

UNIVERZA V LJUBLJANI  
NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA TEKSTILSTVO

GRAFIKA IN EKOLOGIJA

# **TOPLOTNE RAZMERE, MIKROKLIMA PRI DELU**



Iva Renčelj

Ljubljana, maj 2006

## Kazalo

Zahvala .....	3
Uvod .....	4
1. Kaj je mikroklima? .....	5
2. Neugodno toplotno okolje .....	5
3. Kako ocenjujemo razmere? .....	6
4. Kaj vpliva na toplotno obremenjenost? .....	6
5. Kriteriji za ocenjevanje .....	7
6. Zahteve pravilnika o zagotavljanju varnosti in zdravja na delovnih mestih, (UR.I.RS 89/99) .....	7
7. Izvedba meritev .....	8
8. Oprema za merjenje .....	9
9. Zaščita pred toplotno obremenitvijo .....	10
10. Posledice toplotnih obremenitev .....	11
11. Primer iz grafične industrije .....	12
Zaključek .....	13
Viri .....	14

### **Zahvala**

Zahvalila bi se rada Barbari Močenik in njenim staršem, za prijaznost in pomoč ter obrazložitev njihovega sistema, ki ga uporabljajo za ustvarjanje ugodnih temperaturnih razmer v njihovi tiskarni Kotis, iz Bodreža pri Celju.

## **Uvod**

Sistem zagotavljanja varnosti in zdravja na delovnem mestu temelji na načelu, da morajo biti varnostni ukrepi sorazmerni dejanskemu tveganju na delovnem mestu. Zato je potrebno uvesti takšne varnostne in zdravstvene ukrepe, da se tveganje odpravi oziroma zmanjša na najmanjšo možno mero. Zato mora delodajalec delovna mesta urediti tako, da ni ogrožena varnost in zdravje delavcev pri delu in da so razmere čim boljše.

Na delovnem mestu se lahko soočamo z številnimi obremenitvami in škodljivostmi:

- neprimerna svetloba
- hrup
- vibracijska bolezen
- plini in pare
- prah
- neugodno toplotno okolje
- nevarne snovi

V svojem seminarskem delu sem se posvetila toplotnemu okolju na našem delovnem mestu, kakšne so obremenitve, načini ocenjevanja ter samim rešitvam k izboljšanju toplotnih pogojev.

## 1. Kaj je mikroklima?

Mikroklima je lokalna, precej nespremenljiva klima določenega kraja ali habitata v primerjavi s klimo celotnega področja, katere del je. (Vir; MGH). Mikroklima je področje s katerim označujemo toplotne razmere na delovnem mestu.

## 2. Neugodno toplotno okolje

V našem toplotnem podnebnem pasu človek v naravnem okolju ni izpostavljen večjim toplotnim obremenitvam. Lahko pa je izpostavljen na delovnem mestu, v metalurških obratih v steklarski industriji, papirni industriji, industriji gume, itd.



Bolj redka so delovna mesta, kjer so ljudje izpostavljeni nizkim temperaturam – hladilnice, delo na prostem itd.



Take razmere vplivajo na delovno zmožnost in frekvenco nezgod pri delu, lahko pa tudi ogrožajo zdravje delavca. Delavci so prav tako izpostavljeni neugodnim toplotnim razmeram v t.i. toplo-vlažni mikroklimi, npr. v rudnikih, pralnicah, tekstilni industriji, barvarnah itd., enako delavci, ki delajo na prostem, npr. poljedelci, gradbeni delavci, pomorci.

### **3. Kako ocenjujemo razmere?**

Da bi na delovnem mestu zagotovili varnost in zdravje je potrebno ugotoviti prilagojenost toplotnih razmer opraviлом zaposlenih ali ogroženost zaradi ekstremnih toplotnih razmer. Razmere ocenjujemo glede na:

- toplotno udobje
- nevarnosti pri velikih toplotnih obremenitvah
- nevarnosti pri delu in mrazu

### **4. Kaj vpliva na toplotno obremenjenost?**

Da lahko ocenjujemo razmere, je potrebno poznati podatke o

- razmerah v prostoru (temperatura zraka, temperatura sevanja, hitrost gibanja zraka, vlažnost zraka)
- dejavnosti oz. naporu dela (fizični, psihični napor)
- izolativnosti oblačila

## 5. Kriteriji za ocenjevanje

Pri ocenjevanju toplotnih razmer upoštevamo naslednje kriterije:

- za toplotno udobje PMV in PPD: SIST EN ISO 7730
- za velike toplotne obremenitve WBGT: SIST EN 27243
- za delo na mrazu: SIST EN ISO 11079, SIST ISO 9920
- zahteve Pravilnika o zagotavljanju varnosti in zdravja na delovnih mestih, UR.I.RS 89/99

## 6. Zahteve pravilnika o zagotavljanju varnosti in zdravja na delovnih mestih, (UR.I.RS 89/99)

1. V primeru vročih prostorov mora delodajalec poskrbeti, da v pomožnih prostorih, hodnikih, ki so povezani z vročimi prostori temperatura ni večja od 20°C
2. Maksimalna vlažnost v odvisnosti od temperature zraka ne sme presegati vrednosti v naslednji tabeli:

Maksimalna relativna vlažnost (%)	Pri temperaturi zraka (° C)
80	≤ 20
73	≤ 22
65	≤ 24
60	≤ 26
55	≤ 28

Tabela 1: Maksimalna vlažnost v odvisnosti od temperature zraka

3. Temperature v pomožnih prostorih morajo biti po pravilniku v ogrevalni sezoni v skladu z vrednostmi v naslednji tabeli:

Prostor	Temperatura zraka (°C)
garderoba	21
kopalnica	24
umivalnica	21

Prostor	Temperatura zraka (°C)
stranišče	18
soba za počitek	21
soba za dežurstvo	21
prostor za prvo pomoč	21
prostor za noseče in doječe matere	24
prostor za občasno ogrevanje delavcev	21
prostor za sušenje, čiščenje in razkuževanje osebne varovalne opreme	21

Tabela 2: Temperature v pomožnih prostorih

4. Delavec ne sme biti izpostavljen neposrednim toplotnim vplivom ogrevalnih naprav
5. Okolica delovnih mest, ki so pod močnim toplotnim učinkom naprav ali tehnoloških postopkov, morajo biti zavarovana pred toplotnim vplivom

## 7. Izvedba meritev

Način meritev določa SIST EN 27726. Toplotne razmere v prostorih so odvisne od letnega časa in trenutnih meteoroloških razmer na prostem.

Najprej vedno izmerimo na prostem temperaturo zraka, relativno vlažnost (pri delu na mrazu ta podatek ni pomemben), izmerimo oz. ocenimo povprečno hitrost zraka na prostem ali druge možne relevantne meteorološke značilnosti.

Razmere je potrebno poznati za vsakega delavca posebej. Za temperaturo zraka in relativno vlažnost smemo opraviti samo eno ali samo nekaj meritev v prostoru in uporabimo podatke za vsa delovna mesta v prostoru, če ocenimo, da se temperatura zraka po prostoru ne spreminjata pomembno ( $\leq 0,5^{\circ}\text{C}$ )

Hitrost gibanja zraka ali turbulentnost je lahko na vsakem delovnem mestu pomembno drugačna, zato jo je treba meriti na vsakem delovnem mestu, stopnjo prepiha DR merimo praviloma 3 minute, sicer je treba navesti odstopanje od tega pravila.



Pri pomembnejši izpostavljenosti sevanju merimo temperaturo globus termometra in iz odčitka in temperature ter hitrosti zraka izračunamo temperaturi sevanja.



Globus termometer

Stopnjo udobja PMB se izračuna po algoritmu v SIST EN ISO 7730 ali po ustreznem preverjenem drugem programu. Izjemoma se lahko oceni s pomočjo operativne temperature po tabelah ali po diagramu v SIST EN ISO 7730, vendar mora bit to navedeno v poročilu o meritvah. Meri se v skladu s SIST EN 27726 in SIST EN ISO 7730.

Pri delu z velikimi toplotnimi obremenitvami merimo temperaturo naravnega vlažnega termometra, temperaturo globus termometra.

Pri delu na mrazu se meri in uporablja kriterije po SIST EN ISO TR11079. Če delavci opažajo dodatne ali posebne težave ali neprijetnosti, ali so za to drugo utemeljeni razlogi, se opravijo ustrezne dodatne preiskave.

## 8. Oprema za merjenje

Posamezni merilniki ali merilni sistemi morajo imeti veljavni certifikat in morajo ustrezati zahtevam SIST EN 27726.

Namen meritev delovnega okolja je presoja ali je pri delu po znanju stroke delavčevo zdravje v nevarnosti ali ni. Stopnja zaupanja v to presojo mora biti zadostna. Meritve so orodje, s katerim zagotovimo, da je presoja čim bolj objektivna, torej številčno opredeljena in utemeljena. Vendar kljub dobro opredeljenim metoda in postopkom merjenja ter zahtevam za instrumente in

pazljivi meritvi ni vedno lahko zanesljivo presoditi ogroženosti oz. varnosti delavca. Razlogov za to je več, predvsem ker:

- se v delavčevem okolju posamezne veličine, katerim je delavec izpostavljen in ki jih sicer lahko v določenem trenutku zelo točno zmerimo, s časom spreminjajo in so enkrat takšne, drugič drugačne in je zato težko določiti povprečno obremenitev
- so mejne vrednosti sicer zelo točno določene in predpisane, vendar niso vedno samo plod strokovnih ugotovitev, ampak so tudi kompromis med znanjem in stroko ter med političnimi odločitvami o družbeni sprejemljivosti določenih ukrepov in predpisov in temeljijo na družbenem konsenzu ter
- so obremenilne zmožnosti posameznikov različne, pa tudi različne tekom dneva, trenutnega zdravstvenega stanja ali pa delovne dobe.

Z meritvami ocenjujemo obremenitev okolja z določenim parametrom, pri oceni varnosti pa nas zanima obremenjenost delavca. Če želimo, da je ocena uporabna za nesporno odločitev – ali so ukrepi potrebni ali ne – moramo zato poznati in upoštevati v presoji tudi način dela, npr. fizično obremenitev, trajanje izpostavljenosti ipd. in morebitno uporabo osebne varovalne opreme. Ne nazadnje moramo poznati tudi zmožnosti ali obremenljivost delavca, kar pa posega na področje medicine dela in tesno sodelovanje s pooblaščenim zdravnikom.

## **9. Zaščita pred toplotno obremenitvijo**

Obleka lahko varuje pred mrazom, po drugi strani pa obleka, ki odbija toplotno sevanje, varuje človeka pred radiacijo. V vlažni in vroči okolici je priporočljivo, da smo čim manj oblečeni. Ugodne toplotne razmere zagotovimo s primerno kombinacijo razmer v okolju, napora in oblačila. Proizvodno toploto v telesu določa napor, ki je potreben za določeno vrsto dela in zato nanjo ne moremo veliko vplivati. Lahko napor zmanjšamo, npr. z mehanizacijo. Delno lahko vplivamo s prehrano, npr. z malokalorično prehrano v toplem okolju in z dovolj tekočine, dodajanjem potrebnih soli ali z visoko kalorično prehrano v hladnem okolju. Bolj kot presnovo lahko spreminjamo ostala dva sklopa: toplotne razmere

delovnega okolja ter izolacijske vrednosti oblačila. Pri veliki izpostavljenosti toploti so nujno potrebni tehnični varstveni ukrepi, ki jih zbiramo glede na vzrok, vrsto in velikost toplote. Splošno prezračevanje uporabljamo, kadar so toplotni izvori razporejeni po vsem prostoru. Z njim redčimo topel zrak s hladnim zunanjim. Drug tehnološki postopek, pogosto pri administrativno tehničnem delu, v biroju itd., uporabljamo hladilne prezračevalnike. Pri konvektivnem segrevanju delavca, ki dela v velikem prostoru, uporabimo za varstvo zračno prho, s katero pripeljemo do delavca zrak s primerno temperaturo. Pri točkastih izvori segrevanja uporabljamo lokalno prezračevanje. S toplotno izolacijo vročih površin zmanjšujemo prehod toplote v prostor. Toplotnega sevanja ne moremo uničiti s prezračevanjem, zato uporabljamo toplotne ščite, ki ne prepuščajo ali vsaj prepuščajo znatno manj toplotnega sevanja.

Sredstva za osebno varnost pri delu uporabljamo predvsem pred toplotnim sevanjem (obleke z veliko refleksijsko sposobnostjo) in mrazom (oblačila, obutev). Težko delo postaja vse napornejše, če ga opravljamo v veliki vročini.

## **10. Posledice toplotnih obremenitev**

Če toplotne razmere niso optimalne, se zmanjšuje storilnost in upadajo nekatere zmožnosti. V hladnem okolju postaja delo, pri katerem je potrebna spretnost, pogosto neuspešno. Zmanjša se tudi zmožnost zaznav pravičnih presoj, poveča se rekreacijski čas, poveča se obremenitev krvnega sistema idr. Pri delu na hladnem se poveča možnost prehladnih obolenj, obolenj v zvezi z mrazom, omrzlin idr. Ugotovljeno je tudi, da z naraščanjem temperature pada hitrost dela in raste čas kratkih odmorov. Pri delu v vročini se razen neudobja, ki se navadno kaže v intenzivnejšem potenju in povečanem srčnem utripu, posledice lahko resnejše, npr. toplotna izčrpanost ali celo toplotni udar, ki se lahko konča smrtno. Pri velikih toplotnih obremenitvah se zmanjša zmožnost za opravljanje del, zlasti se npr. zmanjšujejo čutne zaznave, reakcijski čas, delo s številkami, senzomotorična koordinacija, reševanje vezanih nalog ipd. Delo v vročini je še posebej nevarno, če

je relativna vlažnost velika in je ozračje mirno brez znatnega gibanja zraka. Prav tako se pri nizkih temperaturah delovnega okolja poveča število nezgod pri delu.

### **11. Primer iz grafične industrije**

Za primer toplotnih pogojev v grafični industriji sem si izbrala tiskarno Kotis iz Bodreža pri Celju, kjer ugodne toplotne pogoje vzdržujejo z zračnim sistemom na stropu same proizvodne hale. Zračniki z loputo in ventilatorji vlečejo ven topel zrak, ki se ustvarja v hali, tudi z samo toploto, ki jo oddajajo stroji. Pravilno bi bilo, da bila na severni strani prostora na tleh odprtina, skozi katero bi prišel v prostor svež zrak, ki bi potem potoval proti stropu, kjer bi ga zračniki vlekli ven. Tako bi ustvarili naravno gibanje zraka oz. turbulentnost.

V tiskarnah bi seveda morali po standardu tudi vzdrževati 25°C, zaradi spremenljivih lastnosti papirja, kar pa ni nujno ugodna temperatura za delavce.

V grelni dobi leta nimajo pretiranih stroškov s segrevanjem prostorov, zaradi same toplote, ki jo oddajajo tiskarski stroji, poleti pa ugodne temperaturne razmere rešujejo z že omenjenim sistemom zračnikov z loputami.

## **Zaključek**

V korist delodajalcu je, da zagotovi udobne delovne razmere, ki so odvisne od kombinacije toplotnih razmer v okolju, napora pri delu in obleke (prilagoditi mora temperaturo, vlago in hitrost gibanja zraka delovni obremenitvi), kajti obremenjujoči pogoji zmanjšujejo storilnost in povečujejo verjetnost poškodb zaradi dodatnega utrujanja.

Vedeti moramo, da na toplotno obremenjenost človeka ne vplivajo samo razmere v prostoru (temperaturo, vlago, hitrost gibanja zraka), temveč tudi dejavnost (fizični, psihični napor) in obleka. Zato mora delodajalec pri ustvarjanju in vzdrževanju delovnih pogojev za svoje zaposlene uskladiti toplotne razmere s stopnjo obremenitve (lahko, srednje, težko delo) in oblečenostjo delavcev, saj neugodne razmere zmanjšujejo storilnost, zmožnost zaznav, pravičnih presoj, povečata se reakcijski čas in obremenitev krvnega sistema, vse to pa vodi do poškodb. Velja načelo, da se toplotne razmere prilagodi delavcu z največjo fizično obremenitvijo.

## **Viri**

1. SRNA, M. Metode ocenjevanja delovnega okolja [online].[citirano 15.3.2006]. Dostopno na svetovnem spletu:  
<[http://www.gov.si/mddsz/doc/Metode\\_ocenjevanja\\_delovnega\\_okolja.pdf](http://www.gov.si/mddsz/doc/Metode_ocenjevanja_delovnega_okolja.pdf)>
2. BiLBAN M. Obremenitve in škodljivosti na delovnem mestu [online]. [citirano 15.3.2006]. Dostopno na svetovnem spletu:  
<<http://fides.fe.uni-lj.si/zdravje/zivljenje/obremenitve.html>>
3. JUKIČ M., REDENŠEK B. Delo v vročem delovnem okolju Acroni d.o.o. [online]. [citirano 15.3.2006]. Dostopno na svetovnem spletu:  
<[http://iposipis7.fov.uni-mb.si/kern/pedagog/pps\\_0405/REZULTATI/PPS\\_0405\\_izdelek\\_05.doc#\\_Toc101761256](http://iposipis7.fov.uni-mb.si/kern/pedagog/pps_0405/REZULTATI/PPS_0405_izdelek_05.doc#_Toc101761256)>