

## Vpliv mikroklimatskih in svetlobnih obremenitev na uspešnost učencev

### The Influence of Microclimatic and Lighting Loads on the Efficiency of Pupils

Samo Fošnarič

*Učenci in učitelji so kot udeleženci učnega postopka izpostavljeni obremenitvam, ki jih povzročata učenje, ter hkrati obremenitvam, ki jih povzročata delovno okolje. Pri tem lahko k obremenitvam delovnega okolja nezanemarljivo prispeva tudi kakovost izpisa delovne naloge, ki ob neprimerni razsvetljavi in mikroklimi onemogoča uspešno delo. Rezultati proučevanj nakazujejo, da je treba, prav zaradi pomembnega vpliva delovnega okolja na učence, temu področju nameniti več pozornosti.*

© 2005 Strojniški vestnik. Vse pravice pridržane.

**(Ključne besede: okolje delovno, okolje notranje, storilnost, parametri toplotnega okolja)**

*Pupils and teachers, as participants in the learning process, are exposed to the pressures caused by the learning and working environments. The pressures in the working environment can be significantly increased by the text writeout quality, which during insufficient lighting and in an inappropriate climate can prevent successful work. The results of investigations show that this topic should be given more consideration, especially because of the non-negligible influence of the working environment on pupils.*

© 2005 Journal of Mechanical Engineering. All rights reserved.

**(Keywords: working environments, interior environments, efficiency, thermal parameters)**

#### OUVOD

Ljudje smo v današnjem času pogosto izpostavljeni številnim različnim obremenitvam. Te so lahko še posebej problematične v času odrasčanja, saj povzročajo probleme v razvoju in imajo velik vpliv na izoblikovanje osebnosti ([20] in [22]). Pri tem tudi učenci in učitelji niso izjeme. Neprestano so namreč pod vplivom številnih obremenitev, ki jih po [15] delimo na biomehanske, zaznavalne, energetske in duševne. Tako lahko hitro začnemo razmišljati o posledicah, ki vodijo tudi do zdravstvenih preobremenjenosti. Te pa se, kakor navaja [23], lahko stopnjujejo vse do izčrpanosti ali celo patoloških odzivov. Zaradi tega je ugodno počutje pri izvajanju fizičnega in umskega dela ključnega pomena za dosego dobrih rezultatov. Otroke je namreč prav zato treba sorazmerno zgodaj navajati na ergonomsko in ekološko prijaznejše okoliščinne dela.

Na kaj vse moramo biti pri tem pozorni, smo skušali ugotoviti skozi elemente v prispevku opisane raziskave. Njen glavni cilj je namreč bil

proučiti vpliv različnih klimatskih in svetlobnih delovnih razmer ter kakovosti delovne predloge na učinkovitost opravljanja preprostih delovnih nalog otrok.

Ali obstaja kakšna povezava med vplivom delovnega okolja in kakovostjo izpisa besedila na delovno uspešnost, je poskušalo ugotovljati že veliko avtorjev. Še posebej se je raziskovalo razmerje svetlobno delovno okolje – kakovost besedila na predlogi. Pri tem so raziskovali številne učinke karakteristik izpisov v različnih svetlobnih razmerah [3]. Nekateri, npr.: [2] so ugotavljali, koliko znakov lahko človek razpozna v določenem času, upoštevajoč odziv oči pri branju odlomkov v besedilu. Tudi vpliv hitrosti branja [10], glede na velikost črk v besedilu ali razpoznavnost številke glede na kontrast [19] je že bilo predmet raziskav. Še posebej pri branju številke, ki so bile glavna besedilna informacija v naši raziskavi, je bilo ugotovljeno, da ima osvetljenost po ugotovitvah nekaterih avtorjev ([17] in [7]) izrazito pomembno vlogo. Če vpletemo v obseg še toplotno delovno okolje, ki je prav tako po

ugotovitvah številnih avtorjev ([18] in [14]) ključnega pomena za delovno uspešnost, pa zadeva postane bistveno manj raziskana. Še posebej, če se omejimo na specifično generacijo ljudi – otroke.

## 1 MATERIALI IN METODE

### 1.1 Udeleženci in instrumenti

Na podlagi predstavljenih izhodišč smo se tako odločili raziskati vpliv dveh dejavnikov delovnega okolja, in sicer toplotnega ter svetlobnega okolja, vključujoč kakovost delovne predloge (besedila) na učinkovitost pri delu. Pri tem smo uporabili klasična besedila za ugotavljanje učinkovitosti pri delu z različno jasnostjo izpisa na podlagi, na kateri so zajemali osnovno matematično opravilo seštevanja. Raziskava je potekala v umetno ustvarjenih razmerah klimatizirne komore (sl. 1), v njo pa je bilo vključenih 18 učencev nižjih razredov osnovne šole, starih od 9 do 10 let. Pri vsem tem smo izhajali iz osnovne zamisli, da spremenljivost mikroklimatskih in svetlobnih delovnih razmer povzroča različno uspešnost. V raziskavi nismo zajeli elementov zvočnega delovnega okolja ter kakovosti zraka, ki bi lahko, gledano hipotetično, pomembno sooblikovala elemente učinkovitosti pri delu.

Najpomembnejši parametri toplotnega delovnega okolja (temperatura zraka, hitrost gibanja zraka, relativna vlažnost) so bili vzdrževani z ustreznimi nastavitvami v klimatizirni komori ter nastavljeni na določene vrednosti. Podobno so bili vzdrževani tudi parametri svetlobnega delovnega okolja (osvetljenost) v klimatizirni komori. Ker smo

izbrali tri področja toplotnega delovnega okolja, tri področja svetlobnega delovnega okolja ter dve kategoriji kakovosti izpisa, je bil vsak učenec 18-krat vključen v obseg raziskave. To pa je pomenilo 324 opravljenih meritev.

### TESTNE NALOGE

Na podlagi predvidevanj, da spremenljivost mikroklimatskih ter svetlobnih delovnih razmer, upoštevajoč kakovost delovne predloge, pomembno vpliva na delovno uspešnost, smo se odločili izdelati teste, ki bi po svoji preprostosti in splošnosti izločili vpliv vsake predhodne vadbe in bi bili popolnoma neodvisni drug od drugega, kar pomeni da se določen problem vzdolž vseh besedil ne bi ponovil. Testi so bili sestavljeni iz preprostih računov, ki so vsebovali osnovno matematično opravilo seštevanja. Na vsakem listu je bilo 36 računov, in sicer takšnih, da je učenec moral sešteti številke in rezultat vpisati pod črto. Učenci so pred začetkom izvedbe meritev imeli 3 do 5 minut časa za prilagoditev danim razmeram dela. Samo testiranje pri posamezni kombinaciji delovnih razmer je trajalo 15 minut. Ker je bil čas reševanja omejen in ker je obstajala velika verjetnost, da bi kateri od učencev prehitro rešil vse izračune in ostal brez dela, smo pripravili še dodatna dva testna lista. Pri končni analizi so šteli izključno le pravilni in nepravilni odgovori. Števila in z njimi sestavljeni računi so bili izbrani po naključni izbiri z uporabo preglednic naključnih števil [21]. Po vsaki končani testni kombinaciji so učenci izpolnili tudi vprašalnik o subjektivnih občutkih med izvedbo meritev.



Sl. 1. Nadzorna miza in vhod v klimatsko komoro

**KLIMATSKI RAZMERE**

V zamisli raziskave smo učinek posameznih dejavnikov toplotnega okolja izrazili z enim indeksom. Osredotočili smo se na indeks efektivne temperature – ET, ki izhaja iz subjektivne primerjave toplotnega občutja v nekem okolju s primerjalno klimo. Iz tega izhaja, da je efektivna temperatura tista temperatura skoraj mirujočega zraka ( $v=0,1$  m/s) nasičenega z vodno paro ( $RV=100\%$ ), ki človeku vzbuja enak toplotni občutek kot kombinacije temperature zraka, vlage in hitrosti gibanja zraka v analiziranem prostoru [13]. Naši klimatski parametri so upoštevali priporočila ([1] in [13]), iz katerih smo določili optimalne vrednosti ET za specifično šolsko delo (glej preglednico I).

Pri določitvi vrednosti efektivne temperature smo uporabili enačbo:

$$ET = 37 - \frac{1}{0,68 - 0,14 \frac{RV}{100} + \frac{1}{1,76 + 1,4 \times v_{ar}^{0,75}}} \times (37 - t_a) - 0,29 \times t_a \left(1 - \frac{RV}{100}\right)$$

pri tem pomenijo:

- ET efektivna temperatura v °C
- RV relativna vlažnost zraka v %
- $v_{ar}$  hitrost gibanja zraka v m/s
- $t_a$  temperatura zraka v °C

Prav tako smo v tem obsegu posamezne kombinacije toplotnih klimatskih razmer v približkih ovrednotili z indeksom PSV (predvidena srednja vrednost), povzetem po standardu SIST EN ISO 7730 [9], ki ga je razvil Fanger [5]. Indeks PSV je dejansko predvidena ocena udobja, ki jo lahko podajo osebe po sedemstopenjski toplotni lestvici [1]. Indeks PSV se lahko razbere iz posebnih preglednic, podanih v standardu ISO 7730 ali pa se izračuna po naslednji enačbi:

$$PSV = (0,303^{-0,036M} + 0,028) \{ (M - W) - 3,05 \times 10^{-3} \times [5733 - 6,99(M - W) - p_a] - 0,42 \times [(M - W) - 58,15] - 1,7 \times 10^{-5} M (5867 - p_a) - 0,0014M (34 - t_a) - 3,96 \times 10^{-8} f \times [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] - f_{cl} h_c (t_{cl} - t_a) \}$$

kjer so:

$$t_{cl} = 35,7 - 0,028(M - W) - I_{cl} \{ 3,96 \times 10^{-8} f_{cl} \times [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] + f_{cl} h_c (t_{cl} - t_a) \}$$

$$h_c = \begin{cases} 2,38(t_{cl} - t_a)^{0,25} & \text{za } 2,38(t_{cl} - t_a)^{0,25} > 12,1\sqrt{v_{ar}} \\ 12,1\sqrt{v_{ar}} & \text{za } 2,38(t_{cl} - t_a)^{0,25} < 12,1\sqrt{v_{ar}} \end{cases}$$

$$f_{cl} = \begin{cases} 1,00 + 1,290 I_{cl} & \text{za } I_{cl} \leq 0,078 m^2 \text{ } ^\circ C / W \\ 1,05 + 0,645 I_{cl} & \text{za } I_{cl} > 0,078 m^2 \text{ } ^\circ C / W \end{cases}$$

M presnova v W/m<sup>2</sup>

W mehansko zunanje delo v W/m<sup>2</sup>

$I_{cl}$  toplotni upor obleke v m<sup>2</sup>°C/W

$f_{cl}$  razmerje med površino oblečenga in golega človeka

$t_a$  temperatura zraka v °C

$p_a$  parni tlak v Pa

$h_c$  koeficient konvekcijskega prenosa v W/m<sup>2</sup>°C

$v_{ar}$  hitrost gibanja zraka v m/s

**SVETLOBNE RAZMERE**

Stopnje osvetlitev smo izbrali s predpisi za razsvetljavo šolskih prostorov, pri tem pa upoštevali tudi mogoče verjetnosti različnih težavnostnih razmer dela. Pri določitvi vrednosti osvetljenosti delovnega prostora smo se osredotočili neposredno na predpise v tej meri, da smo hkrati upoštevali mednarodna priporočila in veljavne standarde, to so nemški DIN, IES in TGL [8].

Preglednica 1. Nastavljivi parametri klimatskih in svetlobnih razmer v klimatski komori

| PODNEBNE RAZMERE |                      |                           |               |                    | SVETLOBNE RAZMERE                |
|------------------|----------------------|---------------------------|---------------|--------------------|----------------------------------|
| Temperatura °C   | Relativna vlažnost % | Hitrost gibanja zraka m/s | ET °C         | PSV indeks         | Osvetljenost delovne površine lx |
| 18               | 30                   | 0,3                       | 15,5 (ETmin)  | - 0,74 malo hladno | 100 – 110 (Emin)                 |
| 23               | 50                   | 0,3                       | 20,2 (ETopt)  | 0,36 nevtrarno     | 650 – 700 (Eopt)                 |
| 28               | 40                   | 0,3                       | 23,6 (ETmaks) | + 1,34 malo toplo  | 1000 – 1100 (Emaks)              |

## DELOVNA PREDLOGA

V sklopu priprave delovne predloge za testiranje smo izhajali iz predvidevanj, da se učencem in tudi vsem drugim velikokrat dogaja, da je zapis, ki ga dobimo za prebrati, slabši. Še veliko huje je, če je ta zapis ključnega pomena, na podlagi katerega pričakujemo ustrezne rezultate in z vsem tem povezan uspeh. Tako smo kot skrajno slab izpis upoštevali izpis "slab izpis - osnutek", ki ga računalniški matrični tiskalnik izpiše takrat, ko ima že slabši trak. Za dober izpis pa tistega, ki ga z uporabo računalniškega izpisa dobimo v področju "dober". Na ta način smo dobili dva različna izpisa testnih nalog, ki bi imela lahko pomembno vlogo pri ugotavljanju uspešnosti v različnih delovnih razmerah.

## 1.2 Izvedba in postopek preizkusa

Meritve so bile izvedene v klimatski komori, ki ima izmere 2,95 m × 1,84 m × 2,36 m ter omogoča dosego temperaturnih razmer v razponu od -30 °C do +50 °C (± 0,5 °C), relativne vlažnosti od 25% do 95% (±1%), kar je odvisno od nastavljene temperature ter dokaj zvezno spreminjane hitrosti gibanja zraka skozi klimatsko komoro v mejah od 0,3 m/s do 1,2 m/s (± 0,05 m/s). Postopek meritev je bil izveden v prostoru klimatske komore na takšen način, da so učenci v parih reševali testne naloge. Po dobljenih rezultatih, ki so jih sestavljali pravilni ali napačni izračuni učencev, smo podatke statistično obdelali s statističnim programom za družbene vede SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*). Pri tem smo na ravni 5-odstotnega tveganja uporabili analizo variance. Tako smo uporabili v fazi potrjevanja oziroma zavrnitve raziskovalnih hipotez test t za testiranje razlik med aritmetičnimi povprečji dveh skupin, test F za testiranje razlik med aritmetičnimi povprečji več skupin ter korelacijsko analizo.

## 2 REZULTATI IN RAZPRAVA

V raziskavi smo se osredotočili na opazovanje vpliva posameznih dejavnikov delovnega okolja na uspešnost ter hkrati tudi na opazovanje vpliva teh dejavnikov v medsebojnih vplivih na delovno uspešnost.

Zastavili smo si številne hipoteze, ki smo jih kategorično razdelili v dve skupini, na podlagi katerih predvidevamo, da:

- imajo različni dejavniki delovnega okolja pomemben vpliv na učinkovitost pri delu;
- dejavniki delovnega okolja v vseh mogočih medsebojnih odnosih pomembno vplivajo na učinkovitost pri delu.

Na podlagi dobljenih rezultatov, lahko sklepamo, da ima kakovost delovne predloge pomemben vpliv na uspešno reševanje nalog ( $P=0,017$ ), seveda če je predmet opazovanja samo delovna predloga. Razmerje med delovno uspešnostjo in delovno predlogo lahko razberemo iz preglednice 2.

Osvetljenost delovnega prostora prav tako kakor sama delovna predloga pomembno vpliva na delovno uspešnost otrok ( $P=0,013$ ). Število rešenih preprostih izračunov je torej najboljše takrat, ko je osvetljenost največja ( $E_{maks.}$ ), najslabše pa takrat, ko je osvetljenost najmanjša ( $E_{min.}$ ), kar lahko razberemo iz preglednice 3. Premajhna osvetljenost učilnice je lahko torej tisti dejavnik, ki povzroči upadanje uspešnosti pri delu, medtem ko povečana osvetljenost to uspešnost dviguje. Vsekakor to ni neomejeno!

Toplotne razmere v razredu imajo dokaj pomembno vlogo. Učenci se že pri reševanju preprostih nalog odzovejo vplivom toplotnega okolja, kar pomeni samo še potrditev študij nekaterih drugih avtorjev, opravljenih v 70. letih in kasneje

Preglednica 2. Statistično pomembna razlika števila pravilnih odgovorov glede na kakovost izpisa delovne naloge

| Kakovost delovne predloge | Število pravilnih odgovorov |           |                   |               |        |                   |       |
|---------------------------|-----------------------------|-----------|-------------------|---------------|--------|-------------------|-------|
|                           | N                           | Povprečje | Stand. odstopanje | Stand. napaka | t      | Stopnja prostosti | P     |
| slaba draft - (1)         | 162                         | 58,08     | 20,17             | 1,59          | - 2,39 | 322               | 0,017 |
| dobra normal - (2)        | 162                         | 63,55     | 20,96             | 1,65          |        |                   |       |

Preglednica 3. Statistično pomembna razlika števila pravih odgovorov glede na tri različne svetlobne pogoje

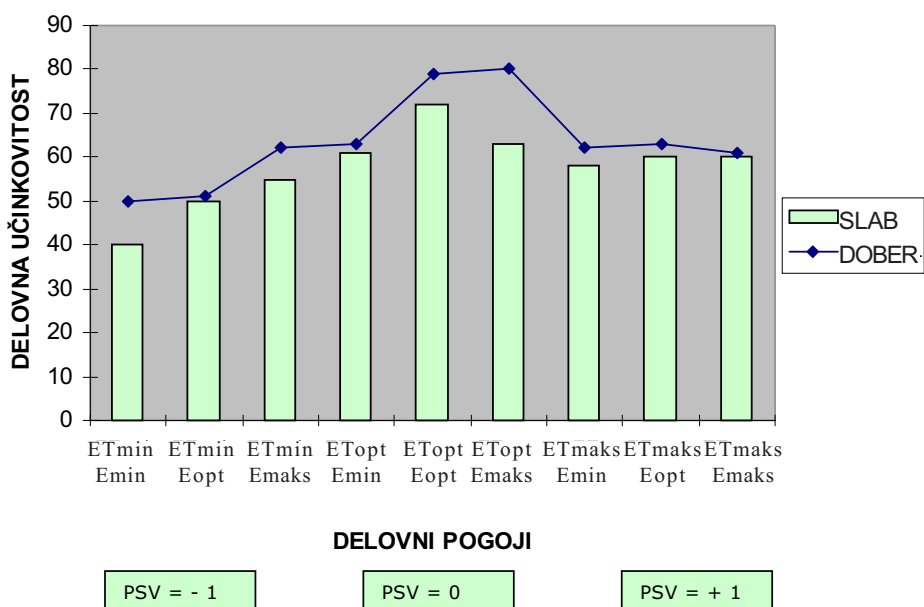
| Število pravih odgovorov |     |           |                   |       |       |
|--------------------------|-----|-----------|-------------------|-------|-------|
| E                        | N   | Povprečje | Stand. odstopanje | F     | P     |
| Emin.                    | 108 | 56,15     | 19,50             | 4,415 | 0,013 |
| Eopt.                    | 108 | 62,22     | 21,61             |       |       |
| Emaks.                   | 108 | 64,07     | 20,36             |       |       |

Preglednica 4. Statistično pomembna razlika števila pravih odgovorov glede na tri različne toplotne pogoje

| Število pravih odgovorov |     |           |                   |        |       |
|--------------------------|-----|-----------|-------------------|--------|-------|
| ET                       | N   | Povprečje | Stand. odstopanje | F      | P     |
| ETmin.                   | 108 | 51,72     | 17,21             | 26,281 | 0,000 |
| ETopt.                   | 108 | 70,69     | 21,08             |        |       |
| ETmaks.                  | 108 | 60,04     | 19,32             |        |       |

([14] in [16]). Rezultati opravljenih meritev so statistično pomembni na ravni ( $P=0,000$ ). Iz preglednice 4 je mogoče razbrati, da so odstopanja v uspešnosti dela dokaj velika v obeh skrajnih klimatskih področjih (območje ocenjenega indeksa PSV; - 1 malo hladno ter + 1 malo toplo). Meritve so tudi pokazale, da je toplotno okolje pri  $ET_{min}$  (PSV = - 1) za učence manj ugodno kakor pa okolje  $ET_{max}$  (PSV = + 1).

Pri proučevanju učinka vseh treh parametrov, torej toplotnega in svetlobnega okolja ter kakovosti delovne predloge v medsebojnem odnosu na delovno učinkovitost rezultati sicer nakazujejo večjo uspešnost v ugodnejših kombinacijah delovnega okolja, vendar niso statistično pomembni ( $P=0,545$ ). Večja uspešnost se lahko razbere iz stolpcev grafičnega prikaza (sl. 2) v optimalnih razmerah ( $ET_{opt}$ .



Sl. 2. Grafični prikaz medsebojnega vpliva dejanske temperature (ET), osvetljenosti (E) in kakovosti delovne predloge (“slabo - draft” in “normalno - normal”) na učinkovitost pri delu

Preglednica 5. Pregled izračunanih korelacijskih koeficientov in statističnih pomembnosti

|                   | Pravilni odgovori         | Napačni odgovori          | Vprašanje 1               | Vprašanje 2               | Vprašanje 3               | Vprašanje 4               | Vprašanje 5               | Vprašanje 6               |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Pravilni odgovori | -                         | - 0,0621<br>P=0,265       | - 0,3062<br>P=0,000<br>** | 0,2536<br>P=0,000<br>**   | 0,1928<br>P=0,000<br>**   | 0,1940<br>P=0,000<br>**   | 0,1593<br>P=0,000<br>**   | 0,3613<br>P=0,000<br>**   |
| Napačni odgovori  | - 0,0621<br>P=0,265       | -                         | - 0,1355<br>P=0,015<br>*  | 0,1499<br>P=0,007<br>**   | - 0,1226<br>P=0,027<br>*  | - 0,0747<br>P=0,180<br>-  | - 0,1688<br>P=0,002<br>** | - 0,1501<br>P=0,007<br>** |
| Vprašanje 1       | - 0,3062<br>P=0,000<br>** | - 0,1355<br>P=0,015<br>*  | -                         | - 0,3564<br>P=0,000<br>** | - 0,3063<br>P=0,000<br>** | - 0,2207<br>P=0,000<br>** | - 0,1427<br>P=0,010<br>*  | - 0,4365<br>P=0,000<br>** |
| Vprašanje 2       | 0,2536<br>P=0,000<br>**   | 0,1499<br>P=0,007<br>**   | - 0,3564<br>P=0,000<br>** | -                         | 0,6393<br>P=0,000<br>**   | 0,5092<br>P=0,000<br>**   | 0,3448<br>P=0,000<br>**   | 0,5580<br>P=0,000<br>**   |
| Vprašanje 3       | 0,1928<br>P=0,000<br>**   | - 0,1226<br>P=0,027<br>*  | - 0,3063<br>P=0,000<br>** | 0,6393<br>P=0,000<br>**   | -                         | 0,3170<br>P=0,000<br>**   | 0,0928<br>P=0,095<br>-    | 0,5091<br>P=0,000<br>**   |
| Vprašanje 4       | 0,1940<br>P=0,000<br>**   | - 0,0747<br>P=0,180<br>-  | - 0,2207<br>P=0,000<br>** | 0,5092<br>P=0,000<br>**   | 0,3170<br>P=0,000<br>**   | -                         | 0,1585<br>P=0,004<br>**   | 0,3851<br>P=0,000<br>**   |
| Vprašanje 5       | 0,1593<br>P=0,000<br>**   | - 0,1688<br>P=0,002<br>** | - 0,1427<br>P=0,010<br>*  | 0,3448<br>P=0,000<br>**   | 0,0928<br>P=0,095<br>-    | 0,1585<br>P=0,004<br>**   | -                         | 0,3574<br>P=0,000<br>**   |
| Vprašanje 6       | 0,3613<br>P=0,000<br>**   | - 0,1501<br>P=0,007<br>** | - 0,4365<br>P=0,000<br>** | 0,5580<br>P=0,000<br>**   | 0,5091<br>P=0,000<br>**   | 0,3851<br>P=0,000<br>**   | 0,3574<br>P=0,000<br>**   | -                         |

(\*) = 0,113 statistična pomembnost korelacije (5%)

(\*\*) = 0,148 velika statistična pomembnost korelacije (1%)

(-) = nepomembna korelacija

oziroma  $PSV=0$  ter  $E_{opt}$ ), pri katerih je delovna učinkovitost boljša kakor pri ekstremno dobrih oziroma slabih delovnih razmerah. V področju najslabših delovnih razmer ( $ET_{min}$  oziroma  $PSV=-1$  ter vse možne kombinacije E) lahko opazimo, da ima poseben prispevek k delovni uspešnosti osvetljenost, saj je delovni rezultat s povečanjem osvetljenosti vse boljši (to velja za obe kakovosti delovne predloge). Pri najboljših delovnih razmerah ( $ET_{maks}$  oziroma  $PMV=+1$  ter vse mogoče kombinacije E) pa je razbrati, da ima toplotno okolje pomembnejšo vlogo, saj ne glede na osvetljenost v delovni uspešnosti ni bistvenih razlik. To velja tako za slabšo kakor za boljšo kakovost delovne predloge. Težnjo v tej smeri smiselno poudarja tudi korelacijska analiza subjektivnih ocen (Preglednica 5).

Z analizo subjektivnega gledanja posameznika smo poskušali najti zanimivejše korelacijske zveze, ki lahko rabijo kot dodatna vodila k razkrivanju problematike. Tako so učenci po vsakem testiranju odgovarjali na naslednjih pet vprašanj, ki so imela petstopenjsko ocenjevalno lestvico ter na

eno vprašanje odprtega tipa:

*Vprašanje 1: Kako ocenjuješ svojo utrujenost po opravljeni nalogi ?*

*Vprašanje 2: Kako ocenjuješ splošne razmere pri izvajanju naloge ?*

*Vprašanje 3: Kako ocenjuješ toplotne razmere, pri katerih si računal ?*

*Vprašanje 4: Kako ocenjuješ svetlobne razmere, pri katerih si računal ?*

*Vprašanje 5: Kaj meniš o kakovosti izpisa (tiska) na delovnih listih pri teh razmerah dela ?*

*Vprašanje 6: Z nekaj besedami opiši splošno počutje in razpoloženje v času izvajanja testiranja !*

Razlaga posameznih zvez:

- Učenci, ki po svojem delu niso bili utrujeni (*VPR.1*) so imeli več pravilnih odgovorov ( $r_1=0,306$ ).
- Učenci, ki so najbolje ocenjevali toplotne razmere (*VPR.3*), svetlobne razmere (*VPR.4*) ter kakovost delovne predloge (*VPR.5*), so imeli tudi več pravilnih odgovorov ( $r_3=0,193$ ;  $r_4=0,194$ ;  $r_5=0,159$ ).
- Učenci, ki po opravljeni nalogi niso bili utrujeni

(VPR. 1), so splošne razmere bolje ocenjevali (VPR. 2). ( $r_{1,2} = -0,354$ )

- Učenci, ki so se med testiranjem počutili bolje (VPR.6), so naredili tudi manj napak ( $R_6 = -0,150$ ).
- Zanimivo, da korelacijska povezanost med boljšim ocenjevanjem svetlobnih razmer (VPR. 4) ter manj napakami obstaja, vendar ni statistično pomembna ( $r_4 = -0,075$ ).

Gledano primerjalno (sl. 2 in odgovori učencev) lahko ugotovimo, da se pozitivni odgovori učencev in rezultati meritev še posebej ujemajo v območju optimalnih delovnih razmer. To daje pomembno informacijo o nujnosti spremljave delovnih razmer v šolah od ustreznih služb, ki bi naj preverile, kako se upoštevajo ustrezno predpisani standardi teh razmer v resničnih šolskih razmerah.

### 3 SKLEP

Problemi v odnosu delovno okolje – človek so vedno bolj pomembni in velikokrat se nanje resno opozarja ([11], [12] in [4]). Zato ugotovitve, ki jih daje predstavljena raziskava niso nekaj čisto novega. Nakazujejo pa, da dejavnikov delovnega okolja ne gre zapostavljati. Po vsem predstavljenem lahko povzamemo, da slabša kakovost delovne predloge v vseh proučevanih delovnih okoljih, gledano posamično, pomembno vpliva na delovno učinkovitost. Če pa opazujemo postopek širše (upoštevanje vzajemnega vpliva vseh dejavnikov), lahko ugotovimo, da kljub nakazani težnji o statistično pomembnem vplivu ne moremo govoriti,

čeprav analiza subjektivnih ocen učencev daje drugačne namige.

Toplotno in svetlobno delovno okolje ter kakovost delovne predloge so torej lahko takšni dejavniki, ki prispevajo h končnemu uspehu celo pri razmeroma preprostih delovnih nalogah.

Izhajajoč iz ugotovljenega lahko napovemo, da bi bil v primeru zahtevnejših nalog in vključevanja drugih elementov delovnega okolja, npr. hrup in kakovost zraka, vpliv proučevanega delovnega okolja še bolj izrazit.

Gledano iz ergonomsko-ekološkega vidika se lahko po opravljenem preizkusu tudi vprašamo, ali je časovna postavitev različnih sklepnih preverjanj znanj učencev v podnebno neugodno, zgodnje poletno obdobje, primerna.

Praksa velikokrat kroji svojo pot. Zato naj jo teorija začrta tako, da bo ta čim bolj prilagodljiva. In prilagajanje delovnega okolja ritmu, načinu, vrsti in možnostim dela naj bi bila podlaga obveznostim učencev, ki jih narekuje učni postopek.

Tako dandanes že potekajo temeljitejša proučevanja “varnostno tehničnih” razmer v slovenskih šolah [6]. Le te vključujejo v svoje programe tudi meritve proučevanih razmer. Že prvi rezultati kažejo, da bo potreben bistveno temeljitejši primerjalni postopek v tem smislu, da bo postala šola hkrati tudi varna in zdrava šola. Navsezadnje je učenje v primernem podnebju, ob primerni naravni ali umetni razsvetljavi, vključujoč dober uporaben način, ne samo učinkovitejše, temveč bolj sproščujoče in navsezadnje lažje. In ker se po navadi vse začne ter konča pri denarju, gledano dolgoročno, tudi bistveno cenejše.

### 4 LITERATURA

- [1] ASHRAE. (1992) Thermal environmental conditions for human occupancy, *ASHRAE Standards*, (New York: ASHRAE).
- [2] Bouma, H. (1980) Visual reading processes and the quality of text displays. In Gradjean, E and Vigliani, E. (Eds.) *Ergonomics Aspects of Visual Display Terminals*, (London: Taylor & Francis).
- [3] Boxce, P.R. (1981) Human factors in lighting, (London: *Applied Science Publishers*), 111 – 160.
- [4] Evans, G. W., P. Lercher, M. Meis, H. Ising and W.W. Kofler (2001) Community noise exposure and stress in children, *Journal of Acoustical Society of America*, 109, 1023 – 1027.
- [5] Fanger, P.O. (1972) Thermal comfort, New York: *McGraw-Hill Book Company*.
- [6] Fošnarič, S. (2001) Analiza delovnega postopka pri praktičnem pouku s poudarkom na projektni nalogi (An analysis of the working process in practical classes with the accent on the project task), *Strojniški vestnik*, 7, 313-324.
- [7] Grandjean, E. (1988) Fitting the task to the man, 4<sup>th</sup> ed. (London: *Taylor & Francis*).
- [8] IES NOMENCLATURE COMMITTEE. (1979) Proposed American national standard nomenclature and definition for illuminating engineering, *Journal Illuminating Engineering Society*, 9, 2 - 46.

- [9] ISO 7730. (1994) Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort, *International Standardization Organization*.
- [10] Luckiesh, H. and F.K. Moss (1937) *The Science of Seeing*, (New York: *Van Nostrand*).
- [11] Mah, J. (2000) *The Wichita Eagle*, *Better schools, better learning*, 7 February, 1A.
- [12] Maxwell, L.E. and G.W. Evans (2000) The effects of noise on pre-school children's pre-reading skills, *Journal of Environmental Psychology*, 20, 91 – 97.
- [13] McIntyre, P.A. (1980) *Indoor climate*. (London: *Applied Science Publishers*).
- [14] Pepler, R.D. (1971) Variations in students tests performances and classroom temperatures in climate controlled and non-climate controlled schools. *ASHRAE Transactions*, 77, 35 – 42.
- [15] Rohmert, W. (1984) Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept, *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft* 38, 193 – 220.
- [16] Ryd, H. and D. Wyon (1970) *Methods of evaluating human stress due to climate*, (Stockholm: *National Swedish Council for Building Research*), Document 6.
- [17] Sanders, M.S. and E.J. McCormik (1990) *Human factors in engineering and design*. (New York: *McGraw - Hill International Edition*), 91 - 131.
- [18] Schoer, L. and J. Shaffran (1973) A combined evaluation of three separate research projects on the effects of thermal environment on learning and performance. *ASHRAE Transactions*, 73, 97 – 108.
- [19] Timmers, H. (1978) An effect of contrast on legibility of printed text, *IPO Annual Progress Report*, 13, 64 – 67.
- [20] Troussier, B., C. Tesniere, J. Fauconnier, J. Grison, R. Juvin and X. Phelip (1999) Comparative study of two different kinds of school furniture among children, *Ergonomics*, 42, 516 – 526.
- [21] Wayne, W.D. (1998) *Biostatistics*, 7<sup>th</sup> ed., A foundation for analysis in the health sciences, Table A-2, *Random Digits*, (New York: *John Wiley & Sons, Inc.*).
- [22] Whittfield, J.K., S.J. Legg and D.I. Hedderley (2001) The weight and use of schoolbags in New Zeland secondary schools, *Ergonomics*, 44, 819 – 824.
- [23] Wiener, J.S. (1982) The measurement of human workload, *Ergonomics*, 25, 953 – 965.

Avtorjev naslov: prof.dr. Samo Fošnarič  
Univerza v Mariboru  
Pedagoška fakulteta  
Koroška cesta 160  
2000 Maribor  
samo.fosnarc@uni-mb.si

Prejeto: 12.9.2003  
Received:

Sprejeto: 2.12.2004  
Accepted:

Odrpto za diskusijo: 1 leto  
Open for discussion: 1 year