

J. Vučinić, Z. Vučinić, N. Pejnović*

KLIMATSKI UVJETI RADNOG OKOLIŠA

UDK 628.8:331.45/.48
PRIMLJENO: 16.1.2008.
PRIHVAĆENO: 19.3.2008.

SAŽETAK: U ovom radu prikazan je problem topline i kvalitete zraka radnog okoliša u odnosu prema zaštiti na radu. Pri tome se pošlo od zakonskih i podzakonskih propisa kao i kriterija koji su iskazani s pomoću standarda EN i ISO. Istaknuto je da pri obavljanju radnih zadataka nije samo značajno osigurati sigurne uvjete na strojevima i uređajima, već treba voditi računa o toplinskim čimbenicima i kvaliteti zraka kao značajnim ergonomskim čimbenicima, te racionalnijem pristupu u vezi uporabe energije za te namjene u određenom tehnološkom procesu.

Ključne riječi: *toplina radnog prostora, kvaliteta zraka radnog okoliša, propisi, norme*

UVOD

Prioritet u provedbi zaštite na radu je primjena osnovnih pravila zaštite na radu koja se odnose na sredstva rada. Člankom 8. Zakona o zaštiti na radu taksativno su navedeni zahtjevi koji sadrže osnovna pravila, čijim se ispunjenjem uvelike osiguravaju uvjeti rada na siguran način.

Klimatski uvjeti radnog prostora su jedna od najvažnijih pretpostavki čovjekova zdravlja i zadovoljstva na radnom mjestu. Najčešće kažemo da je toplinski učinak ugodan kada ga usporedimo s nekim neugodnim toplinskim učinkom (povišena ili niska temperatura radnog prostora). Poteškoće se javljaju kada u industrijskom pogonu ima više ljudi koji individualno svaki za sebe odlučuje o ugodnoj toplini i kvaliteti zraka, kao značajnim klimatskim čimbenicima. Neugodne klimatske uvjete na radnom mjestu uvjetuju:

- prevelike temperaturne razlike između efektivne temperature prostora i zidova, odnosno podova
- pretopli ili prehladni pod prostorije
- prevelika temperaturna razlika između razine glave i nogu radnika
- propuh koji nastaje zbog razlike u brzini gibanja lokalnog zraka.

Većina tih stanja sprečava se već pri konstruiranju i uređenju radnih prostorija. U mnogim industrijskim granama radnici rade pod nepovoljnim klimatskim uvjetima koji utječu na njihovo zdravlje, radnu sposobnost i učestalost nesreća. Da bi se postigli klimatski uvjeti koji su primjereni čovjeku, primjenjuju se određene zaštitne mjere.

UTVRĐIVANJE TOPLINSKIH RAZMJERA I KVALITETE ZRAKA PRI RADU

Toplinski razmjeri i kvaliteta zraka u značajnoj mjeri utječu na zdravlje radnika, produktivnost i kvalitetu rada, te vjerojatnost mogućih

*Dr. sc. Jovan Vučinić, Veleučilište u Karlovcu, Trg J. J. Strossmayera 9, 47000 Karlovac, Zoran Vučinić, ing., KA-plast, d.o.o., 47220 Vojnić, Natalija Pejnović, dipl. ing., Strojarska 10, 10000 Zagreb.

ozljeda na radu u dobrom radnom okolišu. Za toplinske razmjere se kao kriterij uzimala efektivna temperatura. Teškoće pri ocjenjivanju toplinskih razmjera uzrokuju i promjenjivost vremena i godišnja dob. Zbog toga je bilo potrebno ugraditi u zakone i pravilnike određene elemente s kojima je trebalo regulirati:

- procjenjivanje određenih toplinskih razmjera
- kriterije pomoću kojih se ispunjavaju uvjeti za rad pri udobnim i neopasnim temperaturnim razmjerima.

U propisima se regulira:

- zabrana širenja smrada i zasićenog zraka
- radnici ne smiju biti na propuhu, radnici na poslovima na kojima nastaju toplinska isijavanja moraju biti zaštićeni
- za rad se mora dopremiti svjež zrak
- plinove, pare, prašine, aerosole, štetne tvari većih koncentracija putem ventilacije treba odvoditi iz radne okoline
- radne prostore po mogućnosti provjetravati otvaranjem prozora i vrata te prirodnim putem
- dovod i odvod zraka klimatizacijskim uređajima moraju biti tako izvedeni da ne štete zdravlju radnika.

U vezi temperature radnih prostora, Pravilnikom o zaštiti na radu za radne i pomoćne prostorije i prostore je definirano da temperatura zraka mora osigurati maksimalne fiziološke uvjete radnika pri obavljanju radnih zadataka. Isto tako temperatura zraka radnih prostora ne smije biti viša od 28 °C. U ljetnim uvjetima rada povišene temperature iznad dopuštenih u formalnom smislu značilo bi iznalaženje zaštitnih mjera ili prekid rada (praksa pokazuje da do toga ne dolazi).

Ako radni proces to dopušta, u radnim prostorijama se ovisno o vrsti radova moraju osigurati ovi mikroklimatski uvjeti:

- rad bez fizičkog naprezanja - 20 – 24 °C,
- laki fizički rad - 18 – 20 °C,
- teški fizički rad - 12 – 18 °C.

Ako se u toplom razdoblju upotrebljavaju klimatizacijski uređaji, razlika između vanjske i unutarnje temperature ne smije prelaziti 7 °C, a preporuča se relativna vlažnost od 40 do 60% prema Pravilniku o zaštiti na radu za radne i pomoćne prostorije i prostore.

Prema spomenutom Pravilniku, prenosiva grijača tijela i uređaji za lokalno zagrijavanje manjeg prostora kao i uređaji za usmjereno grijanje zraka ne smiju se upotrebljavati za zagrijavanje radnih i pomoćnih prostorija u kojima radnici rade ili borave dulje od 2 sata neprekidno.

Propisima se reguliraju:

- zone toplinske udobnosti
- procjena dopuštenih visokih toplinskih opterećenja
- zahtjevi za uporabu zaštitne odjeće pri radu kod visokih – niskih temperatura
- veliki fizički napori za obavljanje određenih vrsta poslova
- toplinska izoliranost u zaštitnoj odjeći za određene vrste radnih zadataka.

Ocjenjivanje i planiranje zone toplinske udobnosti

Za određivanje zahtjeva za zonu toplinske udobnosti primjenjuju se brojčani kriteriji koji se mogu izražavati pomoću skale PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied); (*SIST EN ISO 7730:1994*). Istraživanja pokazuju da zbog individualnih razlika, različitih boravišnih i prehrambenih navika, načina oblačenja, i drugih elemenata, nije moguće u potpunosti odrediti toplinski omjer za sve radnike (nekima je hladno, a drugima je pretoplo). Toplinske razmjere u radnom okolišu nastoji se prilagoditi potrebama rada i zaštitnoj odjeći kako bi radnici bili što manje nezadovoljni. Prihvatljivost toplinskih razmjera možemo ocjenjivati:

- računskim putem, poznavajući parametre radnog okoliša (*SIST EN 27726:1993*)
- anketiranjem napornog rada u zaštitnoj odjeći i opremi.

Za to su potrebni državni standardi koji bi trebali sadržavati:

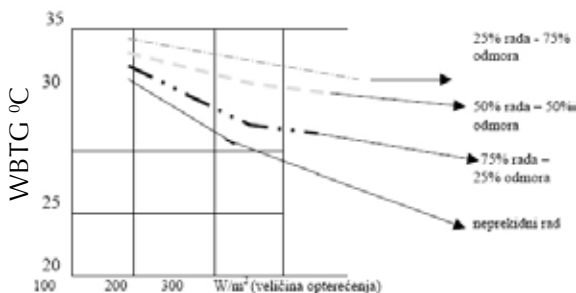
- uputu za uporabu subjektivne skale za ocjenjivanje
- strukturu skale i
- način vrednovanja i obrade određenih podataka.

Postignuće operativne temperature

Operativnu temperaturu definira SIST EN 7730:1994. Ona je jednakomjerna temperatura zračnog prostora u kojem bi radnici izmjenjivali s okolišem jednaku količinu topline sa zračenjem i konvekcijom u stvarno promatranom prostoru. Pomoću dijagrama i računalnih programa određuje se jednakomjerna temperatura za određena radna mjesta u radnom okolišu.

Za izračun su potrebni ovi podaci:

- temperatura zraka ($^{\circ}\text{C}$)
- temperatura zračenja ($^{\circ}\text{C}$)
- brzina strujanja zraka (m s^{-1})
- zahtjevan način rada.



Slika 1. Dopušteno trajanje opterećenja i ovisnost o TWBGT te fizičkim zahtjevnostima rada

Figure 1. Allowed duration of strain and dependence on TWBGT and physical demands of work

Također za rad u vrućem okolišu postoje kriteriji. Jedan od njih je standard po kojem mjerenjem određujemo TWBGT (Wet Bulb Globe Temperature), izražena u $^{\circ}\text{C}$ (SIST EN 27243:1993). Međutim, za kvalitetnije određivanje toplinskih

razmjera upotrebljavaju se vlažni termometar, globus termometar i obični termometar. Kada jednom poznamo T_{WBGT} , određuje se na osnovi dijagrama (slika 1), koliko vremena na sat može radnik raditi u takvom okolišu i koliko vremena treba za odmor, poznavajući uvjete i težinu rada.

Kvaliteta zraka

Zahtjev za kvalitetu zraka proizlazi iz dokumenta CR 1752/98 – provjetravanje objekata, kriterij za planiranje unutarnjeg okoliša (1998.). Brzina strujanja zraka u radnim prostorijama ovisi o vrsti rada i tehnološkom procesu, a ne smije biti veća od 0,5 m/s u zimskom razdoblju, 0,6 m/s u prijelaznom razdoblju, odnosno 0,8 m/s u toplinskom razmjeru.

Ako se upotrebljava klimatizacijski uređaj, brzina strujanja na radnom mjestu ne smije biti veća od 0,2 m/s prema Pravilniku o zaštiti na radu za radne i pomoćne prostorije i prostore. Prema spomenutom Pravilniku, u prostorijama za administrativne poslove, pomoćne i druge prostorije mora se osigurati izmjena zraka tijekom jednog sata prema ovim normativima:

- prostorije za administrativne i slične poslove - 1,5 izmjena na sat
- sale za sastanke - 3 izmjene na sat
- garderoba - 1 izmjena na sat
- kupaonica - 5 izmjena na sat
- nužnik - 4 izmjene na sat.

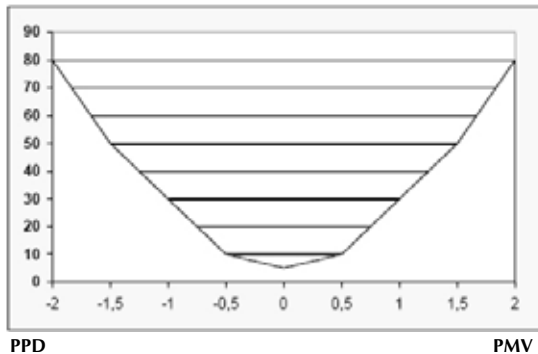
Načelno granicu kvalitete zraka opažamo mirisom i osobnosti na zdravlje štetnih tvari. CR 1752/98 se odnosi na kvalitetu zraka u radnom prostoru.

Onečišćenje zraka (imisija) označava se s oznakom decipol (dp). Definira se kao onečišćenje koje nastaje pri onečišćenju 1 olf pri strujanju 10 l s^{-1} zraka.

Olf je mjerna jedinica za onečišćenje koje uzrokuje osoba prosječno radeći administrativne poslove u toplinski neutralnom okolišu.

Pri planiranju kvalitete zraka u radnim prostorima (CR 1752/98) postoje tri zahtjeva (A, B, C). Zahtjevi su prikazani dijagramom na slici 2.

%



Slika 2. Grafički prikaz odnosa između PPD i PMV
Figure 2. Relation between PPD and PMV

Određeni kriteriji za minimalno potrebno provjetravanje za radne prostore različitih vrsta objekata proizlaze iz dokumenta CR 1752/98 (Tablica 1).

Za primjer uzmimo jedan proračun kvalitete protoka zraka u izabranom objektu:

- objekt – pisarnica
- površina objekta $5 \times 4 = 20 \text{ m}^2$
- zaposjednutost prostora po osobi 5 osoba radi u pisarnici: $20 = 0,25 \text{ osoba/m}^2$

- po tablici za pisarnicu zauzetost prostora po osobi iznosi $0,1 \text{ m}^2$
- proračun pokazuje 0,25, što iznosi 2,5 puta više od kriterija iz tablice
- potreban protok zraka po tablici/kategor. B iz tablice za pisarnicu/ $0,7 \times 2,5 \times 20 = 35 \text{ ls}^{-1}$
- za veće onečišćenje 1,4/koefficient iz tablice $/ \times 20 = 28 \text{ ls}^{-1}$
- ukupno potrebno protoka zraka: $35 + 28 = 63 \text{ ls}^{-1}$, odnosno $63 \times 3,6 = 227,1 \text{ m}^3\text{h}$
- visina prostora (2,70) x površina pisarnice (20 m^2) = $5,4 \text{ h}^{-1}$

Prema spomenutom Pravilniku, proizlazi da je preporuka u ovom primjeru izmjena zraka 1,5 izmjena na sat/, proračun pokazuje iznimno povoljne uvjete rada s obzirom na protok zraka za obavljanje poslova u pisarnici.

Navedeni kriteriji značajni su zbog uštede energije, za provjetravanje radnih prostora i njihovo zagrijavanje – hlađenje. Pri postavljanju takvih uređaja u radne prostore moraju se uvažavati i tehničke karakteristike i mogućnosti za regulaciju topline i kvalitete zraka, te ekonomski čimbenici. Također postoje i matematičko-fizikalne metode pomoću kojih se mogu izračunati toplinski čimbenici i potrebna kvaliteta zraka u radnom prostoru.

Tablica 1. Kriteriji za provjetravanje objekata za rad**Table 1. Criteria for work area ventilation**

Namjena prostora	Zaposjednutost- osobe/m ²	Kategorija potražnje	Minimalni protok (samo za osobe) l/sxm ²	Dodatno provjetravanje zbog vrste objekta		Dodatno, kad je dopušteno pušenje l/sxm ²
				Manje onečišćenje l/sxm ²	Veće onečišćenje l/sxm ²	
Ured	0,1	A	1,0	1,0	2,0	-
		B	0,7	0,7	1,4	-
		C	0,4	0,4	0,8	-
Veliki uredi	0,07	A	0,7	1,0	2,0	0,7
		B	0,5	0,7	2,4	0,5
		C	0,3	0,4	0,8	0,3
Konferencij- ska sala	0,5	A	5,0	1,0	2,0	5,0
		B	3,5	0,7	1,4	3,6
		C	2,0	0,4	0,8	2,0
Restorani	0,7	A	7,0	1,0	2,0	-
		B	4,9	0,7	1,4	5,0
		C	2,8	0,4	0,8	2,8
Učionica	0,5	A	5,0	1,0	2,0	-
		B	3,5	0,7	1,4	-
		C	2,0	0,4	0,8	-
Dječji vrtić	0,5	A	6,0	1,0	2,0	-
		B	4,2	0,7	1,4	-
		C	2,4	0,4	0,8	-
Blagovao- nica	0,15	A	2,1	2,0	3,0	-
		B	1,5	1,4	2,1	-
		C	0,9	0,8	1,2	-

ZAKLJUČAK

Namjena ovog rada je upozoriti poslodavce i sve ostale zainteresirane i odgovorne subjekte na potrebu prihvaćanja standarda i norme, te primjenu uređaja i tehničkih pomagala kojima će se poboljšavati uvjeti rada na svim radnim mjestima gdje su bitni čimbenici toplina i kvaliteta zraka.

Samo takvim odgovornijim pristupom, uz potrebnu edukaciju i ulaganja poslodavaca mogu se smanjiti neželjene ozljede i nezgode na radu, zbog čega posljedice mogu imati radnici, poslodavci, obitelji i društvo u cjelini.

Iskustva i praksa nameću potrebu da se priznati kriteriji nedovoljno primjenjuju.

Samo uređeno i opremljeno radno mjesto s primjenjivim sigurnim uvjetima rada može dati veću produktivnost rada i smanjenje radnog opterećenja.

LITERATURA

CR 1752/98 : Ventilation for buildings-Design criteria for indoor environment, CEN Report, 1998.

Pravilnik o zaštiti na radu za radne i pomoćne prostorije i prostore, N.N., br. 6/84. i 42/05.

SIST EN ISO 7730:1994, Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort/ISO 7730:1994/.

SIST EN 27726:1993, Thermal environment - Instruments and methods for measuring physical quantities / ISO 7726:1985/.

SIST EN 27243:1993, HOT ENVIRONMENT – Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet globe bulb temperature – ISO 7243:1989).

Zakon o zaštiti na radu, N.N., br. 59/96., 94/96. i 114/03.

CLIMATE CONDITIONS IN THE WORK ENVIRONMENT

SUMMARY: The paper focuses on the issues of heat and air quality in the work environment, considered as being part of occupational safety. The starting points were drawn from relevant legal provisions and regulations and from the criteria set out in the EN and ISO standards. The key point argued in the paper is that, in performing a work task, safe operation of equipment and machinery is not the only prerequisite, but that heat and air quality should be regarded as equally important ergonomic factors. Furthermore, a rational approach to energy utilisation for these purposes in technological processes should be adopted.

Key words: *heat in the work environment, air quality in the work environment, regulations, standards*

*Professional paper
Received: 2008-01-16
Accepted: 2008-03-19*