

Smjernica dobre prakse

RAD NA OTVORENOM U UVJETIMA VISOKIH TEMPERATURA



Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu
Radoslava Cimermana 64a, Zagreb, Hrvatska
www.hzzsr.hr; hzzsr@hzzsr.hr

Sadržaj

1. UVOD	1
2. PARAMETRI RADA NA OTVORENOM.....	1
Čimbenici okoliša.....	1
Osobni čimbenici	2
3. TOPLINSKI INDEKSI	3
3.1. TVT indeks (indeks temperature vlažnog termometra)	3
3.2. Humideks indeks (HI).....	9
3.3. Značenje toplinskih indeksa u analizi radnog mjesta	14
4. ZDRAVSTVENE TEGOBE POVEZANE S RADOM NA VISOKOJ TEMPERATURI.....	14
5. PREPORUKE	16
5.1. Organizacija rada.....	17
5.2. Osposobljavanje radnika za rad na siguran način	17
5.3. Praćenje uvjeta rada.....	17
5.4. Prikladna radna odjeća	18
5.5. Prevencija zdravstvenih tegoba povezanih s radom na vrućini	18
6. LITERATURA.....	20

1. UVOD

U Republici Hrvatskoj u ljetnim mjesecima temperatura zraka prelazi 30 °C pa radnici koji obavljaju određene poslove na otvorenom, kao što su poslovi u građevinarstvu, poljoprivredi, poslovi na montaži, intervencijama itd., rade u nepovoljnim mikroklimatskim uvjetima.

U hrvatskom zakonodavstvu iz područja zaštite na radu nisu propisani minimalni zahtjevi u pogledu uvjeta rada radnika na otvorenom u nepovoljnim mikroklimatskim uvjetima, koje bi poslodavci trebali osigurati u cilju zaštite zdravlja i sigurnosti radnika na radu. Isto tako nije propisano pri kojim mikroklimatskim uvjetima bi poslodavac trebao obustaviti radove jer postoji realna opasnost po život i zdravlje radnika.

Mikroklima je, po definiciji, klima nekog manjeg prostora koja je različita od klime regije u kojoj se promatrano područje nalazi. U mikroklimatske čimbenike spadaju temperatura zraka, relativna vlaga zraka, sunčevo zračenje i brzina kretanja zraka.

2. PARAMETRI RADA NA OTVORENOM

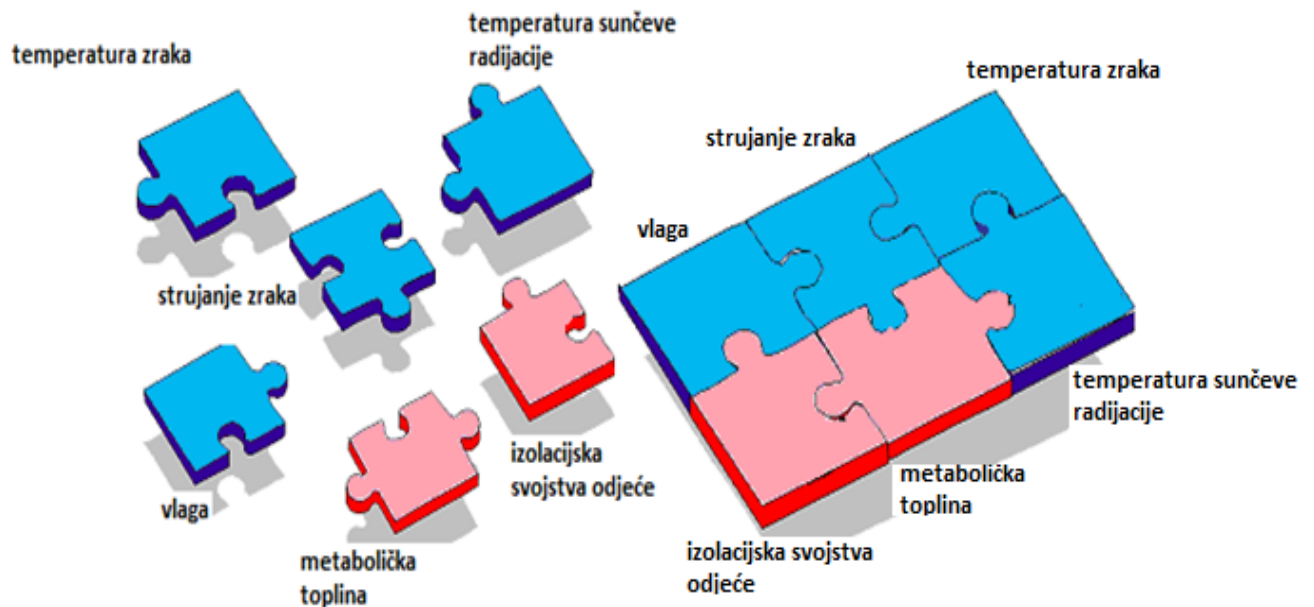
Kod rada na otvorenom pri uvjetima visoke temperature i/ili relativne vlage zraka uvjete rada određuje **šest osnovnih parametara**, od kojih su četiri sadržana u okolišu a dva se odnose na osobne čimbenike.

Parametri okoliša:

- **Temperatura** - fizikalna veličina kojom se izražava toplinsko stanje neke tvari i izražava se u (°C) ili (°F). U ovom području je važna **temperatura zraka** a mjerenje se obavlja **termometrom**.
- **Solarno (sunčevo) zračenje** - kratkovalno je zračenje koje Zemlja dobiva od Sunca. Izražava se u (W/m^2). Sunčevo zračenje podrazumijeva ultraljubičasto (UV) zračenje, vidljivo zračenje (svjetlost) i infracrveno (IR) zračenje.
- **Brzina kretanja zraka** - pri visokim temperaturama vjetar stvara dojam da je temperatura niža od izmjerene te stvara osjećaj ugone. Izražava se u (m/s) a mjeri **anemometrom**.
- **Vlažnost** - predstavlja ukupnu količinu vodene pare u atmosferi. Mjeri se **relativna vlaga zraka** koja se izražava u postocima (%), a pokazuje odnos između količine vodene pare koja stvarno postoji u zraku u nekom trenutku i maksimalne količine vodene pare koju taj zrak može primiti da bi bio zasićen. Topliji zrak može primiti puno više vodene pare od hladnijeg. Za preciznije određivanje relativne vlage koristi se **vlagomjer (psihrometar)** koji se sastoji od vlažnog i suhog termometra.

Osobni parametri:

- **Izolacijska svojstva odjeće** - svojstvo odjeće koje omogućava hlapljenje znoja s površine kože
- **Metabolička toplina** - toplina koja je glavni "nusproizvod" metabolizma našeg organizma. Što je veći tjelesni rad veća je proizvodnja topline.



Slika 1: Šest osnovnih parametara koji čine uvjete rada pri visokim temperaturama

(Izvor: *Thermal Comfort-Six basic factors - Termalna udobnost - šest osnovnih faktora*, dostupno na : <http://www.hse.gov.uk/temperature>) [1]

Na osnovu preporuka nacionalnih institucija Australije, Kanade i SAD-a, koje imaju veliko iskustvo u organizaciji rada na otvorenom pri visokim temperaturama izrađene su ove preporuke, prvenstveno za poslodavce, a onda i za radnike i sve one koji su izloženi visokim temperaturama na poslu pri radu na otvorenom. Za sve radnike koji su izloženi ovakvim uvjetima rada kažemo da se nalaze pod **toplinskim stresom**.

Toplinski stres je definiran kao fizička i fiziološka reakcija tijela radnika na temperaturu koja ga okružuje na radnom mjestu.

3. TOPLINSKI INDEKSI

Za utvrđivanje uvjeta rada pri obavljanju različitih poslova na otvorenom, treba uzeti u obzir vrijednosti temperature zraka, relativne vlage zraka, efekt sunčeve radijacije i brzinu vjetera, a to se može učiniti pomoću tzv. **toplinskih indeksa** koji se izražavaju u °C (°F). Za analizu uvjeta rada na otvorenom, pri visokim temperaturama, upotrebljava se:

- a) Indeks temperature vlažnog termometra - TVT (engl. WBGT - wet bulb global temperature),
- b) Humideks indeks – HI

3.1. TVT indeks

TVT (WBGT) indeks detaljnije je opisan u standardu HRN EN 27243:2003, *Vruće okoline - Prosudba toplinskih opterećenja radnika, utemeljena na TVT indeksu (temperatura vlažnog termometra) (ISO 7243:1989; EN 27243:1993)*. Pouzdan je, uporabljiv i valjan u cijelom svijetu, pa bi se za nadzor i procjenu toplinskog okruženja trebao primjenjivati i u Republici Hrvatskoj. [2]

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 direktnom suncu, toplina sunčevog zračenja uključuje se u izračun TVT indeksa. Američka udruga industrijskih higijeničara (American Conference of Governmental Industrial Hygienists - ACGIH) je izradila tablicu u kojoj su granične vrijednosti TVT indeksa izloženosti toplinskom stresu za osmosatni radni dan, pet dana u tjednu s uobičajenim odmorom (tablica 1). Neke su države (Kanada, SAD, Australija) usvojile vrijednosti navedene u tablici 1 kao profesionalne granice izloženosti dok ih drugi koriste kao smjernice za kontrolu toplinskog stresa na radnom mjestu. Vrijednosti su bazirane na istraživanjima koje je provela američka udruga industrijskih higijeničara s ciljem smanjenja izloženost radnika toplinskom stresu i izbjegavanja bolesti povezanih s visokim vanjskim temperaturama zraka (toplinske bolesti). Dokument koji je proizašao iz navedenog istraživanja identificira kriterij graničnih vrijednosti temeljen na vrsti posla koji se obavlja (lagan, umjereno težak, težak i vrlo težak) u odnosu na izmjereni TVT. Rezultat je standard koji identificira uvjete toplinskog stresa kojemu gotovo svi radnici mogu biti opetovano izloženi bez štetnih učinaka. Ovo ne treba tumačiti na način da će svi izvršeni radovi obavljani unutar graničnih vrijednosti danih u tablici 1 biti bez rizika od toplinskog stresa i toplinskog udara. Individualna osjetljivost (osobni zdravstveni problemi) mogu stvoriti za neke radnike veći rizik od drugih. [3]

Tablica 1. ACGIH promatrački kriterij za ekspoziciju toplinskom stresu
(Dostupno na http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/hot_cold.html) [3]

ACGIH 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 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
GRANIČNE VRIJEDNOSTI IZLOŽENOSTI, TVT (°C)								

4

Objašnjenje tablice 1:

U tablici 1 su žutom bojom označene vrijednosti TVT-a 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 nam je to znak da se radnik nalazi pod toplinskim stresom. Ukoliko bismo se pridržavali ovih kriterija prikazanih u tablici 1, 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.

- **ODMOR** - sjedenje uz lagane pokrete rukom.
- **LAGANI RAD** - sjedenje ili stajanje za kontrolnom ili upravljačkom pločom stroja/uređaja, lagani pokreti rukama (npr. pisanje), lagano hodanje, vožnja.
- **UMJERENO TEŽAK RAD** - hodanje sa 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). [3]

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 dobije toplinsku bolest radnik bi trebao raditi u tijeku svakog sata 15 minuta a 45 minuta se odmarati.

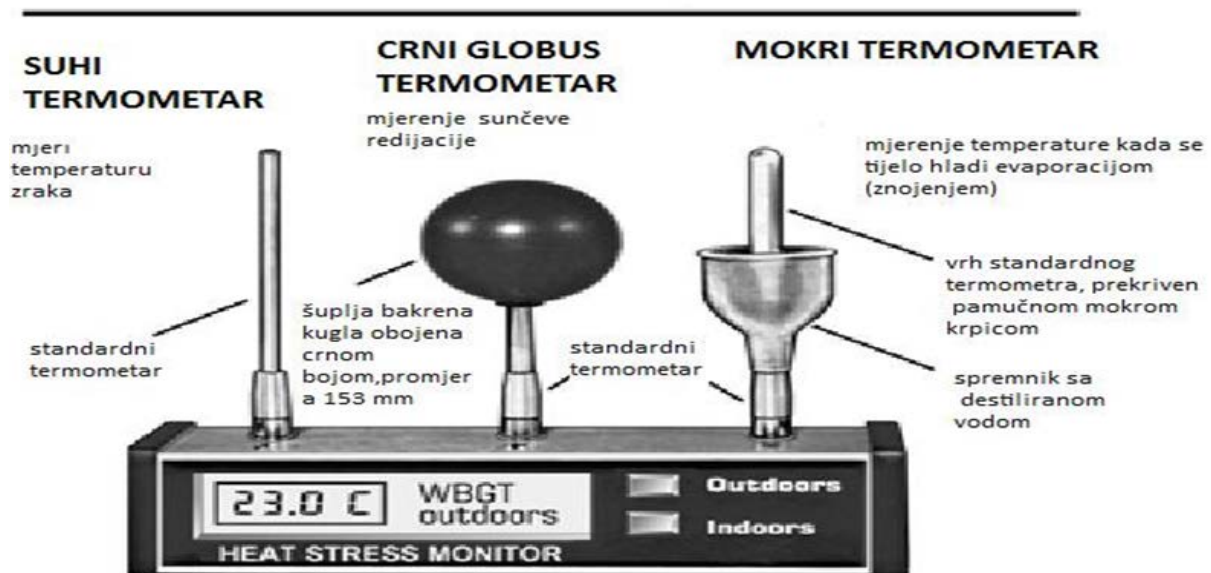
Princip mjerenja TVT (WBGT) indeksa

Za mjerenje TVT indeksa upotrebljavaju se mjerni instrumenti za mjerenje i analizu mikroklima (tzv. indikatori toplinskog stresa).

Prvi uređaji za mjerenje TVT indeksa izgledaju poput uređaja prikazanog na slici 2 a sastoje se od tri termometra:

1. **MOKRI TERMOMETAR (Wet Bulb)** - u koji je uveden pamučni fitilj namočen u destiliranu vodu sa svrhom simulacije isparavanja znoja sa tijela kada na njega zajedno djeluju vlaga, vjetar i sunčevo zračenje. Temperatura ovog termometra čini 70 % indeksa i označava se sa **T_{nwb}**.
2. **SUHI TERMOMETAR (Dry Bulb)** - standardni termometar za mjerenje temperature zraka. On čini 10 % indeksa i zaštićen je od direktnog sunčevog zračenja (topline) a označava se sa **T_a**.
3. **CRNI GLOBUS TERMOMETAR (Black Globus)** - simulira apsolutno crno tijelo koje najviše upija a najmanje reflektira sunčeve zrake i predstavlja srednju temperaturu sunčevog zračenja u okolini (zajednički učinak temperature zraka i sunčevog zračenja). Čini 20 % indeksa a označava se sa **T_g**.

5



Slika 2. Prvi uređaj za mjerenje TVT indeksa

Izvor: „Heat stress, Guidelines for Recognition, Assessment and Control in Construction“, dostupno na : <http://www.ibew353.org/wsib/doc/Research/Heat%20Stress%20-%20Datasheet.pdf> [4]

Svaki od ovih osjetnika daje određenu informaciju o okolišu ali tek kombinacija dobivenih informacija daje kompletnu sliku o toplinskom stresu u danom okolišu.

Mana ovih prvih mjernih uređaja je preduga potrebna ekspozicija da bi se dobio pravilan i valjan rezultat. Razlog tome je što se crni globus termometar mora stabilizirati 20 minuta kako bi se očitala prava vrijednost, a samim time i prava vrijednost TVT indeksa.

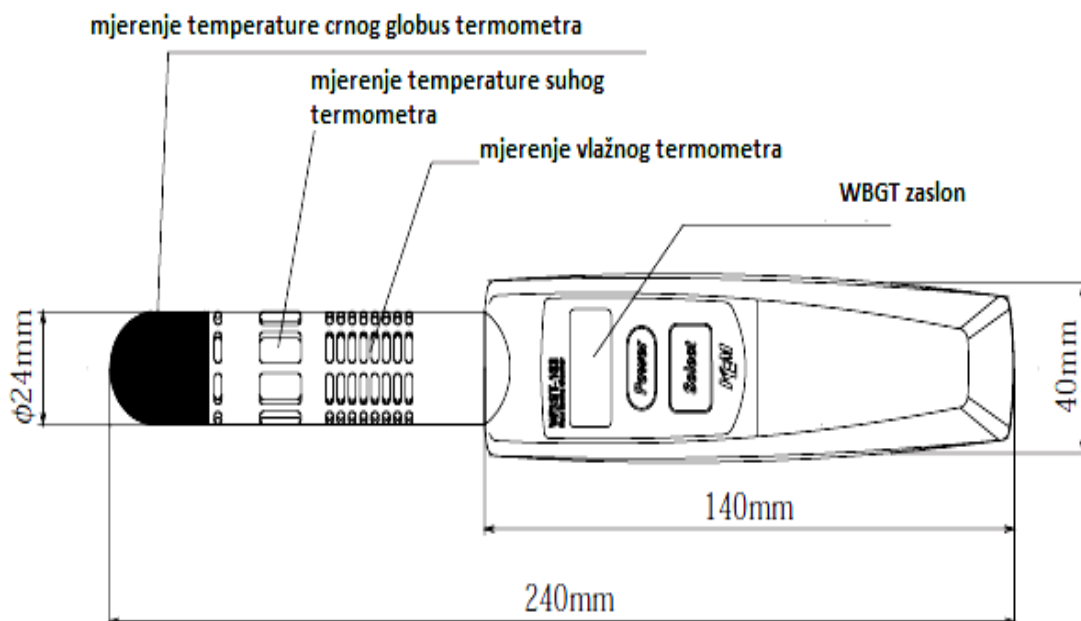
Formula pomoću koje se određuje TVT indeks za rad na otvorenom glasi :

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

Danas postoje na tržištu moderniji uređaji (slika 3a. i 3b.) kojima je vrijeme ekspozicije potrebno za pravilno očitavanje TVT indeksa, smanjeno na maksimalno 11 minuta.



Slika 3a. Uređaj za mjerenje TVT indeksa



Slika 3b. Poprečni presjek uređaja za mjerenje TVT indeksa

Priručnom tablicom 2. koristimo se da bismo odredili veličinu toplinskog stresa pod kojom radnik radi, 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 2. Priručni grafikon mjerenja toplinskog stresa na bazi TVT indeksa

TOPLINSKI INDEKS °F, (°C)													
	RELATIVNA VLAGA ZRAKA (%)												
Temp. °F (°C)	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
110 (47)	136 (58)												
108 (43)	130 (54)	137 (58)											
106 (41)	124 (51)	130 (54)	137 (58)										
104 (40)	119 (48)	124 (51)	131 (55)	137 (58)									
102 (39)	114 (46)	119 (48)	124 (51)	130 (54)	137 (58)								
100 (38)	109 (43)	114 (46)	118 (48)	124 (51)	129 (54)	136 (58)							
98 (37)	105 (41)	109 (43)	113 (45)	117 (47)	123 (51)	128 (53)	134 (57)						
96 (36)	101 (38)	104 (40)	108 (42)	112 (44)	116 (47)	121 (49)	126 (52)	132 (56)					
94 (34)	97 (36)	100 (38)	103 (39)	106 (41)	110 (43)	114 (46)	119 (48)	124 (51)	129 (54)	135 (57)			
92 (33)	94 (34)	96 (36)	99 (37)	101 (38)	105 (41)	108 (42)	112 (44)	116 (47)	121 (49)	126 (52)	131 (55)		
90 (32)	91 (33)	93 (34)	95 (35)	97 (36)	100 (38)	103 (39)	106 (41)	109 (43)	113 (45)	117 (47)	122 (50)	127 (53)	132 (56)
88 (31)	88 (31)	89 (32)	91 (33)	93 (34)	95 (35)	98 (37)	100 (38)	103 (39)	106 (41)	110 (43)	113 (45)	117 (47)	121 (49)
86 (30)	85 (29)	87 (31)	88 (31)	89 (32)	91 (33)	93 (34)	95 (35)	97 (36)	100 (38)	102 (39)	105 (41)	108 (42)	112 (44)
84 (29)	83 (28)	84 (29)	85 (29)	86 (30)	88 (31)	89 (32)	90 (32)	92 (33)	94 (34)	96 (36)	98 (37)	100 (38)	103 (39)
82 (28)	81 (27)	82 (28)	83 (28)	84 (29)	84 (29)	85 (29)	86 (30)	88 (31)	89 (32)	90 (32)	91 (33)	93 (34)	95 (35)
80 (27)	80 (27)	80 (27)	81 (27)	81 (27)	82 (28)	82 (28)	83 (28)	84 (29)	84 (29)	85 (29)	86 (30)	86 (30)	87 (31)

Kada dobivene vrijednosti, očitane u sjecištu tablice 2., usporedimo sa tablicom 3. dobijemo informaciju o mogućim posljedicama po radnika ukoliko se produlji njegov rad u tim uvjetima. Na osnovu toga se vidi treba li uopće nastaviti sa radom i, ako da, kojim režimom.

Tablica 3. Kalkulator toplinskog stresa

(IZVOR: *National Weather Service*, Jackson, KY, dostupno na : [http://www.srh.noaa.gov/epz/?n=wxcalc_heatindex\[5\]](http://www.srh.noaa.gov/epz/?n=wxcalc_heatindex[5]))

KATEGORIJA	TOPLINSKI INDEKS	MOGUĆE POSLJEDICE
Ekstremna opasnost	130 °F i više (54 °C i više)	Toplinski udar i bez aktivnosti uz duže izlaganje.
Opasno	105 - 129 °F (41- 54 °C)	Toplinski grčevi i bez daljnje aktivnosti.
Ekstreman oprez	90 - 105 °F (32 - 41 °C)	Sunčanica, grčevi, iscrpljenost. Toplinski udar uz dulju izloženost i/ili fizičku aktivnost.
Oprez	80 - 90 °F (27- 32 °C)	Moguć zamor uz dulju izloženost.

Ukoliko se radi na jakom i direktnom sunčevom svjetlu ili se nosi osobna zaštitna odjeća, vrijednost TVT indeksa treba uvećati za vrijednosti dane u tablici 4.

Tablica 4. Korekcija TVT indeksa obzirom na tip odjeće

(Izvor: 2008 TLVs® and BEIs®: Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. Cincinnati, Ohio: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2008. p. 220, dostupno na http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/heat_control.html) [6]

KOREKCIJA TVT-a S OBZIROM NA ODJEĆU	
(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

9

Primjer:

1. 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 ovom 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.

3.2. Humideks indeks (HI)

Humideks indeks su prvi koristili kanadski meteorolozi 1965. godine u želji da iskažu kako se prosječna osoba osjeća kada na nju djeluje kombinacija visoke temperature i relativne vlage zraka. Zasniva se na činjenici da visoka temperatura zraka uz visoku relativnu vlagu zraka može dovesti do fizičke nelagode, dakle radi se o tzv. „osjećajnoj temperaturi“.

U Kanadi se upotrebljava za analizu uvjeta rada na radnom mjestu na kojem je radnik izložen toplinskom stresu i to pomoću tzv. humideks plana.

Humideks plan je jednostavniji način izražavanja toplinskog stresa kojem su izloženi radnici. Jednostavan je za primjenu jer je dovoljno izmjeriti temperaturu i vlagu te, nakon toga, pronaći sjecište temperature i vlage u tablici 5.

Odjeću i direktno sunčevo zračenje također treba unijeti u kalkulaciju.

Mjerenje humideksa obavlja se pomoću mjernih uređaja, tzv. termalnih higrometara (slika 4)



Slika 4. Termalni higrometar

Za očitavanje Humideks indeksa koristimo se priručnom tablicom 5. za koju je potrebno saznati temperaturu i vlagu zraka do kojih možemo doći mjerenjem (termalni higrometar).

Na primjer, ukoliko je izmjerena temperatura zraka 31 °C a relativna vlaga zraka je 65 %, Humideks indeks („osjećajna temperatura“) iznosi 42 °C a nalazi se u sjecištu temperature i vlage (vidjeti tablicu 5.).

Tablica 5. : Priručna tablica za analizu toplinskog stresa na radnom mjestu na bazi Humideks indeksa.

(Izvor : *Occupational Health Clinics for Ontario Workers Inc.(Hamilton Clinic, Sarnia Clinic, Sudbury Clinic, Toronto Clinic, Windsor Clinic, dostupno na: <http://www.ohcow.on.ca/menuweb/hhrplan.pdf>)* [7]

		RELATIVNA VLAGA ZRAKA (%)																																												
		100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%	45%	40%	35%	30%	25%	20%	15%	10%																										
TEMPERATURA ZRAKA (° C)	49																		50	49																										
	48																		49	48																										
	47																	50	47	47																										
	46																	49	46	46																										
	45																	50	47	45	45																									
	44																	49	46	44	44																									
	43																	49	47	45	42	43																								
	42																	50	48	46	43	41	42																							
	41																	48	46	44	42	40	41																							
	40																	49	47	45	43	41	39	40																						
	39																	49	47	45	43	41	39	37	39																					
	38																	49	47	45	44	42	40	38	36	38																				
	37																	49	47	45	44	42	40	38	37	35	37																			
	36																	50	49	47	45	44	42	40	39	37	35	34	36																	
	35																	50	48	47	45	44	42	40	39	37	36	34	33	35																
	34																	49	48	46	45	43	42	40	39	37	36	34	33	31	34															
	33																	50	48	46	44	43	41	40	39	37	36	34	33	32	30	33														
	32																	50	49	48	46	45	44	42	41	40	38	37	36	34	33	32	30	29	32											
	31	50	49	48	47	45	44	43	42	40	39	38	37	35	34	33	32	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
30	48	47	46	44	43	42	41	40	39	37	36	35	34	33	32	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
29	46	45	43	42	41	40	39	38	37	36	35	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
28	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1			
27	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1					
26	39	38	37	36	35	34	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1						
25	37	36	35	34	34	33	32	31	30	29	28	27	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1							
24	35	34	33	33	32	31	30	29	28	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1									
23	33	32	32	31	30	29	28	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1											
22	31	30	30	29	28	27	27	26	25	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1												
21	29	29	28	27	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1															

Na osnovi očitane vrijednosti temperature i vlage zraka pročitaju se upute o postupanju navedene u tablici 4., odnosno savjet koji je sastavni dio Humideks plana.

Tablica 4. Savjeti za postupanje obzirom na izmjereni Humideks indeks.

Izvor : *Occupational Health Clinics for Ontario Workers Inc.(Hamilton Clinic, Sarnia Clinic, Sudbury Clinic, Toronto Clinic, Windsor Clinic).* Dostupno na: <http://www.ohcow.on.ca/menuweb/hhrplan.pdf> [7]

HUMIDEKS 1 (°C) (odnosi se na neaklimatiziranog radnika koji obavlja umjereno težak fizički rad)	SAVJET	HUMIDEKS 2 (°C) (odnosi se na aklimatiziranog radnika koji obavlja umjereno težak fizički rad)
25-29	Obavezno davati radnicima vodu za piće.	32-35
30-33	Upozoriti radnike na toplinski stres; Poticati radnike na pijenje dodatne količine vode; Bilježiti svakog sata temperaturu i relativnu vlagu.	36-39
34-37	Upozoriti radnike na opasnost; Upozoriti ih da moraju piti dodatne količine vode; Osigurati da su radnici osposobljeni za prepoznavanje simptoma toplinskog stresa.	40-42
38-39	Raditi uz osiguranje 15 min. odmora u toku 1 sata; Piti barem 2,5 dl vode svakih 20 minuta (t vode=10-15°C) Radnici kod kojih su primijećeni simptomi toplinskog stresa obavezno moraju zatražiti liječničku pomoć.	43-44

40-41	Raditi uz uzimanje 30 min. odmora u toku svakog sata uz prethodno propisanu odredbu o takvom radu.	45-46
42-44	Ukoliko je moguće, raditi uz 45 minutni odmor u sat vremena uz prethodno propisanu odredbu o takvom radu.	47-49*
45 ili više	Samo specijalist medicine rada može odobriti nastavak rada.	50* i više

Ispod upozoravajućih vrijednosti navedenih u stupcu HUMIDEKS 1, većina radnika neće osjetiti negativan utjecaj toplinskog stresa a većina aklimatiziranih radnika, dobrog zdravstvenog stanja koji ne uzimaju nikakve lijekove tolerirati će toplinu sve do gornjih granica navedenih u stupcu HUMIDEKS 2 uz pridržavanje mjera navedenih u tablici 4.

U temperaturnom području između HUMIDEKS 1 i HUMIDEKS 2 treba provoditi **opće** mjere kontrole stresa a u području vrijednosti iznad HUMIDEKS 2 potrebne su **specifične** mjere kontrole. Opće mjere se odnose na samog radnika a specifične mjere na organizaciju i način obavljanja posla.

HUMIDEKS 1, OPĆE MJERE KONTROLE: Opće mjere primjenjuju se na neaklimatiziranog radnika i uključuju osposobljavanje o prevenciji toplinskog stresa, poticanje na uzimanje dovoljnih količina tekućine i omogućavanje prilagodbe radnika koji se vraćaju sa dužeg odmora (aklimatizacija).

HUMIDEKS 2, SPECIFIČNE MJERE KONTROLE RADNOG MJESTA: Obuhvaćaju sustav kontrole zamjene zahtjevnog fizičkog rada strojevima, zaštita od direktne sunčeve svjetlosti (zasjenjivanje), smanjenje vremena izloženosti uz omogućavanje oporavka.

Primjer :

Pretpostavimo da je izmjerena temperatura na radnom mjestu 33 °C i relativna vlaga zraka 50 %. Humideks očitana iz grafikona je 41 °C.

Iz toga proizlazi:

Humideks 1: Neaklimatizirani radnici u toku svakog sata trebaju uzimati pauzu 30 minuta;

Humideks 2: Aklimatizirani radnici rade punim kapacitetom uz upozorenje na moguće simptome toplinskog stresa i obavezno uzimanje dodatnih količina vode. Radnike kod kojih je primijećen bilo koji od simptoma toplinskog stresa treba uputiti liječniku.

Ovdje također moramo ukalkulirati rad na direktnom sunčevom svjetlu i rad u radnoj odjeći. Ukoliko radnik nosi podstavljeni radni kombinezon, vrijednost Humideksa treba povećati za 5

°C, za zaštitne rukavice i šešir, odnosno kapu, te zaštitnu kožnu pregaču dodati još 1 do 2 °C. Za rad na direktnom suncu treba dodati 1 do 2 °C (ovisno o stupnju naoblake). [7]

3.3. Značenje toplinskih indeksa u analizi radnog mjesta

Koliko znače toplinski indeksi u analizi radnih uvjeta koje rezultiraju toplinskim bolestima govori i činjenica da ACGIH (američko udruženje industrijskih higijeničara) preporučuje upotrebu TVT indeksa za ocjenu uvjeta radnog mjesta. Ova mjerenja su usko povezana sa „odgovorom“ ljudskog tijela na toplinu.

Mjerenja TVT-a u kalkulaciju uzimaju temperaturu zraka, relativnu vlagu zraka, brzinu kretanja zraka te sunčevu radijaciju. Tek nakon izvršenog mjerenja komercijalno dostupnim uređajima, koja mogu obavljati samo stručno osposobljene osobe, ti rezultati se mogu povezati sa fizičkim zahtjevima posla.

Pošto su u posljednjih 40 godina u svijetu najkorišteniji indeksi za procjenu toplinskog stresa WBGT i Humideks indeks ideja je bila da se ta dva indeksa dovedu u korelaciju kako bi se što jednostavnije moglo procijeniti toplinsko opterećenje iz samo dva parametra - temperature i relativne vlage zraka, a istovremeno takav indeks bi trebao biti valjan i primjenjiv u cijelom svijetu, poput TVT-a.

Godine 2002. na radnom mjestu u jednoj tvrtki gdje su radnici bili izloženi toplinskom stresu obavljeno je preko 7000 istovremenih mjerenja TVT-a i Humideksa. Mjerenja su provedena neprekidno u tri smjene. [8]

Na osnovu usporedbe rezultata utvrđena je formula koja povezuje ova dva indeksa:

$$\text{HUMIDEKS} = 1,9392 \times \text{TVT} - 11,338$$

4. ZDRAVSTVENE TEGOBE POVEZANE S RADOM NA VISOKOJ TEMPERATURI

Ljudski organizam u normalnim uvjetima u mirovanju održava tjelesnu temperaturu oko 37 °C. [9,10] Mehanizmima termoregulacije upravlja moždana struktura u mozgu. 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 na način da znojenje počinje na nižoj temperaturi, dolazi do ukupnog povećanja snage i kondicije. Jednom ostvarena aklimatizacija na uvjete okoliša postepeno se gubi ako se rad prekida na duže vrijeme. Već prekidom rada od nekoliko tjedana 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. Elektroliti su tvari koje se u organizam unose hranom i pićem, gube se znojenjem, a reguliraju ih hormoni. Balans elektrolita je posebno važan za funkciju mišića i živaca. [10]

Mogu se javiti slijedeći zdravstveni problemi:

➤ **Dehidracija**

Pojava je koja opisuje prevelik gubitak tekućine iz organizma. Ona prethodi svim dalje opisanim zdravstvenim problemima. Znakovi koji upućuju na povećani gubitak tekućine su : žeđ, suha usta, ubrzan rad i lupanje srca. Znaci dehidracije očituju se smanjenjem fizičkih sposobnosti, prije svega smanjenjem izdržljivosti, i mentalnih sposobnosti, a simptomi ovise o tome koliki je gubitak tekućine. [10,11]

➤ **Prolazni toplinski umor**

Odgovor je organizma na vrućinu i prvenstveno se javlja kod neaklimatiziranih radnika. [11,12]

➤ **Toplinski grčevi**

Nastaju nakon velikih fizičkih opterećenje kod osoba koje se mnogo znoje. Znojenjem se smanjuje koncentracija vode i soli u organizmu. Taj gubitak soli u mišićnim stanicama izaziva bolne grčeve u rukama, nogama ili u području trbuha. [11,12]

➤ **Nesvjestice uslijed vrućine**

Obilježene su slabošću i gubitkom svijesti, češće u neaklimatiziranih radnika. [11,12]

➤ **Toplinska iscrpljenost**

Nastaje prilikom izlaganja povišenim temperaturama u neaklimatiziranih osoba. Posljedica je dugotrajnog intenzivnog rada u prekomjerno zagrijanoj radnoj sredini uz neadekvatan unos tekućine i soli. Predstavlja napredak toplinskih grčeva. Prisutni su grčevi u mišićima i u trbuhu, a koža je hladna, vlažna i često blijeda. Javlja se glavobolja, umor, mučnina, povraćanje, ubrzani otkucaji srca, ubrzano i plitko disanje, nervoza, nesvjestica. Ako se ne liječi može dovesti do toplinskog udara. [11,12]

➤ **Toplinski udar**

Najozbiljnija je od svih tegoba uzrokovanih vrućinom. Posljedica je potpunog sloma prirodnih mehanizama koji su zaduženi za regulaciju tjelesne temperature. Predstavlja nastavak toplinske iscrpljenosti. 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, jake glavobolja uz mučninu i povraćanje te smetenost i gubitak svijesti. Toplinski udar je potencijalno smrtonosno stanje i zahtjeva brzu medicinsku intervenciju. [11,12]

➤ Sunčanica

Sunčanica je oblik toplinskog udara s dodatnim, djelovanjem sunčevih zraka na zatiljak glave. Blaži oblik očituje se slabošću, mučninom i povraćanjem, glavobolja, vrtoglavica, nemir, smušenost, crvenilo u licu, zujanje u ušima, u teškim slučajevima nastupit će omanljenost, širenje zjenica i gubitak svijesti uz ubrzane otkucaje srca i plitko ubrzano disanje. Sunčanica je vrlo ozbiljno stanje koje se u pojedinim slučajevima može karakterizirati komom s mogućim smrtnim ishodom. [12]

➤ Promjene na koži

Na koži se iritacijom kože zbog preobilnog znojenja kod vrućeg i vlažnog vremena javljaju osipi. Izgledaju kao nakupina prištića ili plikova najčešće na vratu, gornjem dijelu prsa, na preponama, ispod grudi i na unutarnjem dijelu lakta.

Kao posljedica vlaženja kože zbog znojenja javljaju se i gljivična oboljenja. Bakterijske infekcije se javljaju u područjima oko sitnih ozljeda kože. Uslijed dugotrajnog izravnog djelovanja sunca ili nakon kontakta s jako zagrijanim oruđem nastaju opekline koje se klasificiraju po opsegu i dubini lezije na tri kategorije. Kod jačih opekline izbijaju i mjehuri ispunjeni seroznom tekućinom, te opći simptomi kao što su glavobolja, malaksalost, mučnina, povraćanje i proljev. [11,13] Može se razviti i alergija na sunce. Nakon dugogodišnje izloženosti suncu najopasniji je razvoj aktiničkih keratoza i karcinoma kože. Aktinička keratoza je kožna izraslina obično uzrokovana izloženošću sunčevim zrakama. Pojavljuje se najčešće na opečenoj koži posebno u starijih osoba i u mlađih osoba sa svjetlom puti. Izraslina počinje kao plosnato, ljuskavo područje koje kasnije razvije tvrdu bradavičastu površinu. Ako se ne liječi može se razviti u karcinom kože. Od karcinoma kože razlikujemo:

- Melanom je najzloćudniji karcinom kože, obično nastaje na mjestu madeža. Može se brzo širiti (metastazirati) u druge dijelove tijela putem limfnog sustava ili putem krvi te je stoga najopasniji. [13]
- Karcinom pločastih stanica (planocelularni karcinom) je rak stanica najvišeg sloja kože. To je druga po učestalosti vrsta raka kože. Agresivniji je od raka bazalnih stanica, ali svejedno može rasti relativno sporo, a potječe s dijelova kože koji su oštećeni suncem, kao što je aktinička keratoza. [13]
- Karcinom bazalnih stanica (bazocelularni karcinom) je rak stanica koje se nalaze na donjem dijelu najvišeg sloja kože, epiderme. Treći je po učestalosti. [13]

5. PREPORUKE

Poslodavac je sukladno odredbama Zakona o zaštiti na radu dužan osigurati uvjete rada na radnom mjestu koji neće štetno utjecati na život i zdravlje radnika. U procjeni opasnosti trebaju biti utvrđena radna mjesta na kojima je radnik izložen toplinskom stresu, preostali rizik na tim radnim mjestima i mjere koje poslodavac treba poduzeti da bi se taj rizik doveo na najmanju moguću mjeru.

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.

Prevenција bi se trebala provoditi u skladu sa gore navedenim standardima, odnosno preporukama, pri čemu se i od radnika treba zahtijevati poduzimanje nekih jednostavnih

koraka koji uključuju između ostalog odlazak u hlad, pijenje vode, nošenje laganije odjeće i obuće (ukoliko je moguće) i slično.

Ovdje su dane preporuke za poslodavce i radnike, koje će pomoći da se rizik od izloženosti visokim temperaturama na radnom mjestu svede na najmanju moguću mjeru, te kako postupati u slučaju pojave zdravstvenih problema vezanih uz rad na visokim temperaturama.

5.1. Organizacija rada

- zamjena težeg fizičkog rada strojevima i alatima (koliko je moguće)
- rotacija poslova
- uvoditi u rad samo aklimatizirane* radnike (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
- smanjenje emisije toplinskog zračenja sa vrućih površina (prekrivanjem pokrivalima sačinjenim od materijala niske emisije isijavanja, poput aluminijske, 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

*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 % - tnom 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. Nekim radnicima treba i do 10 dana za aklimatizaciju. Ovu praksu primjenjuju zemlje koje imaju iskustva u organizaciji rada na otvorenom u uvjetima visokih temperatura (Australija, SAD, Kanada). [14]

5.2. Osposobljavanje radnika za rad na siguran način

- upoznati radnike sa 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 sa opasnostima uzimanja lijekova koji onemogućavaju ili usporavaju aklimatizaciju

5.3. Praćenje uvjeta rada

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

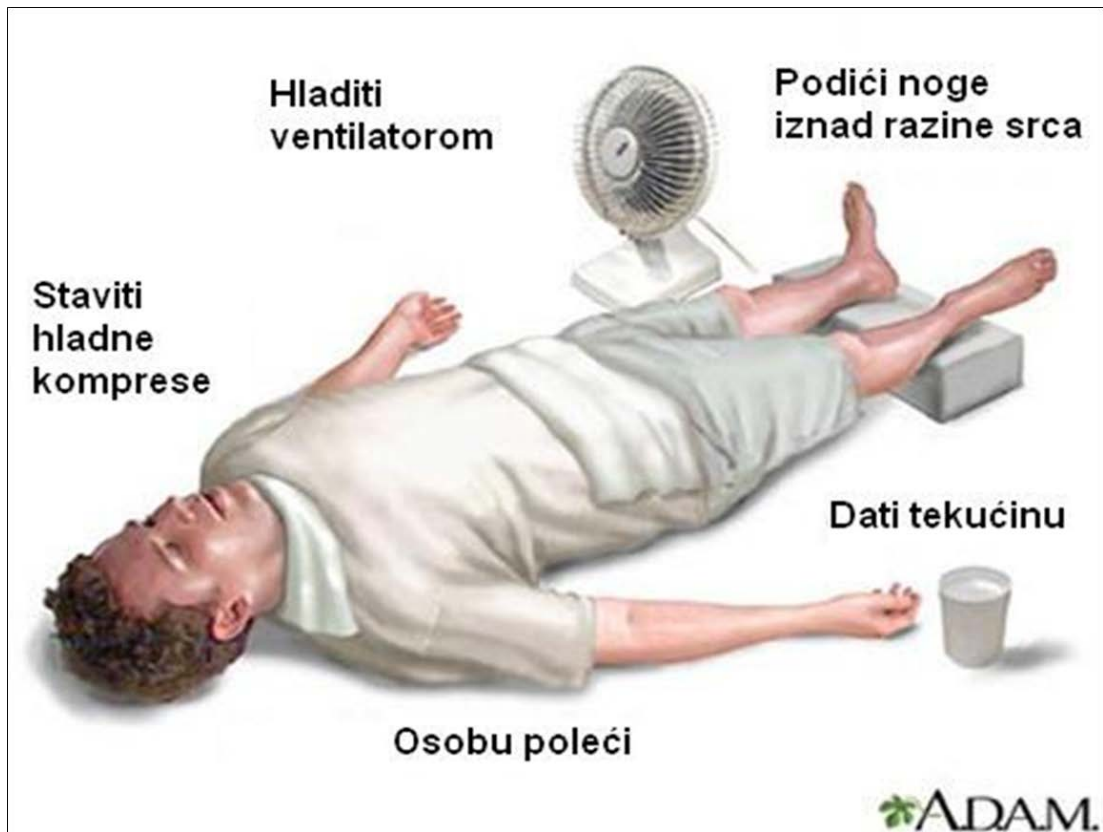
5.4. Prikladna radna odjeća

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

5.5. Prevencija zdravstvenih tegoba povezanih s radom na vrućini

- Pridržavati se Pravilnika o poslovima s posebnim uvjetima rada (NN 5/84). Člankom 4. i 5. definirano je da se radnici moraju uputiti na prethodni pregled i na periodičke preglede. U dodatku Pravilnika (Popis poslova s posebnim uvjetima rada, uvjeti koje moraju ispunjavati radnici i rokovi za ponovnu provjeru sposobnosti radnika) je pod točkom 18. definirano da u nepovoljnoj mikroklimi mogu raditi radnici stariji od 18 godina, 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. Rok za ponovnu provjeru zdravstvenog stanja je svaka 24 mjeseca ako obavljaju rad u mikroklimi izvan standarda, odnosno svakih 12 mjeseci ako obavljaju rad u mikroklimi izvan fizioloških granica. [15]
- 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 mehanizam znojenja je tada već potpuno aktivan i izgubili su se i elektroliti. Kod tih se aktivnosti preporučuju pića s dodatkom ugljikohidrata i elektrolita. Da bi se spriječila dehidracija važno je:
 - Unositi najmanje 2 litre vode na dan
 - Izbjegavajte napitke s kofeinom, alkoholom, gazirana pića i sportske napitke s puno šećera jer sadrže tvari koje izazivaju dehidraciju.
 - Tijekom ljetnih mjeseci, kada vladaju nepodnošljive vrućine, preporuča se unositi najmanje čašu i pol vode svakih pola sata. [16,17]
- Osigurati redovite stanke i to u hladu ili u rashlađenoj prostoriji (vrijeme pauze se treba odrediti prema TVT toplinskom indeksu, način određivanja je naveden i objašnjen ranije u tekstu. [11]
- Preporuka je da se lagani obrok konzumira prije početka rada, zatim dopunski obrok u toku rada da se odgodi pojava umora, te nakon završetka rada energetski najobilniji obrok. Važno je konzumirati što više voća i povrća, a izbjegavati tešku i masnu hranu. [18]
- Na poslovima na suncu koristiti 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 unosi što više

tekućine ako je pri svijesti. Ako nije pri svijesti, treba ga okrenuti u bočni položaj i što hitnije potražiti medicinsku pomoć. [12]



19

Slika 5. Prikaz pružanja prve pomoći. Rađeno prema A.D.A.M., <http://www.adam.com/> i <http://www.hitna-pomoc-zg.hr/index.php/Toplinski-udar.html> [19]

NAJVAŽNIJE OD SVEGA JE DA NIKADA NE TREBA PODCIJENITI PRVE SIMPTOME TOPLINSKOG STRESA BEZ OBZIRA NA IZMJERENE VRIJEDNOSTI INDEKSA !!!

6. LITERATURA

- [1] <http://www.hse.gov.uk/temperature>); „*The Health and Safety of Great Britain*“
- [2] http://www.jniosh.go.jp/old/niih/en/indu_hel/2006/pdf/indhealth_44_3_368.pdf
- [3] http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/hot_cold.html
- [4] <http://www.ibew353.org/wsib/doc/Research/Heat%20Stress%20-%20Datasheet.pdf>
- [5] http://www.srh.noaa.gov/epz/?n=wxcalc_heatindex
- [6] http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/heat_control.html)
- [7] <http://www.ohcow.on.ca/menuweb/hhrplan.pdf>
- [8] http://www.ohcow.on.ca/clinics/windsor/docs/workplaceconcernsseminars/Dealing_with_%20Temperature_%20Extremes.pdf
- [9] Guyton i Hall; *Medicinska fiziologija*, Medicinska naklada, Zagreb 2003., 10. Izdanje
- [10] Šarić. M.; Žuškin E.; *Medicina rada i okoliša*, Medicinska naklada, Zagreb 2002.
- [11] *Health Aspects of Work in extreme climates within E & P Industry: The Heat, E & P Forum*, Report No 6.70/279, September 1998., London
- [12] Vrhovac B., Francetić I., Jakšić B., Labar B., Vucelić B. i sur., *Interna medicina, Naklada Ljevak, Zagreb, 2003., treće izdanje*
- [13] Lipozenčić J. i sur., *Dermatovenerologija*, Medicinska naklada, 2008., 3. izdanje
- [14] http://www.osha.gov/SLTC/heatillness/heat_index/acclimatizing_workers.html
- [15] *Pravilnik o poslovima s posebnim uvjetima rada (NN 5/84)*
- [16] N. C., *Sportska prehrana, priručnik za sportaše, trenere i rekreativce*, Gopal, Zagreb 2000.
- [17] Pećina M.; Heimer S., *Športska medicina*, Naprijed, 1995.
- [18] Antonić-Degač K., *Prehrambene smjernice*, Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Zagreb 2002.
- [19] A.D.A.M., <http://www.adam.com/> i <http://www.hitna-pomoc-zg.hr/index.php/Toplinski-udar.html>