

Toplotne razmere (mikroklima) pri delu in predpisi

Avtorja:

Primož Gspan, Iztok Košir

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo

Toplotne razmere (mikroklima) sodijo med osnovne dejavnike delovnega okolja. *Občutimo* jih kot udobne, moteče (prevroče, prehladno) ali nevarne (toplotni udar, smrt, omrzline). Določajo jih medsebojne povezave fizikalnih parametrov okolja, način dela ter obleka. Za načrtovanje in presojo ustreznosti dela so potrebna *objektivna* merila, npr. standardi.

Zakon o varnosti in zdravju pri delu¹ (ZVZD-1) v 5. čl. zahteva: »(1) Delodajalec mora zagotoviti varnost in zdravje delavcev pri delu. V ta namen mora izvajati ukrepe, potrebne za zagotovitev varnosti in zdravja delavcev .. vključno s preprečevanjem, odpravljanjem in obvladovanjem nevarnosti pri delu, .. z ustrezno organiziranostjo in potrebnimi materialnimi sredstvi«. V 7. čl.: »(1) Delodajalec mora pri načrtovanju delovnega okolja, delovnih prostorov, delovnih .. postopkov, uporabe delovne in osebne varovalne opreme .. zagotoviti, da so bili upoštevani vsi vplivi na varno in zdravo delo delavcev ter da so okolje, .. primerni in v skladu z namenom uporabe«.

Po Pravilniku² o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih je »Delovno mesto prostor v zgradbah delodajalca, ki je namenjen za izvajanje dela delavcev, in vsak drug prostor, do katerega ima delavec dostop v času dela«.

Uredba³ o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih v 25. čl. zahteva: »(1) Delodajalec mora zagotoviti, da temperatura zraka v delovnih prostorih med delovnim časom ustreza fiziološkim potrebam delavcev glede na naravo dela in fizične obremenitve delavcev pri delu, razen v hladilnicah, kjer upošteva kriterije za delo v mrazu. In: »(2) Pri izpolnjevanju zahtev ... delodajalec upošteva **standarde za toplotno udobje**«. Ta standard je SIST EN ISO 7730⁴.

Izraza, ki se omenjata v predpisih – ‚*primerno delovno okolje*‘ in ‚*ustreznost fizioloških obremenitev*‘ – sta pri tem nedoločeni in neobjektivno opisni frazi.

Pravilnik² (25. čl. v 3. alineji) o toplotnih razmerah izven toplotnega udobja zahteva še: »Temperatura zraka v delovnih prostorih ne sme presegati + 28 °C. Izjema so t. i. vroči delovni prostori, kjer temperatura zraka lahko preseže + 28 °C, vendar mora delodajalec v tem primeru poskrbeti, da temperatura zraka v pomožnih prostorih, hodnikih in stopniščih, ki so v povezavi z vročimi delovnimi prostori, ni višja od +20 °C«. Vendar toplotna obremenitev ni odvisna

samo od temperature zraka, ampak je odločilno odvisna tudi od drugih klimatskih parametrov okolja, delavca in značilnosti dela. Mejo »največ 28 °C« delavci in delodajalci še najbolj poznajo. Ta kriterij včasih napačno uporabljajo, tudi za res ‚vroča delovna mesta‘ ali celo za delo na prostem.

Glede na ne čisto jasno formulacijo v Uredbi³ ostaja v zakonodaji nedoločeno vprašanje toplotnih razmer izven toplotnega udobja, čeprav ravno razmere izven toplotnega udobja (delo na vročem ali na mrazu) ne izpolnjujejo temeljne zahteve Zakona¹: »zagotovitev varnosti in zdravja pri delu«.

Projektanti prezračevanja in ogrevanja uporabljajo za toplotno udobje tudi nekoliko drugačne tehnične predpise od standarda 7730³, zato lahko pri uporabi že zgrajenega ali novega objekta, namenjenega poklicnemu delu, prihaja do neskladij zahtev.

V nadaljevanju je podan pregled veljavnih slovenskih standardov, ki jih lahko uporabimo pri objektivni presoji toplotnih razmer, čeprav te niso v mejah udobja. Z njihovo uporabo lahko preprečimo za delavca nesprejemljivo tveganje zaradi toplotnih obremenitev.

Predpisani kriteriji za dopustne obremenitve veljajo praviloma za *povprečnega odraslega in zdravega delavca*. Ocena zmožnosti za delo je odvisna tudi od *subjektivnih značilnosti posameznika*. Ta ocena je v domeni stroke medicine dela (pooblaščenega zdravnika), ki mora imeti za objektivno izraženo oceno tveganj posameznika tudi ustrezno orodje.

TOPLOTNO UDOBJE

SIST EN ISO 7730:2006

je slovenski standard za *toplotno udobje*⁴. Merili po tem standardu sta PMV (Predicted Mean Vote) in PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied). Metode⁵ ocenjevanja delovnega okolja za oceno tveganja poleg tega navajajo še *stopnjo obremenitve* SO (od 3 do 5). Stroka dobro pozna merili PMV in PDD, zato standard 7730 v tem sestavku samo omenimo. Kalkulator za oceno toplotnega udobja po SIST EN ISO 7730 je na voljo⁷.

Delo v vročem okolju

Dela v vročem okolju so pogosta. Zlasti poleti na prostem (gradnje, dela na cesti, na polju, na morju, v gozdarstvu, urejanje prometa, raznašanje pošte, šport, številna druga dela in opravila). Za delo *na vročem* obstaja za varnost in zdravje pri delu več kriterijev⁵. Omejimo se na standarde!

SIST EN 27234

Standard SIST EN 27243:20016 z merilom »WBGT« (Wet Bulb Globe Temperature) pri nas uporabljajo najbolj pogosto. Merilo WBGT je preprosto, ni pa namenjeno za podrobno analizo in je zato uporabno predvsem za grobo oceno stanja.

Z merilom WBGT⁶ lahko po diagramu ali z računalniškim programom (dostopen npr.⁷) opredelimo *mejno dopustno trajanje* dela po **štirih** možnostih (neprekinjeno delo; razmerje delo/počitek 75 %/25 %; 50 %/50 % in 25 % dela/75 % počitek). Če je delavec izpostavljen sončnemu sevanju, se osnovna enačba za izračun ustrezno korigira.

SIST EN ISO 7933:2004

Standard SIST EN ISO 7933:20048 Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination of heat stress using calculation of the predicted heat strain (ISO 7933:2004) je zelo podroben in temelji na podrobni analizi izmenjave toplote med delavcem in okoljem ter na izparevanju potu. V Dodatku E v standardu je navedena celotna koda za izračun. Izračun po tem standardu je bistveno podrobnejši od kriterija WBGT in zato lahko standard štejemo kot nadgradnjo merila WBGT. Z variiranjem vhodnih podatkov je standard uporaben za zagotavljanje sprejemljivih toplotnih razmer in za primerno oblikovanje dela. Lahko koristi tudi pooblaščenemu zdravniku za poglobljeno presojo zmožnosti za delo posameznika. Ker je ta standard v praksi manj znan, mu na tem mestu namenimo večjo pozornost!

Razen običajnih vhodnih podatkov o okolju (temperatura zraka, srednja temperatura sevanja, vlažnost in hitrost gibanja zraka) zahteva specifične podatke o posamezniku (masa, višina, aklimatizacija delavca), podatke o načinu dela (fizični napor, oblačilo, položaj delavca – stoje/sede, gibanje delavca pri delu, usmerjenost gibanja glede na smer gibanja zraka) in možnost prostega nadomeščanja tekočine (da/ne).

Glavna kriterija standarda 7933 sta dopustna *telesna temperatura* (rektalna temperatura) po priporočilu Technical report WHO No.412:1969 (do 38 °C pri verjetnosti smrti manj kot 10⁻⁷ enkrat v 40 letih na 1000 delavcev oz. 42 °C ali 10⁻⁴ na 10000 delavcev tekom delovnika), ter *dehidracija* (po kriteriju za industrijo kot dopustno do 3 %) in potrebno nadomeščanje tekočine (pri možnosti prostega nadomeščanja).

Vendar SIST EN ISO 7933:2004 ni neoporečen: programska koda je napisana v jeziku QB (Quick Basic). Na operacijskih sistemih, kasnejših od Windows 7, ali na 4-bitnih sistemih zato praviloma ne deluje. V Dodatkih E (programska koda) in F (verifikacija koda) so nekatere napake, zato ga je bilo treba za uporabo popraviti. Ob tem smo program v QB deloma prilagodili za preglednejšo uporabo. Prilagojeni program naj bi bil namenjen predstavitvi na Posvetu o poklicni, procesni in požarni varnosti v letu 2016 v Portorožu. Kaj z njim dobimo, je predstavljeno na slik 1 z izbranimi vhodnimi podatki in pripadajočimi rezultati.

UHODNI PODATKI:	
<sede=1, stroje=2, klece=3>	= 2
<aklimatiziran=100, neaklimatiziran=0>	= 100
Ta (oC)	= 40
Tr (oC)	= 40
Pa (kPa)	= 2.5
va (m/s)	= .3
Met	= 150
delo (W)	= 0
Ic1	= .5
REZULTATI:	
Rektalna temperatura (oC) ob koncu trajanja dela	= 37.5
Pričakovana izguba tekočine (g) ob koncu trajanja dela	= 6166
Dopustni čas ogrevanja (min)	= 488
Dopustna ekspozicija - izguba potu-50% pop. - (min)	= 448
Dopustna ekspozicija - izguba potu-95% pop. - (min)	= 298

Slika 1: Zgled uporabnosti SIST EN ISO 7933:2994. V zgornjem delu so vhodni podatki, v spodnjem rezultati izračuna po navedenih vhodnih podatkih.

V zgledu na sliki 1 so izbrani samo ‚vhodni podatki‘, ki jih najpogostejše spreminjamo, niso pa posebej navedeni bolj splošni podatki, ki jih v kodi tudi lahko variiramo: npr. podatki o osebi (pri navedenem zgledu je masa 75 kg, višina 1,8 m), trajanje delovnika (480 ur), prost dostop do pitja (da), delež pokritega telesa z obleko (0,54). Kot rezultate izračuna dobimo: *doseženo telesno temperatura* po 480 min izpostavljenosti (rektalna temperatura), pričakovano izgubo tekočine (v gramih, delovnik 480 min), **čas** do potrebe nadomestitve *tekočine* (v min) za povprečje populacije (50 %) in za 95 % populacije (95 % varnost).



Delo na mrazu

SIST EN ISO 11078:2008

Ergonomics of thermal environment - Determination and interpretation of cold stress when using required clothing insulation (IREQ) and local cooling effects⁹

Temelji na merilu IREQ, na zahtevani toplotni izolirnosti oblačila delavca, ki je potrebna, da lahko telo na sprejemljivi ravni vzdržuje temperaturo telesa in kože. Standard je zato uporaben za izbiro primerne kombinacije oblačil v odvisnosti od toplotne izolirnosti I_{cl} posameznih kosov obleke.

Standard loči med $IREQ_{neutral}$ in $IREQ_{min}$. $IREQ_{neutral}$ je potrebna toplotna izolirnost oblačila za vzdrževanje normalne telesne temperature (telo se ne hladi ali se minimalno). $IREQ_{min}$ je minimalna toplotna izolirnost za vzdrževanje **še sprejemljive** podnormalne temperature telesne temperature. Pod $IREQ_{min}$ je tveganje zaradi napredujočega ohlajanja telesa nesprejemljivo. Standard določa tudi DLE (Duration Limit Exposure) kot priporočljivo najdaljše trajanje izpostavljenosti mrazu pri danem oblačilu in delu. Po izpostavljenosti mrazu se mora delavec ogrevati v trajanju RT (Recovery Time).

Vrednosti nad $IREQ_{neutral}$ pomenijo nevarnost tudi za pregretje telesa.

Lokalno ohlajanje delov telesa in posledice se izračunajo in ocenijo posebej, posebej na prostem v primeru vetra. Kalkulator za izračune parametrov po standardu je na voljo⁷.

INDEX WCI (Wind Chill Index)

Za občuteno temperaturo zaradi vetra je v rabi dopolnilno merilo WCI, npr. k standardu SIST EN ISO 11078:2008. WCI lahko izračunamo po enačbi, lahko uporabimo kalkulator (po domačih virih⁷, po internetu¹⁰) ali tabele. Posamezna podjetja ali dejavnosti imajo mejno dopustno temperaturo za delo pozimi na prostem urejeno z internimi določili.

Veter pomembno poveča občutek in nevarnost mraza. Zaradi vetra imamo občutek, da je temperatura znatno nižja od dejanske temperature zraka. Mrazu so v vetru posebej izpostavljeni nepokriti in slabo prekravljeni deli telesa (lica, nos, roke ipd.). Teh včasih ni mogoče dovolj zavarovati zaradi specifičnih zahtev dela ipd., zato je posebej koristen indeks WCI.

**ZAKLJUČKI**

V predpisih (Pravilnik² o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih) so kot obvezni kriteriji eksplicitno navedeni slovenski standardi samo za *toplotno udobje*. Še pomembnejši, vendar prav tako pri nas veljavni slovenski standardi, ki naj zagotavljajo varnost in zdravje delavcev tudi *izven toplotnega udobja*, torej pri ekstremnih toplotnih obremenitvah, ki lahko pomenijo resno tveganje, pa v predpisih (npr. Pravilnik²) niso jasno omenjeni in zato torej ne veljajo kot obvezni. Zaradi tega sestavek vsebuje pregled slovenskih standardov za varovanje delavcev tudi pri ekstremnih toplotnih obremenitvah, da bi jih stroka in operativa bolje poznali in uporabljali ter s tem zapolnili nejasnost v predpisih. Posebej je v sestavku opozorjeno na standard SIST EN ISO 7933:2004, ker je ta pri nas manj znan in redko uporabljen, čeprav zelo podrobno obravnava toplotne obremenitve pri delu na vročem in je koristno dopolnilo za ocenjevanje, zlasti npr. dela poleti na prostem. ⁵⁰

VIRI

1. Zakon o varnosti in zdravju pri delu ZVZD-1, Ur. l. RS, št. 43/2011
2. Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih, Ur. l. RS št. 89/1999, 39/2005
3. Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih, Uradni list RS, št. 83/05 in 43/11 – ZVZD-1
4. SIST EN ISO 7730:2006, Ergonomija toplotnega okolja - Analitično ugotavljanje in interpretacija toplotnega udobja z izračunom indeksov PMV in PPD ter merili za lokalno toplotno udobje, npr.: http://www.eat.lth.se/fileadmin/eat/Termisk_miljoe/PMV-PPD.html
5. Gspan P., Metode ocenjevanja delovnega okolja, MDDSZ-UVZD, Ljubljana, 2002
6. SIST EN ISO 27243, Hot environments - Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT- index (wet bulb globe temperature), SIST
7. Delovno okolje Presoja skladnosti z zahtevami, Univerza v Ljubljani, FKKT-OTV
8. Ims Industrijski merilni sistemi, Ljubljana 2003
9. SIST EN ISO 7933:2004 Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination of heat stress using calculation of the predicted heat strain, SIST
10. SIST ENV 11079, Evaluation of cold environments - Determination of required clothing insulation (IREQ), SIST, npr. tudi: http://www.eat.lth.se/fileadmin/eat/Termisk_miljoe/IREQ2009ver4_2.html
11. Kalkulator, glej npr. <https://ec.gc.ca/meteo-weather/default.asp?lang=En&n=0F42F92D-1>
12. EN 12515:1997, Hot environments - Analytical determination and interpretation of thermal stress using calculation of required sweat rate