

**PRODUKTIVNOST RADA RADNIKA TEŠKIH ZANIMANJA U
FUNKCIJI TEMPERATURE RADNE SREDINE**

**WORK PRODUCTIVITY OF HEAVY PROFESIONS WORKERS IN
FUNCTION OF WORKING ENVIRONMENT TEMPERATURE**

Fikret Veljović, Doc. dr
Mašinski fakultet
Sarajevo

Biljana Macanović, Mr
Mašinski fakultet
Sarajevo

Ključne riječi: *produktivnost rada, teška zanimanja, temperatura radne sredine*

REZIME

U radu su pokazani temeljni elementi proučavanja sistema čovjek-stroj-okoliš, u ljevačkoj industriji, na osnovu koji su razmotreni parametri dijelova sistema. Analizirani su elementi ekstremnih naprezanja radnika sjekača starog željeza, uključujući veoma teški radni položaj čučajući kao i disproporciju velikih vanjskih temperaturnih razlika u radnoj sredini.

Navedeni problemi za proučavanje su jako složeni jer pored temperature utječu i drugi faktori koji su primjenjivi na produktivnost rada, ali u ovom radu se proučavaju temperaturne promjene koje su ekstremne u određenom periodu i one predstavljaju glavni dio istraživanja produktivnosti.

Key words: work productivity, heavy professions, environmental temperature

SUMMARY

In this article are shown fundamental elements of researching the system human-machine-environment, in casting industry, and on that basis are analyzed parameters of system parts. Extreme elements of working conditions for cutting old iron are analyzed, including very difficult working position also as big disproportion in surrounding temperature conditions in working environment.

These problems are very difficult for research, because besides temperature we have other influencing factors on work productivity. But in this paper are mainly observed temperature influences, which are extreme in certain period, and they are main part of productivity research.

1. UVOD

Između mnoštva pojava vezanih s radom, zamor radnika je vrlo često istraživani, međutim rezultati koji nisu proporcionalni uložnim naporima nas usmjeravaju da se i dalje istražuju elementi vezani uz pojavu zamora a time i uz funkcioniranje sistema Čovjek-stroj okoliš. Prema dostupnim podacima iz brojne literature, autori se slažu da su pitanja zamora izrazito složene pojave.

U pogledu definiranja zamora , pored brojnih stajališta vrlo teško utvrditi, definiciju zamora, pogotovo radi toga što se često pri tome razdvajaju komponente zamora uzrokovane samo mehaničkim od onih koje se stvaraju radi mentalnih uzroka. Današnja stajališta su vrlo jasno izražena, da je zamor čovjeka unutar sistema Č-S-O, psihofizičke prirode, te da osjećaj zamora čovjek osjeća kada svojom aktivnošću premaši neku granicu, koja je sasvim općenito individualna, istodobno i promjenljiva s vremenom i evidentno zavisna od brojnih objektivnih i subjektivnih čimbenika.

Fiziološka procjena udobnosti za čovjeka utvrđena je višestrukom kombinacijom istraživanja odnosa stanja okoliša, koja uz gornje zavisi i od načina kako su subjekti na kojima se je to istraživalo bili obučeni i kakav su po težini rad obavljali. Osjećanje se neudobnosti kreće u području granica od neudobnosti pa do bola, zavisno o raspodjeli toplinske ravnoteže promatranog prostora. Iz gore su navedenih faktora stanja mnogi istraživači pokušali odrediti jedinstvenu mjeru, koja bi obuhvaćala sve faktore, međutim to je ostalo naizgled bezuspješno. Naime, jedno je od rešenja uspjelo još 1923. Houghtonu i Yaglou, koji su uveli pojam efektivne temperature, koja je definirana kao

$$t = \frac{T_a + T_s}{2} \quad (1)$$

gdje su:

T_a - Srednja temperatura vazduha

T_s - Srednja temperatura promatrane površine

uz što je posebno potrebno naglasiti da se temperatura udobnosti nalazi između ove dvije navedene temperature.

Ljudski rad i njegovo poimanje jest izrazit primjer ljudske djelatnosti, koja se može razmatrati kao zadaća ergonomije i biomehanike istodobno. Sadašnje se stanje analize rada u smislu utvrđivanja njegove težine može podijeliti u dva različita pristupa i to :

Energetski pristup

Fiziološki pristup

U energetske se proučavanju težina rada utvrđuju određene fizikalne veličine (obično potrošnja kiseonika) koje se reduciraju na dan ili pak na sat rada. Drugi pristup, fiziološki je mnogo bliži ideji mehaničkog opisivanja rada, jer je utemeljen na utvrđivanju zamora dijelova tijela u zavisnosti od mišićnog napora koje je moguće mjeriti putem mehaničkog rada.

Ljudski se organizam može smatrati kao sastav sa unutrašnjim izvorom toplote, koja izlazi iz čovjeka prema njegovoj okolini (toplina odavanja) odgovara količini toplote koja se u čovjeku stvara (indukcijska toplina), tj. ona će uvijek biti jednaka ili manja od proizvedene količine toplote.

Temperatura se tijela uravnotežava kao posljedica procesa stvaranja topline u čovjeku i odavanja topline u njegovu okolinu. Tako je u primjeru da je toplina indukcije jednaka toplini odavanja, tada će temperatura kože biti stalnom. Izmjene li se ovi odnosi dolazi i do promjene temperature, temperatura će tijela i kože rasti, ako je toplinska indukcija veća od okoline predane toplote, a smanjivat će se u obrnutom primjeru.

Toplinsko stanje u čovjeka u značajnom stupnju ovisi od količine proizvedene toplote. Radi toga pri konstruiranju njegove odjeće i obuće je prije svega potrebno poznavanje tih veličina, kao i odgovarajućih varijacija koje idu uz to. Na određen način to je također ergonomijsko i antropološko pitanje, jer je ovisno o uzrastu, spolu, količinama masnoća i mišićnim aktivnostima, zatim o temperaturama okoline u kojim se nalazi i napokon o načinu ishrane.

Veza između količine topline koja se proizvodi u čovjeku $Q_{pč}$ s njegovim fizičkim naporom tj. smehaničkim radom W kao i s toplinom koja se s njega prenosi na njegovu trenutnu okolinu Q_{ok} u najjednostavnijem se obliku može prikazati jednažbom:

$$Q_{pč} = Q_{ok} + W \quad (2)$$

U primjeru da ne postoji mehanički rad, tj. kada je $W=0$, tada gornji izraz postaje

$$Q_{pč} = Q_{ok} \quad (3)$$

Najmanja se količina troši u primjeru potpunog mirovanja čovjeka pri potpunom mirovanju mišića u ležećem položaju čovjeka. Riječ je mirovanje stavljeno, radi toga što potpuno mirovanje ne postoji, jer se pored onih mišića koji stalno rade u smislu održavanja života i za ležeći položaj jedan se dio mišića uključuje u ostvarivanje ravnotežnog stanja organizma i u ležećem položaju. Iz činjenice, da je za osobe jednakih težina i rasipanje toplinske energije približno jednako, proidteče i vrijednost, da u osobe s masom od 70kg stoji na raspolaganju za izmjenu s okolinom količina toplote od 80W/h.

Životna sposobnost čovjeka je praćena stalnim stvaranjem i odavanjem toplote na negovu okolinu. Odavanje se toplote vrši kroz kožu čovjeka, izlučivanjem, konvekcijom, prenosom toplote, dihanjem i isparavanjem znoja. Zavisnost je oblika odavanja topline iz organizma, koja se nalazi u stanju mirovanja uz temperaturu okoline od 20 C u postotcima približno slijedeći:

Konvekcijom	31%
Zračenjem	42%
Isparivanjem	24%
Zagrijavanjem	2%
ostali gubici	1%

Kako se iz gornjeg vidi prva tri oblika čine pretežno glavne oblike odavanja toplote. Tako je u primjeru odavanja toplote s površine tijela, onda je određujuća vrijednost temperatura kože.

2. ZAVISNOST PRODUKTIVNOSTI OD TEMPERATURE RADNE SREDINE

Ispitivana je produktivnost rada, jedne od grupe teških zanimanja “rezači starog željeza”, koji isključivo rade vani sa acetilenskim gasnim aparatima, sa neprirodnim radnim položajem (čučeci), na sječi i pripremi većih komada za topljenje starog željeza.

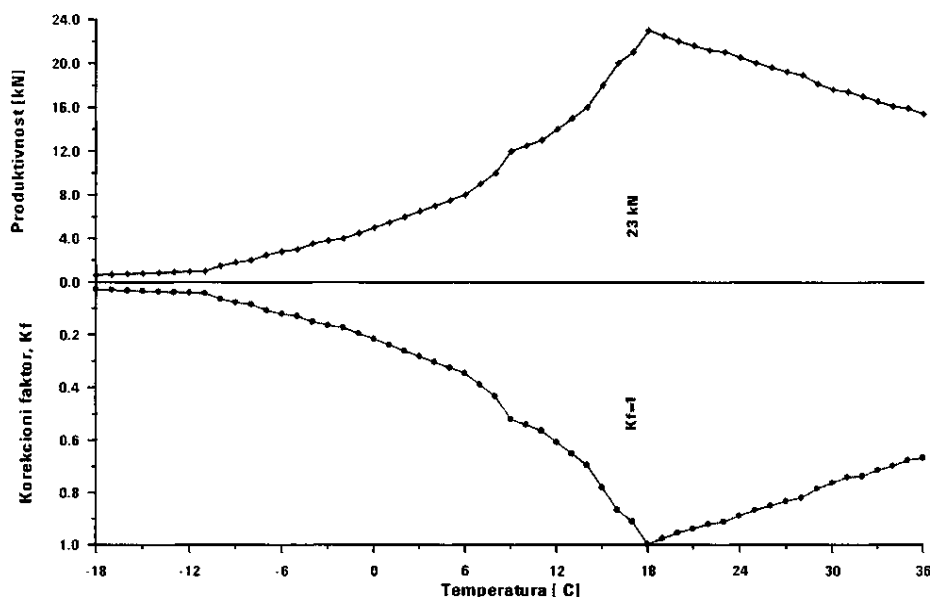
Grupa ispitanika je bila starosne dobi između 25-40 godina i brojala je ukupno 22 radnika – ispitanika. Oni su rezali staro željezo sa djelimičnim odlaganjem. Naime naši ispitanici su radili pod nadstrešnicom bez vanjskih zidova tako da su bili direktno izloženi različitim vanjskim temperaturnim promjenama. Temperatura se kretala u toku dvogodišnjeg ispitivanja između -18°C i 36°C .

Nadmorska visina na kojoj su naši ispitanici radili je bila cca 700m. Napominjem da su svi ispitanici u toku čitavog mjerenja i snimanja imali identičnu kaloričnu vrijednost ishrane u toku rada, zatim su bili prema propisima zaštite na radu identično obučeni i kroz razne testove motivisanost na poslu im je bila približno ista.

Prema udžbeniku od Prof. Taboršak “Studij rada” uzeta je optimalna temperatura za rad na vani 18°C . Na osnovu te vanjske temperature izmjerena je prosječna norma rada po jednom radniku, a bila je da isječe i pripremi 23KN starog željeza u toku osmočasnog radnog vremena, a to je bila polazna osnovica za praćenje norme rada pri višim i nižim temperaturama.

3. RASPRAVA

Na osnovu mjerenja utvrđeno je slijedeće. Da prosječna radna sposobnost-učinak navedenih radnika bitno opada sa snižavanjem temperature ispod 18°C a dok iznad temperature od 18°C produktivnost-učinak blago opada.



SLIKA 1. OVISNOST PRODUKTIVNOSTI I KOREKCIJSKI FAKTORA OD TEMPERATURE RADNE SREDINE

TABELA 1. PRODUKTIVNOST RADNIKA PRI RAZLIČITIM TEMPERATURAMA I KOREKCIONIM FAKTORIMA.

T [C]	Produktivnost	Kf	T [C]	Produktivnost	Kf
-18	0.65	0.028	10	12.50	0.543
-17	0.70	0.030	11	13.00	0.565
-16	0.75	0.033	12	14.00	0.609
-15	0.80	0.035	13	15.00	0.652
-14	0.85	0.037	14	16.00	0.696
-13	0.90	0.039	15	18.00	0.783
-12	0.95	0.041	16	20.00	0.869
-11	1.00	0.043	17	21.00	0.913
-10	1.50	0.065	18	23.00	1.000
-9	1.80	0.078	19	22.50	0.978
-8	2.00	0.086	20	22.00	0.956
-7	2.50	0.109	21	21.60	0.939
-6	2.80	0.122	22	21.20	0.922
-5	3.00	0.130	23	21.00	0.913
-4	3.50	0.152	24	20.50	0.891
-3	3.80	0.165	25	20.00	0.869
-2	4.00	0.174	26	19.60	0.852
-1	4.50	0.196	27	19.20	0.835
0	5.00	0.217	28	18.90	0.822
1	5.50	0.239	29	18.10	0.787
2	6.00	0.261	30	17.60	0.765
3	6.50	0.283	31	17.40	0.743
4	7.00	0.304	32	17.00	0.739
5	7.50	0.326	33	16.50	0.717
6	8.00	0.348	34	16.10	0.700
7	9.00	0.391	35	15.90	0.678
8	10.00	0.435	36	15.40	0.669
9	12.00	0.522			

S obzirom da znamo za ovu vrstu poslova prosječnu normu-učinak pri različitim temperaturama, uvodimo u daljnje izlaganje jedan novi elemenat a koji se zove KOREKCIONI FAKTOR, a koji se dobija:

$$K (ft) = \frac{N (t)}{N (18^{\circ} C)} \quad (4)$$

Norma-učinak na traženoj temperaturi podjeli se sa normom-učinkom na temperaturi od 18° C.

4. ZAKLJUČCI

Prilikom normiranja rada za poslove koji se rade vani, a koji su približno isti u opisu kao prethodni, možemo zaključiti slijedeće:

Potrebno je prethodno odrediti normu-učinak za novi posao na optimalnoj temperaturi od 18° C. Zatim tu prosječnu normu-učinak pomnožiti sa korekcionim faktorom dotične temperature na kojoj se radi na SLIKA 1.

$$N(t) = K(ft) \times N(18^\circ C) \quad (5)$$

gdje je,

$N(t)$ – norma-učinak na temperaturi na kojoj se radi

$K(ft)$ – korekcionni faktor na temperaturi na kojoj se radi

$N(18^\circ C)$ – norma-učinak na temperaturi (prethodno prosječno izmjereno)

Primjer:

Koliku normu-učinak na sječi stabala treba da ispuni na $t = -12^\circ C$, ako se zna da mu je norma-učinak na $t = +18^\circ C$ iznosi $12,2 \text{ m}^3$ (isječenih stabala)

$$N(-12^\circ C) = K(ft)(-12^\circ C) N(18^\circ C)$$

$$N(-12^\circ C) = 0,041 \times 12,2 = 0,5002 \text{ m}^3$$

5. REFERENCE

- [1] Taboršak, D: Studij rada, Tehnička knjiga, Zagreb, 1987.,
- [2] Taboršak, D: Nužnost primjene ergonomskih načela kod oblikovanja proizvoda, Zbornik radova na skupu "Ergonomija u Jugoslaviji", Zagreb, 1974.,
- [3] Taboršak, D: Sigurnost pri radu u logistički organizovanoj proizvodnji, Časopis sigurnosti 35 (2) pp 125-133, zagreb, 1993.