

J. Doko Jelinić, I. A. Nola*

BUKA I MODERNIZACIJA ALUMINIJSKE INDUSTRIJE

UDK 669.71:613.644
PRIMLJENO: 9.3.2007.
PRIHVACENO: 7.8.2007.

SAŽETAK: Cilj rada je procijeniti utjecaj novih tehnologija i modernizacije tehnološkog procesa u proizvodnji primarnog aluminija na razinu ukupne buke kojoj su radnici izloženi tijekom rada u radnom okolišu. U tu svrhu uspoređivani su rezultati obveznih periodičkih mjerenja fizikalnih čimbenika na radnim mjestima u radnim prostorima tvornice Aluminij d.d., Mostar provedenih prije modernizacije tvornice (1988.) i nakon modernizacije tvornice (2004.). Mjerenja ukupne razine buke provedena su na istim radnim mjestima. Izmjerene razine ukupne buke nakon modernizacije uspoređene su s razinama buke prije modernizacije u pogonima Anoda, Elektroliza, Ljevaonica i Pogonu obrade plinova. Rezultati mjerenja ukupne razine buke prije modernizacije pokazuju prisutnost prekomjerne buke na 68,9% radnih mjesta. Nakon modernizacije značajno se smanjio broj radnih mjesta, 28,6% (48/168), na kojima su radnici izloženi prekomjernoj buci, a same razine buke su niže. Najbolji rezultati postignuti su u pogonima Anoda i Ljevaonica, gdje se broj radnih mjesta s prekomjernom bukom smanjio za više od polovine. Buka i dalje ostaje najveći problem u Pogonu obrada plinova gdje razina buke prelazi preporučene vrijednosti i nakon modernizacije na više od polovine radnih mjesta. Iako su vidljiva poboljšanja u smanjenju buke na radnim mjestima nakon modernizacije tvornice i unapređenja tehnoloških procesa, ipak ju u cijelosti nije moguće ukloniti.

Ključne riječi: buka, aluminijska industrija, modernizacija

UVOD

Uvođenjem sve bržih tehnoloških procesa u industriju povećava se ukupna izloženost buci. Zbog povećanog broja industrijskih radnika izloženih djelovanju buke, problem zaštite radnika od štetnog djelovanja buke jedan je od prioritarnih zadataka zaštite na radu. Buka može oštetiti slušni živac, s posljedicom naglušnosti i gluhoće (auditivni učinci). Oštećenja slušnog živca nastaju pri visokim razinama buke, iznad 85 dB(A). Klinički tijek oštećenja sluha bukom je vrlo polagan (Beritić-Stahuljak i sur., 2001.). Štetni

učinci buke mogu se očitovati i poremećajem funkcije živčanog, gastrointestinalnog, endokrinog (Borchgrevink, 2003.; Marcellini i sur., 2003.) i kardiovaskularnog (Melamed i sur., 1999.; Lusk, 2002.) sustava (ekstrauditivni učinci). I auditivni i ekstrauditivni učinci ovise o razini i frekvenciji buke, trajanju izloženosti i osjetljivosti pojedinca. Oštećenje sluha bukom jedno je od najčešćih profesionalnih bolesti.

Aluminij zbog svojih svojstava, bilo kao čist metal ili kao legura, ima široku primjenu u automobilskoj, zrakoplovnoj industriji, brodogradnji i kućanstvu. Aluminijska industrija je jedna od najvećih industrija u svijetu s velikim brojem zaposlenih.

U svim fazama dobivanja aluminija radnici su na radnim mjestima i radnim prostorima izloženi

* Doc. dr. sc. Jagoda Doko Jelinić, dr. sc. Iskra Alexandra Nola, Škola narodnog zdravlja «Andrija Štampar» Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet, Zagreb.

različitim kemijskim i fizikalnim štetnostima koje se oslobadaju u radni okoliš iz sirovina za dobivanje aluminija ili nastaju zbog tehnoloških postupaka prerade tih sirovina (*Doko Jelinić i sur., 2005*). Napretkom tehnologije proizvodnje aluminija smanjile su se štetnosti za zdravlje kojima su radnici izloženi tijekom obavljanja redovitog posla. Dok su tjelesni naponi radnika gotovo u cijelosti otklonjeni (*Kelly, 1999.*), izloženost nepovoljnim kemijskim (*Stewart i sur., 1996.*) i fizikalnim čimbenicima u radnom okolišu (*Wald, Stave, 2002.*), zbog samog procesa dobivanja aluminija, nije moguće u potpunosti izbjeći što pokazuju rezultati mjerenja u proizvodnji aluminija visokorazvijenih skandinavskih zemalja (*Westberg i sur., 2001.*).

Aluminij d.d., Mostar jedna je od rijetkih tvornica u jugoistočnoj Europi koja je nakon ratnih razaranja (1991.-1996.) obnovila proizvodnju i uvela novu tehnologiju. Svjesni da postojećom tehnologijom starom tridesetak godina ne mogu konkurirati poznatim svjetskim proizvođačima aluminija usporedo s ponovnim oživljavanjem tvornice, pokrenute su djelatnosti na modernizaciji svih pogona. Glavne tehnološke promjene dogodile su se u pogonu *Anoda*, gdje se proizvodnja anoda obavlja najsuvremenijim tehnološkim postupkom. U *Elektrolizi*, uvođenjem tzv. točkastog probijanja i doziranjem sirovina u ćelije te sustavom kompjutoriziranog upravljanja, *Aluminij* je dobio najmoderniju proizvodnju tekućeg aluminija. U *Ljevaonici* su modernizirane peći za prijem i lijevanje tekućeg metala. Informatički sustav uveden je u cijelu tvornicu: ured, laboratorije i samu proizvodnju.

Danas, zahvaljujući modernoj tehnologiji, suvremenoj opremi, stručnosti i iskustvu zaposlenih *Aluminij* se svrstao među svjetske proizvođače aluminija, a godišnja proizvodnja aluminija visoke kvalitete (čistoće do 99,9%) povećava se iz godine u godinu. Proizvodnja primarnog aluminija i aluminijских legura u *Aluminiju* kreće od proizvodnje tekućeg aluminija elektrolizom glinice i obavlja se po pogonima kao zasebnim tehnološkim cjelinama: *Anoda, Elektroliza, Ljevaonica i Pogon obrade plinova* (www.aluminij.com).

Modernizacijom tehnološkog procesa nastoji se pridonijeti kvaliteti proizvoda, kvaliteti radnog okoliša i poboljšanju uvjeta na radnom mjestu. U svrhu zaštite zdravlja radnika u tvornici *Aluminij* provode se redovita mjerenja fizikalnih i kemijskih štetnosti u radnom okolišu prema zakonskim propisima (*Zakon o zaštiti na radu, 1990.*), a na osnovi rezultata tih mjerenja, procjenjuje se rizik od oštećenja zdravlja zaposlenih na tim radnim mjestima (*Pravilnik, 1991.*).

Svrha ovog rada je procijeniti utjecaj novih tehnologija i modernizacije postojećih postrojenja na razinu buke kojoj su radnici izloženi u radnom okolišu i broj radnih mjesta s prekomjernom bukom.

MATERIJALI I METODE

Materijali

Primijenjeni su rezultati obveznih periodičkih mjerenja fizikalnih čimbenika u radnom okolišu tvornice *Aluminij d.d., Mostar* provedenih prije ratnih razaranja (1988.), te nakon obnove i modernizacije svih pogona tvornice 2004. godine. Razine buke mjerene su u istim radnim prostorima, na istim radnim mjestima pogona *Anoda, Elektroliza, Ljevaonica, Obrada plinova*. Rezultati mjerenja dobiveni su kao srednja vrijednost tri pojedinačna mjerenja. Izmjerene vrijednosti razine buke nakon modernizacije uspoređene su s rezultatima mjerenja prije obnove i modernizacije.

Metode

Razina buke na radnim mjestima određivana je zvukomjerom DELTA OHM, tip: HD 9020, (Padova, Italija). Razina ukupne buke mjerena je u visini uha zaposlenih. Izmjerene vrijednosti ukupne buke, izražene u decibelima (dB), uspoređene su s dopuštenom razinom od 90 dB(A) prema još uvijek važećim pravilnicima u Bosni i Hercegovini (*Pravilnik o općim mjerama i normativima zaštite na radu od buke u radnim prostorijama - SL, 29/71.*) i *Pravilnikom o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (N.N., br. 37/90.*

REZULTATI

Utjecaj modernizacije na razinu buke na radnim mjestima u radnim prostorima pogona *Anoda*, *Elektroliza*, *Ljevaonica* i *Obrada plinova* dobiven je uspoređivanjem rezultata mjerenja ukupne razine buke prije modernizacije pogona i nakon modernizacije pogona. Razina buke mjerena je na 135 radnih mjesta (41 mjerenje u *Anodi*; 26 u *Elektrolizi*; 37 u *Ljevaonici* i 31 u *Obradi plinova*) prije modernizacije, te na 168 radnih mjesta (80 u *Anodi*; 28 u *Elektrolizi*; 23 u *Ljevaonici* i 37 u *Obradi plinova*) nakon modernizacije.

Tablica 1. Rezultati mjerenja razine buke prije modernizacije, te nakon modernizacije svih pogona tvornice *Aluminij d.d.*, Mostar

Table 1. Noise levels before and after the modernisation of all the plants in the factory *Aluminij d.d.* Mostar

Pogon	Medijan	Prije modernizacije (1988.)		Nakon modernizacije (2004.)		Broj radnih mjesta - buka > 90 dB(A)
		Raspon	Broj radnih mjesta - buka > 90 dB(A)	Medijan	Raspon	
Anoda ⁺	94,0	61,0–116,0	29/41	83,8	67–102,0	15/80
Elektroliza	91,6	67,0–108,0	18/26	82,6	62,0–102,0	11/28
Ljevaonica*	91,5	83,5–102,0	29/37	80,2	63,9–94,2	3/23
Obrada plinova	90,1	64,0–106,0	17/31	90,1	61,0–98,5	19/37

⁺ $\chi^2 = 29,696$; $p < 0,001$

*e $\chi^2 = 24,326$; $p < 0,0001$

U pogonu *Anoda* statistički je značajno smanjen broj radnih mjesta s prekomjernom bukom ($\chi^2 = 29,696$; $p < 0,001$). Prije modernizacije prekomjerna buka izmjerena je na 70,7% radnih mjesta, a najviše razine buke izmjerene su uz mlinove - do 116 dB(A), vibracijske preše - do 108 dB(A), drobilicu - 100 dB(A) i miješalicu - 99 dB(A). Nakon modernizacije, osim broja mjesta s prekomjernom bukom (18,8%), smanjena je i ukupna razina buke. Prekomjerna buka i dalje je prisutna uz mlinove i vibracijske preše i varira od 95 dB(A) do 102 dB(A).

Prije modernizacije u *Elektrolizi* prekomjerna buka izmjerena je na 69,2% radnih mjesta, a razina buke pri zasipanju anoda, završnom lijevanju i izlijevanju kupke u kokile kretala se od 96 dB(A) do 108 dB(A). Nakon modernizacije prekomjerna buka izmjerena je na 39,3% radnih

mjesta. Najviše razine buke izmjerene su pri zasipanju anoda, a buka na tim mjestima kretala se od 99 dB(A) do 102 dB(A).

Statistički značajno manji broj radnih mjesta s prekomjernom bukom zabilježen je u pogonu *Ljevaonica* nakon modernizacije ($\chi^2 = 24,326$; $p < 0,0001$). Prije modernizacije razina buke je na svim radnim mjestima bila viša od 83 dB(A), a na 78,4% radnih mjesta bila je prekomjerna. Nakon modernizacije razina buke u tom pogonu je znatno niža, a prekomjerna buka izmjerena je na 13,0% radnih mjesta. Uz peći, na liniji trupaca i pri vađenju šljake, radnici su i dalje izloženi prekomjernoj buci od 91,2 dB(A) do 94,2 dB(A).

Izmjerene razine buke u *Pogonu obrada plinova* prelazile su preporučene vrijednosti i prije modernizacije i nakon modernizacije na više od polovine radnih mjesta (54,8%, 51,4%).

RASPRAVA

Modernizacijom svih pogona tvornice *Aluminij d.d.*, Mostar, koja je uslijedila nakon obnove ratom razrušene tvornice, značajno se smanjio broj radnih mjesta (37,9%) na kojima su radnici izloženi prekomjernoj buci. Najbolji rezultati postignuti su u pogonima *Ljevaonica* i *Anoda*. Radnici su i dalje izloženi buci u svim procesima proizvodnje aluminija, ali izmjerene razine buke su znatno niže.

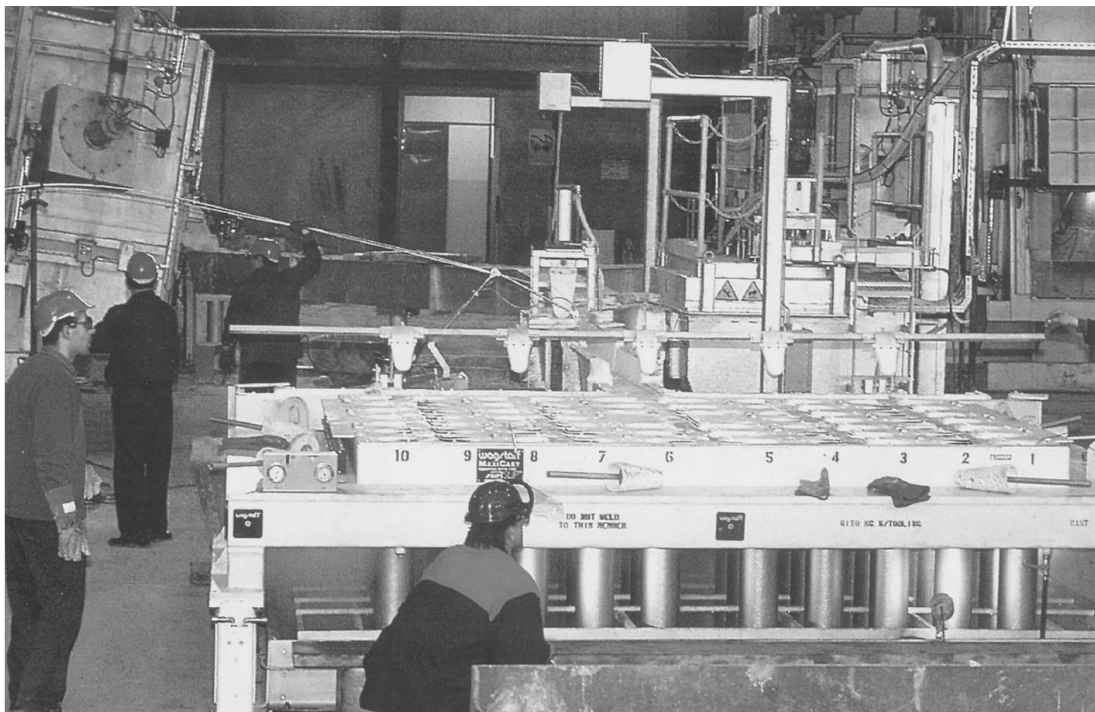
U aluminijskoj industriji buku je teško otkloniti u cijelosti (*Priante i sur., 1992.*), što potvrđuju i istraživanja provedena u tvornicama aluminija u Kanadi (*Korczynski, 2000.*).

Moderniziranje i automatiziranje lijevanja (slika 1), novo kontinuirano homogeniziranje, rekonstruiranje peći za prijem i pripremu tekućeg metala, te tretman kruta značajno su pridonijeli nižim razinama buke u *Ljevaonici* što je rezultiralo poboljšanjem uvjeta rada. Prekomjerna razina buke snižena je na 65,4% radnih mjesta prema važećem Pravilniku o dopuštenim razinama buke na radnom mjestu pri osmosatnoj izloženosti. Problem i dalje ostaje na poslovima uz peći, na liniji trupaca i pri vađenju šljake gdje su radnici i dalje izloženi prekomjernoj buci. Slični rezultati dobiveni su u istraživanju provedenom u Kanadi (Manitoba) gdje je sudjelovalo sedam ljevaonica (*Korczynski, 2000.*).

Uvođenjem novog poluautomatskog uređaja za obradu anodnog ostatka, koji se vraća iz elektrolize, osigurana je željena čistoća koja

osigurava kvalitetu sirovih anoda, a uvjeti rada su znatno poboljšani, što je rezultiralo i nižom razinom buke u pogonu *Anoda*. Prekomjerna razina buke smanjena je na više od polovine radnih mjesta, a povišenim razinama buke radnici su i dalje izloženi uz mlinove gdje su vrijednosti više od 100 dB(A). Anodni ostaci od kupke i glinice upotrebljavaju se u procesu proizvodnje sirovih anoda i o njihovoj čistoći izravno ovisi kvaliteta anoda. Stari uređaj za čišćenje anodnog ostatka koji se upotrebljavao prije modernizacije pogona nije osiguravao kvalitetno čišćenje, a radnici su istovremeno bili izloženi prekomjernoj buci, velikim tjelesnim naporima i prašini. Radnici koji sada rade na ovim poslovima nalaze se u klimatiziranoj kabini, pa je, osim prekomjernoj buci, smanjena i izloženost radnika kemijskim štetnostima i velikim tjelesnim naporima.

Na smanjenje razina buke u pogonu *Elektroliza* utjecalo je uvođenje nove tehnologije, tzv. točkasto doziranje sirovina (glinice i aluminij fluorida), uvođenje pneumatskog transporta glinice kao i zamijenjeni poklopci na ćelijama.



Slika 1. Nova tehnologija lijevanja trupaca - WAGSTAFF

Figure 1. New WAGSTAFF pouring technology

Modernizacijom elektrolitskih ćelija *Aluminij d.d.* je dobio najmoderniju tehnologiju proizvodnje tekućeg aluminija koja uz poštovanje strogih svjetskih kriterija o zaštiti ljudi i radnog okoliša znatno poboljšava uvjete rada. Prekomjerna buka smanjena je na oko 30% radnih mjesta, a najviša buka i dalje je prisutna pri zasipanju anoda, gdje se vrijednosti kreću od 99dB(A) do 102 dB(A).

Buka i dalje ostaje veliki problem u *Obradi plinova* gdje zadnja mjerenja pokazuju prekomjernu buku na više od polovine radnih mjesta. Zahvaljujući dobroj organizaciji posla, na tim radnim mjestima buci je izložen mali broj radnika u kratkim intervalima, što omogućava siguran rad bez ikakvih štetnih posljedica za zdravlje.

Monitoring izloženosti radnika prekomjernoj buci na radnom mjestu jedan je od pokazatelja uspješnosti provođenja mjera zaštite zdravlja radnika. Međutim, ocjenjivanje opasnosti za zdravlje kvantitativnim određivanjem razine buke na pojedinom radnom mjestu, te uspoređivanje rezultata izmjerenih vrijednosti s maksimalno dopustivim razinama, potvrđuju da u proizvodnji aluminija unapređenjem tehnološkog procesa za sada nije moguće u cijelosti ukloniti buku na radnim mjestima. Stoga se mjerama organizacije rada, načina rada, duljine izloženosti radnika i primjenom osobne zaštite, oštećenje sluha zaposlenih u *Aluminiju d.d., Mostar* smanjuju na najmanju moguću mjeru.

Organizacija posla koja reducira izloženost nepovoljnim čimbenicima okoliša, pa tako i prekomjernoj buci, uz osobnu zaštitu ključna je u zaštiti zdravlja radnika zaposlenih u aluminijskoj industriji gdje se unatoč modernizaciji i novim tehnologijama radi u teškim uvjetima. Na radnim mjestima gdje je razina buke prekomjerna radnici su obvezni nositi osobna zaštitna sredstva: ušne pokrove ili čepiće koji reduciraju buku i do 25 dB(A); (*Zakon o zaštiti na radu, 1990.*).

Osim što su osposobljeni za rad na siguran način, radnici se jednom godišnje podvrgavaju periodičkim pregledima u specijalističkoj ordinaciji medicine rada.

Rezultati dobiveni ovom studijom pokazuju kako je modernizacijom tvornice, ili barem

njezinih dijelova (tehnoloških procesa), moguće u značajnoj mjeri pridonijeti zaštiti radnika na njihovim radnim mjestima. Na taj način čuva se zdravlje radnika, ali i pridonosi boljoj učinkovitosti radnih procesa.

LITERATURA

Beritić-Stahuljak, D., Žuškin, E., Valić, F., Mustajbegović, J.: *Medicina rada*, Medicinska naklada Zagreb, 1999.

Borchgrevink, HM.: Does health promotion work in relation to noise? *Noise Health*, 5, 2003., 1463-1741.

Doko Jelinić, J., Mustajbegović, J., Žuškin, E., Lukić, J., Ćavar, V., Ivanković, A.: Managing Occupational Safety and Health in Aluminium Production Factory, Mostar, Bosnia and Herzegovina, *Croat. Med. J.*, 46, 2005., 838-47.

Kelly, J W.: Overview of health issues for the past twenty-five years in the aluminium industry. In: Priest, ND., O'Donnell, TO.: *Managing health in the aluminium industry*, Middlex University Press, London, 1999.

Korczynski, RE.: Occupational health concern in the welding industry, *Appl. Occup. Environ. Hyg.*, 15, 2000., 12, 936-45.

Marcellini, L., Rosati, MV., Ciarrocca, M., Ursini, A., Tomao, E. and Tomei, F.: Agricultural work: noise exposure and cardiovascular effects, *G. Ital. Med. Lav. Ergon.*, 25 Suppl, 2003., 229-230.

Melamed, S., Kristal-Boneh, E., Froom, P.: Industrial noise exposure and risk factors for cardiovascular disease: findings from the CORDIS study, *Noise Health*, 1, 1999., 49-56.

Lusk, SL.: Preventing noise-induced hearing loss, *Nurs Clin. North. Am.*, 37, 2002., 257-262.

Pravilnik o načinu i postupku vršenja periodičkih pregleda i ispitivanja iz oblasti zaštite na radu, Sl. list BiH, br. 2/91.

Pravilnik o općim mjerama i normativima zaštite na radu od buke u radnim prostorijama, Sl. list SFRJ, br. 29/71.

Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave, N.N. RH, br. 37/90.

Priante, E., Marcuzzo, G., Gori, G., Bartolucci, GB.: The occupational risk in the company producing aluminium alloy wheels, *Med. Lav.*, 83, 1992., 6, 451-64.

Stewart, PA., Lees, PSJ., Francis, M.: Quantification of historical exposures in

Occupational studies, *Scand. J. Work Environ. Health*, 22, 1996., 405-14.

Westberg, HB., Selden, Al., Bellander, T.: Exposure to chemical agents in Swedish aluminum foundries and aluminum remelting plants - A Comprehensive Survey, *Appl. Occup. Environ. Hyg.*, 16, 2001., 66-77.

Zakon o zaštiti na radu BiH, Sl. list, br. 22/90.

NOISE AND MODERNISATION OF THE ALUMINIUM INDUSTRY

SUMMARY: The objective is to assess the effects of the new technologies and the modernisation of the technological processes employed in the production of primary aluminium on the level of total noise workers are exposed to in the work environment. For this purpose the results of mandatory periodic measurements of physical factors at the work places in the factory Aluminij d.d. Mostar were compared, before the modernisation (1988) and after the modernisation (2004). The measurements of the total noise levels were made at the same work places. In the paper the measured total noise levels after the modernisation are compared with those before the modernisation in the factory plants Anode, Electrolysis, Foundry and Gas Processing. The results measured before the modernisation show excess noise at 68.9% work places. After the modernisation the number of the work places with excess noise was significantly reduced, by 28.6% (48/168), and the levels of noise were also lower. Best results were achieved in the plants Anode and Foundry, where the number of the work places with excess noise was reduced by more than a half. Noise remains the greatest problem in the Gas Processing plant where the noise level exceeds the recommended values, even after the modernisation, at more than half of the work places. Despite evident improvements in noise reduction after the factory modernisation and more sophisticated technological processes introduced, excess noise has not been removed.

Key words: noise, aluminium industry, modernisation

*Original scientific paper
Received: 2007-03-09
Accepted: 2007-08-07*