

OBJEKTIVIZÁCIA A HODNOTENIE FYZIKÁLNYCH FAKTOROV - HODNOTENIE NEGATÍVNYCH ÚČINKOV HLUKU A VIBRÁCIÍ NA ZDRAVOTNÝ STAV ČLOVEKA

PIŇOSOVÁ MIRIAMA - MORAVEC MAREK - LIPTAI PAVOL

OBJECTIFICATION AND VALUATION OF PHYSICAL FACTORS - VALUATION OF THE NEGATIVE IMPACT OF NOISE AND VIBRATION ON THE HEALTH STATE OF HUMAN BODY

ABSTRAKT

Hluk patří mezi nejvýznamnější bionegativní činitele v našem životnom a pracovnom prostredí. Je rušivým faktorom pri práci, odpočinku, spánku i pri komunikácii medzi ľuďmi. Najčastejšie býva príčinou vzniku poškodenia nervového, ale najmä vegetatívneho systému. Z hľadiska vplyvu vibrácií na človeka pôsobia tieto otrasy negatívne na celý ľudský organizmus, ovplyvňujú jeho zdravie, správanie, aktivitu a duševnú pohodu.

KLúčové slová: negatívne účinky hluku, negatívne účinky vibrácií, ľudský organizmus

ABSTRACT

Noise is one of the most important factor in life and working environment. Noise is very disturbing factor in working process, rest and sleeply and also in communication between people. Noise is causing damaging of nervous system but almost vegetative system. Influence of vibrations to human is negative for whole body, and generally for human health and his activity and behavior.

Key words: negative effect of noise, negative effect of vibrations, human body

NEGATÍVNY VPLYV HLUKU NA ZDRAVOTNÝ STAV ČLOVEKA

"Ludstvo v neďalekej budúcnosti bude musieť bojovať proti hluku podobne, ako kedysi bojovalo proti moru" (R. Koch, 1843-1910).

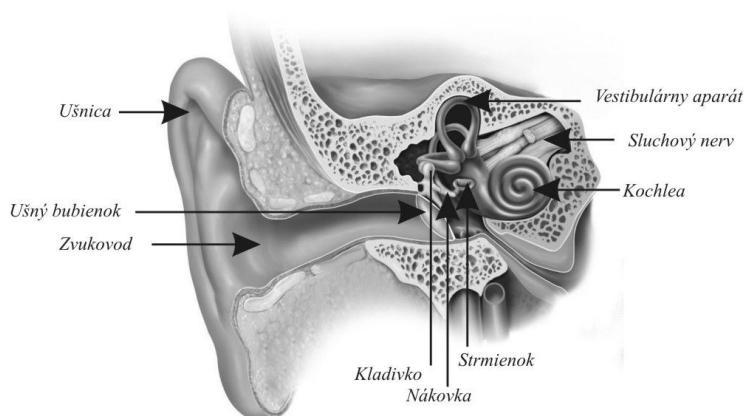
VNÍMANIE ZVUKU U ČLOVEKA, REZ UCHOM

Orgánom sluchového zmyslu je ucho (obr. 1). Skladá sa z vonkajšieho, stredného a vnútorného ucha. Vonkajšie a stredné ucho sú pomocnými orgánmi, ktoré zachytávajú alebo tlmia adekvátne sluchové podnety, čiže zvukové vlny, ktoré sa šíria vzduchom alebo vodou.

- Vonkajšie ucho sa skladá z ušnice a z vonkajšieho zvukovodu, ktorého dĺžka je asi 25 mm. Ušnica pomáha sústreďovať zvukové vlny, ktoré sa šíria zo zdroja zvukových vibrácií. Po sústreďení pôsobia zvukové vlny ako tlaková vlna na bubienok, ktorý začína vibrovať a to podľa sily a výšky zvukového podnetu.

- *Stredné ucho* sa skladá z bubienka a sluchových kostičiek - kladivka, strmienka a nákovky, ktoré sa nachádzajú v bubienkovej dutine. Stredné ucho zabezpečuje prenos zvukových vln vzduchom, preto hovoríme o vzduchovom prenose zvukov. Pri kontakte vibrujúceho telesa s lebkou sa šíri zvuk kosťou, vtedy hovoríme o kostnom prenose zvukov.
- *Vnútorne ucho* je miestom kde sa nachádzajú receptory sluchového aj rovnovážneho zmyslu. Vnútorne ucho tvorí komplikovaný systém kanálikov a dutín v spánkovej kosti, ktoré navzájom komunikujú a vytvárajú bludisko.

Intenzita zvuku sa v receptoroch kóduje ako *amplitúda receptorového potenciálu*. Vyjadruje sa v decibeloch (dB). Decibelová stupnica je *logaritmická*, čiže 1 dB je 10 krát menej ako 10 dB, ale 20 dB je 100 krát viac ako 1 dB a tak ďalej. Intenzita zvuku nad 140 dB je už pre ľudské ucho bolestivá. *Sluchová citlivosť* sa určuje pomocou audiometrov. Sú to generátory čistých tónov v rozsahu vnímateľných tónov s nastaviteľnou intenzitou. Postupujúcim vekom sa znižuje vnímateľnosť zvukov, najmä frekvencie nad 11 000 Hz už starší ľudia nepočujú.



Obr.1 Rez uchom

ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA HLUKU

Hluk je každý nežiaduci, nepríjemný, rušivý alebo škodlivý zvuk. Jeho dve hlavné charakteristiky sú *frekvencia* meraná v hertzoch (Hz) a *intenzita* meraná v decibeloch (dB). Hluk má priamy vplyv na centrálny nervový systém, čo môže mať psychické, rovnako ako fyzické dôsledky. Poškodený sluch je pretrvávajúcim stavom, a čo je najdôležitejšie, nevyliciteľným.

Účinky hluku na človeka môžeme rozdeliť na:

- *Účinky špecifické*, ide o pôsobenie hluku priamo na sluchové orgány. Ku škodlivému pôsobeniu na sluch dochádza vtedy, ak hladina akustického tlaku L prekročí hodnotu 85 dB.
- *Účinky nešpecifické*, teda (*mimosluchové*), prostredníctvom sluchového orgánu sa účinky hluku prejavajú ako poruchy iných orgánov a funkcií a to v oblasti psychologickej alebo fyziologickej.

Špecifické účinky hluku

V prípade ak hladina akustického tlaku presiahne hodnotu 130 dB pozorujú sa účinky na tkanivách a pri hodnote nad 160 dB sa už pretrhne bubienok - dochádza k úplnej strate sluchu.

Medzi špecifické účinky hluku patria:

- *Organické poškodenie sluchového orgánu*, teda poškodenie sluchu, ktoré môže byť akútne alebo chronické.

- **Funkčné poškodenie sluchového orgánu**, teda posun sluchového prahu, zmena v priestorovej orientácii a v pohybovej koordinácii.
- **Funkčná porucha počutia**, napríklad strata sluchu na kmitočtoch nutných pre vnímanie hovorovej reči.

Keď je sluchový orgán dlhodobo a opakovane vystavovaný hluku v priebehu práce alebo pracovného procesu hovoríme o *profesionálnej nahluchlosti*. Podstatou profesionálnej nahluchlosti je degeneratívne poškodenie až úplná deštrukcia zmyslových buniek sluchového orgánu hlukom s následnou poruchou ďalších vnútrošných elementov. *Priebeh profesionálnej nahluchlosti môžeme rozdeliť na 4 štádia:*

1. Úvodné štádium - V tomto štádiu postihnutý má pocit zahlušenia pri práci a aj po nej. Prejavujú sa ušné šelesty, zvýšená celková telesná únava, bolesti hlavy, poruchy spánku, podráždenosť, depresia, nechutenstvo a iné. Audiometrické vyšetrenie zisťuje prechodný pokles sluchovej ostrosti, ktorý po odpočinku mizne a je známkou sluchovej únavy (*1-3 mesiace*).

2. Štádium totálnej latencie - U postihnutého miznú subjektívne ťažkosti, dochádza k adaptácii mozgovej kôry na nepriaznivé podmienky hlučného prostredia. Pracovníci napr. tvrdia, že im hluk neprekáža, a že počujú dobre, no pri audiometrickom vyšetrení lekár zistí pokles sluchovej ostrosti o 30 dB aj viac. Tento pokles už po odpočinku nezmizne (*10-15 rokov*).

3. Štádium subtotálnej latencie - V tomto štádiu už postihnutý nepočuje tiché jemné tóny, zvuky ako šepot, tikot hodín, vtáčí spev a pod. Na audiograme je vidieť, že strata sluchu sa prehĺbila a dosiahla 70 dB a viac. Do tohto štádia sa dostáva pracovník po (*15-25 rokoch*) expozície v hlučnom prostredí.

4. Štádium manifestačnej hluchoty - Nastáva, keď porucha sluchu výrazne zasiahne aj frekvencie rečové a postihnutá osoba si stratu sluchu jasne uvedomuje. Toto štádium prichádza asi po 25 ročnej expozícii v hlučnom prostredí.

Nešpecifické - mimosluchové účinky hluku

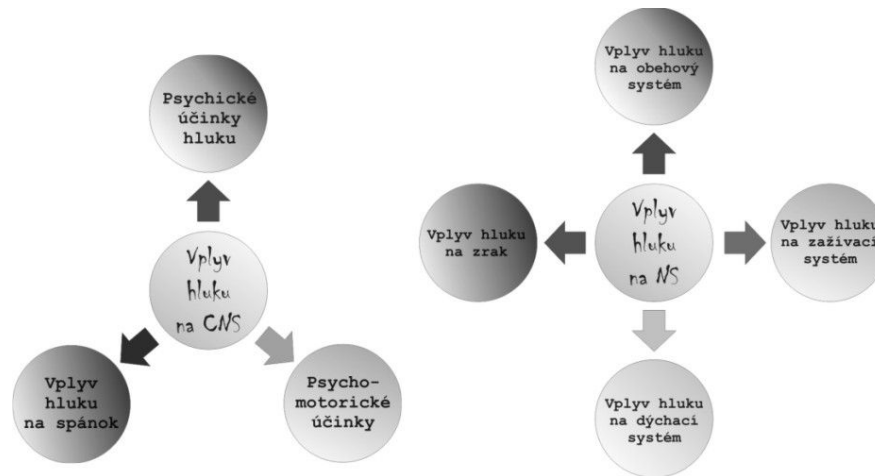
Vplyv hluku na ústroj rovnováhy - Vo vnútornom uchu je uložený ústroj pre rovnováhu. Hluk spôsobuje pocit závrate, môže byť spojený s nutkaním na zvracanie alebo s mdlobami.

Vplyv hluku na centrálny nervový systém

Psychické účinky hluku - sa prejavujú pocitmi nepohodlia, zmätku, mrzutosti, úzkosti, únavy. Pritom aj hluk nepatrnej intenzity môže pôsobiť výrazne škodlivo (*napríklad kvapkanie vody, šuchot papiera a iné nepríjemné zvuky*).

Psychomotorické účinky - hluku vedú k zhoršeniu koordinácie pohybov, zníženiu presnosti v práci, k zhoršeniu kvality a k zmenšeniu rýchlosti psychomotorických výkonov.

Vplyv hluku na spánok - pre pokojný, dostatočne hlboký spánok je potrebná *hladina 25-35 dB*. Poruchy spánku však nespôsobuje iba bezprostredne pôsobiaci hluk, ale aj hluk, ktorý obťažuje postihnutého vo dne, teda pri práci v hlučnom prostredí. Porucha spánku v takomto prípade môže byť ako jeden z príznakov neurózy spôsobenej hlukom.



Vplyv hluku na neurovegetatívny systém

Vplyv hluku na obehový systém - zúženie drobných ciev v koži a v slizniciach, má za následok zníženie prekrvenia kože a slizníc a pokles teploty kože. Ďalším dôsledkom býva aj zvýšený krvný tlak. Zistilo sa, že ľudia pracujúci v hluku, ktorý prevyšuje stanovenú normu, až päťnásobne častejšie trpia srdcovými a cievnymi chorobami.

Vplyv hluku na zažívací systém - hluk tlmí činnosť zažívacieho systému, spomaľuje peristaltické pohyby žalúdka a čriev, znižuje vylučovanie slín, čo vedie k poruchám trávenia. Okrem toho sa zistilo, že vredové ochorenie žalúdka a dvanástnika sa najčastejšie vyskytuje u ľudí pracujúcich alebo bývajúcich v hlučnom prostredí.

Vplyv hluku na dýchací systém - sa prejavuje v zrýchlení dýchania.

Vplyv hluku na zrak - hluk spôsobuje rozšírenie zreničky, čo sa potom prejaví v poruche hĺbkovej ostroti zraku, teda presného odhadu vzdialenosti. Okrem toho sa zhoršuje farbcit na červenú farbu, znižuje sa schopnosť videnia za šera a zužuje sa zorné pole.

Endokrinné, biochemické a metabolické zmeny spôsobené hlukom - Tieto zmeny sú prejavom obrannej reakcie organizmu. Z fyziologického hľadiska neexistuje adaptácia organizmu na hlučné prostredie. Teda ak niekto tvrdí, že si na hluk zvykol, potom je to iba subjektívny dojem, ale v skutočnosti zhubné pôsobenie hluku pokračuje. Človek si najlepšie oddýchne pri 35 dB (šumenie mora, riek, lístia stromov, dažďa).

NEGATÍVNY VPLYV VIBRÁCIÍ NA ZDRAVOTNÝ STAV ČLOVEKA

Vibrácie pôsobia na človeka takmer všade. Prenášajú sa na nás pri obsluhu strojov a zariadení, z pracovných nástrojov, dopravných prostriedkov, budov, domácich spotrebičov a pod.

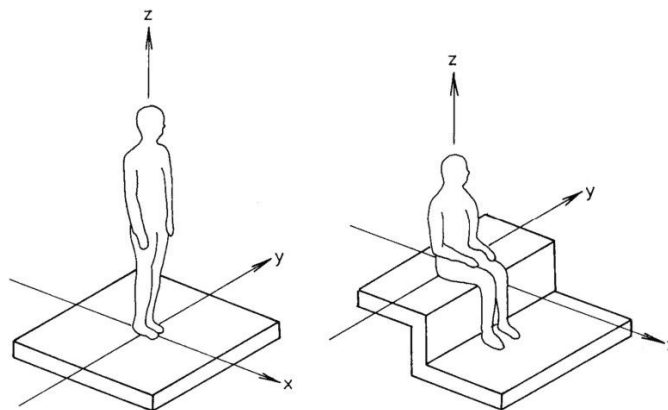
Vibrácie sa prejavujú nepríjemne, rušivo a škodlivo. Súhrn poškodení vznikajúcich vplyvom vibrácií označujeme ako choroby z vibrácií (ako sú napríklad traumatický kŕč ciev horných končatín, mŕtva ruka, mŕtve prsty, biele prsty, vegetatívna neuritída). Choroby z vibrácií sa prejavujú štyrmi základnými súbormi poškodení:

- ciev rúk,
- nervového systému,
- pohybového systému,
- vzdialených orgánov (orgánov, na ktoré sa vibrácie bezprostredne neprenášajú).

Prenos vibrácií na celé telo - Vibrácie sa prenášajú na stojacu, sediacu alebo ležiacu osobu z podlahy, vibrujúceho sedadla alebo cez iný oporný povrch tak, že spôsobujú intenzívne vibrácie celého organizmu. Podľa smeru pôsobenia sa celkové vibrácie rozdeľujú na vibrácie v *pozdĺžnom smere*

a vibrácie v *priečnom smere*. Vibrácie, ktoré sa prenášajú na celé telo sa hodnotia na sedacej podložke u sediaceho zamestnanca alebo na podlahe u stojaceho zamestnanca vo frekvenčnom rozsahu určenom príslušným váhovým filtrom. *Limítná hodnota* normalizovaného zrýchlenia vibrácií prenášaných na celé telo v smere osi s maximálnym prenosom je $1,15 \text{ ms}^{-2}$. *Akčná hodnota normalizovaného zrýchlenia* prenášaného na celé telo je $0,5 \text{ ms}^{-2}$. *Akčná hodnota ekvivalentného zrýchlenia* vibrácií prenášaných na celé telo s trvaním kratším ako 10 minút je $3,5 \text{ ms}^{-2}$.

Prenos vibrácií na ruky - Vibrácie, ktoré sa prenášajú na jednu ruku alebo obidve ruky z rukovätí strojov alebo náradia, resp. z povrchu predmetov držaných rukou, sa posudzujú v pásme frekvencií 5,6 Hz až 1400 Hz.



OCHORENIA KOSTÍ, KLBOV, SVALOV, CIEV A NERVOV KONČATÍN SPÔSOBENÝCH PRI PRÁCI S VIBRUJÚCIMI NÁSTROJMI A ZARIADENAMI

Ide o ochorenia spôsobené otrasmi a vibráciami. Ide vždy o ochorenie celého organizmu, ktorého klinická symptomatológia, či už miestna alebo celková, závisí predovšetkým na fyzikálnych parametroch škodlivín a ďalej na tom, či škodlivina pôsobí miestne, celkovo alebo kombinovane. Choroby z vibrácií pôsobiacich na horné končatiny delíme orientačne na 4 syndrómy (podľa Húzla):

- *syndróm postihnutia pohybového aparátu,*
- *syndróm postihnutia ciev,*
- *syndróm postihnutia nervov,*
- *syndróm postihnutia orgánov vzdialených od miesta pôsobenia.*

Často sa vyskytujú 2 - 3 syndrómy súčasne, aj keď klinický obraz niektorého z nich prevláda. Choroba vzniká predovšetkým u pracujúcich s pneumatickým náradím, s pneumatickými vítačkami a zbíjačkami v baníctve, u tunelárov, ďalej pri práci s klinovými kladivami v lomoch a kamenárstve a pod.

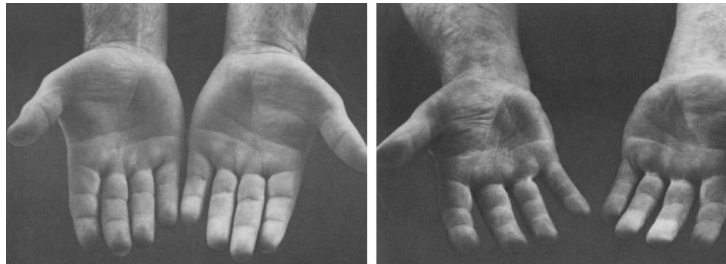
Postihnutie pohybového aparátu - Najčastejším postihnutím kĺbov z vibrácií je deformujúca osteoartróza laktového kĺbu (významnú úlohu tu zohrávajú spätné rázy pneumatického kladiva) a akromioklavikulárneho kĺbu. Vďaka rezonancii vibrácií v určitých frekvenčných pásmach sa vibrácie šíria hornou končatinou až do oblasti ramenného kĺbu a krčnej chrbtice. Liečba je predovšetkým fyzikálna, pohybová a rehabilitačná.

Ochorenie ciev - Ochorenie ciev z vibrácií postihuje predovšetkým arterioly a kapiláry na prstoch rúk, vzácnejšie na dlaniach, celej ruke a vyššie. Vznikajú predovšetkým periférne vazomotorické prejavy, spočiatku prevažne reflexnej povahy, v pokročilejšom štádiu je patologicky zmenená výživa a inervácia cievnej steny a je narušená elasticita a iné tkanivá, predovšetkým v strednej vrstve cievnej steny, takže ide nezvratnú organickú poruchu.

RUSKO, M. – BALOG, K. [Eds.] 2007:

Manažérstvo životného prostredia 2007 ▼▲▼ Management of Environment '2007
zo VII. konferencie so zahraničnou účasťou konanej 5. - 6. 1. 2007 v Jaslovských Bohuniach
Proceedings of the International Conference, Jaslovské Bohunice, 5-6 January 2007
Žilina: Strix et VeV. Prvé vydanie. ISBN 978-80-89281-18-3.

I. štádium (*ľahké štádium vazospastické*) - je sprevádzané predĺžením návratu krvi do postihnutých prstov.



Obr. 2 Ľahké štádium vazospastické v ľavo, pokročilé štádium vazospastické v pravo

II. štádium (*pokročilé štádium vazospastické*) - je sprevádzané záchvatmi bielych prstov, provokovanými spravidla pôsobením chladu. Dochádza nielen k zbledeniu prstov, prsty sú studené, voskovo biele až slamovo žlté a necitlivé. Po ukončení záchvatu vzniká pocit zachádzania za nechty inokedy záchvat odznie bez bolesti.

III. štádium (*vazoparalytické*) - v súčasnej dobe je menej časté a nastáva pri ňom ochrnutie hladkého svalstva cievnej steny a výrazná porucha výživy cievy a ostatných tkanív. Sú prítomné trofické zmeny, stenčenie kože, strata ochlpenia, porucha rastu nechtov, rýchlejšie degeneratívne zmeny, zlé hojenie drobných poranení.

OCHRANA PRED NEPRIAZNIVÝMI ÚČINKAMI VIBRÁCIÍ A SPÔSOB ICH ZNIŽOVANIA

Základom prevencie škodlivého pôsobenia vibrácií a otrasov je dobrá konštrukcia strojov a zariadení, nástrojov a ručného náradia. Z dôvodu ochrany človeka pred nepriaznivými účinkami tohto faktora je právne upravená povinnosť projektantov a konštruktérov uplatňovať také technické riešenia, aby sa hodnoty vibrácií výsledných produktov znížili na najnižšiu možnú mieru. Najúčinnjším spôsobom ochrany pred vibráciami a otrasmi je výber kvalitných pracovných prostriedkov s vhodným ergonomickým dizajnom. Zníženie rizika poškodenia zdravia vibráciami možno dosiahnuť tiež vybavením vibrujúcich zariadení rôznymi pomocnými zariadeniami, napr. sa používajú rôzne špeciálne konštrukcie sedadiel s tzv. antivibračnými účinkami na obmedzenie celotelových vibrácií alebo držania držadla, ktoré znižujú vibrácie prenášané na dlaňovú časť ruky.

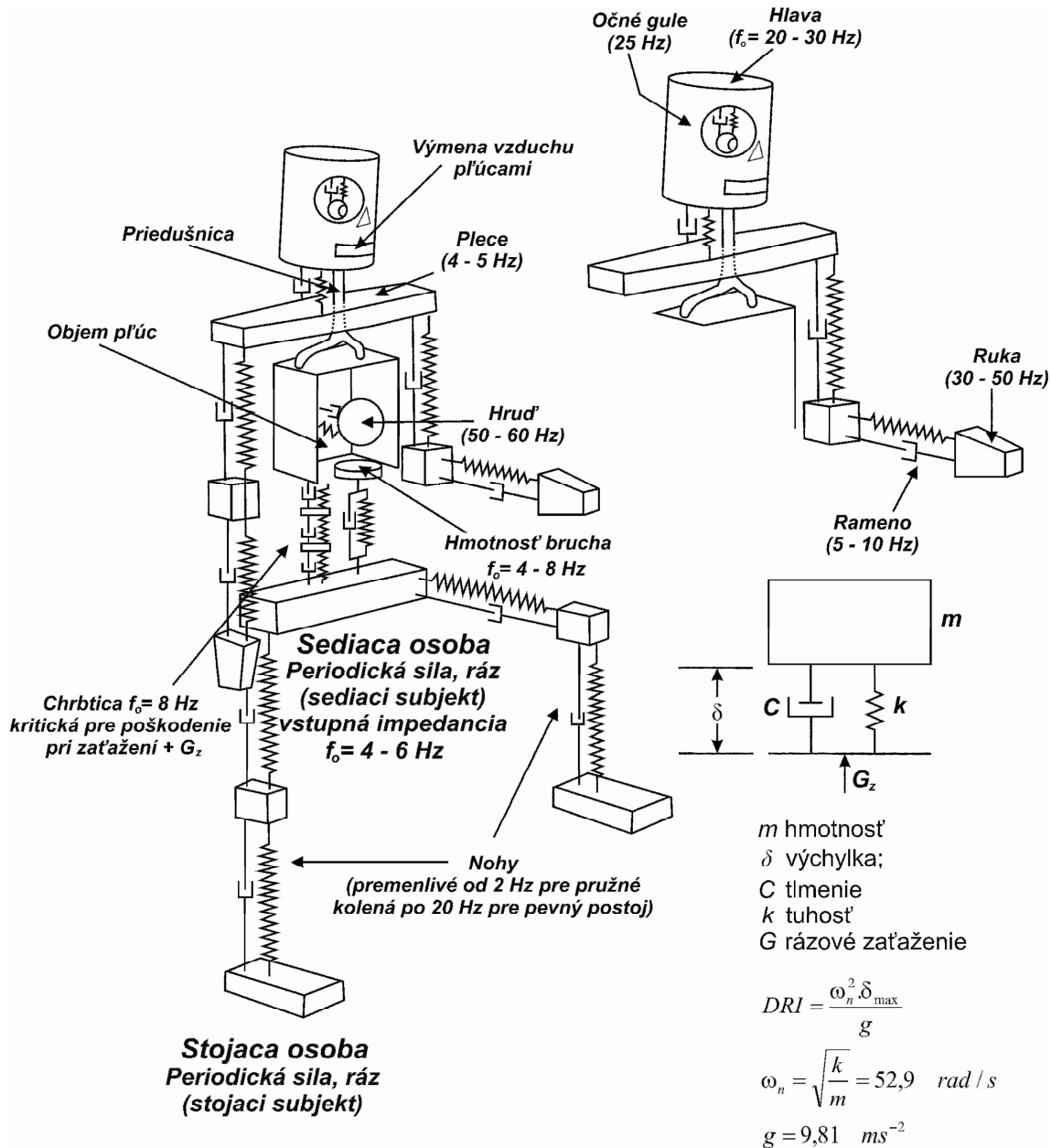
Ak nemožno dosiahnuť zníženie hodnôt vibrácií pod akčné hodnoty expozície technickými opatreniami, je potrebné uplatniť organizačné opatrenia tzn. stanoviť vhodný režim práce a odpočinku, obmedziť dĺžku expozície pracovníkov vibráciám, zabezpečiť prerušovanie práce dostatočne dlhými intervalmi bez pôsobenia vibrácií. Najefektívnejším je zavedenie nových technologických a pracovných postupov, ktoré si vyžadujú menšiu expozíciu pracovníkov mechanickým vibráciám.

MECHANICKÝ MODEL ĽUDSKÉHO TELA

Na (*obr. 3*) je uvedený mechanický model ľudského tela, kde sú znázornené vlastné frekvencie človeka a jeho telových častí.

RUSKO, M. – BALOG, K. [Eds.] 2007:

Manažérstvo životného prostredia 2007 ▼▲▼ Management of Environment '2007
 zo VII. konferencie so zahraničnou účasťou konanej 5. - 6. 1. 2007 v Jaslovských Bohuniach
 Proceedings of the International Conference, Jaslovské Bohunice, 5-6 January 2007
 Žilina: Strix et VeV. Prvé vydanie. ISBN 978-80-89281-18-3.



ZÁVER

Zrak, čuch, hmat a sluch sú zmysly, ktorými bola väčšina ľudí od prírody obdarovaná. Pokiaľ ich človek má všetky, vôbec si neuvedomuje čo môže stratiť. Až potom, keď o niektorý z nich príde, si uvedomí ich cenu. Preto je potrebné si to najcennejšie čo máme chrániť, bez ohľadu na finančné prostriedky, ktoré sú na ochranu nášho zdravia vynaložené.

Tento článok vznikol v rámci projektu VEGA 1/0453/08 a VEGA 1/3232/06.

LITERATÚRA

- [1] Noise Health, 1998; 1(1): 6-12. Svetová zdravotnícka organizácia a prevencia hluchoty a porúch sluchu spôsobených hlukom. Smith AW. Prevencia hluchoty a porúch sluchu, Svetová zdravotnícka organizácia, CH-1211 Ženeva, Švajčiarsko
- [2] "SUMER - Prieskum zdravotníckeho monitoringu profesionálnych rizík (Enquête sur la Surveillance Médicale des Risques professionnels) uskutočnený v rokoch 2002 až 2003 (uverejnený v decembri 2004), <http://www.travail.gouv.fr/publications/picts/titres/titre2290/integral/2004.12-52.1.pdf>

ADRESY AUTOROV

Ing. Miriama PIŇOSOVÁ, Katedra environmentalistiky a riadenia procesov, Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, P. Komenského č. 8 - laboratórium, 040 01 Košice, Slovenská republika, Tel.: +421 55 602 2482, e-mail: >miriama.pinosova@tuke.sk<

Ing. Marek MORAVEC, Katedra environmentalistiky a riadenia procesov, Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, P. Komenského č. 8 - laboratórium, 040 01 Košice, Slovenská republika, Tel.: +421 55 602 2482, e-mail: >marek.moravec@tuke.sk<

Ing. Pavol LIPTAI, Katedra environmentalistiky a riadenia procesov, Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, P. Komenského č. 8 - laboratórium, 040 01 Košice, Slovenská republika, Tel.: +421 55 602 2482, e-mail: >pavol.liptai@tuke.sk<

RECENZENT

doc. Ing. Ervin LUMNITZER, PhD., Katedra environmentalistiky a riadenia procesov, Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, P. Komenského č. 5, 040 01 Košice, Slovenská republika, Tel.: +421 55 602 2711, e-mail: >erwin.lumnitzer@tuke.sk<