

6/3.164:616.28-072.7]-092.6:159.952.072:159.944

**VLIV KRÁTKODOBÉ HLUKOVÉ ZÁTĚŽE,
SIMULOVANÉ DOPRAVNÍM HLUKEM, NA NĚKTERÉ PSYCHICKÉ FUNKCE
U PERSONÁLU LETIŠTNÍHO DISPEČERSKÉHO PRACOVISTĚ**

Plk. MUDr. Ivo KRÝSA, doc. MUDr. Jiří HAVRÁNEK, CSc., ing. Václav STUHLÍK,
MUDr. Rostislav TOMÁNEK, CSc., MUDr. Ludmila ZAHRÁDKOVÁ

Zdravotnické oddělení Posádkové správy Praha (vedoucí: mjr. MUDr. Jan Strunecký)
Institut hygieny a epidemiologie, Praha (ředitel: prof. MUDr. František Janda, DrSc.)

Věnováno k 50. narozeninám plk. MUDr. M. Divišovského, CSc.

V současné době narůstá množství hluku ve všech směrech. Jak v absolutních hodnotách intenzit, ve velikosti postižené plochy území, v délce expozice i v mnohotvárnosti zdrojů hluku. Podle komise expertů SZO možno předpokládat, že způsob postižení, pokud jde o cílové orgány a systémy organismu, nabude ještě dalších forem a zvýší se asi především význam změn v duševní oblasti.

Již v současné době je hluková zátěž v leteckém provozu, která působí na technicky nelétající personál, značná. K podstatnému nárůstu dalších zdrojů hluku by došlo při mimořádných situacích. Zvláště v podmínkách armády (u některých náročných profesí — např. řídicí technický personál letišť) by mohlo dojít podle některých současných zkušeností k ovlivnění pracovního výkonu těchto osob.

Z literatury je známo, že nepravidelný hluk může vyvolávat mikropauzy v soustředění na základní pracovní výkon, které jsou zdrojem chyb. Složitější činnosti jsou hlukem snadněji narušovány (9, 10).

Cílem této práce je proto sledování krátko-

dobého vlivu proměnného hluku na mimosluchovou odpověď organismu, a to na některé psychické funkce.

Metodika

Bylo sledováno celkem 12 osob ve věku od 34 do 50 let. Z uvedeného počtu byly dvě ženy ve věku 34 a 35 let. Průměrný věk sledovaných mužů byl 42,5 let. Většina osob pracovala delší dobu (průměrně 15 let) na pracovišti, jehož náplní je řízení leteckého provozu na letišti v K. Všichni sledovaní pracovali ve 24hodinovém směnném provozu. Základní údaje o sledovaných osobách uvádíme na tab. č. 1.

Sledované osoby byly při běžné pracovní činnosti vystaveny hlukové zátěži proměnného nízkofrekvenčního hluku s maximem mezi 250—1000 Hz o ekvivalentní hladině hluku v rozmezí 76,2—77,8 dB(A) po dobu 60 minut. V době, kdy byly prováděny experimenty, se u žádné z pokusných osob nevyskytly vážnější zdravotní potíže, narušení životosprávy ani stressové situace. Bezprostředně před hluko-

Tab. 1

Základní údaje o sledovaných osobách

Osoba č.	Pohlaví	Věk v r.	Pracoviště	Délka práce v letech	Zdravotní stav
1.	muž	44	věž	20	dobrý
2.	muž	42	věž	21	dobrý
3.	muž	39	obrazovky	13	dobrý
4.	muž	38	meteorolog	16	dobrý
5.	muž	41	meteorolog	21	oslabený
6.	muž	44	věž	22	dobrý
7.	žena	34	věž	16	dobrý
8.	muž	42	meteorolog	20	dobrý
9.	muž	42	věž	16	dobrý
10.	muž	43	věž	10	dobrý
11.	muž	50	obrazovky	1	oslabený
12.	žena	35	meteorolog	6	dobrý

vou zátěží jsme provedli tato psychologická vyšetření: Bourdonův test pozornosti (1), Mlsův početní test (11, 15) a tabulkový vyhledávací test (7). Několik dní před vlastním pokusem s hlukovou zátěží jsme seznámili sledované s testy a provedli krátký zácvik. Stejná vyšetření jsme provedli ihned po skončení hlukové zátěže. Psychologická vyšetření byla prováděna mimo pracoviště v klidné místnosti. Všechny osoby jsme vyšetřili klinicky, otorinolaryngologicky a provedli jsme audiogram. Dále sledovaní vyplnili dotazník, kde se vyjadřovali mimo jiné i k subjektivním pocitům během pokusu. Vyhodnocovali jsme orientačně i mikroklimatické podmínky v průběhu sledování. Hluk jsme aplikovali z magnetického záznamu pomocí magnetofonu a dvou reproduktorů, přičemž jsme prováděli měření měřicím kondenzátorovým mikrofonom, umístěným uprostřed mezi pracovníky, vzdálenými od sebe 150 cm, a to vždy ve výši uší sedící osoby. Bylo použito přesného měřicího zvukoměru a statistického vyhodnocovacího zařízení fy Brüel & Kjaer. Reprodukce kontrolního signálu byla prováděna prostřednictvím magnetofonu Tesla B 100 a reproduktorových souprav Tesla.

Prvé dva z uvedených testů prováděli sledovaní vždy po dobu osmi minut, přičemž byl zaznamenáván i výkon v díčích dvouminutových intervalech. Platonovův test byl aplikován konstantně tak, že sledovaní vyhledávali 15 čísel a písmen a byl měřen čas v sekundách. Abychom mohli posoudit případný zácvik, prováděli jsme Bourdonův a Mlsův test

u pěti ze sledovaných za stejných podmínek, místo hlukové zátěže však byla 60minutová klidová přestávka, při níž se sledovaní zdržovali na svých pracovištích. Tato měření jsme provedli za 6—8 týdnů po sledování při hlukové zátěži.

Před vlastními pokusy jsme provedli na jednotlivých sledovaných pracovištích orientační proměření hlukových podmínek, což ukazujeme na tab. č. 2. Z výsledků je zřejmé, že hluková zátěž námi aplikovaná nepřekročila nejvyšší naměřené hodnoty, že však znamenala podstatné zvýšení hlukové dávky.

Tab. 2

Hlukové podmínky na pracovištích

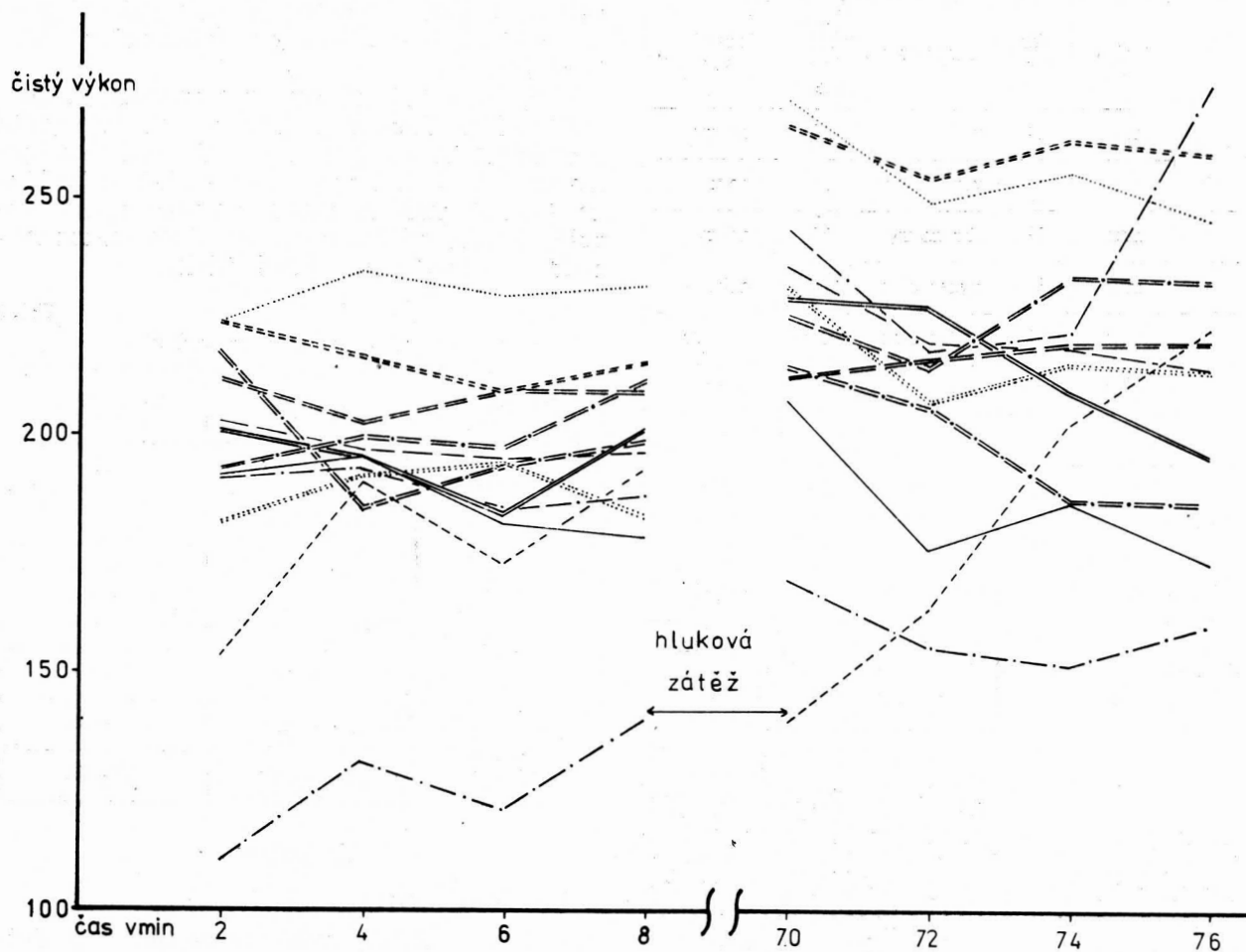
Pracoviště	Situace	$L_A \text{ max (dBA)}$
Věž u ovládacího panelu	rádio - max	77
	pozadí - min	44
	přistání - vrtulník	60—64
	průlet - vrtulník	55—60
	start - vrtulník	50—56
Obrazovky	rádio - max	80—82
	pozadí - max	58—62

Výsledky

Bourdonův test

Celkové výsledky uvádíme na tab. č. 3. Průměrný čistý výkon ve skupině 12 pokusných osob v pokuse s hlukovou zátěží stoupl po hlukové zátěži o 11,9 % ($M_1=771,75$, $s_1=99,363$; $M_2=855,21$, $s_2=116,779$). Vzestup ověřený párovým t-testem ($t=4,457$) je signifikantní na 1% hladině. Průměrný čistý výkon 5 pokusných osob v pokuse bez aplikace hluku stoupl po 60minutové klidové přestávce pouze o 8 % ($M_1=890,8$, $s_1=132,44$; $M_2=962,8$, $s_2=124,871$). I tento vzestup, ověřovaný párovým t-testem ($t=5,533$), je statisticky vysoce významný. Vybraná skupina 5 pokusných osob vykázala zlepšení již při srovnání obou testů, provedených před hlukovou zátěží i před klidovou přestávkou. Zatímco před hlukovou zátěží dosáhla tato vybraná skupina průměrného čistého výkonu 739,2 ($s=136,219$), před pokusem bez aplikace hluku měla průměrný čistý výkon 890,8 ($s=132,44$). Tento vzestup o 20,5 % je rovněž vysoce statisticky významný. Srovnáme-li výkon 5 osob po hlukové zátěži a po 60minutové klidové přestávce, byly výsledky v prvním případě lepší o 16,2 %, ve druhém případě jen o 8 %. Při rozboru procenta počtu chyb z celkového výkonu v Bourdonově testu se ukazuje, že v pokuse s hlukovou zátěží je procento počtu chyb z celkového výkonu nižší po hlukové zátěži (u devíti z 12 sledovaných),

Dynamika čistého výkonu v Bourdonově testu v pokuse s hlukovou zátěží



zatímco v pokuse bez aplikace hluku má procento počtu chyb z celkového výkonu po 60minutové klidové přestávce spíše vzestupnou tendenci (u čtyř z pěti sledovaných).

Na grafu č. 1 je znázorněna dynamika čistého výkonu (čistý výkon = celkový výkon minus počet chyb) v Bourdonově testu v dvouminutových intervalech v pokuse s hlukovou zátěží u dvanácti sledovaných osob. Z grafu je patrné, že hodnoty čistého výkonu jsou po hlukové zátěži většinou vyšší a celý soubor má značně široké rozložení hodnot ve srovnání s rozložením hodnot před hlukovou zátěží. Na grafu č. 2 ukazujeme dynamiku čistého výkonu v Bourdonově testu v dvouminutových intervalech v pokuse bez aplikace hluku u pěti sledovaných osob. Z grafu je patrné zvýšení výkonu po 60minutové klidové přestávce, rozložení hodnot je však prakticky stejné.

Dále jsme vypočítali rovnoměrnost čistého výkonu v dvouminutových intervalech, a to jak v pokuse s hlukovou zátěží, tak i v pokuse bez aplikace hluku, přičemž za teoretickou hodnotu za dvě minuty jsme považovali 25 % (z čistého výkonu za 8 minut). Grafy č. 3 a

č. 4 ukazují naše výsledky v procentech. Na grafu č. 3 je zřetelný rozdíl mezi rovnoměrností čistého výkonu před hlukovou zátěží a po ní. Zatímco před hlukovou zátěží se rovnoměrnost čistého výkonu u čtyř sledovaných pohybuje v rozmezí 24–26 %, pak po hlukové zátěži dochází k většímu rozptýlení čistého výkonu ve dvouminutových intervalech. Z grafu č. 4 je patrné, že rovnoměrnost čistého výkonu před pokusem a po pokuse se pohybují u většiny sledovaných téměř ve stejném rozmezí.

Mlsův test

Na tab. č. 4 jsou znázorněny naše celkové výsledky. Průměrný čistý výkon se v pokuse s hlukovou zátěží po aplikaci hluku zvýšil o 17 % ($M_1=64,666$, $s_1=17,348$; $M_2=75,666$, $s_2=18,07$). Výsledek párového t-testu ($t=4,926$) prokazuje vysokou významnost vzestupu na 1% hladině. Vybraná skupina 5 pokusných osob měla před hlukovou zátěží průměrný čistý výkon $M_1=64,2$ při $s_1=21,664$ a před pokusem bez aplikace hluku $M_2=79,8$ při $s_2=22,639$. Zjištěný 24,2% přírůstek je statisticky vysoce významný ($t=3,917$). Absolutní přírůstek čistého výkonu u 5členné skupiny po hlukové zátěži činil v průměru 5,8 bodů (tj. 9 %), kdežto

Tab. 3

Bourdonův test — celkové výsledky

Osoba č.	P o k u s							
	s hlukovou zátěží				bez aplikace hluku			
	před pokusem		po pokuse		před pokusem		po pokuse	
	celkový výkon	počet chyb	celkový výkon	počet chyb	celkový výkon	počet chyb	celkový výkon	počet chyb
1.	764	15	764	18	837	17	962	25
2.	810	28	880	15	—	—	—	—
3.	722	13	749	20	—	—	—	—
4.	882	15	1052	8	—	—	—	—
5.	849	14	880	10	—	—	—	—
6.	840	38	915	26	978	8	1065	20
7.	514	10	650	12	678	2	760	12
8.	1049	253	931	137	—	—	—	—
9.	850	47	942	34	—	—	—	—
10.	759	39	952	54	966	39	997	32
11.	769	16	880	10	—	—	—	—
12.	961	40	1045	25	1080	19	1135	16

v pokuse bez aplikace hluku po 60minutové klidové přestávce 10,2 bodu (12,7 %). Při rozboru procenta počtu chyb z celkového výkonu v Mlsově testu se ukázalo, že v pokuse s hlukovou zátěží je procento počtu chyb z celkového výkonu nižší po hlukové zátěži (u jednácti ze dvanácti sledovaných), zatímco v pokuse bez aplikace hluku má procento počtu chyb z celkového výkonu po 60minutové klidové přestávce spíše vzestupnou tendenci (u tří z pěti sledovaných).

Graf č. 5 ukazuje, že v pokuse s hlukovou zátěží dochází po hlukové zátěži ke zvyšování dílčích dvouminutových celkových výkonů, zvláště v 72., 74. a 76. minutě pokusu, celková tendence má vzestupný charakter. Soubor má širší rozložení hodnot výkonu po hlukové zátěži nežli před ní. Z grafu č. 6 je patrné, že v pokuse bez aplikace hluku dochází po 60minutové klidové přestávce ke zvýšení celkového výkonu, rozložení hodnot je podobné počátečnímu.

Také jsme vypočítali rovnoměrnost celkového výkonu v dvouminutových intervalech, a to jak v pokuse s hlukovou zátěží (graf č. 7), tak i v pokuse bez aplikace hluku (graf č. 8), přičemž za teoretickou hodnotu za dvě minuty jsme považovali 25 % (z celkového výkonu za 8 minut). Na grafu č. 7 je patrný rozdíl mezi rovnoměrností celkového výkonu před hlukovou zátěží a po ní. Rovnoměrnost celkového

výkonu po hlukové zátěži má značný rozptyl oproti rozptylu před hlukovou zátěží, přičemž se jeví tendence k vyšším dílčím výkonům po hlukové zátěži. Z grafu č. 8 se ukazuje, že rovnoměrnost výkonu po 60minutové klidové přestávce v pokuse bez aplikace hluku je o málo nižší nežli před klidovou přestávkou.

Platonovův test

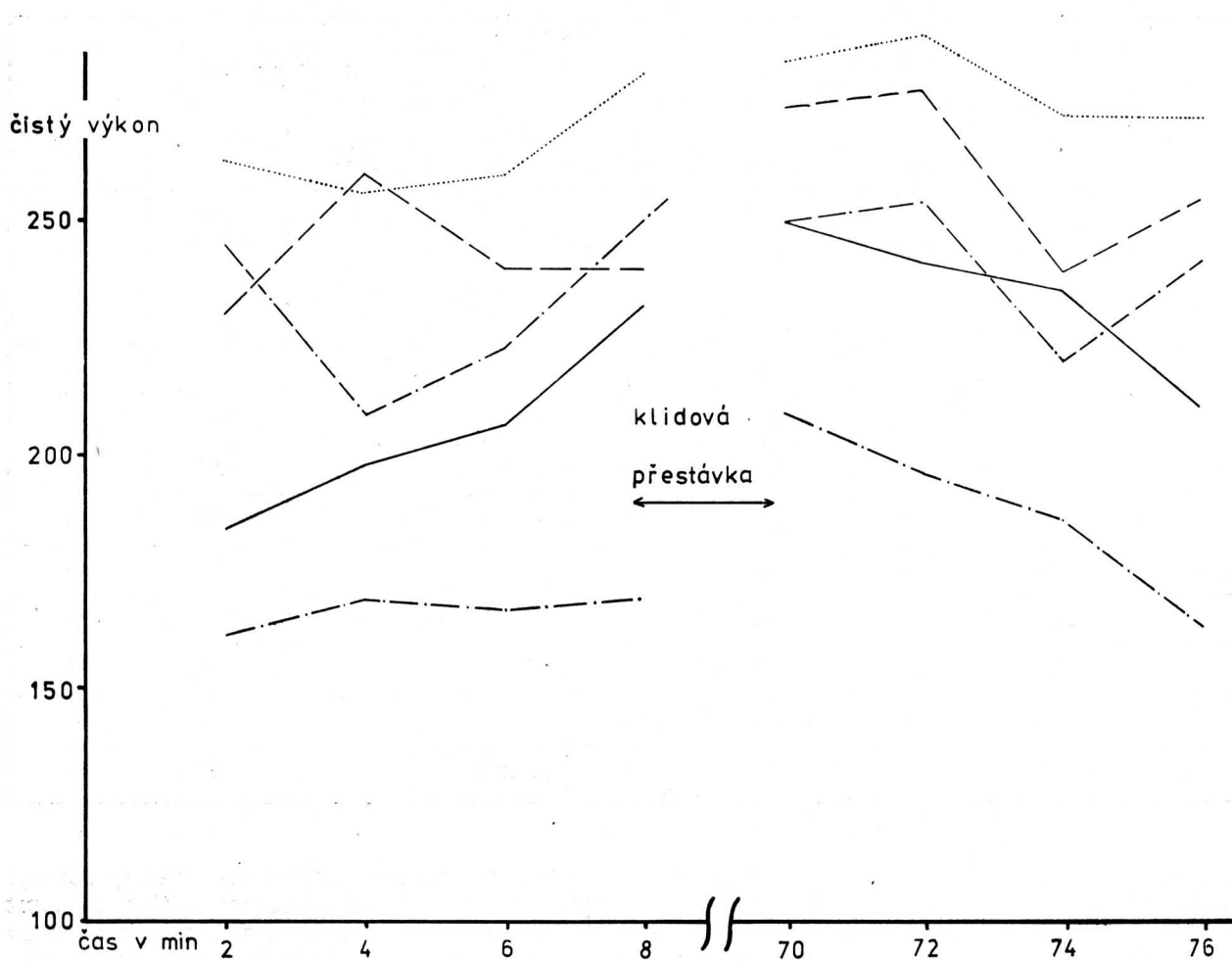
Celkové výsledky uvádíme na tab. č. 5. Při použití Wilcoxonova testu [12] jsme nenalezli statisticky významné rozdíly mezi výkonem před hlukovou zátěží a po ní. Další sledování s tímto testem jsme již dále neprováděli.

Audiometrické a otorinolaryngologické vyšetření

U osob námi sledovaných byl u šesti nalezen normální sluch, u tří lehké percepční změny na úrovni odpovídající věku a předchozí expozici, u dvou jednostranná percepční porucha s poklesem prahů na 4000 Hz do 50 dB ztrát a u jedné pokusné osoby (č. 11) kombinovaná jednostranná porucha těžšího stupně s percepční poruchou na druhém uchu. U této osoby mohla sluchová porucha ovlivnit komunikaci, avšak její křivky výkonů ve sledovaných testech nevybočují z průměru. Otorinolaryngologické nálezy byly nevýznamné a ne-

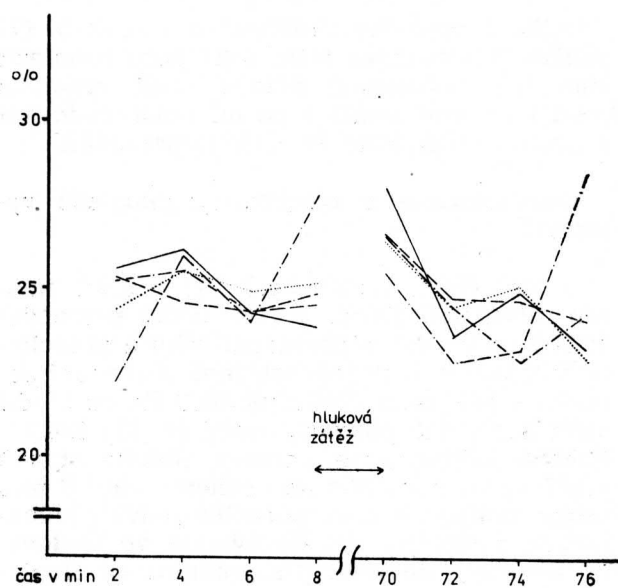
Graf 2

Dynamika čistého výkonu v Bourdonově testu v pokuse bez aplikace hluku



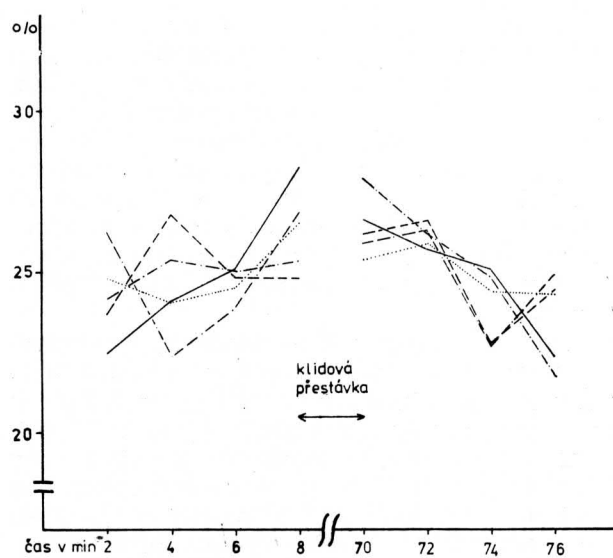
Graf 3

Rovnoměrnost čistého výkonu v Bourdonově testu v pokuse s hlukovou zátěží



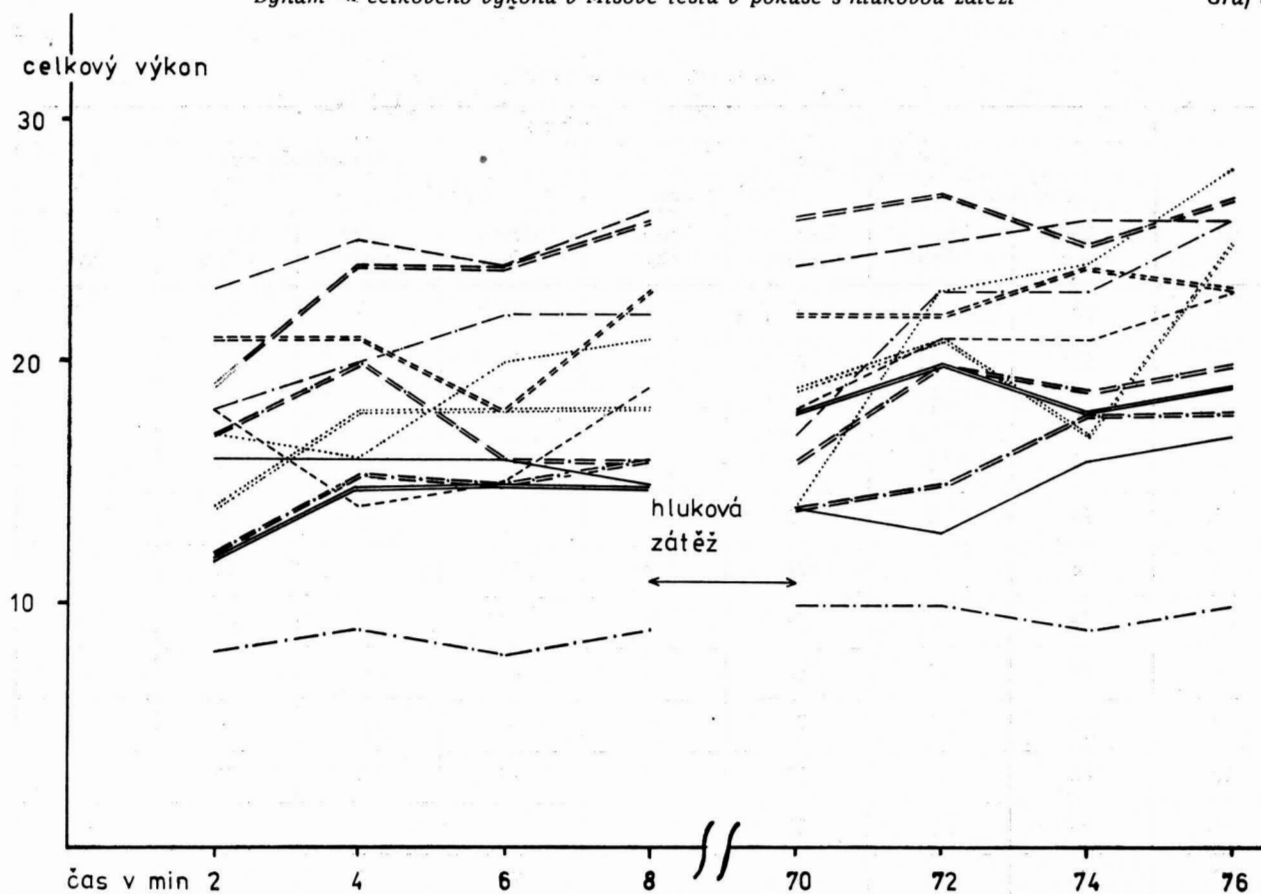
Graf 4

Rovnoměrnost čistého výkonu v Bourdonově testu v pokuse bez aplikace hluku



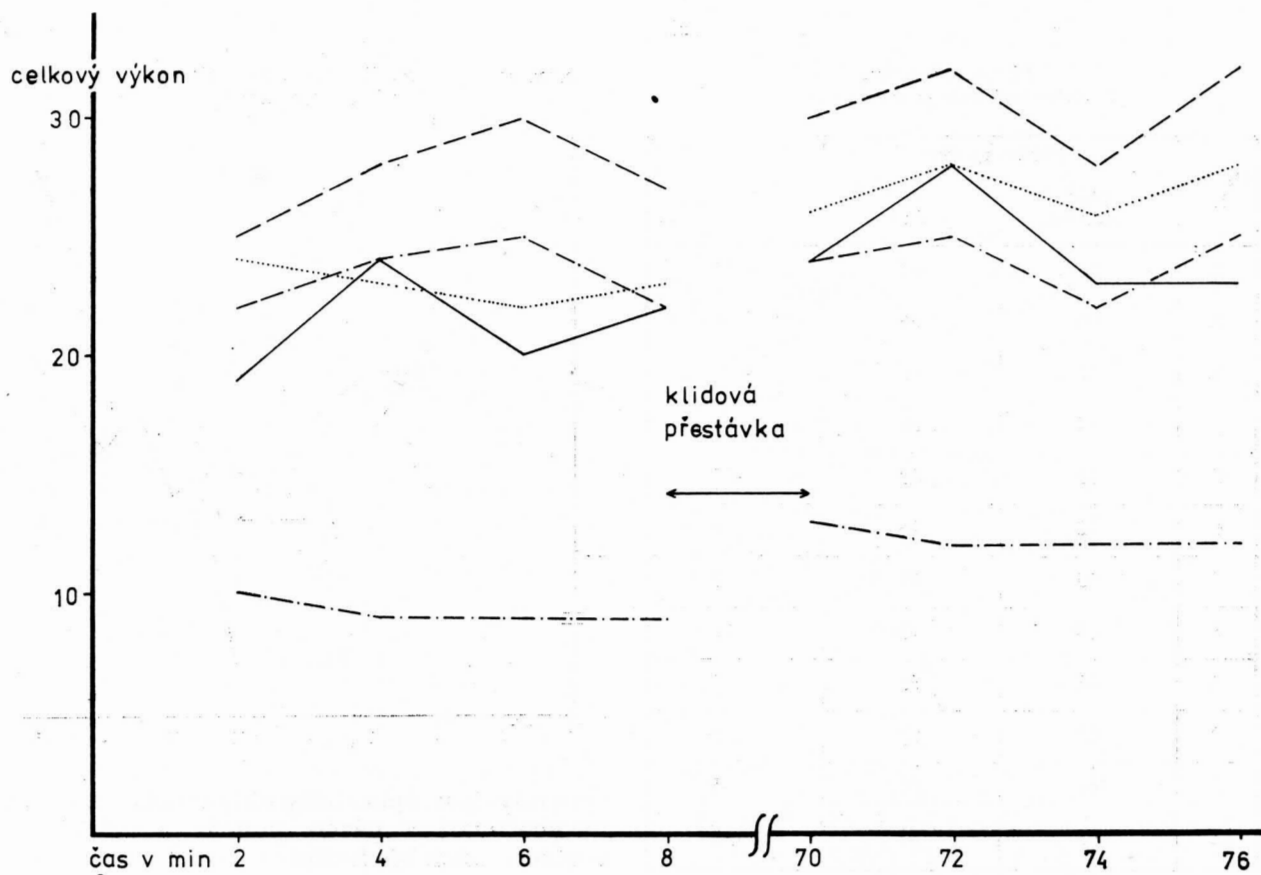
Dynamika celkového výkonu v Mlsově testu v pokuse s hlukovou zátěží

Graf 5



Dynamika celkového výkonu v Mlsově testu v pokuse bez aplikace hluku

Graf 6



Tab. 4

Mlsův test — celkové výsledky

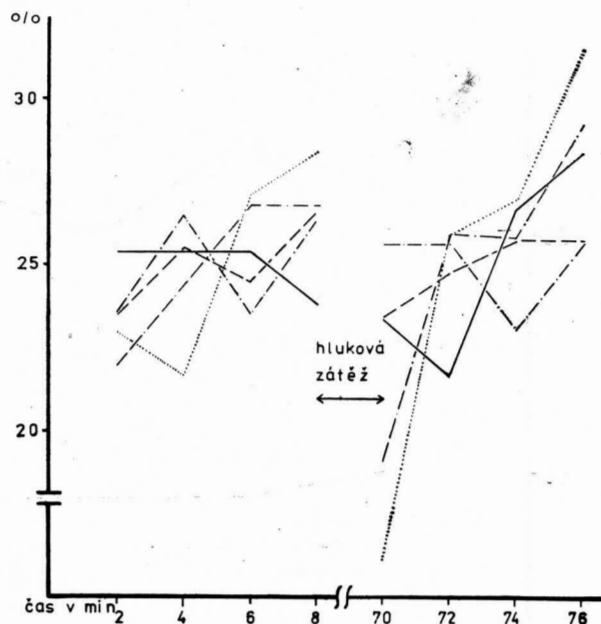
Osoba č.	Pokus							
	s hlukovou zátěží				bez aplikace hluku			
	před pokusem		před pokusem		po pokuse		po pokuse	
	celkový výkon	počet chyb	celkový výkon	počet chyb	celkový výkon	počet chyb	celkový výkon	počet chyb
1.	63	6	60	4	85	7	98	10
2.	57	8	75	8	—	—	—	—
3.	66	1	83	0	—	—	—	—
4.	83	12	91	4	—	—	—	—
5.	93	2	105	2	—	—	—	—
6.	98	3	101	4	110	5	122	3
7.	34	3	39	0	40	2	49	4
8.	58	10	65	11	—	—	—	—
9.	69	5	75	0	—	—	—	—
10.	82	3	89	3	93	2	96	3
11.	68	1	82	1	—	—	—	—
12.	74	16	89	7	92	5	108	3

Tab. 5

Graf 7

Platonovův test,
celkové výsledky v sekundách

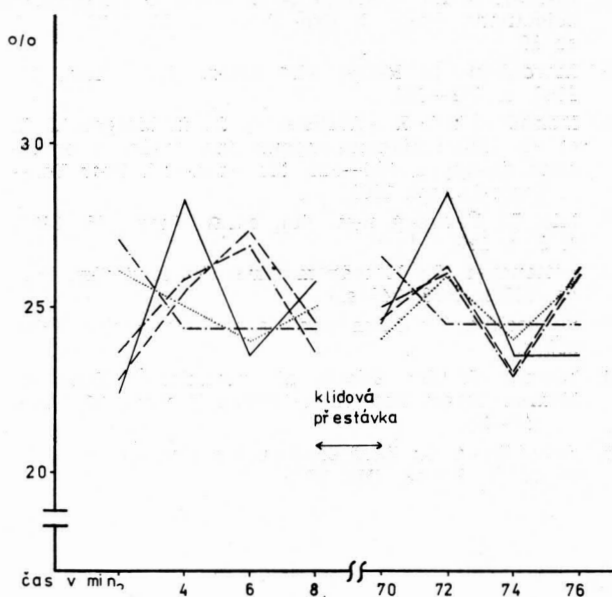
Osoba č.	Hluková zátěž		Odchylka d_i
	před pokusem	po pokuse	
1.	55	68	-13
2.	60	66	-6
3.	55	80	-25
4.	54	58	-4
5.	55	80	-25
6.	72	76	-4
7.	65	65	0
8.	104	93	+11
9.	68	65	+3
10.	61	57	+4
11.	81	86	-5
12.	65	67	-2

Rovnoměrnost celkového výkonu v Mlsově testu v pokuse
s hlukovou zátěží

ovlivnily percepce. Mikroklimatické hodnoty nevybočovaly z pásma pohody a nelišily se v obou fázích sledování.

Graf 8

Rovnoměrnost celkového výkonu v Mlsově testu v pokuse bez aplikace hluku



Legenda ke grafům:

Osoba č.	grafické znázornění	Osoba č.	grafické znázornění
1.	———	7.	----
2.	=====	8.	— · — · —
3.	- - - - -	9.	— · — · —
4.	- · - · -	10.	- - - - -
5.	- · - · -	11.	· · · · ·
6.	- · - · -	12.	· · · · ·

Diskuse a závěry

Výsledky ukazují, že hluková zátěž, kterou jsme aplikovali, vede ve sledovaných testech k uchování nebo zvýšení počáteční výkonnosti. Při srovnání s pokusy bez aplikace hluku je po hlukové zátěži výkon buď stejný nebo lepší; zlepšení může být i statisticky významné. Také počet chyb v činnostech, které jsme hodnotili, se snížil.

To odpovídá zjištění Hockeyho (8), že hluk při složité činnosti snižuje pozornost k vedlejším podnětům, avšak zpracovatelnost podnětů, které jsou ve středu pozornosti, stoupá. Potvrzují to i nálezy Warnera (14), který uvádí, že při vzestupu intenzity hluku klesá celkový počet chyb při složitém pozornostním úkolu. Potvrdily se též ty literární údaje, které popisují zhoršující vliv hluku (např. na citlivost k barevnému světlu, periferní vidění, pozornost) teprve při hladinách 90 a více dB(A).

Z přehledu zpracovaného Gulianem (2) vyplývá, že výzkumy ovlivnění pracovního výkonu hlukem, provedené v posledních dvaceti letech, mají velmi rozdílné výsledky a uvádějí jak negativní, tak neutrální či pozitivní výsledky. Je to způsobeno jednak okolnostmi, které jsou na hluku nezávislé, jednak samotným mechanismem působení hluku, který působí nespecifické podráždění retikulární for-

mace v podkoří a vede k aktivaci regulačních systémů organismu i korových oblastí mozku (3). Je známo, že vztah dráždivosti a výkonnosti je nelineární (5) a že po počátečním zvyšování výkonu se zvyšováním aktivace později dostaví pokles výkonnosti, jestliže podráždění překročilo optimální míru. Je známo, že osoby klidné, pomalé, s malou rychlostí výkonu svůj výkon v hluku uchovávají déle zlepšený než osoby reaktivní, neklidné. Je to v souladu s nálezy Havránka (6), který ukázal, že v prvních deseti minutách práce je často, zvláště u pomalejších pracovníků, výkon při mírném hluku lepší než v tichu.

Stálá přítomnost určité hladiny hluku v prostředí při našich sledováních mohla působit příznivě na výkon a počet chyb také tím, že došlo k překrytí (maskování) rušivých hluků s výrazným informačním obsahem. Tyto zkušenosti popsal z halových kanceláří Gräfe (4).

Hluková zátěž není jednoznačně prospěšná ani indiferentní a exponovaný pracovník za ni platí určitou „cenu přizpůsobení“ (13). To potvrzuje v našich výsledcích zvýšení rozptylu hodnot výkonu po hlukové zátěži, svědčící o různé intenzitě spoluúčasti regulačních mechanismů u našeho souboru, zejména zhoršení rovnoměrnosti výkonu.

Závěrem lze říci, že činnost námi sledovaná není ekvivalentními hladinami hluku nižšími než 80 dB(A) narušována, že naopak pozornost, přesnost i výkonnost vzrůstá. Zvýšení rozptylu a zhoršení rovnoměrnosti výkonu svědčí však o tom, že jde o zátěžovou situaci. V praxi je proto třeba dbát na minimalizaci ostatních zátěží a stressů u pracovníků, kteří musí být při složité odpovědné činnosti vystaveni silnému hluku. Nevhodné by bylo též vytvářet situace, při nichž by pracovník, ovlivněný hlukem, měl provádět více než jednu odpovědnou, na sobě navzájem nezávislou činnost.

Souhrn

Autoři sledovali 12 dospělých osob (z toho 2 ženy), kterým byla aplikována hluková zátěž proměnného nízkofrekvenčního hluku o ekvivalentní hladině v rozmezí 76,2–77,8 dB(A) po dobu 60 minut. Před hlukovou zátěží i po ní prováděli sledování tato psychologická vyšetření: Bourdonův test pozornosti, Mlsov test a Platonovův test. Bylo provedeno klinické vyšetření, ORL vyšetření a audiogram. Byly vyhodnoceny orientačně i mikroklimatické podmínky na pracovišti. U části sledovaných (5) byly provedeny stejné testy, místo hlukové zátěže byla však 60minutová klidová přestávka.

Po aplikované hlukové zátěži došlo k zachování nebo zvýšení počáteční výkonnosti v Bourdonově a Mlsově testu. V Platonovově testu nedošlo k významným změnám. Při srovnání s pokusy bez aplikace hluku je po hlukové zátěži výkon buď stejný nebo vyšší. Počet chyb v prvních dvou testech se snížil. Jsou

diskutovány mechanismy těchto změn a je uzavíráno, že sledovaná činnost není ekvivalentními hladinami nižšími než 80 dB(A) narušována, naopak pozornost, přesnost i výkonnost stoupá, i když další výsledky svědčí o tom, že jde o zátěžovou situaci.

Literatura

1. Balík, S. - Jiřová, H. - Mílová, A.: Visual Performance of fluorescent illumination of various spectral radiance distribution. *Act. nerv. superior*, 8, 1966, č. 2, s. 211—212.
2. Gulian, E.: Psychological Consequence of Exposure to Noise. *Proc. of the Inter. Congr. of Noise*. Dubrovnik, Editor Ward, W. D., U. S. Environmental Protect. Ag. Washington 1973, s. 459—568.
3. Grandjean, E.: Ermüdung und Leistungsbereitschaft. *Naturwiss. Pdsch.*, 20, 1967, s. 511—518.
4. Gräfe, K.: Bürolärm aus hygienischer Sicht, *Kampf d. Lärm*, 12, 1965, s. 8—11.
5. Haider, M.: Ermüdung, Beanspruchung und Leistung. Vídeň, 1962.
6. Havránek, J.: Vliv málo intenzivních hluků na organismus. *Kand. dis. práce*, Praha, LFHUK 1962.
7. Havránek, J.: Ústní sdělení.
8. Hockey, G. R.: Effect of Loud Noise on Attentional Selectivity, *Quart. J. Exp. Psychol.*, 22, 1970, s. 28 až 36.
9. Křivohlavý, J.: Rušivý vliv hluku, *Prac. Lék.*, 15, 1963, s. 212—217.
10. Licklider, J. C. R. - Webster, J. C.: In Morgan, C. T. et al. (Eds.) *Human engineering guide to equipment design*, s. 180—216, Mc Gran-Hill, New York-Toronto-London 1963.
11. Mls, J.: Únavový test, *Voj. zdrav. Listy*, 26, 1957, č. 3, s. 120.
12. Reisenauer, R.: *Metody matematické statistiky*, Praha, SNTL 1968, 248 s.
13. Schuschke, G.: *Lärm und Gesundheit*, Berlin 1976, 159 s.
14. Warner, H. D.: Effects of Intermittent Noise of Human Target Detection. *Human Factors*, 11, 1969, s. 245—250.
15. Zahrádková, L.: Závěrečná zpráva úkolu P 16 (1970 až 1975), Praha, IHE 1975.