



I. Aurer Jezerčić\*

ZGI d. o. o.  
Vrandučka 5a  
10 000 Zagreb

## Rad na otvorenom u uvjetima visokih temperatura

### Uvod

**R**adnici koji obavljaju poslove na otvorenom tijekom ljetnih mjeseci izloženi su visokim temperaturama, koje su za njih rizične pa čak i fatalne. Tu spadaju ponajprije poslovi u građevinarstvu, poljoprivredi i održavanju, ali i rad na otvorenom na velikim postrojenjima. Za sve radnike koji su izloženi takvim uvjetima rada kažemo da su pod toplinskim stresom.

Našim propisima nije reguliran rad na otvorenom prilikom visokih ili niskih temperatura, stoga je za te slučajeve potrebno posegnuti za priznatim pravilima zaštite na radu. U svijetu postoje norme s metodologijama za praćenje i ocjenu vanjskih uvjeta te preporukama za mjere zaštite. Postoji smjernica dobre prakse koja služi kao vodič za prepoznavanje rizika i primjenu mjera zaštite pri radu na visokim temperaturama, čije dijelove ovdje prenosimo.\*\* Smjernice su dokumenti koji utvrđuju stručno prihvaćene principe i postupke u pojedinom području ili u svezi s rješavanjem nekog stručnog problema, doprinose uvođenju standarda u području njihove primjene te pružaju oslonac pri odabiru optimalnog načina rješavanja problema.

### Parametri rada na otvorenom

Kod rada na otvorenom pri uvjetima visoke temperature i/ili relativne vlage zraka, uvjete rada određuje šest osnovnih parametara, od kojih su četiri sadržana u okolišu, a dva se odnose na osobne čimbenike.

Čimbenici okoliša:

1. Temperatura zraka
2. Solarno (sunčevo) zračenje – Sunčevo zračenje podrazumijeva ultraljubičasto (UV) zračenje, vidljivo zračenje (svjetlost) i infracrveno (IR) zračenje
3. Brzina kretanja zraka – pri visokim temperaturama vjeter stvara dojam da je temperatura niža od izmjerene te stvara osjećaj ugone
4. Vlažnost – prati se relativna vlaga zraka.

Osobni čimbenici:

5. Izolacijska svojstva odjeće – svojstvo odjeće koje omogućava hlađenje znoja s površine kože
6. Metabolička toplina – toplina koja je glavni "nusprodukt" metabolizma našeg organizma. Što je veći tjelesni rad veća je proizvodnja topline.



### Indeks temperature vlažnog termometra – TVT

Za analizu uvjeta rada na otvorenom pri visokim temperaturama primjenjuje se više metoda, a metoda pod imenom Indeks temperature vlažnog termometra – TVT (engl. *wet bulb globe temperature* – WBGT) prihvaćena je u RH (HRN EN ISO 7243:2017). Postupak je pouzdan, uporabljiv i valjan u cijelom svijetu, pa bi se trebao primjenjivati i u Republici Hrvatskoj. On služi za nadzor i procjenu toplinskog okruženja. TVT indeks uzima u obzir mikroklimatske čimbenike, poput temperature zraka, vlažnosti i brzine strujanja zraka, koji doprinose percepciji topline kod ljudi. Na radnom mjestu, gdje se radi na izravnom suncu, toplina sunčeva zračenja uključuje se u izračun TVT indeksa.

U normi je opisan način izračuna TVT indeksa te uređaji za mjerenje parametara:

1. Mokri termometar ( $T_{nwb}$ ) – udio tog termometra čini 70 % indeksa.
2. Suhi termometar ( $T_a$ ) – standardni termometar za mjerenje temperature zraka. On čini 10 % indeksa i zaštićen je od izravnog sunčeva zračenja (topline).
3. Globus termometar ( $T_g$ ) – simulira apsolutno crno tijelo koje najviše upija a najmanje reflektira sunčeve zrake i predstavlja srednju temperaturu sunčeva zračenja u okolini (zajednički učinak temperature zraka i sunčeva zračenja). Čini 20 % indeksa.

Formula pomoću koje se određuje TVT indeks za rad na otvorenom glasi:

$$WBGT = 0,7 \cdot T_{nwb} + 0,2 \cdot T_g + 0,1 \cdot T_a$$

Iz sljedeće tablice, s obzirom na izračunati TVT indeks, može se odrediti dopušteno vremensko izlaganje radnika visokim temperaturama.

\* Mr. sc. Indira Aurer Jezerčić, dipl. ing. kem. teh.  
e-pošta: [indira.aurer@gmail.com](mailto:indira.aurer@gmail.com)

\*\* Rad na otvorenom u uvjetima visokih temperatura – smjernica dobre prakse, Hrvatski zavod za javno zdravstvo – služba za medicinu rada.

| Promatrački kriteriji za ekspoziciju toplinskom stresu (TVT vrijednosti u °C) za 8 satni radni dan, pet dana tjedno s uobičajenim odmorom |                                     |                    |           |                |                          |                    |           |                |
|---|-------------------------------------|--------------------|-----------|----------------|--------------------------|--------------------|-----------|----------------|
| Postotak aktivnog rada u odnosu<br>Posao/odmor  | Priviknuti (aklimatizirani) radnici |                    |           |                | Neaklimatizirani radnici |                    |           |                |
|   | Lagani rad                          | Umjereno težak rad | Težak rad | Vrlo težak rad | Lagani rad               | Umjereno težak rad | Težak rad | Vrlo težak rad |
| Kontinuirani rad (pauza 30 min.)  | 29,5                                | 27,5               | 26,0      | -----          | 27,5                     | 25,0               | 22,5      | -----          |
| 45 min. rad, 15 min odmor/ Svaki sat  | 30,5                                | 28,5               | 27,5      | -----          | 29,0                     | 26,5               | 24,5      | -----          |
| 30 min. rad, 30 min. odmor/ Svaki sat   | 31,5                                | 29,5               | 28,5      | 27,5           | 30,0                     | 28,0               | 26,5      | 25,0           |
| 15 min. rad, 45min. odmor/ Svaki sat  | 32,5                                | 31,0               | 30,0      | 29,5           | 31,0                     | 29,0               | 28,0      | 26,5           |
| <b>GRANIČNE VRIJEDNOSTI IZLOŽENOSTI, TVT (°C)</b>   |                                     |                    |           |                |                          |                    |           |                |

U tablici gore su svjetlosivim poljima (■) označene vrijednosti TVT indeksa pri kojima radnik može raditi kontinuirano osam sati uz uobičajeni odmor. Čim izmjereni TVT premašuje te vrijednosti, moraju se poduzeti mjere za prevenciju toplinskih bolesti jer je to znak da se radnik nalazi pod toplinskim stresom. Ukoliko se pridržavaju kriterija prikazanih u tablici, radnici ne bi osjetili simptome toplinskih bolesti.

Pretpostavlja se da su radnici izloženi tim uvjetima adekvatno opskrbljeni tekućinom, ne uzimaju lijekove, nose laganu odjeću, te da su općenito dobrog zdravlja.

- LAGANI RAD – sjedenje ili stajanje za kontrolnom ili upravljačkom pločom stroja/uređaja, lagani pokreti rukama (npr. pisanje), lagano hodanje, vožnja.
- UMJERENO TEŽAK RAD – hodanje s umjerenim povlačenjem, guranjem ili podizanjem tereta, hodanje umjerenim intenzitetom.
- TEŽAK RAD – rad motikom i lopatom, kopanje, nošenje, guranje/vučenje teškog tereta, hodanje brzim tempom.
- VRLO TEŽAK RAD – vrlo intenzivne aktivnosti obavljane brzim tempom do maksimuma (npr. lopatanje mokrog pijeska).

#### Primjer:

Aklimatizirani radnik obavlja lopatanje mokrog pijeska (što je klasificirano kao vrlo težak rad), a izmjerena vrijednost TVT je, recimo, 28,5 (°C). Da ne bi dobio "toplinsku bolest", radnik bi trebao raditi u tijeku svakog sata 15 minuta, a 45 minuta se odmarati.

Kada nema mogućnosti mjerenja i izračuna indeksa, možemo se poslužiti Priručnom tablicom. Nju primjenjujemo da bismo odredili veličinu toplinskog stresa pod kojom radnik radi, s obzirom na izmjereni TVT. Na apscisi su vrijednosti relativne vlage zraka (%), na ordinati temperatura zraka izražena u (°C) a u sjecištu tih dvaju veličina nalazi se vrijednost TVT toplinskog indeksa (°C) (tablica 1).

Kada dobivene vrijednosti, očitane u sjecištu tablice 1, usporedimo s tablicom 2, dobijemo informaciju o mogućim posljedicama ukoliko se produlji rad u tim uvjetima. Na osnovi toga se vidi treba li uopće nastaviti s radom te, ako da, kojim režimom i koje su moguće posljedice po radnika.

**Tablica 1** – Priručna tablica mjerenja toplinskog stresa na bazi TVT indeksa

| Rv/%<br>T/°C | TOPLINSKI INDEKS/°C |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|--------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|              | 40 %                | 45 % | 50 % | 55 % | 60 % | 65 % | 70 % | 75 % | 80 % | 85 % | 90 % | 95 % | 100 % |
| 47           | 58                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 43           | 54                  | 58   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 41           | 51                  | 54   | 58   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 40           | 48                  | 51   | 55   | 58   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 39           | 46                  | 48   | 51   | 54   | 58   |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 38           | 43                  | 46   | 48   | 51   | 54   | 58   |      |      |      |      |      |      |       |
| 37           | 41                  | 43   | 45   | 47   | 51   | 53   | 57   |      |      |      |      |      |       |
| 36           | 38                  | 40   | 42   | 44   | 47   | 49   | 52   | 56   |      |      |      |      |       |
| 34           | 36                  | 38   | 39   | 41   | 43   | 46   | 48   | 51   | 54   | 57   |      |      |       |
| 33           | 34                  | 36   | 37   | 38   | 41   | 42   | 44   | 47   | 49   | 52   | 55   |      |       |
| 32           | 33                  | 34   | 35   | 36   | 38   | 39   | 41   | 43   | 45   | 47   | 50   | 53   | 56    |
| 31           | 31                  | 32   | 33   | 34   | 35   | 37   | 38   | 39   | 41   | 43   | 45   | 47   | 49    |
| 30           | 29                  | 31   | 31   | 32   | 33   | 34   | 35   | 36   | 38   | 39   | 41   | 42   | 44    |
| 29           | 28                  | 29   | 29   | 30   | 31   | 32   | 32   | 33   | 34   | 36   | 37   | 38   | 39    |
| 28           | 27                  | 28   | 28   | 29   | 29   | 29   | 30   | 31   | 32   | 32   | 33   | 34   | 35    |
| 27           | 27                  | 27   | 27   | 27   | 28   | 28   | 28   | 29   | 29   | 29   | 30   | 30   | 31    |

**Tablica 2** – Moguće posljedice kod produženog rada na visokim temperaturama

| KATEGORIJA         | TOPLINSKI INDEKS | MOGUĆE POSLJEDICE  |
|--------------------|------------------|--|
| Ekstremna opasnost | 54 °C i više     | Toplotni udar neminovan i bez aktivnosti uz dulje izlaganje.                                 |
| Opasno             | 41 – 54 °C       | Toplinski grčevi i bez daljnje aktivnosti.   |
| Ekstreman oprez    | 32 – 41 °C       | Sunčanica, grčevi, iscrpljenost. Toplinski udar uz dulju izloženost i/ili fizičku aktivnost. |
| Oprez              | 27 – 32 °C       | Moguć zamor uz dulju izloženost.   |

Ukoliko se nosi osobna zaštitna odjeća, vrijednost indeksa treba uvećati za vrijednosti u tablici 3.

**Tablica 3** – Korekcija TVT-a obzirom na odjeću

| KOREKCIJA TVT-a OBZIROM NA ODJEĆU<br>(ne uzima se u obzir višeslojna odjeća) |                    |
|--|--------------------|
| TIP ODJEĆE   | TVT KOREKCIJA (°C) |
| Košulja dugih rukava, hlače  | 0                  |
| Kombinezon od tkanog materijala  | 0                  |
| Kombinezon od polipropilena  | +0,5               |
| Kombinezon od poliolefina  | +1                 |
| Kombinezon od tkanog materijala, duplog sloja                                | +3                 |
| Vodonepropusno odijelo   | +11                |

**Primjer:**

Ukoliko je temperatura na radnom mjestu 32 °C a relativna vlaga zraka 60 %, vrijednost očitana na dijagramu, u sjecištu tih dvaju veličina, iznosi 38 °C. To znači da je na tom radnom mjestu radnik izložen toplinskom indeksu TVT od 38 °C. U tom konkretnom primjeru znači da je potreban ekstreman oprez jer, ukoliko se nastavi rad bez mjera zaštite, moguća je pojava grčeva, iscrpljenosti i sunčanice. Ako radnik radi u kombinezonu od tkanog materijala duplog sloja, na dobivenu TVT vrijednost od 38 °C dodamo još korekciju od 3 °C pa se vrijednost TVT indeksa penje na 41 °C, što gledano iz tablice 2 znači da se radnik nalazi u kategoriji "opasno", gdje su mogući toplinski grčevi i bez daljeg nastavka rada.

**Zdravstvene tegobe povezane s radom na visokoj temperaturi**

Ljudski organizam u normalnim uvjetima u mirovanju održava tjelesnu temperaturu oko 37 °C. Izmjena topline organizma s okolišem odvija se putem četiri mehanizma: radijacija (zračenje), kondukcija (provođenje), konvekcija (odvođenje) i evaporacija (znojenje). Kad je temperatura okoliša veća od temperature tijela hlađenje znoja postaje dominantni oblik uklanjanja topline iz tijela. Aklimatizacija označava prilagodbu organizma na normalno funkcioniranje u novim uvjetima okoliša. Većina radnika se aklimatizira nakon 7 – 14 dana. Organizam se prilagođava tako da znojenje počinje na nižoj temperaturi te povećanjem ukupne snage i kondicije. Jednom ostvarena prilagodba na nove uvjete

okoliša postupno se gubi ako se rad prekida na dulje vrijeme. Prekidom rada od svega dva tjedna gubi se većina ostvarenih prilagodbi. Kada će se javiti zdravstveni problemi i u kojem obliku, ovisi o čimbenicima okoliša, radnim uvjetima i tjelesnim obilježjima samih radnika. Uzrok zdravstvenih problema je uglavnom umor izazvan dugotrajnim fizičkim radom na vrućini te neadekvatan unos tekućine i elektrolita.

Mogu se javiti sljedeći zdravstveni problemi:

- dehidracija
- prolazni toplinski umor
- toplinski grčevi
- sunčanica
- promjene na koži – osip, gljivična i bakterijska oboljenja, alergija, melanom i karcinom
- nesvjestice uslijed vrućine
- toplinska iscrpljenost
- toplinski udar.

Toplinski udar najozbiljnija je od svih tegoba uzrokovanih vrućinom. Nastaje nakon dugog i intenzivnog izlaganja visokim temperaturama kad tijelo više ne može regulirati tjelesnu temperaturu i ne može se rashladiti. Temperatura tijela je vrlo visoka (iznad 40 °C), koža crvena, suha i vruća bez znoja, ubrzani su otkucaji srca, plitko je disanje. Javlja se vrtoglavica, jaka glavobolja uz mučninu i povraćanje te smetenost i gubitak svijesti. Toplinski udar je potencijalno smrtonosno stanje i zahtijeva brzu medicinsku intervenciju.

**Preporučene mjere zaštite**

Poslodavac ne može utjecati na vanjske čimbenike kao što su solarno zračenje, temperatura i vlaga zraka, ali primjenom pravila zaštite na radu može se u velikoj mjeri izbjeći ili smanjiti toplinski stres.

U Pravilniku o poslovima s posebnim uvjetima rada, rad u nepovoljnoj mikroklimi je posao s posebnim uvjetima rada, gdje ne smiju raditi žene za vrijeme trudnoće i radnici koji imaju kronične bolesti srčano-žilnog, dišnog sustava, bubrega, jetre, središnjeg živčanog sustava te kronične i ponavljajuće bolesti probavnih organa i kože; endokrine i teže reumatske bolesti. Radnici koji rade na visokim temperaturama jednom se godišnje šalju na liječničke preglede.

**Organizacija rada**

- zamjena težeg fizičkog rada strojevima i alatima (koliko je moguće);
- rotacija poslova;
- uvođenje u rad samo aklimatiziranih\* radnika (osigurati vrijeme aklimatizacije);
- osiguranje odgovarajuće rashlađenih prostorija za odmor;
- izbjegavanje rada u najtoplijem dijelu dana (od 11 do 15 sati);
- organiziranje rada u smjenama;
- uvođenje dodatne radne snage kod ekstremnih uvjeta;

\* Aklimatizacija se u praksi provodi postupno: neaklimatizirani radnici (ili oni koji su proveli minimalno dva tjedna izvan radnog mjesta) moraju prvog dana biti izloženi 50 %-nom opterećenju, a u naredna tri dana doseći ostalih 50 %, dok novi radnici startaju s 20 % opterećenja i u ostala četiri dana trebaju doseći 100 % maksimalnog radnog opterećenja.

- smanjenje emisije toplinskog zračenja s vrućih površina (prekrivanjem pokrivalima sačinjenim od materijala niske emisije isijavanja, poput aluminija ili bojenjem površina izvora toplinskog isijavanja u radnom prostoru);
- ukoliko se na radnom mjestu nosi osobna zaštitna oprema mora se omogućiti da radnici tijekom odmora skidaju tu opremu.

#### Osposobljavanje radnika za rad na siguran način

- upoznati radnike s opasnostima kojima su izloženi pri radu na otvorenom na povišenoj temperaturi;
- upoznati radnike sa simptomima bolesti uzrokovanih nepovoljnim mikroklimatskim uvjetima (visoka temperatura, povećana vlaga zraka);
- upoznati radnike s opasnostima uzimanja lijekova koji onemogućavaju ili usporavaju aklimatizaciju.

#### Praćenje uvjeta rada

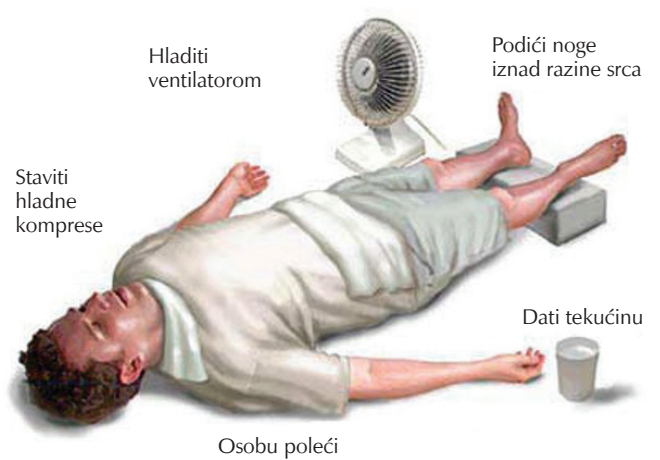
- praćenje i redovito očitavanje TVT indeksa ili bilo kojeg drugog indikatora toplinskog stresa na radnom mjestu;
- poduzimanje odgovarajućih mjera u ovisnosti o očitanim vrijednostima.

#### Prikladna radna odjeća

- Ukoliko je moguće, treba osigurati da radnici nose laganu pamučnu odjeću svjetlije boje koja dopušta znojenje i prirodno hlađenje tijela te pokriva cijelo tijelo. Za zaštitu glave upotrebljavati lagani šešir širokog oboda ili drugo pokrivalo za glavu koje prekriva i vrat (ukoliko radnik nije obvezatan nositi osobnu zaštitnu opremu za zaštitu glave).

#### Prevenција zdravstvenih tegoba povezanih s radom na vrućini

- Osigurati dostupnost rashlađenim pićima. Kad fizička aktivnost traje kraće od 60 minuta, dovoljno je piti običnu vodu da se nadoknadi izgubljena tekućina. Ako fizička aktivnost traje dulje od 60 minuta, više nije dovoljna obična voda za nadoknadu tekućine jer je tada mehanizam znojenja već u potpunosti aktivan te je došlo i do gubitka elektrolita. Kod tih se aktivnosti preporučuju pića s dodatkom ugljikohidrata i elektrolita. Da bi se spriječila dehidracija važno je:



**Slika 1** – Prikaz pružanja prve pomoći

- unositi najmanje 2 litre vode na dan;
- izbjegavati napitke s kofeinom, alkoholom, gazirana pića i sportske napitke s mnogo šećera jer sadrže tvari koje izazivaju dehidraciju;
- tijekom ljetnih mjeseci, kada vladaju nepodnošljive vrućine, unositi najmanje čašu i pol vode svakih pola sata.
- Osigurati redovite stanke i to u hladu ili u rashlađenoj prostoriji (vrijeme pauze se treba odrediti prema TVT toplinskom indeksu).
- Preporuka je da se lagani obrok konzumira prije početka rada, zatim dopunski obrok u toku rada da bi se odgodila pojava umora te nakon završetka rada energetski najobilniji obrok. Važno je konzumirati što više voća i povrća, a izbjegavati tešku i masnu hranu.
- Na poslovima na suncu upotrebljavati kremu za sunčanje (faktor 30 i više).
- Educirati pojedine radnike za pružanje prve pomoći. Radnika koji ima zdravstvene probleme zbog izloženosti vrućini treba skloniti u hladovinu ili klimatiziranu prostoriju. Treba ga rashladiti skidanjem odjeće i laganim polijevanjem vodom sobne temperature. Podići mu noge iznad razine srca. Važno je da radnik nosi što više tekućine ako je pri svijesti. Ako nije pri svijesti, treba ga okrenuti u bočni položaj i što hitnije potražiti medicinsku pomoć.