

J. Doko Jelinić, M. Gorenc, A. Senta Marić*

RASVJETA RADNOG OKOLIŠA U ALUMINIJSKOJ INDUSTRIJI

UDK 669.71:621.32
PRIMLJENO: 2.10.2009.
PRIHVAĆENO: 15.7.2010.

SAŽETAK: U radu je istražen problem rasvjete radnih mjesta u aluminijskoj industriji. U tu svrhu primijenjeni su rezultati obveznih periodičkih mjerenja fizikalnih čimbenika na radnim mjestima u radnim prostorima tvornice. Razina osvjetljenosti mjerena je bez prisutnosti dnevnog svjetla. Izmjerene vrijednosti uspoređivane su s minimalno dopuštenim vrijednostima prema postojećem Standardu. Najveći broj radnih mjesta ima mali vidni zahtjev, njih 97 (61.4%) dok je 61 (38.6%) sa srednjim vidnim zahtjevom. Intenzitet osvjetljenosti niži od propisane vrijednosti izmjeren je na 56 (33.9%) radnih mjesta: na 39 (69.6%) s malim vidnim zahtjevom i na 17 (30.4%) sa srednjim vidnim zahtjevom. Najveći broj radnih mjesta gdje razina osvjetljenosti ne zadovoljava minimalne uvjete izmjeren je u pogonu Anoda (48.9%). U tom je pogonu i najveći broj radnih mjesta s malim vidnim zahtjevima, više od 60%. Loša rasvjeta izmjerena je i u pogonu Ljevaonica (39.1%). U pogonu Elektrolize je rasvjeta najbolja, samo na tri radna mjesta izmjerene vrijednosti su ispod minimalnih, za srednji vidni zahtjev. Razlog tako velikog broja radnih mjesta s neodgovarajućom razinom osvjetljenosti je u neodržavanju rasvjetnih tijela.

Ključne riječi: osvjetljenost, radno mjesto, aluminijska industrija

UVOD

Rasvjeta radnog mjesta i radnih prostorija jedan je od važnih čimbenika radnog okoliša kojemu se pridaje sve veća pozornost. Odgovarajuća rasvjeta vodi boljem radnom učinku i proizvodnosti jer omogućuje dobro viđenje, tj. točno, brzo i lako zapažanje, potiče sposobnost koncentracije, sprečava prijevremeni umor, što utječe na smanjenje broja grešaka, te nezgoda pri radu i kretanju. Provedena istraživanja po-

kazuju povećanje produktivnosti za 10-50%, a smanjenje pogrešaka za čak 30-60% uz povećanu osvjetljenost (*Küller i sur., 2006.*). Porastom razine osvjetljenosti naglo se povećava i radni učinak, ali samo do određene granice. U slučaju slabe osvjetljenosti radnog mjesta slabi oštrina vida, oko više ne razlikuje detalje i napreže se, pa se kao posljedica javljaju zamor ne samo oka, već i čitavog tijela, što ima za posljedicu smanjenje proizvodnosti. Slične tegobe javljaju se ako je rasvjeta pogrešno izvedena, te ako se u vidnom polju nalaze izvori direktnog i indirektnog blještanja. Istraživanja pokazuju da svjetlo utječe i na raspoloženje i osjećaj dobrog stanja. Rasvijetljenost i boja, utjecaj sjene i izmjena svjetla i tame utječu na trenutne osjećaje i određuju ritam života (*Knez, 2002.*).

*Doc. dr. sc. Jagoda Doko Jelinić, Škola narodnog zdravlja «Andrija Štampar» Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Rockefellerova 4, 10000 Zagreb (jdoko@snz.hr), Maja Gorenc, sanitar. ing., Zdravstveno veleučilište u Zagrebu, Mlinarska cesta 38, 10000 Zagreb, doc. dr. sc. Ankica Senta Marić, Škola narodnog zdravlja «Andrija Štampar» Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Rockefellerova 4, 10000 Zagreb.

Prirodna dnevna osvijetljenost vanjskih prostora je mnogo veće razine nego što je osvijetljenost zatvorenih prostora. Osvijetljenost zatvorenih prostora prirodnim dnevnim svjetlom može biti do 1000 lx pa i više, a ovisno o razini svjetla vanjskih prostora i veličini površine propusne za svjetlost. Izostanak ili nedovoljna prirodna osvijetljenost zatvorenih prostora zamjenjuje se ili kompenzira umjetnom rasvjetom, u pravilu, pomoću izvora električne rasvjete i time omogućuje čovjeku nastavak njegovih aktivnosti na nedovoljno osvijetljenim mjestima i tijekom noći. Čovjek prosječno provodi 90% svojeg vremena u zatvorenom prostoru, pa je stoga važnost umjetne rasvjete nenadoknadiva i pridonosi osjećaju sigurnosti. Umjetna rasvjeta izvodi se sustavom opće rasvjete, tj. izvorima svjetla koja se postavljaju tako da osvijetljavaju čitavu prostoriju ili sustavom kombinacije opće s dodatnim izvorom za osvijetljavanje određene površine ili lokacije u tom zatvorenom prostoru (*Podhorsky i sur., 1973.*). Kod direktnog osvijetljenja najveći dio svjetla pada direktno na radnu površinu, a samo se mali dio svjetla reflektira s okolnih zidova. Kod indirektno rasvjete čitav tok svjetla usmjeren je prema stropu i gornjim dijelovima zidova koji reflektiraju svjetlo u prostoriju. Takva rasvjeta daje difuzno, neusmjereno osvijetljenje kod kojeg ne dolazi do bliještanja, ali se ne stvaraju ni sjene, pa se predmeti i detalji na radnoj podlozi slabije uočavaju. Potrebna razina osvijetljenosti, površina i visina prostorije te potreban broj lokacija istih ili različitih vidnih zahtjeva glavni su čimbenici pri izboru rasvjetnog sustava. Umjetna rasvjeta treba biti svrsishodna i ugodna, a mora zadovoljiti i određene zahtjeve koji uglavnom ovise o vrsti djelatnosti, odnosno vizualnoj složenosti i težini vidnog zadatka koji se obavlja i svojstvima organa vida korisnika. Osim potrebne razine osvijetljenosti, za dobro viđenje potrebna su i kvalitativna svojstva rasvjete: ravnomjernost osvijetljenosti, usmjerenost, jednolika iluminacija, zadovoljavajući kontrast kako se ne bi stvarale ni prevelike ni premale sjene, vremenska ravnomjernost i boja svjetla. Za uspješno razlikovanje detalja i rukovanje predmetima, kao i osjećaj udobnosti važna je i raspo-

djela svjetla koja prvenstveno ovisi o tipu rasvjete (*Bujas, 1959.*). Dovoljna osvijetljenost radnog mjesta najvažniji je od svih zahtjeva i mora odgovarati prirodi djelatnosti koja se na nekom radnom mjestu obavlja. Minimalne vrijednosti osvijetljenosti za opću rasvjetu razvrstane su prema skupinama zanimanja i vidnim zahtjevima za pojedine vrste djelatnosti i predmet su propisa, normi i preporuka. U Republici Hrvatskoj i zemljama bivše Jugoslavije još uvijek je snazi stari standard koji radne zadatke prema zahtjevima za razinom osvijetljenosti svrstava u šest skupina vidnih zahtjeva, od veoma malih do izvanredno velikih vidnih zahtjeva (U.C9.100/62).

U ovom radu obrađeni su rezultati mjerenja razine osvijetljenosti na radnim mjestima i uspoređeni s minimalnim vrijednostima važeće norme. Mjerenje intenziteta rasvjete provedeno je u tvornici koja se bavi proizvodnjom aluminijskih legura.

MATERIJALI I METODE

U ovom radu obrađeni su rezultati mjerenja intenziteta osvijetljenosti dobivene električnom rasvjetom na radnim mjestima i u radnim prostorima temeljem rezultata obveznih periodičkih mjerenja kemijskih i fizikalnih čimbenika u radnom okolišu provedena u tvornici za proizvodnju primarnog aluminijskih legura.

Proizvodnja aluminijskih legura kreće od proizvodnje tekućeg aluminijskog elektrolizom glinice i obavlja se po pogonima kao zasebnim tehnološkim cjelinama: Anoda, Elektroliza, Ljevaonica i Pogon obrade plinova. Proizvodnja se obavlja kontinuirano tijekom 24 sata smjenskim radom. Rasvjeta u svim pogonima izvedena je sustavom opće rasvjete, s pomoću fluorescentnih cijevi.

Prema vidnim zahtjevima, s obzirom na prirodu posla, radna mjesta na kojima su mjerene razine osvijetljenosti svrstane su u skupine malih i srednjih vidnih zahtjeva. Grubi radovi svrstani su u skupinu malih vidnih zahtjeva, dok složeniji u skupinu srednjih vidnih zahtjeva.

Mjerenje razine osvjetljenosti

Intenzitet osvjetljenosti na svim radnim mjestima mjereno je bez prisutnosti dnevnog svjetla mjernim instrumentom s direktnim očitanjem METREL Poly MI 6401 EU na visini od 0,85 m od poda nekoliko puta tijekom smjenskog rada. Rezultati mjerenja dobiveni su kao srednja vrijednost pojedinačnih mjerenja. Izmjerene vrijednosti osvjetljenosti radnih mjesta, izražene u luksima (lx), uspoređivane su s minimalno dopuštenim vrijednostima prema postojećem Standardu U.C9.100/62.

REZULTATI

Intenzitet osvjetljenosti mjereno je na 158 radnih mjesta koja su osvijetljena fluorescentnim cijevima. Prema Standardu, najveći broj radnih mjesta na kojima su provedena mjerenja ima mali vidni zahtjev, njih 97 (61.4%) dok je 61 (38.6%) radnih mjesta sa srednjim vidnim zahtjevom.

Intenzitet osvjetljenosti niži od propisane vrijednosti izmjereno je na 56 (33.9%) radnih mjesta (Tablica 1), na 39 (69.6%) radnih mjesta s malim vidnim zahtjevom i na 17 (30.4%) radnih mjesta sa srednjim vidnim zahtjevom (Tablica 2).

U pogonu Anoda razina osvjetljenosti mjerena je na 88 radnih mjesta. Prema Pravilniku, 59 (67.1%) radnih mjesta je s malim vidnim zahtjevom dok je 29 (32.9%) radnih mjesta sa srednjim vidnim zahtjevom. Izmjerena razina osvjetljenosti na radnim mjestima kretala se od 20 do 600 lx. Rezultati mjerenja pokazuju nedovoljnu razinu osvjetljenosti na ukupno 48.9% (43/88) radnih mjesta (Tablica 1). Razine osvjetljenosti niže od najnižih vrijednosti propisane Pravilnikom izmjerene su na 48.9% (43/88) radnih mjesta: na 49.2% (29/59) mjesta s malim i 37.9% (11/29) mjesta sa srednjim vidnim zahtjevom (Tablica 2).

Tablica 1. Razine osvjetljenosti u pogonima Anoda, Elektroliza, Ljevaonica i Obrada plinova

Table 1. Lighting in the Anode, Electrolysis, Cast House and Gas Processing plants

Pogoni	Median	Raspon lx	No.<min.vrij.	%	U.C9.100/62
Anoda	89.0	20-600	43/88	48.9	80*/150**
Elektroliza	120.0	80-300	3/28	10.7	80/150
Ljevaonica	80.0	40-750	9/23	39.1	80/150
Obrada plinova	150.0	20-460	4/19	10.8	80/150

* mali vidni zahtjev

** srednji vidni zahtjev

Tablica 2. Razine osvjetljenosti prema vidnim zahtjevima u pogonima Anoda, Elektroliza, Ljevaonica i Obrada plinova

Table 2. Lighting according to task requirements in the Anode, Electrolysis, Cast House and Gas Processing plants

Pogoni	Mali vidni zahtjev				Srednji vidni zahtjev			
	N	Osvjetljenost lx	No.<min.vrij.	%	N	Osvjetljenost lx	No.<min.vrij.	%
Anoda	59	20 - 200	29/59	49.2	29	50 - 600	11/29	37.9
Elektroliza	14	80 - 200	0/14	0	14	120 - 300	3/14	21.4
Ljevaonica	15	40 - 250	8/15	53.3	8	60 - 750	1/8	12.5
Obrada plinova	9	20 - 190	2/9	22.2	10	150 - 460	2/10	20.0

N - broj mjerenja

No - broj mjerenja gdje vrijednosti odstupaju od Standarda

U pogonu gdje se proizvodi tekući aluminij redukcijom glinice u elektrolitičkim ćelijama intenzitet osvjetljenosti mjeren je na 28 radnih mjesta. Polovica (50%) radnih mjesta je s malim, a isto toliko sa srednjim vidnim zahtjevom. Razine osvjetljenosti niže od minimalnih vrijednosti propisane Pravilnikom izmjerene su na 3 (21.4%) mjesta sa srednjim vidnim zahtjevom. Neodgovarajuća razina osvjetljenosti izmjerena je na mjestima gdje se zamjenjuje i zasipava anoda. Na svim radnim mjestima s malim vidnim zahtjevima razina osvjetljenosti bila je zadovoljavajuća.

U Ljevaonici intenzitet osvjetljenosti mjeren je na 23 radna mjesta. Veći broj radnih mjesta na kojima su provedena mjerenja imaju mali vidni zahtjev 15 (65.2%). Razine osvjetljenosti niže od minimalno preporučenih izmjerene su na 9 (39.1%) radnih mjesta, a većinom na radnim mjestima s malim vidnim zahtjevom 8 (53.3%).

Od 19 radnih mjesta u pogonu gdje se obrađuju plinovi je 9 (47.4%) radnih mjesta s malim vidnim zahtjevom, dok je 10 (52.6%) sa srednjim vidnim zahtjevom. Razine osvjetljenosti niže od preporučenih izmjerene su na 4 (10.8%) radna mjesta, na 2 (22.2%) s malim i 2 (20%) sa srednjim vidnim zahtjevom.

RASPRAVA

Rezultati mjerenja razine osvjetljenosti dobivene umjetnim putem pokazuju da na gotovo 40% radnih mjesta razina osvjetljenosti ne zadovoljava minimalne vrijednosti prema normi HRN U.C9.100/62. Radni zadaci koji se obavljaju na radnim mjestima gdje su provedena mjerenja, prema preporučenoj razini osvjetljenosti, su zadaci s malim vidnim zahtjevom ili srednjih vidnih zahtjeva. Prema važećem Standardu minimalne vrijednosti osvjetljenosti za obavljanje poslova s malim vidnim zahtjevima su 80 lx, a za radne zadatke sa srednjim vidnim zahtjevom 150 lx.

Najveći broj radnih mjesta gdje razina osvjetljenosti ne zadovoljava minimalne uvjete izmjereno je u pogonu Anoda (48.9%). U tom pogonu najveći broj radnih mjesta svrstan je u skupinu malih vidnih zahtjeva, više od 60%. Loša osvjetljenost izmjerena je i u pogonu Ljevaonica (39.1%). U pogonu Elektrolize je rasvjeta najbolja, samo na tri radna mjesta izmjerene vrijednosti su ispod minimalnih, za srednji vidni zahtjev.

Razlog tako velikog broja radnih mjesta s intenzitetom osvjetljenosti nižom od propisane je u neodržavanju rasvjetnih tijela. Osim zamjene rasvjetnih tijela, nužno je održavanje rasvjetnih tijela ako se želi održati osvjetljenje tijekom rada na kvalitetnoj razini. U tvornici se nakon završene obnove 1999. godine krenulo s modernizacijom svih pogona jer postojećom tehnologijom starom tridesetak godina nije se moglo konkurirati poznatim svjetskim proizvođačima aluminija (*Doko Jelinić i sur., 2008.*). Tijekom modernizacije pogona projektirana je nova rasvjeta koja udovoljava tehničko-ekonomskim i estetskim zahtjevima. Također, vodilo se računa o boji zidova i stropova, jer uz intenzitet i način osvjetljenja na radni učinak utječe i spektralni sastav svjetla, tj. boja zidova u radnoj prostoriji. Djelatnici se najugodnije osjećaju uz žučkasto svjetlo koje je najsličnije prirodnom svjetlu. Boje zidova ne djeluju direktno na radni učinak, već posredno djelujući na raspoloženje djelatnika. Boja radne okoline ima ulogu psihičkog stimulatora ili depresora koji može smanjivati ili povećavati broj nesreća. Za manualni rad koji se ponavlja prednost se daje bijeloj i žutoj boji zidova (*Bujas, 1959.*).

Mjerenje u pogonu Anoda provedeno je neposredno prije druge faze modernizacije tog pogona, što može biti razlogom da se nije dovoljno pozornosti posvetilo redovitom održavanju rasvjetnih tijela.

Usporedba izmjerenih vrijednosti s preporukama europskog standarda DIN 5035 pokazuje slijedeće: razine osvjetljenosti radnih mjesta

sa srednjim vidnim zahtjevom koja udovoljavaju propisanim minimalnim vrijednostima U.C9.100/62 udovoljavaju i standard DIN 5035, što znači da je na tim mjestima izmjerena vrijednost iznosila 300 lx i više. Rezultati su znatno lošiji ako usporedimo izmjerene vrijednosti za radna mjesta s malim vidnim zahtjevom s europskim standardom koji propisuje minimalnu vrijednost 200 lx. Prema DIN 3035, 83.5% radnih mjesta nema odgovarajuće osvjetljenje.

Osvjetljenje radnog mjesta mora biti odgovarajuće tako da omogućuje radniku brzo i točno opažanje te sigurno obavljanje svih zadaća uz što manji zamor očiju. Najviše informacija tijekom svojeg života čovjek prikuplja vidom jer je naša okolina ponajprije vizualan svijet, a oko jedno od najosjetljivijih osjetila koje prikuplja oko 80% informacija. Lošom osvjetljenošću kvalitetan prijem informacija nije moguć. Osim što utječe na sustav prikupljanja informacija, svjetlost utječe i na zdravlje i raspoloženje, te određuje ritam života, a izostanak dovoljne količine svjetla stvara osjećaj nesigurnosti. Osim što odgovarajućom zaštitom štitimo vid zaposlenika, direktno sprečavamo i druge oblike ozljeda na radu koje bi mogli nastati zbog loše vidljivosti.

LITERATURA

Bujas, Z.: Prioritetni problemi industrijske psihologije u nas, *Produktivnost*, 7, 1959., 1, 23-9.

DIN 3035 – *Artificial Lighting*, 1982.

Doko Jelinić, J., Lasić, I., Nola, I.A., Žuškin, E., Ramić, S.: Hazardous agents in anode manufacture, *Arh. Hig. rada Toksikol.*, 59, 2008., 2, 73-79.

Knez, I.: Effects of colour of light on nonvisual psychological processes, *J. Environ. Psychology*, 21, 2002., 2, 201-208.

Küller, R., Ballal, S., Laike, T., Mikellides, B., Tonello, G.: The impact of light and colour on psychological mood: a cross-cultural study of indoor work environments, *Ergonomics*, 49, 2006., 14, 1496-1507.

Podhorsky, R. i sur.: Električno osvjetljenje, *Tehnička enciklopedija*, 4. svezak, str. 263-283, Hrvatski leksikografski zavod, Zagreb, 1973.

Dnevno i električno osvjetljenje prostorija u zgradama, JUS U.C9.100-1962., Službeni list FNRJ, 48/62.

LIGHTING IN ALUMINIUM INDUSTRY WORK ENVIRONMENT

SUMMARY: The paper explores the problems of workplace lighting in aluminium industry. For this purpose, the results of mandatory periodic measurements of physical factors at the workplaces in the factory were used. The level of illumination was measured in the workplace without the presence of daylight. The measured values were compared with the minimum permitted values set in the existing standards. The majority of workplaces have low visual task requirements, 97 (61.4%) while 61 (38.6%) of workplaces have high visual task requirements. The lower intensity of illumination was measured in 56 (33.9%) workplaces: in 39 (69.6%) with low visual task requirements and 17 (30.4%) with high visual task requirements. The greatest number of workplaces where the level of illumination did not meet the minimum requirements was in the Anode Plant (48.9%), and in the Cast House (39.1%). In the Electrolysis Plant lighting was the best, where only three workplaces had values below those recommended. The causes of inadequate lighting were found to be in poor maintenance and irregular lighting inspections.

Key words: *lighting, workplaces, aluminium industry*

*Professional paper
Received: 2009-10-02
Accepted: 2010-07-15*