

Šárka BERNATÍKOVÁ¹, Zdeněk JIRÁK², Stanislav MALÝ³

VLIV NEROVNMĚRNÉ RADIČNĚ - KONVEKČNÍ TEPELNÉ ZÁTĚŽE NA SPOLEHLIVOST VÝKONU LIDSKÉHO ČINITELE

INFLUENCE OF IRREGULAR RADIATION - CONVECTION HEAT STRESS ON THE RELIABILITY PERFORMANCE OF THE HUMAN FACTOR

Abstrakt

Cílem práce bylo ověřit vliv nerovnoměrné radiačně - konvekční zátěže na mentální výkon pokusných osob.

Experimentální měření probíhala v klimatické komoře na souboru 24 žen a zahrnovala měření fyzikálních faktorů prostředí, fyziologické odezvy organismu, sledování subjektivních pocitů a ovlivnění mentálního výkonu pokusných osob.

Přes počáteční zácvek se u pokusných osob měnil mentální výkon v závislosti na počtu opakování. Po korekci bylo prokázáno, že radiační asymetrie významně neovlivnila výkon pokusných osob při hraní počítačových her.

Klíčová slova: mikroklima, klimatická komora, tepelné zatížení, lidské faktory.

Abstract

The aim was to verify the influence of irregular radiation - convection load on the mental performance of tested people.

Experimental measurements were realised in a climatic chamber on a group of 24 women and all of them were included measurements of physical environmental factors, physiological responses of the organism, monitor of the subjective feelings and mental performance of tested people.

Mental performance of tested people was changing in dependence on repetition. After the correction it has been proved that the radiation asymmetry does not affect the performance of tested people playing computer games.

Keywords: microclimate, Climatic Chamber, heat load, human factors.

¹ Ing., VŠB - TUO, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Laboratoř výzkumu a managementu rizik, Lumírova 13, 700 30 Ostrava - Výškovice, e-mail: sarka.bernatikova@vsb.cz

² prof. MUDr., CSc., Lékařská fakulta, Ostravská univerzita v Ostravě, Syllabova 19, 703 00 Ostrava - Zábřeh, e-mail: zdenek.jirak@osu.cz

³ RNDr., Ph.D., Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i., Jeruzalémská 9, 116 52 Praha 1, e-mail: malys@vubp-praha.cz

Úvod

Tepelně vlhkostní podmínky jsou faktorem, který významně ovlivňuje pracovní výkon a pracovní pohodu člověka. V odborné literatuře byla publikována řada prací, zabývajících se únosností tepelně-vlhkostního mikroklimatu na pracovištích [8, 9, 10]. Výsledky těchto prací jsou v naší legislativě zakotveny v Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci [1], které stanovuje požadavky na přípustné a únosné tepelně-vlhkostní mikroklima. Tento předpis nezohledňuje nerovnoměrnost tepelné zátěže, i když negativní působení průvanu a jednostranné radiační zátěže je všeobecně známo. Problematiku nerovnoměrné tepelné zátěže řeší ČSN EN ISO 7730 - Mírné tepelné prostředí - Stanovení ukazatelů PMV a PPD a popis podmínek tepelné pohody [2], která je založena na subjektivním hodnocení tepelné pohody v závislosti na rozdílu radiační teploty dvou protilehlých ploch, a která je českou verzí evropské normy EN ISO 7730:2005.

Existuje mnoho studií o vlivu tepelně vlhkostních podmínek na psychický výkon. Výsledky bývají zpravidla specifické k daným podmínkám, přesto lze vyvodit řadu obecných závěrů. Je-li tělo exponováno horku, účinky na výkon závisí na řadě proměnných. Důležité jsou psychologické parametry, jako je úroveň stavu bdělosti, pozornosti a motivace a další faktory individuálních rozdílů jako je např. tělesná postava, věk, pohlaví nebo stupeň aklimatizace na prostředí [5].

Základním psychickým procesem, který ovlivňuje spolehlivost pracovního výkon, je pozornost, která je nasměrována na postřeh vnějších signálů a jejich změn. Narušení pozornosti se projevuje v chybách a v poklesu celkového výkonu. Porušení pozornosti se projevuje i v dalších kognitivních procesech jako je paměť, učení, myšlení, rozhodování a řešení problémů [4].

Spolehlivost člověka bývá definována různě. V literárních zdrojích se objevuje definice lidské spolehlivosti nejčastěji jako: schopnost člověka plnit uložené úkoly s předepsanou přesností v daném časovém intervalu a při daných pracovních podmínkách [14].

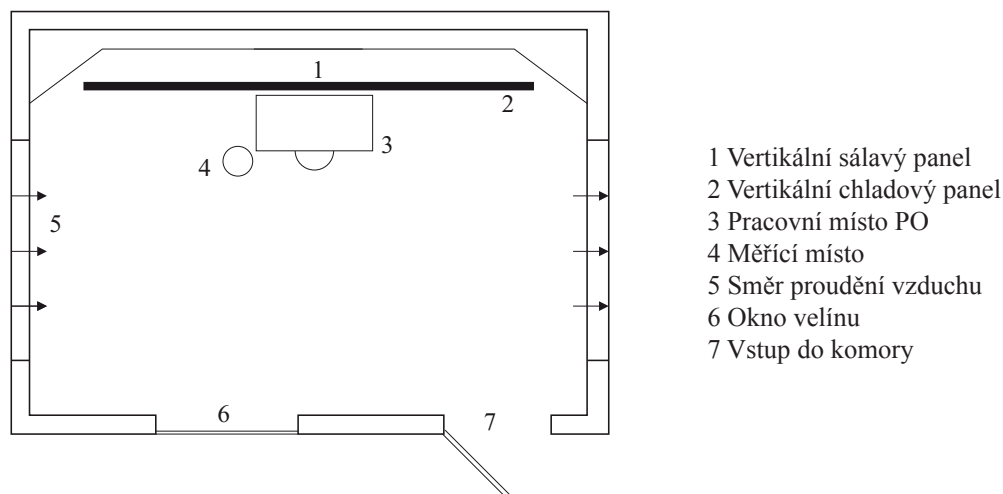
V definici termínu „lidská spolehlivost“ se vychází z lidského práva na chybu. Lidské chyby lze definovat jako poruchy v prováděné činnosti. Člověk si chyby může a nemusí uvědomovat. Podle způsobu realizace jde o chyby způsobené buď nevědomou nepozorností, omylem z neznalosti nebo vědomým omylem. Příčiny lidského selhání mohou spočívat v chybném příjmu informace, chybném zpracování nebo nesprávné interpretaci informace [7].

Cílem práce bylo zjistit reakci pokusných osob na nerovnoměrnou tepelnou zátěž v experimentálních podmínkách v klimatické komoře a objektivizovat, nakolik nerovnoměrná radiačně-konvekční zátěž ovlivní mentální výkon.

Metodika

Práce navazuje na pilotní studii, která byla provedena v letech 2005 - 2006 v rámci řešení projektu „Pracovní pohoda a spolehlivost člověka v pracovním systému“ výzkumného záměru VÚBP, v.v.i. č. MPS0002595001: „BOZP - zdroj zvyšování kvality života, práce a podnikatelské kultury“ [11].

Pokusy byly konány v klimatické komoře Zdravotního ústavu se sídlem v Ostravě. Klimatická komora má vnitřní prostor 2x3x2 m a umožňuje nastavení teploty vzduchu v rozmezí +10 až +60 °C, intenzity sálání od boční stěny nebo stropu v širokém rozmezí s horní hranicí vyšší než 200 W.m⁻², laminárního proudění vzduchu v rozmezí 0,2 až 1,5 m.s⁻¹ a relativní vlhkost v závislosti na teplotě vzduchu v rozsahu 30 až 90 %. Uspořádání pokusné komory znázorňuje obrázek 1.



Obrázek 1: Schéma klimatické komory

Na základě výsledků pilotní studie [11, 12] byly pokusy rozděleny do 3 etap. Tepelné podmínky v jednotlivých etapách byly zvoleny tak, aby výsledná teplota kulového teploměru t_g a tepelný odpor oděvu I_{cl} odpovídaly ve všech pokusech přípustným podmínkám podle nařízení vlády č. 361/2007 Sb.[1]. V rámci etapy I ($t_g = 19$ °C) byly pokusné osoby oblečeny do jednotného oděvu o tepelném odporu 1 clo, v etapě II ($t_g = 22$ °C) byl tepelný odpor oděvu 0,75 clo a v etapě III ($t_g = 25$ °C) byl tepelný odpor oděvu 0,5 clo. Tepelná nerovnoměrnost, vyjádřená rozdílem $\Delta_{t_{rA}-t_g}$, se pohybovala v rozsahu -9 až +34 °C, intenzita sálání v jednotlivých pokusech byla volena v rozmezí -97 až +153 W.m⁻². Proudění vzduchu bylo ve všech etapách konstantní $v_a = 0,25$ m.s⁻¹. Sálavou plochu tvořila zadní stěna komory (vertikální sálavá plocha). Přehled jednotlivých kombinací tepelných podmínek ukazuje tabulka 1.

Tabulka 1: Přehled mikroklimatických podmínek

Etapa I (EI)			Etapa II (EII)			Etapa III (EIII)			I [W.m ⁻²]
t_g [°C]	t_{rA} [°C]	$t_{rA}-t_g$ [°C]	t_g [°C]	t_{rA} [°C]	$t_{rA}-t_g$ [°C]	t_g [°C]	t_{rA} [°C]	$t_{rA}-t_g$ [°C]	
19	16	- 3	22	16	- 6	25	16	-9	- 97
	19	± 0		19	- 3		19	-6	- 80
	22	3		22	± 0		22	-3	- 62
	25	6		25	3		25	±0	- 44
	32	13		32	10		32	7	± 0
	40	21		40	18		40	15	+ 55
	46	27		46	24		46	21	+ 99
	53	34		53	31		53	28	+ 153

Vysvětlivky:

t_g = výsledná teplota kulového teploměru [°C],

t_{rA} = radiální složka teploty ve směru sálání [°C],

I = intenzita sálání [W.m⁻²].

Jako pokusné osoby (PO) bylo vybráno 24 studentek Ostravské univerzity ve věku 20 až 23 let. Pokusné osoby byly seznámeny s průběhem šetření a před zahájením byly zacvičeny v provádění počítačových úloh v optimálních podmínkách mimo klimatickou komoru až po dosažení stabilního výkonu.

Jednotlivým podmínkám byly pokusné osoby exponovány po dobu 1 hodiny. Před vstupem do komory se PO uklidňovaly po dobu 15 minut v optimálních tepelných podmínkách a byly jim připevněny snímače na sledování odezvy fyziologických ukazatelů. Po vstupu do komory se PO nejprve adaptovaly po dobu 20 min pokusným podmínkám, načež následovalo řešení počítačových úloh, „Šipky a Had“, kladoucích nároky na pozornost a krátkodobou operační paměť. V průběhu celé expozice v komoře seděly PO čelem k vertikální sálavé ploše.

Těsně před ukončením pobytu v komoře vyplnily PO dotazník na hodnocení celkového a lokálního pocit tepla nebo chladu na jednotlivé části těla - hlavu, krk, hrudník, záda, ruce a nohy. Pro hodnocení byla použita sedmibodová stupnice podle ČSN EN ISO 7730 [2]. Aby bylo vyloučeno ovlivnění subjektivních pocitů PO očekávaným uspořádáním klimatických podmínek v komoře, bylo pořadí jednotlivých pokusů náhodně měněno. Výsledky subjektivních pocitů byly publikovány v [6].

V průběhu pokusů byly kontinuálně měřeny a zaznamenávány do paměti počítače tepelně vlhkostní podmínky měřené v úrovni 110 cm od podlahy v blízkosti hlavy pokusných osob. Výsledná teplota kulového teploměru t_g byla měřena kulovým teploměrem Vernon-Jokl o průměru koule 10 cm, suchá teplota vzduchu t_a , proudění vzduchu v_a , relativní vlhkost RH a radiační teplota ve směru sálání t_{rA} a od protilehlé stěny t_{rB} byly měřeny přístrojem Indoor Climate Analyser typ 1213 fy Brüel a Kjaer. Mimo to byly kontinuálně měřeny hodnoty t_g a t_a na úrovni 60 a 10 cm od podlahy. Z fyziologických ukazatelů byly kontinuálně v průběhu celého pokusu měřeny a v půlminutových intervalech zaznamenávány do paměti počítače srdeční frekvence a kožní teplota. Výsledky vyhodnocení těchto parametrů byly publikovány v [6].

Pro hodnocení ovlivnění mentálního výkonu PO v experimentálních podmínkách nerovnoměrné radiačně-konvekční zátěže byly použity dvě počítačové úlohy:

Úloha „Šipky“

Na obrazovce se objevuje obrazec čtverce, umístěný v náhodném pořadí buď na levé nebo pravé straně obrazovky. Čtverec je buď prázdný (v tom případě pokusná osoba reaguje stlačením kurzorové klávesy označené šipkou doleva nebo doprava ve směru umístění čtverce), anebo se v něm objeví šipka směřující nahoru nebo dolů (v tom případě pokusná osoba reaguje kurzorovou klávesou označenou šipkou nahoru nebo dolů). Nový podnět se objeví ihned po vyřešení situace.

Úloha tudíž spočívá ve výběrové reakci na 20 různých podnětových situací. Výběrovou reakci je třeba uskutečnit podle tří pravidel, jimž se proband musí naučit. Činnost tedy klade nároky na pozornost a paměť [4].

Úloha „Had“

Tato úloha vznikla úpravou stejnojmenné počítačové hry. Na obrazovce je obdélník, ohraničující hřiště, ve kterém jsou náhodně rozmístěny objekty, které má had spolykat (myši) a které spolykat nesmí (ježci). Pohyb hada je ovládán dvěma kurzorovými šipkovými klávesami (šipka doleva a šipka doprava). Had se nesmí dotknout jakékoli meze ohraničující hřiště nebo sám sebe (chyba) a nesmí spolknout nevhodný objekt (ježek). Had se stále pohybuje, pokud nepozře žádný objekt (myš), rychlost pohybu se zvyšuje. V případě, že had objekt pozře, rychlost pohybu se zpomalí, ale zároveň se prodlouží délka hada.

Výhodou této hry je, že provokuje hráče k chybám, které jsou důsledkem nepozornosti, v některých složitějších případech i k uvažování a plánování pohybu, což jsou situace v praxi operátora se často vyskytující [4].

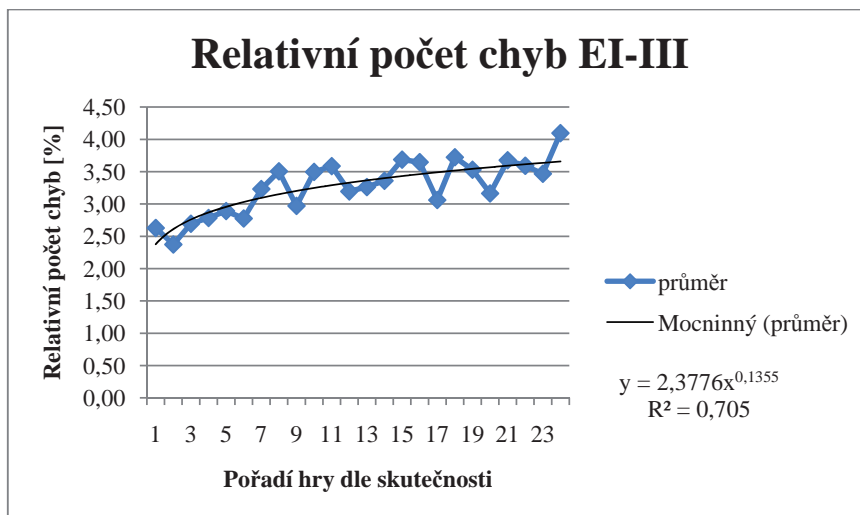
Statistické zpracování výsledků bylo provedeno v programech Excel a Statgraphisc Plus 5.0.

Výsledky

Vyhodnocení hry „Šipky“

Hodnocení výsledků hry „Šipky“ vychází z relativního počtu chyb, což je procentuální vyjádření poměru počtu chyb z celkového počtu zobrazených podnětů. Jde o kombinovaný ukazatel rychlosti a správnosti reakcí.

Analýzou původních výsledků nebylo dosaženo uspokojivé odpovědi na otázku ovlivnění výkonu vlivem nerovnoměrné radiačně-konvekční zátěže. Výsledky z jednotlivých pokusů proto byly následně uspořádány podle pořadí (v časovém sledu) v jakém pokusy skutečně probíhaly. Přestože byly pokusné osoby zacvičeny na určitou úroveň, s narůstajícím počtem odehraných her se zvyšoval počet zobrazených podnětů za jednu hru, zároveň však narůstal počet chyb a tím i relativní počet chyb, viz graf 1.



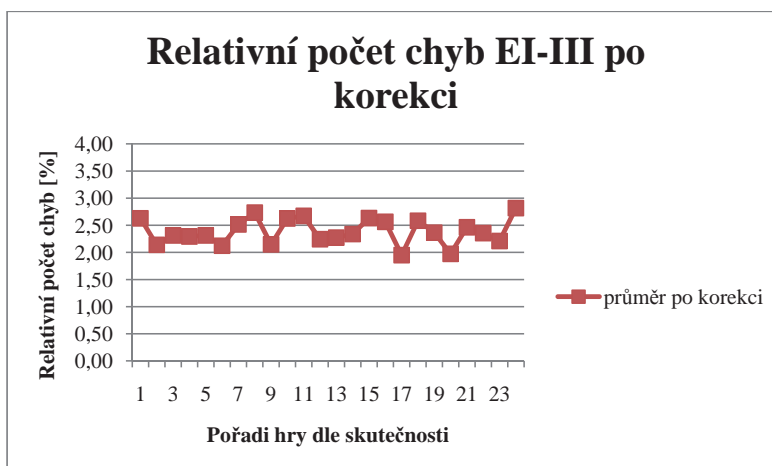
Graf 1: Relativní počet chyb ve skupině v pořadí podmínek všech etap, jak šly chronologicky (v časovém sledu) za sebou

Byla nalezena rovnice regrese a výsledky přepočítány, aby se odstranil vliv opakování. Tabulka 2 znázorňuje původní a přepočítané hodnoty relativního počtu chyb. Hodnoty v tabulce jsou uvedeny chronologicky podle mikroklimatických podmínek.

Tabulka 2: Relativní počet chyb při jednotlivých podmínkách - původní a přepočítané hodnoty podle nalezené korelace pro opakování

trA [°C]	původní hodnoty [%]			přepočítané hodnoty [%]		
	EI	EII	EIII	EI	EII	EIII
16	2,97	2,63	3,06	2,15	2,51	2,46
19	3,50	2,37	3,72	2,56	2,73	2,36
22	3,59	2,69	3,53	2,34	2,14	2,21
25	3,19	2,78	3,16	2,63	2,63	1,97
32	3,26	2,89	3,68	2,27	2,31	1,95
40	3,36	2,78	3,59	2,24	2,29	2,36
46	3,69	3,23	3,47	2,67	2,31	2,58
53	3,65	3,51	4,10	2,63	2,12	2,82

Následující graf 2 znázorňuje přepočtený relativní počet chyb, kde je pomocí korekce odstraněn vliv opakování. Pro srovnání je výkon uveden ve stejném pořadí jako u předcházejícího grafu, tj. chronologicky v časovém sledu, jak šly za sebou. Z popisné statistiky těchto dat vyplývá, že se hodnoty relativního počtu chyb pohybují v rozmezí 1,95 % až 2,82 % a směrodatná odchylka je 0,24.



Graf 2: Přepočtený relativní počet chyb ve skupině v pořadí podmínek všech etap, jak šly chronologicky (v časovém sledu) za sebou

Upravené výsledky byly zadány do programu Statgraphics a spočtena analýza rozptylu ANOVA, kterou bylo provedeno porovnání vlivu jednotlivých podmínek na ukazatele spolehlivosti jednak souhrnně za všechny etapy a jednak pro každou etapu zvlášť. Analýzou bylo prokázáno, že mikroklimatické podmínky v jednotlivých pokusech neovlivnily statisticky významně výkon pokusných osob. Výsledky testu jsou v tabulkách 3a, b.

Tabulka 3a: Shrnutí analýzy ANOVA: jeden faktor, hra „Šipky“

Faktor				
Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl
Sloupec 1	8	19,50	2,44	0,04
Sloupec 2	8	19,06	2,38	0,05
Sloupec 3	8	18,72	2,34	0,09

Tabulka 3b: ANOVA pro výsledky hry „Šipky“

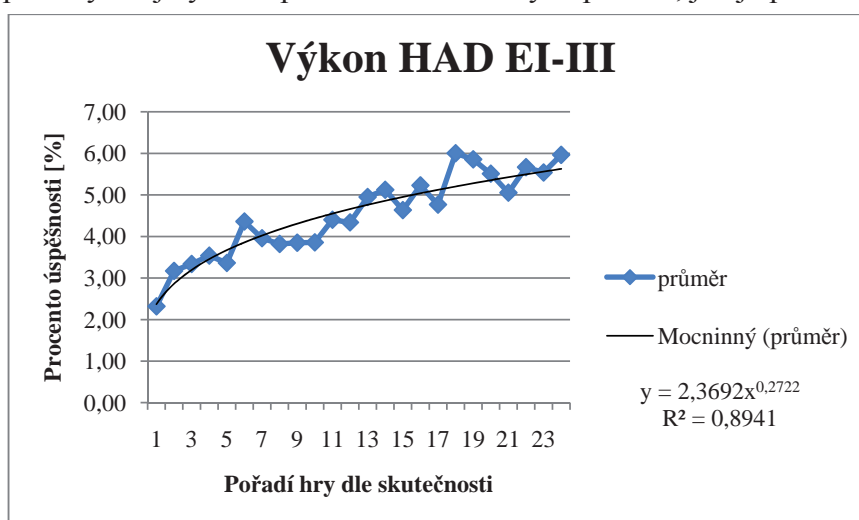
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	0,04	2	0,019	0,32	0,73	3,47
Všechny výběry	1,26	21	0,06			
Celkem	1,30	23				

Z výsledků vyplývá, že P-hodnota F-testu je větší než 0,05 na 95,0 % úrovni spolehlivosti a tedy není statisticky významný rozdíl mezi testovanými hodnotami ze všech 3 etap.

Vyhodnocení hry „Had“

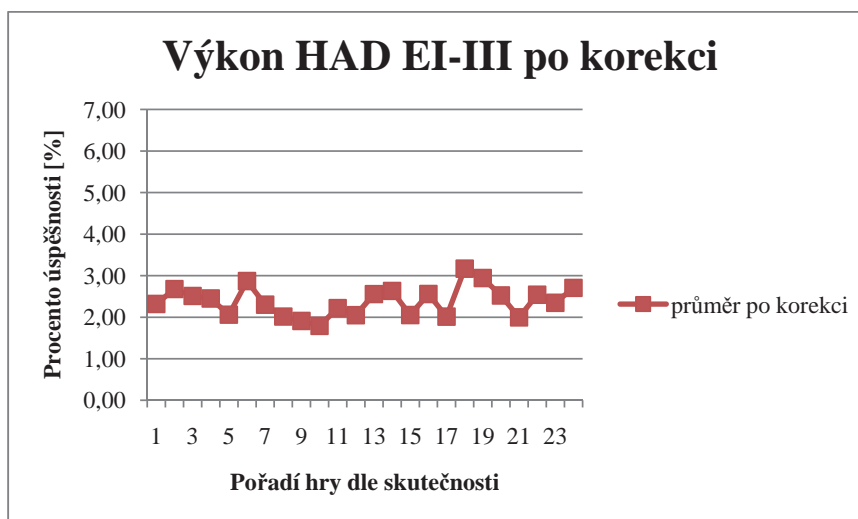
Ve hře „Had“ nemůže pokusná osoba ovlivňovat svou rychlostí kvantitu odvedené práce, jelikož had se pohybuje rychlostí, která po určitých okamžicích vzrůstá v souvislosti s nastalou situací. Kritéria hodnocení spolehlivosti se týkají hlavně kvality práce, tzn. správnosti reakcí. Hodnocení spolehlivosti u této hry je provedeno na základě procenta úspěšnosti při hře, což je podíl bezchybných reakcí z celkového počtu zobrazených podnětů, který je podělen počtem zahájených her, aby do výsledku byla zahrnuta také složka správnosti.

I v této hře se při vyhodnocování výsledků projevil vliv opakování. Pokusné osoby v této hře zlepšovaly svůj výkon s počtem absolvovaných pokusů, jak je patrné z grafu 3.



Graf 3: Procento úspěšnosti ve skupině v pořadí podmínek všech etap, jak šly chronologicky (v časovém sledu) za sebou

Pomocí nalezené rovnice regrese byly výsledky přepočítány. Takto získané hodnoty jsou vyneseny v grafu 4.



Graf 4: Přepočtené procento úspěšnosti ve skupině v pořadí podmínek všech etap, jak šly chronologicky (v časovém sledu) za sebou

Korigované hodnoty procenta úspěšnosti ve hře „Had“ se pohybují v rozmezí 1,79 % až 3,17 % a směrodatná odchylka je 0,35. Výsledky statistické analýzy, které jsou uvedeny v tabulkách 4a, b, prokázaly, že mikroklimatické podmínky neovlivnily ani u hry „Had“ výkon pokusných osob,

Tabulka 4a: Shrnutí analýzy ANOVA: jeden faktor, hra „Had“

		Faktor		
Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl
Sloupec 1	8	17,77	2,22	0,10
Sloupec 2	8	19,21	2,40	0,09
Sloupec 3	8	20,24	2,53	0,17

Tabulka 4b: ANOVA pro výsledky hry „Had“

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	0,38	2	0,19	1,60	0,23	3,47
Všechny výběry	2,53	21	0,12			
Celkem	2,91	23				

Diskuse

Cílem prováděných experimentů bylo zjistit, zda a jak ovlivňuje expozice sálavého tepla výkon v činnostech, které vyžadují pohotovost a správné reakce na vnější podněty. Jako pokusné osoby byly vybrány pouze ženy, jelikož v pilotní studii bylo prokázáno, že jsou ke vnímání mikroklimatických podmínek citlivější než muži [3].

Výsledky psychologických testů v počítačových hrách „Šipky“ a „Had“ ukazují zcela zřetelně, že se nepodařilo úplně vyloučit ovlivnění výkonu v důsledku opakování. Nalezením korelace v těchto výsledcích se podařilo tuto složku z výsledků eliminovat a poté porovnat výsledky s korekcí pomocí analýzy rozptylu ANOVA, v programu Statgraphics.

Na rozdíl od zjištěných výsledků v pilotní studii, kdy se ve výsledcích výše zmíněných her projevil vliv podmínky Teplá stěna +10 °C, v nové sérii pokusů bylo pomocí analýzy ANOVA zjištěno, že nerovnoměrná radiačně-konvekční zátěž v rámci navozených mikroklimatických podmínek neovlivnila mentální výkon pokusných osob. Mírné výkyvy výkonnosti pokusných osob v jednotlivých pokusech nedosahují statistické významnosti. Mohou být podmíněny řadou faktorů, které se nám nepodařilo vyloučit (jako kvalita spánku před dnem pokusu, stres z očekávané zkoušky, reakci na očekávanou zátěž, atd.) neboť jdou vyloučit poměrně těžko, jak už je ve své práci popsal McIntyre [13]: „Reakce člověka na teplotu, která není optimální, bude hodně záviset na jeho očekávání, osobnosti (povaze) a na tom, co v daném okamžiku dělá“.

Práce prezentuje výsledky projektu „Pracovní pohoda a spolehlivost člověka v pracovním systému“ řešeného v rámci výzkumného záměru VÚBP, v.v.i. č. MPS0002595001: „BOZP - zdroj zvyšování kvality života, práce a podnikatelské kultury“.

Resumé

Práca sa zaoberá vyhodnotením spoľahlivosti ľudského činiteľa v mikroklimatických podmienkach s nerovnomernou radiačno - konvekčnou záťažou v rozsahu prípustných hodnôt daných českými právnymi normami.

K vyhodnoteniu spoľahlivosti boli použité dve počítačové hry, ktorých riešenie kladie požiadavky na pozornosť a krátkodobú pamäť. Mentálny výkon bol sledovaný na súbore 24 žien, ktoré boli exponované počas doby jednej hodiny všetkým dopredu stanoveným variantám mikroklimatických podmienok v experimentálnych podmienkach v klimatickej komore. Napriek tomu, že pokusné osoby absolvovali pred začatím pokusu zácvik, nepodarilo sa vylúčiť úplne vplyv opakovania. Po korekcii výsledku bolo štatistickou analýzou preukázané, že nerovnomerná radiačno - konvekčná záťaž v rozsahu použitých pokusných podmienok neovplyvnila pracovný výkon.

Literatura

- [1] NV 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.
- [2] ČSN EN ISO 7730 - Mírné tepelné prostředí - Stanovení ukazatelů PMV a PPD a popis podmínek tepelné pohody.
- [3] BERNATÍKOVÁ, Š.; JIRÁK, Z.; JOKL, M.V.; TOMÁŠKOVÁ, H.; MALÝ, S.; KILIÁN V.: *Nerovnoměrná tepelná zátěž - výsledky subjektivního hodnocení*, České pracovní lékařství, 9, 2008, 2-3, s. 60-66, ISSN 1212-6721.
- [4] BERNATÍKOVÁ, Š.; MALČÍKOVÁ, K.; MALÝ, S.: Vliv sálavého tepla na spolehlivost výkonu lidského činitele. In *Bezpečnost a ochrana zdraví při práci 2006: Sborník přednášek*. 1. vydání. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006. s. 16-24. ISBN: 80-86634.

- [5] BERNATÍKOVÁ, Š.; MALÝ, S.: Reakce lidského organismu na tepelnou zátěž. In *SPEKTRUM*. 2009, ročník 9, 1, s. 78-81. ISSN 1211-6920.
- [6] BERNATIKOVA, S.; OLEKSIAKOVA, Z.; JIRAK, Z.; JOKL, M.V.; TOMASKOVA H.; MALY, S.: The Human Body Reaction on Non-uniform Radiant-Convective Load; In *2010 AHFE International Conference*, Miami, Florida USA, 17. - 20.07.2010, s.1 - 9, ISBN: 978-0-9796435-4-5.
- [7] HAVLÍKOVÁ, Marie.: *Pravděpodobnostní analýza spolehlivosti v systému člověk-stroj (1)*. AT&P Journal. 2006, XIII, 4, s. 56-57. ISSN 1335-2237.
- [8] JIRÁK, Z.; JOKL, M.; JIRÁKOVÁ, H.: *Ověření predikční metody stanovení dlouhodobě a krátkodobě únosné doby práce podle ISO 7933: 1989(E) a návrh kritérií pro hodnocení dlouhodobě a krátkodobě únosných mikroklimatických podmínek*. Pracov. Lék., 47, 1995, 4, s.147-152.
- [9] JIRÁK, Z.; JOKL, M.V.; JIRÁKOVÁ, H.; BAJGAR, P.: *Long-term and short-term tolerable work-time in a hot environment: the limit values verification*. Int.J. Environmental Health Research, 7, 33-46, 1997.
- [10] JOKL, M.; KABELE, K.; MALÝ, S.: *Stanovení optimálních (komfortních) teplot na základě odezvy lidského organismu*. Josra [online]. 2009, 3, [cit. 2010-09-14]. Dostupný z WWW: <http://www.bozpinfo.cz/josra/josra-03-2009/jokl_kabele_maly-optimal.html>. ISSN 1803-3687.
- [11] MALÝ, S.; a kol.: *Etapová zpráva projektu č. 1 „Pracovní pohoda a spolehlivost člověka v pracovním systému“ výzkumného záměru VÚBP č. MPS 0002595001*.
- [12] MALÝ, S.: *Vliv paralelního působení radiačního a konvekčního tepla v podmínkách mírného tepelného prostředí na spolehlivost výkonu člověka*. Ostrava, 2007. 101 s. Dizertační práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. Fakulta bezpečnostního inženýrství.
- [13] McIntyre, D.A.: *Indoor Climate*, 1980, London: Applied Science Publishers LTD.
- [14] OECD-CCA Workshop on Human Factors in Chemical Accidents and Incidents, Proceedings, 2007.