mentalnim usredotočenjem, mogućnost odmora, rekreacije i mirnog sna (*HRN EN ISO 9612:2010, Učur, 2010.*).

U Republici Hrvatskoj zaštita od buke u radnoj okolini utvrđena je Pravilnikom o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu, pri čemu su definirani kriteriji za zaštitu od ometanja bukom dok se opasnosti od oštećenja sluha određuju na temelju razine dnevne ili tjedne izloženosti. Dopuštene razine buke s obzirom na vrstu rada prikazane su u Tablici 1, gdje su prikazane preporučene dopuštene vrijednosti ekvivalentne razine buke na radnom mjestu za osmosatno radno vrijeme.

Tablica 1. Prikaz dopuštenih razina buke s obzirom na vrstu djelatnosti
Table 1. Permitted noise levels for different types of work

Opis posla	Najviša dopuštena razina buke LAeq u dB(A)	
	(a)*	(b)*
Najzahtjevniji umni rad, vrlo velika usredotočenost, rad vezan za veliku odgovornost, najsloženiji poslovi upravljanja i rukovođenja	45	40
Pretežno umni rad koji zahtijeva usredotočenost, kreativno razmišljanje, dugoročne odluke, istraživanje, projektiranje, komuniciranje sa skupinom ljudi	50	40
Zahtjevniji uredski poslovi, liječničke ordinacije, dvorane za sastanke, školska nastava, neposredno govorno i/ili telefonsko komuniciranje	55	45
Manje zahtjevni uredski poslovi, pretežno rutinski umni rad koji zahtijeva usredotočenje ili neposredno govorno i/ili telefonsko komuniciranje, komunikacijske centrale	60	50
Manje zahtjevni i uglavnom mehanizirani uredski poslovi, prodaja, vrlo zahtjevno upravljanje sustavima, fizički rad koji zahtijeva veliku pozornost i usredotočenost, zahtjevni poslovi montaže	65	55
Pretežno mehanizirani uredski poslovi, zahtjevno upravljanje sustavima, upravljačke kabine, fizički rad koji zahtijeva stalnu usredotočenost, rad koji zahtijeva nadzor sluhom, rad koji se obavlja na temelju zvučnih signala	70	60
Manje zahtjevni fizički poslovi koji zahtijevaju usredotočenost i oprez, manje zahtjevno upravljanje sustavima	75	65
Pretežno rutinski fizički rad sa zahtjevom na točnost, praćenje okoline slušanjem	80	65

(a) Razina buke na radnom mjestu koja potječe od proizvodnih izvora.

(b) Razina buke koja potječe od neproizvodnih izvora (ventilacija, klimatizacija, promet i dr.).

Prema dostupnoj literaturi, problem buke u proizvodnim pogonima odjevne industrije istraživalo je nekoliko autora (*Mijović i sur., 2001., Kunštek i sur., 1995., Verhovnik, Polajnar, 1991.*) koji su utvrdili da na pojedinim mjestima postoji visoka razina buke koja prelazi dopuštenu razinu buke od 80 dB(A). Najčešći razlozi visokoj razini buci su vrsta šivaćeg stroja, konstrukcija, starost, način održavanja i ispravnost mehaničkih i pogonskih dijelova. Prilikom planiranja i izgradnje proizvodnih pogona potrebno je poduzeti odgovarajuće tehničke mjere za smanjenje razine buke.

Ne postoje relevantni pokazatelji koji govore o narušavanju zdravlja radnika u odjevnoj industriji izazvani prekomjernom bukom na radu u odjevnoj industriji. Stoga postoji potreba za multidisciplinarnim pristupom i detaljnijom analizom buke u pogonima odjevne industrije.

EKSPERIMENTALNI DIO

Istraživanje razine buke izvršeno je u proizvodnom pogonu na pet odabranih šivaćih strojeva u tehnološkom procesu šivanja tijekom tri radna dana. Cilj je bio utvrditi postoje li visoke razine buke u proizvodnim pogonima odjevne industrije. Proizvodni pogon šivaonice nalazi se na prvom katu unutar kojeg su smješteni 54 šivaća stroja. Pogon je površine 400 m², površine prozora 65 m² i s ukošenim stropom. Zidovi i strop obloženi su gipsanim pločama, dok je podna površina prekrivena laminatom. Prostor je klimatiziran, pri čemu se klima uključuje samo za vrijeme predviđene polusatne pauze.

Zbog izrade malih serija odjevnih predmeta, te činjenice da radnice često mijenjaju šivaći stroj dnevno u prosjeku radi oko 30 šivaćih strojeva.

U ovom istraživanju na odabranim radnim mjestima za vrijeme snimanja radnice su radile cijelo vrijeme izvođeci istu tehnološku operaciju i u njihovom okruženju bili su radno aktivni šivaći strojevi. Proizvodni pogon podijeljen je u četiri proizvodne linije gdje se primjenjuje lančani sustav rada (slika 1).

Za mjerenje razine buke odabrana su četiri specijalna šivaća stroja i jedan šivaći automat koji su smješteni na različitim dijelovima proizvodnog pogona.

Mjerna mjesta na kojima je mjerena buka su:

- specijalni šivaći stroj sa cik-cak ubodom tt. Juki oznake LZ-2284C-7 na kojem se izvodi tehnološka operacija porubljivanja ženskih gaćica s ušivanjem elastike i veličinskog broja - radno mjesto A5 (slika 2a),
- specijalni šivaći stroj za obamitanje tt. Juki oznake MO 3900 na kojem se izvodi tehnološka operacija sastava sjedala muških biciklističkih hlača - radno mjesto A4 (slika 2b),
- četveroigleni specijalni šivaći stroj s lančanim ubodom tt. Yamato oznake Y-4240 koji izvodi tehnološku operaciju sastava nogavica muških biciklističkih hlača - radno mjesto A3 (slika 2c),
- dvoigleni specijalni šivaći stroj s lančanim ubodom tt. Pfaff oznake 438 na kojem se

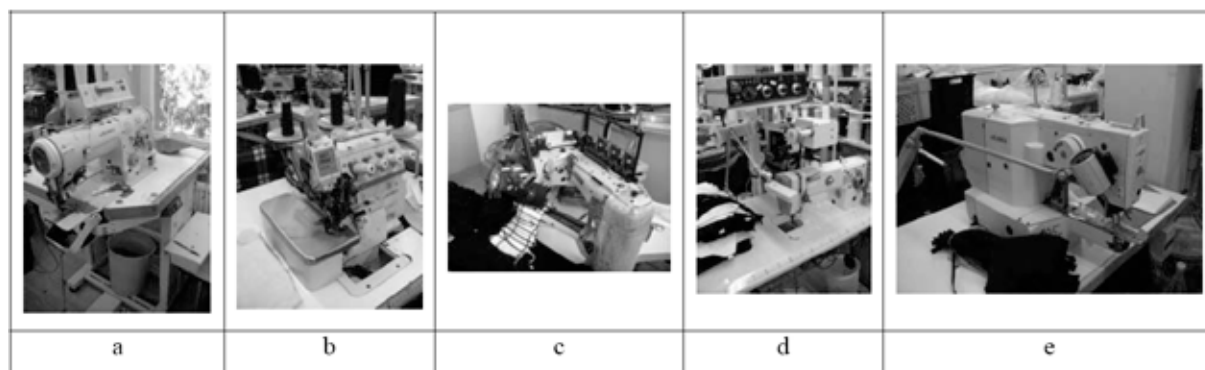
izvodi tehnološka operacija našivanja elastične trake na rub ženskih gaćica - radno mjesto A2 (slika 2d),

- šivaći automat za izradu zapora tt. Juki oznake LK-1904FS na kojem se izvodi tehnološka operacija našivanja ukrasne mašnice na ženske gaćice - radno mjesto A1 (slika 2e)



Slika 1. Prikaz proizvodnog pogona

Figure 1. Production plant



Slika 2. Prikaz šivaćih strojeva odabranih za mjerenje intenziteta buke

Figure 2. Sewing machines selected for measuring noise intensity

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 softvera Sound link A1162 (slika 3).



Slika 3. Mjerni instrument Multinorm M1620 sa zvučnom sondom oznake A1146

Figure 3. Measuring instrument Multinorm M1620 with probe A1146

Na odabranim radnim mjestima izvodilo se mjerenje u razmaku od 20 min u trajanju od 5 minuta. Tako je dobiveno ukupno 22 mjerenja po pojedinom radnom mjestu za vrijeme trajanja radne smjene. Prilikom mjerenja bio je postavljen mikrofonski zvukomjera na radnom mjestu u visini uha radnice.

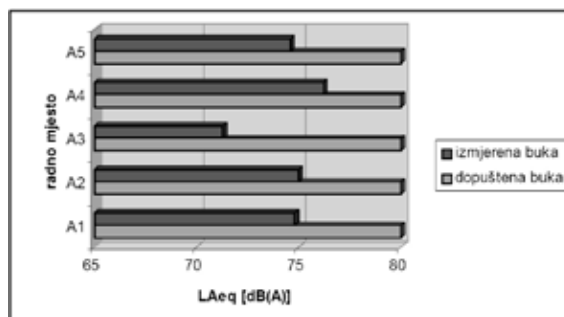
U svrhu istraživanja subjektivnog doživljaja buke na radnim mjestima razrađen je upitnik sa skalom od pet stupnjeva (-2 vrlo neugodno, -1 neugodno, 0 neutralno, +1 ugodno, +2 vrlo ugodno), te dodatna pitanja o eventualnim problemima na radnom mjestu i neželjenim nuspojavama nakon radnog vremena kojima bi uzrok bila buka.

REZULTATI I RASPRAVA

Mjerenje razine buke izvedeno je u proizvodnom procesu za vrijeme osmosatnog radnog vremena tijekom tri radna dana. U vrijeme mjere-

nja u proizvodnom pogonu radilo je oko 63% šivaćih strojeva. Na odabranim radnim mjestima mjerenjem i statističkom obradom podataka putem računalnog softvera dobivene su vrijednosti ekvivalentne razine buke (L_{Aeq}), najviše vremenski vrednovane razine buke (L_{AFmax}), najniže vrednovane razine buke (L_{AFmin}), razine vršne vrijednosti buke (L_{Apeak}), te statistički percentili koji su definirani kao N-postotne razine prekoračenja (L_{01} - L_{99}).

Analizom ekvivalentne razine buke na pet šivaćih strojeva utvrđeno je da se ona kreće između 71,3 i 76,2 dB(A); (slika 4) gdje je na radnom mjestu A1 izmjerena buka od 74,8 dB(A), na radnom mjestu A2 od 75 dB(A), na radnom mjestu A3 od 71,3 dB(A), na radnom mjestu A4 od 76,2 dB(A), te na radnom mjestu A5 od 74,6 dB(A).

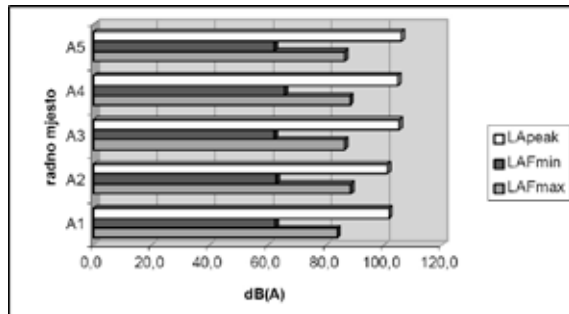


Slika 4. Prikaz ekvivalentne i dopuštene razine buke prema radnim mjestima

Figure 4. Equivalent and permitted noise level for different workplaces

Prema Pravilniku o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu, izvođenje tehnoloških operacija šivanja može se svrstati u skupinu poslova koji su opisani kao pretežno rutinski fizički rad sa zahtjevom na točnost i praćenje okoline sluhom s najvišom dopuštenom razinom buke od 80 dB(A). Prema postojećim i važećim propisima, buka preko 80 dB(A) zahtijeva posebne mjere zaštite sluha od oštećenja. U ovom istraživanju na svim šivaćim strojevima razina buke ne prelazi graničnu razinu buke ni na jednom šivaćem stroju. Stoga se može smatrati da šivaći strojevi, s obzirom na vrstu djelatnosti, ne ometaju rad drugih radnika u svojoj neposrednoj okolini.

Na slici 5 prikazani su dobiveni rezultati najviše vremenski vrednovane razine buke (LAFmax), najniže vrednovane razine buke (LAFmin) i najviša dostignuta vršna vrijednost buke (LApeak).

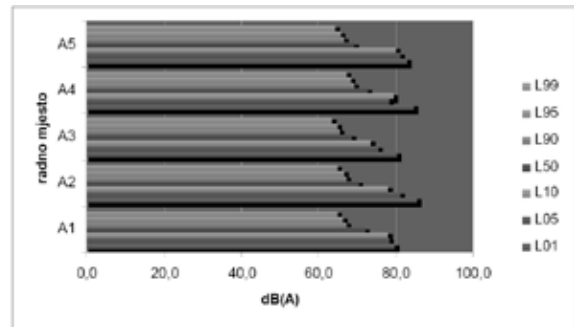


Slika 5. Prikaz najviše i najniže vremenski vrednovane razine buke, te najviše dostignute vršne vrijednosti buke po pojedinim radnim mjestima

Figure 5. The highest and lowest time-valued noise levels; the highest noise level measurements for different workplaces

Vidljivo je da sve maksimalne vršne vrijednosti zvučnog tlaka (LApeak) na svim mjernim radnim mjestima prelaze vrijednost od 100 dB(A) zvučnog tlaka. To se može opisati činjenicom da se u tehnološkom procesu šivači strojevi pokreću iz stanja mirovanja, rade na radnoj brzini šivaćeg stroja i ponovno se vraćaju u stanje mirovanja, pri čemu se stvara buka različitog intenziteta. Najviša vremenski vrednovana razina buke (LAFmax) prikazuje maksimalnu efektivnu razinu buke kada je buka intenzivnija, pri čemu su dobivene vrijednosti između 84 i 89 dB(A). Najniža vremenski vrednovana razina buke (LAFmin) je između 62 i 66 dB(A). U provedenom mjerenju uočen je raspon buke od 21,3 do 25,7 dB(A).

Na slici 6 prikazani su statistički parametri buke koji se odnose na razinu buke izmjerenu na vremenske intervale u trajanju od 1% ukupnog mjerenja (L01), do 99% ukupnog vremena mjerenja (L99). Ovi parametri omogućuju analizu buke s obzirom na dopušteno vrijeme izlaganja. Parametar L99 ukazuje na najnižu razinu buke koja je prekoračena u 99% vremena mjerenja, odnosno na vrijednost razine buke koja je prisutna tijekom radnog vremena.



Slika 6. Prikaz vrijednosti razine buke s obzirom na vremenske intervale po pojedinim radnim mjestima
Figure 6. Noise level values in different time intervals for different workplaces

U ovom istraživanju parametar L99 kreće se u rasponu od 63,5dB(A) do 67,2 dB(A). Na radnom mjestu A1 parametar L99 iznosi 64,7 dB(A), na radnom mjestu A2 iznosi 64,9 dB(A), na radnom mjestu A3 iznosi 63,5 dB(A), na radnom mjestu A4 iznosi 67,2 dB(A), a na radnom mjestu A5 iznosi 64,2 dB(A).

Vrijednost razine najviše buke koja je prisutna tijekom 1% vremenskog intervala u ovom istraživanju kreće se intervalu od 79,5 do 85,5 dB(A), odnosno na radnom mjestu A1 iznosi 79,5 dB(A), na radnom mjestu A2 iznosi 85,5 dB(A), na radnom mjestu A3 iznosi 80,3 dB(A), na radnom mjestu A4 iznosi 84,6 dB(A), a na radnom mjestu A5 iznosi 82,8 dB(A). Analizom dobivenih vrijednosti može se zaključiti da se visoke razine buke u tehnološkom procesu šivanja javljaju u kratkim periodičkim intervalima za vrijeme rada šivaćeg stroja.

U radu su izmjerene i tjedne razine izloženosti buci (LEX,W), pri čemu su dobivene sljedeće vrijednosti: radno mjesto A1 - 77,5 dB(A); A2 -74,1 dB(A); A3-73,8 dB(A); A4-78,9 dB(A); A5 - 74,3 dB(A), a koje ukazuju da se izloženost buci nalazi u granicama dopuštenih vrijednosti za ovu vrstu djelatnosti.

Temeljem provedenog upitnika o subjektivnom doživljaju buke, radnice su buku ocijenile kao neugodu. Nadalje, ponekad su se osjećale umorno za vrijeme rada, ukazale su na smanjenje koncentracije i motivacije. Ne navode da imaju eventualne zdravstvene probleme kojima bi uzrok bila buka na radnom mjestu.

S obzirom da se radi o prostoru gdje je podna površina izrađena od laminata, pretpostavka je da bi se razina buke u ovom proizvodnom pogonu smanjila stavljanjem gumenih čepova na postolje šivaćih strojeva.

ZAKLJUČAK

Istraživanjem razine buke na pet šivaćih strojeva u tehnološkom procesu šivanja u realnom proizvodnom procesu došlo se do zaključka da se vrijednosti ekvivalentne razine buke u ovom istraživanju kreću između 71,3 do 76, 2 dB(A). Ako se uzme kao granična vrijednost dopuštene razine buke od 80 dB(A), opterećenost bukom nije prisutna. To dokazuju i dobivene vrijednosti tjedne izloženosti buci. Tjedna razina izloženosti buci na radu za radno mjesto od A1 do A5 kreće se u granicama od 73,8 dB(A) do 78,9 dB(A).

Mjerenja su pokazala da je razina buke na pet šivaćih strojeva manja od dopuštene razine buke, a u kratkim vremenskim intervalima kreće se do 100 dB(A), što može smanjiti koncentracije pri radu. Tome u prilog govori i činjenica da se izmjereni raspon buke u ovom istraživanju kreće između 21,3 i 25,7 dB(A).

Da bi se smanjila buka, predlaže se uvođenje suvremeno opremljenih šivaćih strojeva.

LITERATURA

Britvić, J.: *Utjecaj buke u radnoj okolini na produktivnost djelatnika i ukupnu efikasnost poduzeća*, dostupno na: www.poduzetnistvo.org, pristupljeno 17.11.2010.

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

HRN EN ISO 9612: *Akustika - Određivanje izloženosti buci na radu - Inženjerska metoda*, 2010.

Kirin, S. i sur.: Radno opterećenje i zamor u tehnološkom procesu šivanja, *Tekstil*, 53, 2004., 5, 226-243

Kroemer, K.H.E., Grandjean, E.: *Prilagođavanje rada čovjeku, Ergonomski priručnik*, Ed. I. Manenica, Udžbenik Sveučilišta u Splitu, Split, 1999.

Kunštek, A. i sur.: Istraživanje značajki buke nekih strojeva u odjevnoj industriji, *Tekstil*, 44, 1995., 10, 481-489.

Mijović, B.: *Primijenjena ergonomija*, Udžbenik Veleučilišta u Karlovcu, Karlovac, 2009.

Mijović, B. i sur.: Prilog istraživanja buke u odjevnoj industriji, *Sigurnost*, 43, 2001., 3, 199-208.

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

Polajnar, I. i sur.: Buka na radnom mjestu za varivača, *Sigurnost*, 49, 2007., 2, 113-124.

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

Skoko, M., Stracaboško, R.: Prilog istraživanju smanjenja buke u pogonima tekstilne industrije, *Tekstil*, 42, 1993., 2, 77-82.

Verhovnik, V., Polajnar, A.: Vpliv delovnega okolja na določanje izdelavnega časa v konfekcijski industriji, *Tekstilec*, 34, 1991., 10, 374-379.

Učur, M.Đ.: *Zakon o zaštiti od buke*, *Sigurnost*, 52, 2010., 1, 61-65.

A STUDY OF NOISE LEVELS IN THE SEWING PROCESS

SUMMARY: Noise is a great issue in modern civilisation, as sources of noise have become increasingly more varied and more powerful. Noise affects badly the human organism and causes physical and mental disorders as well as presenting a potential harm to the hearing. The paper studies the noise level in the sewing process at five workplaces equipped with sewing machines. Results analysis shows that the noise levels range between 71 and 77 dB(A) which is within the permitted range for this type of work. Weekly level of noise exposure also does not exceed the permitted maximum of 80 dB(A).

Key words: *noise level, sewing process, employee load*

*Professional paper
Received: 2011-04-20
Accepted: 2011-05-02*