

# RAD NA OTVORENOM PRI VISOKIM TEMPERATURAMA

---

**Mateša, Alan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:661001>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-07**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

**Odjel sigurnosti i zaštite**

**Zaštita na radu**

**Alan Mateša**

**RAD NA OTVORENOM PRI VISOKIM  
TEMPERATURAMA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Karlovac, 2018.**

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and protection department

Study of safety and protection

Alan Mateša

**OPERATION AT OPEN AT HIGH TEMPERATURES**

**FINAL PAPER**

Karlovac, 2018.

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

**Odjel sigurnosti i zaštite**

Stručni studij  
sigurnosti i zaštite

**Alan Mateša**

**RAD NA OTVORENOM PRI VISOKIM  
TEMPERATURAMA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Mentor:**

**Zlatibor Tomas,pred.**

**Karlovac, 2018.**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Stručni studij: Sigurnost i zaštita

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, 2018

### **RAD NA OTVORENOM PRI VISOKIM TEMPERATURAMA**

Student: Alan Mateša

Matični broj:

Naslov: RAD NA OTVORENOM PRI VISOKIM TEMPERATURAMA

Opis zadatka:

Uvodno opisati rad na otvorenom – toplinski indeksi, značenje toplinskih indeksa u analizi radnih mjesta. U središnjem djelu opisati, razraditi mjere za rad na siguran način i zaključno organizaciju i dati mišljenje na temu.

Prilikom pisanja koristiti stručnu literaturu i sve korištene izvore pravilno citirati.

Zadatak zadan:  
listopad /2018

Rok predaje rada:  
studeni / 2018

Predviđeni datum obrane:  
prosinac / 2018

Mentor:  
Zlatibor Tomas,pred.

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

Sažetak:

U ovom završnom radu opisane su radovi na otvorenom pri visokim temperaturama. Opisani su ključni problemi koji se javljaju pri visokim vremenskim uvjetima, prilikom izvođenja građevinskih radova od potrebnih predradnji do samog izvođenja. U radu su navedene i ozljede koje se javljaju pri izvođenju radova na otvorenom. Također, nabrojane su i objašnjene mjere za sigurnost radnika na visokim temperaturama.

**Ključne riječi:** rad na otvorenom, visoki vremenski uvjeti, visoke temperature, mjere zaštite

Summary:

In this final work, outdoor works at high temperatures are described. The key issues that arise during high weather conditions are described when performing construction work from the required upgrades to the execution itself. The paper also lists the injuries occurring in outdoor work. Also, there are listed and explained measures for the safety of workers at high temperatures.

**Keywords:** outdoor work, high weather conditions, high temperatures, protection measures



# SADRŽAJ

1	UVOD .....	1
2	RAD NA OTVORENOM.....	2
2.1	Toplinski indeksi .....	3
2.1.1	TVT indeks (Indeks temperature vlažnog termometra) .....	4
2.1.2	Humideks indeks (HI) .....	10
2.1.3	Značenje toplinskih indeksa u analizi radnog mjesta.....	14
3	ZDRAVSTVENE TEGOBE POVEZANE S RADOM NA VISOKOJ TEMPERATURI 15	
4	PREVENTIVNE MJERE ZA SIGURAN RAD NA OTVORENOM PRI VISOKIM TEMPERATURAMA.....	18
4.1	Organizacija rada.....	18
4.2	Osposobljavanje radnika za rad na siguran način.....	19
4.3	Praćenje uvjeta rada.....	19
4.4	Prikladna radna odjeća.....	19
4.5	Prevenција zdravstvenih tegoba povezanih s radom na vrućini .....	20
5	ZAKLJUČAK.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6	POPIS SLIKA I TABLICA .....	23
6.1	Popis slika.....	24
6.2	Popis tablica.....	24
7	LITERATURA .....	23



# 1 UVOD

Ljetno vrijeme u Hrvatskoj premašuju visoke temperature zraka koje znaju prelaziti 30°C pa radnici koji rade na otvorenom poslove kao što su: poslovi na montaži, poljoprivredi, poslovi u građevinarstvu itd. rade u nepovoljnim uvjetima.

Zakonodavstvo u Hrvatskoj iz područja zaštite na radu nije propisalo minimalne zahtjeve u pogledu uvjeta rada radnika na otvorenom u nepovoljnim klimatskim uvjetima, koje bi trebali osigurati poslodavci u cilju zaštite zdravlja i sigurnosti radnika.

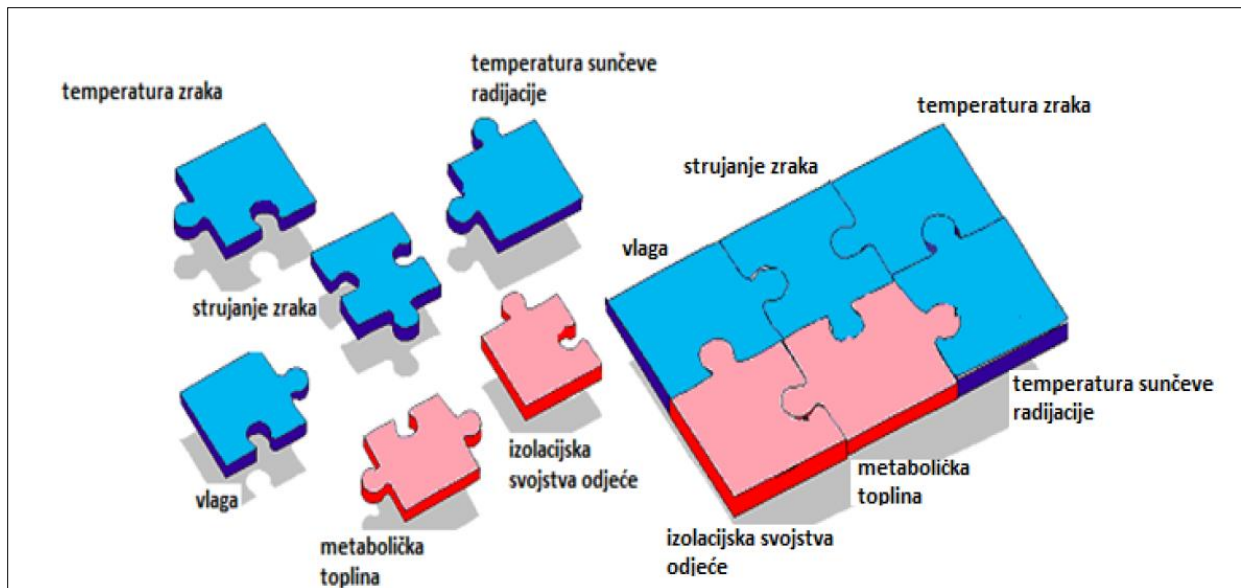
Nije propisano pod kojim mikroklimatskim uvjetima poslodavac bi trebao obustaviti radove, jer postoji opasnost po život i zdravlje radnika.

Klima manjeg prostora koja je drugačija od klime regije u kojoj se nalazi promatrano područje naziva se Mikroklima. U mikroklimatske čimbenike ulaze temperatura, relativna vlaga zraka, sunčeva radijacija i brzina kretanja zraka.

## 2 RAD NA OTVORENOM

Rad na visokim temperaturama i vlage zraka određuje šest osnovnih parametara. Čimbenici okoliša:

- Temperatura je fizikalna veličina koja izražava toplinsko stanje neke tvari i izražava se u (°C) ili (°F).
- Pri visokim temperaturama brzina kretanja zraka 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 čimbenici:
  - Izolacijska svojstva odjeće-svojstvo odjeće da omogućava hlađenje znoja sa površine kože
  - Metabolička toplina-toplina koja je glavni nusproizvod metabolizma našeg organizma. Što je veći tjelesni rad veća je proizvodnja topline.
  - Kratkovalno solarno zračenje je zračenje koje zemlja dobiva od Sunca. Sunčevo zračenje podrazumijeva ultraljubičasto (UV) zračenje, vidljivo zračenje (svjetlost) i infracrveno (IR) zračenje.



Slika 1. Šest osnovnih čimbenika koji tvore uvjete rada pri visokim temperaturama[1]

Nacionalne institucije Australije, SAD-a i Kanade koje imaju iskustva u organizaciji rada na otvorenom pri visokim temperaturama izradile su preporuke, prvenstveno za poslodavce, a onda i za radnike i sve one koji su izloženi visokim temperaturama na poslu pri radu na otvorenom.

Radnici koji rade u ovakvim uvjetima rada izloženi su toplinskom stresu. Toplinski stres je fizička i fiziološka reakcija na temperaturu koja je prisutna na radnom mjestu.

## 2.1 Toplinski indeksi

Kod uvjeta rada za obavljanje različitih poslova na otvorenom treba uzeti u obzir vrijednosti kao što su: temperatura zraka, vlaga zraka, brzina vjetra, te učinak sunčeve radijacije, a to se može učiniti pomoću toplinskih indeksa. Za rad na otvorenom, pri visokim temperaturama, upotrebljava se:

- a. Indeks temperature vlažnog termometra-TVT,
- b. Humideks indeks–HI

### 2.1.1 IVGT indeks (Indeks temperature vlažnog termometra)

IVGT indeks opisan je u standardu ISO 7243, koji je bio bazni standard toplinskog stresa na osnovu kojeg je nastao i standard EN 27243:1993. On služi za nadzor i procjenu toplinskog okruženja.[2]

IVGT indeks u obzir uzima čimbenike, poput temperature zraka, vlažnosti i brzine strujanja zraka. Na radnom mjestu gdje se radi na direktnom suncu, toplina sunčevog zračenja uključuje se u izračun IVGT indeksa.

Vrijednosti navedene u tablici 1. usvojile su države (Kanada, SAD, Australija), kao profesionalne granice izloženosti dok ih drugi koriste kao smjernice za kontrolu toplinskog stresa na radnom mjestu. Istraživanja provedena od američke udruge industrijskih higijeničara s ciljem smanjenja izloženost radnika toplinskom stresu i izbjegavanja bolesti povezanih s visokim vanjskim temperaturama zraka (toplinske bolesti). Dokument 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 IVGT. Standard koji identificira uvjete rezultat je 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) nekih radnike veća je u odnosu na druge radnike, te samim time predstavlja im veći rizik za zdravlje.[3]

Tablica 1. ACGIH promatrački kriterij za ekspoziciju toplinskom stresu

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
<b>GRANIČNE VRIJEDNOSTI IZLOŽENOSTI, TVT (°C)</b>								

Izvor: [http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys\\_agents/hot\\_cold.html](http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/hot_cold.html) [3]

U tablici 1 žutom bojom se označene vrijednosti IVGT indeksa pri kojima radnik može raditi kontinuirano osam sati uz uobičajeni odmor. U slučaju da IVGT premašuje te vrijednosti, moraju se poduzeti mjere za prevenciju toplinskih bolesti jer je to znak da se radnik nalazi pod toplinskim stresom. Pridržavamo li se ovih kriterija prikazanih u tablici 1, radnici ne bi osjetili simptome toplinskih bolesti.

Radnici su 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, lagano hodanje, vožnja.

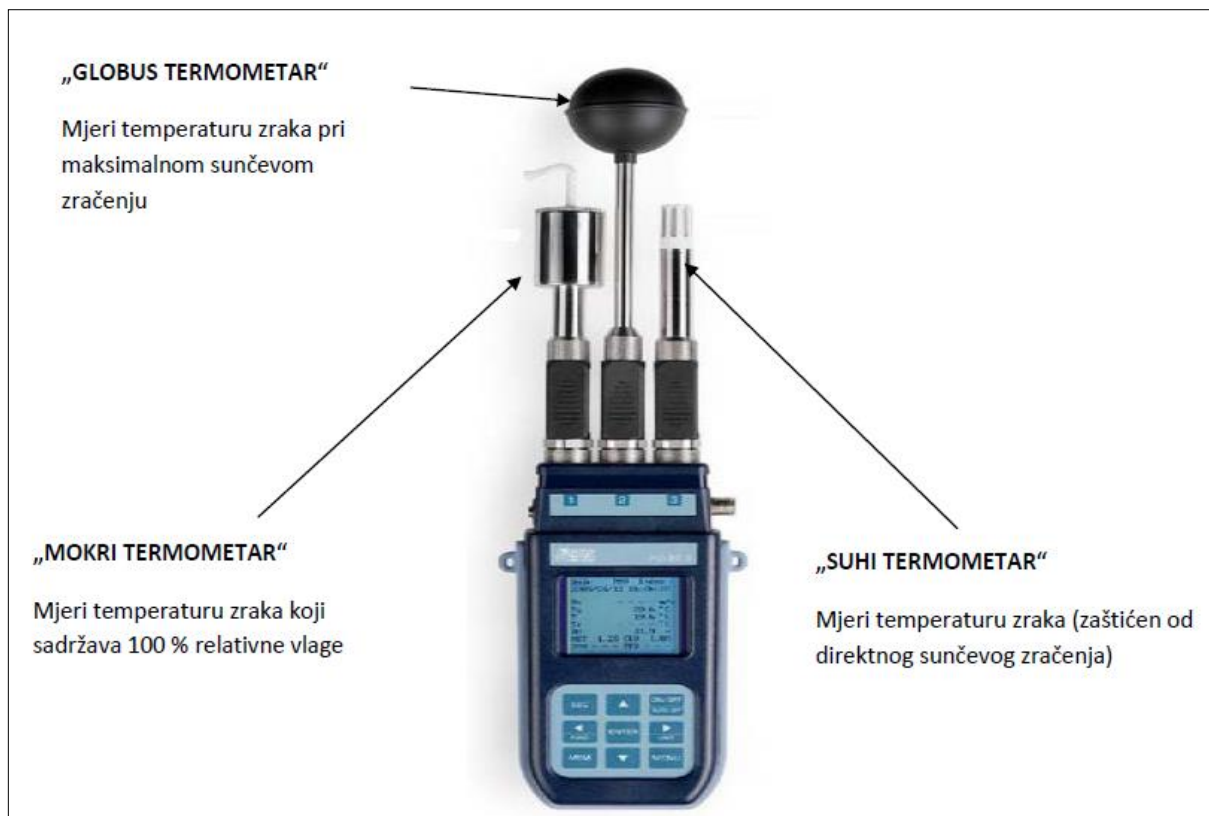
- Umjereno težak rad hodanje sa umjerenim povlačenjem, guranjem ili podizanjem tereta, hodanje umjerenim intenzitetom.
- Težak rad motikom i lopatom, kopanje, nošenje, guranje teškog tereta, hodanje brzim tempom. maksimuma (npr. lopatanje mokrog pijeska).[3]

Radnik koji obavlja lopatanje mokrog pijeska, a izmjerena vrijednost IVGT 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.

➤ Mjerenje IVGT indeksa

Za IVGT mjerenje indeksa upotrebljavaju se mjerni instrumenti za mjerenje i analizu mikroklima. Uređaji za mjerenje IVGT indeksa na slici 2, sastoje se od tri termometra:

1. Mokri termometar 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 s  $T_{nwb}$ .
2. Suhi termometar standardni termometar za mjerenje temperature zraka. On čini 10 % indeksa i zaštićen je od direktnog sunčevog zračenja (topline) a označava se s  $T_a$ .
3. Globus termometar 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 s  $T_g$ .



Slika 2. Uređaj za mjerenje TVT indeksa  
<https://www.jiranatee.com/15427329/wbgt-heat-stress-monitor> [4]

Svaki od ovih osjetnika daje određenu informaciju o okolišu ali tek kombinacija dobivenih informacija daje kompletnu sliku o toplinskom stresu u danom okolišu. U tablici 2. Određuje se veličina toplinskog stresa pod kojom radnik radi, obzirom na izmjereni IVGT. Vrijednosti na apscisi relativne vlage zraka (%), na ordinati temperatura zraka izražena u (°C), a u sjecištu tih dvaju veličina nalazi se vrijednost IVGT toplinskog indeksa (°C).

Tablica 2. Priručni grafikon mjerenja toplinskog stresa na bazi IVGT 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)

Dobivene vrijednosti prikazane u tablici 2, sjecište usporedimo s 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 s radom i, ako da, kojim režimom.



Tablica 3. Kalkulator toplinskog stresa

KATEGORIJA	TVT 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.

<https://www.lhsfna.org/index.cfm/lifelines/july-2015/do-you-know-today-s-heat-index/>,  
[https://www.osha.gov/SLTC/heatillness/heat\\_index/index.html](https://www.osha.gov/SLTC/heatillness/heat_index/index.html) [5]

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

Slika 3. Korekcija IVGT indeksa obzirom na tip odjeće

<b>KOREKCIJA TVT-a S OBZIROM NA ODJEĆU</b>	
<b>(ne uzima se u obzir višeslojna odjeća)</b>	
<b>TIP ODJEĆE</b>	<b>TVT KOREKCIJA (°C)</b>
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

[http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys\\_agents/heat\\_control.html](http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/heat_control.html) [6]

Ako je temperatura na radnom mjestu 36°C, a relativna vlaga zraka 70%, očitana vrijednost na dijagramu, u sjecištu tih dvaju veličina, iznosi 52°C. Zaključujemo da je na tom radnom mjestu radnik izložen toplinskom indeksu IVGT od 52°C. Ovaj primjer nam pokazuje da bi radnici rad obavljali u opasnim uvjetima rada, na granici sa ekstremnom opasnošću.

U slučaju da radnik radi u kombinezonu od tkanog materijala duplog sloja, na dobivenu IVGT vrijednost od 39°C dodamo još korekciju od 3°C pa se vrijednost IVGT indeksa penje na 42°C što, gledano iz tablice 2., znači da se radnik nalazi u kategoriji „opasno“ gdje su mogući toplinski grčevi i bez daljeg nastavka rada.

#### 2.1.2 Humideks indeks (HI)

1965. godine Kanadski meteorolozi humideks indeks prvi su koristili u želji da iskažu kako se prosječna osoba osjeća kada na nju djeluje kombinacija visoke temperature i relativne vlage zraka.

Visoka temperatura zraka uz visoku relativnu vlagu zraka može dovesti do fizičke nelagode, dakle radi se o tzv. osjećajnoj temperaturi. Upotrebljava se u Kanadi za analizu uvjeta rada na radnom mjestu na kojem je radnik izložen toplinskom stresu i to pomoću tzv. humideks plana, kojem su izloženi radnici, određivanje mjera za prevenciju toplinskih bolesti i reviziju učinkovitosti tih mjera, a započinje mjerenjem temperature i vlage na radnom mjestu.

Mjerenje Humideksa obavlja se pomoću mjernog uređaja, tzv. termalnog higrometra (slika 3)



Slika 4. Termalni higrometar

Uporabom termalnog higrometra za očitavanje Humideks indeksa (koji je i najprecizniji način određivanja) koristimo 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  $32^{\circ}\text{C}$ , a relativna vlaga zraka 65%, Humideks indeks (osjećajna temperatura) se nalazi u njihovom sjecištu i iznosi  $44^{\circ}\text{C}$  (tablica 5.).

Tablica 4. Priručna tablica za analizu toplinskog stresa na radnom mjestu na bazi Humideks indeksa.

Wikipedija Hrvatska		Relativna vlažnost												
		40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
Temperatura (° Celzija)	42°	55	57	59	61	64	66	68	70	73	75	77	80	82
	41°	53	55	57	59	61	63	66	68	70	72	74	76	79
	40°	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75
	39°	49	51	53	55	57	59	61	62	64	66	68	70	72
	38°	47	49	51	53	54	56	58	60	62	64	65	67	69
	37°	45	47	49	51	52	54	56	58	59	61	63	64	66
	36°	44	45	47	49	50	52	53	55	57	58	60	62	63
	35°	42	43	45	47	48	50	51	53	54	56	57	59	61
	34°	40	42	43	45	46	48	49	51	52	53	55	56	58
	33°	39	40	41	43	44	46	47	48	50	51	53	54	55
	32°	37	38	40	41	42	44	45	46	48	49	50	51	53
	31°	35	37	38	39	40	42	43	44	45	47	48	49	50
	30°	34	35	36	37	39	40	41	42	43	44	46	47	48
	29°	32	33	35	36	37	38	39	40	41	42	43	45	46
	28°	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
27°	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	
26°	28	29	30	31	32	33	33	34	35	36	37	38	39	

Korištena formula:  $H = T + 5/9 \times (6.112 \times 10^{(7.5 \times T / (237.7 + T))} \times \varphi / 100 - 10)$

T - ambijentalna temperatura

φ - relativna vlažnost

[https://hr.wikipedia.org/wiki/Indeks\\_topline](https://hr.wikipedia.org/wiki/Indeks_topline) [7]

27 do 32	Oprez - moguć zamor kod duže izloženosti i aktivnosti. Nastavak aktivnosti može prouzročiti toplinske grčeve.
32 do 41	Pojačan oprez - moguća pojava toplinskih grčeva i iscrpljenosti. Nastavak aktivnosti može prouzročiti toplinski udar.
41 do 54	Opasnost - vjerojatni su toplinski grčevi i iscrpljenost. S nastavkom aktivnosti vjerojatan je toplinski udar.
iznad 54	Izuzetna opasnost - neminovan je toplinski udar!

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

Tablica 5. Savjeti za postupanje obzirom na izmjereni Humideks indeks

<b>HUMIDEKS 1 (°C)</b> (odnosi se na neaklimatiziranog radnika koji obavlja umjereno težak fizički rad)	<b>SAVJET</b>	<b>HUMIDEKS 2 (°C)</b> (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

[http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys\\_agents/humidex.html](http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/humidex.html) [7]

Većina radnika vrijednosti navedenih u stupcu humideks 1 neće osjetiti negativno, 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 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 odnose se 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 opasnostima i prevenciji toplinskog stresa, poticanje na uzimanje dovoljnih količina tekućine i omogućavanje prilagodbe radnika koji se vraćaju s 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.

### 2.1.3 Značenje toplinskih indeksa u analizi radnog mjesta

U analizi radnih uvjeta koje rezultiraju toplinskim bolestima koliko znače toplinski indeksi govori i činjenica da Američka udruga industrijskih higijeničara (ACGIH) preporučuje uporabu IVGT indeksa za ocjenu uvjeta radnog mjesta. Mjerenja su usko povezana s odgovorom ljudskog tijela na toplinu. Tek nakon izvršenog mjerenja komercijalno dostupnim uređajima, kojima mogu obavljati samo stručno osposobljene osobe ti rezultati se mogu povezati s fizičkim zahtjevima posla.

U posljednjih 40 godina za procjenu toplinskog stresa u svijetu najkorišteniji IVGT 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 IVGT-a. Kako bi utvrdili tu korelaciju, 2002. Godine, u jednoj tvrtki na radnom mjestu gdje su radnici bili izloženi toplinskom stresu obavljeno je preko 7000 istovremenih mjerenja IIBHVGTT-a i Humideksa. Mjerenja su provedena neprekidno u tri smjene. [8] Na osnovu usporedbe rezultata utvrđena je formula koja povezuje ova dva indeksa:

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

### 3 ZDRAVSTVENE TEGOBE POVEZANE S RADOM NA VISOKOJ TEMPERATURI

Normalni uvjetima ljudski organizam mirovanjem održava tjelesnu temperaturu oko 37°C. [9,10] Mehanizmima termoregulacije upravlja hipotalamus, malena moždana struktura. Izmjena topline organizma s okolišem odvija se putem četiri mehanizma:

- radijacija (zračenje),
- kondukcija (provođenje),
- konvekcija (odvođenje) i
- evaporacija (znojenje).

Temperatura okoliša ako je veća od temperature tijela hlađenje znoja postaje dominantni oblik uklanjanja topline iz tijela. Aklimatizacija označava prilagodbu organizma na normalno funkcioniranje u novim uvjetima okoliša. Dio radnika se aklimatizira nakon 7-14 dana.

Prilagođavanje organizma počinje znojenjem na nižoj temperaturi te povećanjem ukupne snage i kondicije. Jednom ostvarena prilagodba na nove uvjete okoliša postupno se gubi ako se rad prekida na duže vrijeme. Prekidom rada nakon dva tjedna gubi se većina ostvarenih prilagodbi.

Zdravstveni problemi su učestali u svim oblicima 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. Balans elektrolita je posebno važan za funkciju mišića i živaca. [10]

Mogu se javiti sljedeći zdravstveni problemi:

- Dehidracija

Prevelik gubitak tekućine iz organizma. Ona prethodi svim dalje opisanim zdravstvenim problemima. 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

Uzrok je veliko fizičko opterećenje kod osoba koje se mnogo znoje. Znojenjem se smanjuje koncentracija vode i soli u organizmu. 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

Izlaganjem visokim 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

Jedna od najopasnijih tegoba uzrokovanih vrućinom. Posljedica je potpunog sloma prirodnih mehanizama koji su zaduženi za regulaciju tjelesne temperature. Predstavlja nastavak toplinske iscrpljenosti. Izlaganje visokim temperaturama kad tijelo više ne može regulirati tjelesnu temperaturu i ne može se rashladiti. Visoka temperatura tijela (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

Oblik toplinskog udara s dodatnim djelovanjem sunčevih zraka na zatiljak glave. Blaži oblik očituje se slabošću, mučninom i povraćanjem. Javlja se glavobolja, vrtoglavica, nemir, smušenost, crvenilo u licu i zujanje u ušima. U teškim slučajevima nastupit će omamljenost, 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

Iritacijom na koži se zbog preobilnog znojenja kod vrućeg i vlažnog vremena javljaju osipi. oblika su poput prištića ili plikova najčešće na vratu, gornjem dijelu prsa, na preponama, ispod grudi i na unutarnjem dijelu lakta.

Posljedica vlažne kože zbog znojenja javljaju se i gljivična oboljenja. Izravno djelovanje sunca ili nakon kontakta s jako zagrijanim oruđem nastaju opekline koje se klasificiraju po opsegu i dubini lezije na tri kategorije. Izbijaju opekline i mjehuri ispunjeni seroznom tekućinom, te opći simptomi kao što su glavobolja, malaksalost, mučnina, povraćanje i proljev. [11,13]

Izloženost suncu najopasniji je razvoj aktiničkih keratoza i karcinoma kože. Aktinička keratoza je kožna izraslina obično uzrokovana izloženošću sunčevim zrakama. Postoji više tipova karcinoma kože:

- Najzloćudniji karcinom kože je Melanom koji nastaje na mjestu madeža. Širi se brzo (metastazirati) u druge dijelove tijela putem limfnog sustava ili putem krvi te je stoga najopasniji. [13]
- Planocelularni karcinom je pločastih stanica, rak najvišeg sloja kože. Po učestalosti to je druga 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]

## **4 PREVENTIVNE MJERE ZA SIGURAN RAD NA OTVORENOM PRI VISOKIM TEMPERATURAMA**

Zakona o zaštiti na radu poslodavac je dužan osigurati uvjete rada na radnom mjestu koji neće štetno utjecati na život i zdravlje radnika. Procjenom rizika moraju se utvrditi 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.

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

U skladu s gore navedenim standardima, prevencija bi se trebala provoditi 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.

### **4.1 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
- 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.

Postupci provođenja aklimatizacije: 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. Zemlje koje imaju iskustva

u organizaciji rada na otvorenom u uvjetima visokih temperatura, primjenjuju ovu praksu (Australija, SAD, Kanada). [14]



Slika 4. Radnik polijeva kolegu vodom koji je vidno premoren zbog rada na visokim temperaturama

#### 4.2 Osposobljavanje radnika za rad na siguran način

Radnik treba biti upoznat s opasnostima kojima su izloženi pri radu na otvorenom na povišenoj temperaturi. Nepovoljni uvjeti rada sa simptomima bolesti uzrokovanih raznim nepovoljnim mikroklimatskim uvjetima gdje radnici borave (visoka temperatura, povećana vlaga zraka). Opasnost uzimanja lijekova koji onemogućavaju ili usporavaju aklimatizaciju radnika na radnom mjestu.

#### 4.3 Praćenje uvjeta rada

- Redovno praćenje i očitavanje IVGT indeksa, humideks indeksa ili bilo kojeg drugog indikatora toplinskog stresa na radnom mjestu.
- Odgovarajuće mjere u ovisnosti o očitanim vrijednostima.

#### 4.4 Prikladna radna odjeća

Osiguranje radnicima nošenje lagane pamučne odjeće svjetlije boje koja dozvoljava znojenje i prirodno hlađenje tijela te prekriva cijelo tijelo. Glavu zaštititi laganim šeširom širokog oboda ili drugo pokrivalo za glavu koje prekriva i vrat (ukoliko radnik nije obvezan nositi osobnu zaštitnu opremu za zaštitu glave).

#### 4.5 Prevencija zdravstvenih tegoba povezanih s radom na vrućini

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 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]

- 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. Spriječavanje dehidracija važno je:
  - Unositi 2 litre vode na dan
  - Izbjegavati napitke s kofeinom, alkoholom, gazirana pića i sportske napitke s puno šećera jer sadrže tvari koje izazivaju dehidraciju.
  - U ljetnim mjesecima, kada vladaju nepodnošljive vrućine, unositi najmanje čašu i pol vode svakih pola sata. [16,17]
  - Osigurati stanke u hladu ili rashlađenoj prostoriji (vrijeme pauze se treba odrediti prema IVGT toplinskom indeksu, način određivanja je naveden i objašnjen ranije u tekstu. [11]
  - Lagani obrok konzumira prije početka rada, zatim dopunski obrok u toku rada da se odgodi pojava umora, te nakon završetka rada energetski najobilniji obrok.[18]
  - Radnici se moraju educirati za pružanje prve pomoći. Radnik sa zdravstvenim problemima koji je izložen vrućini treba ga se 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.
- Zamjeniti teški fizički rad strojevima i uređajima
- Koristiti kreme s UV zaštitnim faktorom
- Koristiti sunčane naočale(zaštita minimalno UV 400)

- Osigurati zaklon od direktnog sunca(šator i sl.)
- Piti vodu i kad se ne osjeća žeđ [12]



Slika 5. Prikaz pružanja prve pomoć. Rađeno prema A.D.A.M.

<http://www.adamimages.com/illustration/Browse/1/H> [19]

## 5 ZAKLJUČAK

Fizički rad u organizmu stvara znatne količine topline. Zbog opterećenja vanjskom toplinom obrambeni mehanizmi organizma postaju opterećeni. Učinak aktivacije brojnih obrambenih mehanizama može se pojednostavljeno sažeti na čuvanje tekućine u organizmu te na hlađenje organizma.

Štetni učinci vrućeg okoliša ovise o karakteristikama samog radnika, radnim uvjetima i čimbenicima okoliša. Temperaturna ugroženost radnika procjenjuje se pomoću toplinskih indeksa, no uvijek se prednost mora dati radnikovom subjektivnom doživljaju koliko mu je fizički teško.

Rad na vrućini uzrokuje poremećaje na razini cijelog tijela, prvenstveno u smislu dehidracije i hiperpireksije, ali povećava i rizik od lokalnih poremećaja, na razini kože i mišića. Smanjen je i osjećaj komfora i radna sposobnost te je povećan rizik od nesreća na radu.

Zdravstveni poremećaji uzrokovani toplinskim stresom mogu se prevenirati ispravnim ponašanjem i suradnjom radnika i poslodavca, a negativne posljedice na zdravlje mogu se umanjiti pravodobnim reakcijama pri pojavi početnih, blagih simptoma. Pravovremena, redovita i dostatna nadoknada vode, elektrolita i energije jedan je od najvažnijih postupaka. Prvi izbor za rehidraciju su izotonični napici obogaćeni ugljikohidratima. Uvijek je cilj prvenstveno zaštititi zdravlje ugroženih radnika, ali svakako je važno održati što bolju učinkovitost na radu.

## 6 LITERATURA

- [1] <http://www.hse.gov.uk/temperature>); „The Health and Safety of Great Britain“
- [2] <http://www.afcintl.com/pdfs/applications/wbgtindex.pdf>
- [3] [http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys\\_agents/hot\\_cold.html](http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/hot_cold.html)
- [4] <https://www.jiranatee.com/15427329/wbgt-heat-stress-monitor>
- [5] <https://www.lhsfna.org/index.cfm/lifelines/july-2015/do-you-know-today-s-heat-index/> ,  
[https://www.osha.gov/SLTC/heatillness/heat\\_index/index.html](https://www.osha.gov/SLTC/heatillness/heat_index/index.html)
- [6] [http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys\\_agents/heat\\_control.html](http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/heat_control.html)
- [7] [http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys\\_agents/humidex.html](http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/humidex.html)
- [8] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3337419/>
- [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](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.adamimages.com/Illustration/Browse/1/H>
- [20] <https://hzzzsr.hr/index.php/rizici-na-radu/rizici-na-radnom-mjestu/?lang=en>

## 7 POPIS SLIKA I TABLICA

### 7.1 Popis slika

Slika 1. Šest osnovnih čimbenika koji tvore uvjete rada pri visokim temperaturama[1].....	3
Slika 2. Uređaj za mjerenje TVT indeksa .....	7
Slika 3. Korekcija IVGT indeksa obzirom na tip odjeće .....	10
Slika 4. Termalni higrometar .....	11
Slika 5. Prikaz pružanja prve pomoć. Rađeno prema A.D.A.M. ....	21

### 7.2 Popis tablica

Tablica 1. ACGIH promatrački kriterij za ekspoziciju toplinskom stresu .....	5
Tablica 2. Priručni grafikon mjerenja toplinskog stresa na bazi IVGT indeksa .....	8
Tablica 3. Kalkulator toplinskog stresa .....	9
Tablica 4. Priručna tablica za analizu toplinskog stresa na radnom mjestu na bazi Humideks indeksa.....	12
Tablica 5. Savjeti za postupanje obzirom na izmjereni Humideks indeks .....	13