

Fakulta riadenia a informatiky, Žilinská univerzita, 010 01 Žilina

Infrazvuk

(seminárna práca z fyziky)

Roman Majerčík

21.12.2006

5ZP013

V dopravnom prostriedku, najmä v železničnom koľajovom vozidle, sa vyskytujú aj iné zložky zvuku ako len v oblasti počuteľných frekvencií. Zvuk vo frekvenčnom rozsahu nad 20kHz ľudský sluch nevníma a ani ľudské telo negatívne neovplyvňuje. Z fyziologického hľadiska je neškodný. Naopak infrazvuk, t.j. zvuk, ktorého frekvencia nepresiahne 16 Hz, človek sluchovo nezachytí, ale centrálna nervová sústava ho vníma. Infrazvuk ovplyvňuje činnosť ľudského organizmu.

Infrazvuk je definovaný ako akustické vlnenie v rozmedzí frekvenčného rozsahu prinízkom na to, aby bol počuteľný. Na vedeckom kolokviu v Paríži už v r.1973 boli frekvenčné hranice infrazvuku stanovené v rozmedzí 0,1 až 20 Hz. V niektorých krajinách sa môžu dolné a horné hranice infrazvuku vzhľadom na rôzne hygienické normy mierne odlišovať, ale nepresahujú horný limit 22 Hz.

Pretože infrazvuk je druh akustickej energie, založený na šírení tlakových vln, z výskumu sa javí pravdepodobne, že pôsobí na orgány, ktoré sú v kontakte s atmosférou, t.j. pokožka, dýchacie a sluchové orgány. Ľudské vnímanie infrazvuku cestou sluchu vyžaduje však určitú minimálnu, relatívne vysokú hladinu akustického tlaku.

Lekárska veda stanovila, že ľudské telo vníma nízke frekvencie len pri pomerne vysokých amplitúdach hladiny akustického tlaku. Tieto amplitúdy rapídne stúpajú s klesajúcou frekvenciou, napríklad z približne 65 dB pri 32 Hz na 92 dB pri 16 Hz, na 100 dB pri 3 Hz a až na 140 dB pri 1 Hz. Zvuk a teda aj infrazvuk sa vo vzduchu šíri pozdĺžnymi vlnami. Vlnová dĺžka infrazvuku sa pohybuje v rozmedzí od 17 m (pri 20 Hz) až do 170 m (pri 2 Hz). Zvuk vo frekvenčnom rozsahu od 10 Hz do 75 Hz môže vyvolať rezonančné frekvencie brucha, hrudníka a hrdla. Vibrácie hrudnej steny môžu zasahovať respiračnú aktivitu. Infrazvuk podľa doterajších lekárskeho výskumov svojimi účinkami najviac ovplyvňuje práve činnosť srdca a žalúdka. Zníženie bdlosti počas doby vystavenia vplyvu infrazvuku sa pozorovalo prostredníctvom zmien EEG, tlaku krvi, dýchania, hormonálnej produkcie a srdcovej aktivity.

Infrazvuk predstavuje vážny rizikový faktor najmä pre človeka. Zvlášť nebezpečné sú infrazvuky (vibrácie) s frekvenciou 7 - 8 Hz, pri ktorých rezonujú tkanivá a mechanicky sa poškodzujú najmä bunky vo svaloch a v nervovom tkanive. Hygienické normy obmedzujú, až zakazujú prácu mladistvých a žien v takomto prostredí. Na infrazvuk sú zvlášť citliví aj reumatici. Ďalšie účinky infrazvuku sa prejavujú ako pulzovanie v hlave a úplne znemožňujú akúkoľvek intelektuálnu prácu. Aj pri pomerne nízkych intenzitách vyvoláva u živých organizmov únavu, podráždenie, závrate, aj zvracanie. Spôsobuje závraty, pocity panického strachu a pri frekvencii 7 Hz dokonca smrť. Teda infrazvuky s veľmi vysokou energiou môžu zabíjať ľudí i živočíchy na väčšie vzdialenosti.

Pochopiteľne človek už musel zneužiť tento poznatok a vyrobil infrazvukové zbrane. Sledovanie otázok infrazvuku v oblasti jeho zdrojov, generovania, šírenia, tlmenia, merania a vyhodnocovania negatívneho vplyvu na človeka a s tým spojené vedomosti o komplexnom analyzovaní infrazvuku sú v súčasnosti len málo rozpracované. Rozvíjajú sa až v posledných rokoch v súvislosti s dopravným výskumom. Konkrétne najmä tie súvislosti, ktoré ovplyvňujú bezpečnosť systému človek stroj. Pôsobenie intenzívneho infrazvuku na človeka vyvoláva jeho nefyziologické stavy, čím by mohlo dôjsť k rôznym haváriám, a teda zníženiu kvality

dopravy. V železničných koľajových vozidlách je splnených veľa podmienok pre vznik infrazvuku.

Pozoruhodné je, že styk kolesa a koľajnice je aj zdrojom infrazvuku. Šíreniu hluku konštrukciou je možné zabrániť len vhodnou úpravou samotnej konštrukcie, napr. pri veľkých kovových plochách vystužením, aby sa z nich nestali kmitajúce membrány, vetvením konštrukcie, pružnými vložkami, antivibračnými nátermi a radom ďalších konštrukčných zásahov. Z meraní na hnacích vozidlách elektrickej trakcie pri rýchlostiach nad 100 km.h<sup>-1</sup> vyplývajú jednoznačne poznatky o výskyte infrazvuku.

Zdroje nízkofrekvenčných zvukov sú aj v motorových rušňoch, kde sa vyskytujú veľké kmitajúce plochy a objemy. Tu je vyššia hladina infrazvuku najmä pre činnosť tekutinových systémov, kmitov celého vozidla a vetracích alebo chladiacich zariadení. Zdrojmi infrazvuku na elektrických rušňoch sú aj vetracie zariadenia, klimatizácia a vozidlové kmity. Relatívne veľká dĺžka konštrukcie osobných vozňov môže pre veľké amplitúdy kmitov počas jazdy alebo z dôvodu vlastných frekvencií vozidlovej skrine spôsobiť vznik infrazvuku. Túto skutočnosť potvrdili merania aj na rekonštruovaných veľkopriestorových osobných vozňoch pre IC (InterCity) vlaky ŽSR. Všetky koľajové vozidlá sú vystavené turbulentnému prúdeniu vzduchu, ktoré najmä pri vyšších rýchlostiach spravidla býva príčinou vysokej hladiny infrazvuku. Okolie železničných tratí je zanedbateľne zaťažené infrazvukom od prechádzajúcich vlakov. Nie je však vylúčené, že napríklad väčšie sklené plochy v obytných zónach nemôžu vyžarovať nepríjemné počuteľné zvukové vlny ako dôsledok rezonančných účinkov infrazvukových vln.

Žiaľ, v súčasnosti vo väčšine krajín existujú normy a predpisy, zohľadňujúce na pracoviskách, v obydliach a pod. len hladinu akustického tlaku dB(A) s dôsledkom, že efekt nízkych frekvencií a infrazvuku nie je v týchto legislatívnych ustanoveniach zohľadnený. Tak je to aj v SR. Márne sa čaká na novelizáciu Vyhlášky č.14/1977. Preto sa u nás presná hranica prahovej hodnoty vnímania infrazvuku legislatívne nedefinuje. Ani meranie a hodnotenie infrazvuku nie je v Slovenskej republike právne regulované. Predpokladá sa, že bude vychádzať z medzinárodného štandardu ISO 7196:1995. Táto norma definuje metodiku merania a stanovuje tzv.váhovaciu krivku G pre hodnotenie účinkov infrazvuku.

Hodnotenie infrazvuku je možné vykonávať na základe nameraných hodnôt hladiny infrazvuku. Sú snahy určiť najvyššie prípustné hodnoty infrazvuku na základe experimentálnych a kváziepidemiologických štúdií. Výsledky doterajších štúdií o vplyve infrazvuku na človeka ukazujú, že infrazvuk je hygienicky závažný fyzikálny faktor prostredia. Vo výskume a v praxi je preto dôležité systematicky zisťovať zdroje infrazvuku v pracovnom a v životnom prostredí, vypracúvať metódy na meranie a hodnotenie infrazvuku a sledovať škodlivé a rušivé účinky infrazvuku na ľudský organizmus.

V čo najkratšom čase bude účelné vypracovať hygienický predpis na hodnotenie infrazvuku v pracovnom a životnom prostredí. Je to dôležité aj z hľadiska aproximácie práva životného prostredia Slovenskej republiky k právnym normám EÚ. Výhody toho, že infrazvuk nepočujeme: Tým, že človek infrazvuk nepočuje, je chránený pred mnohými zdrojmi hluku. Umožňuje mu to napr. pokojný spánok, lebo neregistruje vlastný krvný obeh. Využitie infrazvuku: Najčastejšie sa stretávame s

infrazvukom priamo v domácnosti, keď používame diaľkový ovládač, tu sa infrazvuk používa na prenos kódovaných informácií.

Zdrojmi infrazvuku v prírode sú zemetrasenia, erupcie vulkánov, víchrice, vetry búrky, vodopády, morský príboj. Z technických prostriedkov sú to napríklad motory lietadiel (dokážu vybudieť rezonancie priestorov medzi blokmi domov), najčastejšími zdrojmi infrazvuku sú točivé vibrujúce stroje, ktoré vyvolávajú rezonanciu miestnosti, hál, v ktorých sú umiestnené (napr. ventilátory, kompresory), turbíny, pohybujúce sa dopravné prostriedky, lietadlá, vykurovacie a klimatizačné zariadenia, priemyselné pracoviská a iné..

### **Zaujímavosti:**

- Ryby počujú len infrazvuk. O ich príjme a spracovaní zvuku toho veľa nevieme. V každom prípade, naše bežné zvuky nepočujú - ak sa vám to zdá - tak potom reagujú na vlnenie, ale náš rozhovor určite nepočujú.
- Slony na dorozumievanie využívajú tóny s frekvenciou nižšou ako 16 Hz, tzv. infrazvuk, ktorý je takisto nepočuteľný pre ľudské ucho.
- Trúbenie na lastúru sa aj v našich krajoch v stredoveku používalo k odvráteniu búrky. Trúbenie na lastúru skutočne vydáva nám nepočuteľný tón (infrazvuk), ktorý dokáže rozvibrovať jemné kvapky vody v mrakoch a tým spustiť dážď skôr ako zasiahne polia a zničí úrodu.

### **Bibliografia:**

<http://www.tuke.sk/meszaros/ekologia/prednasky/P17.doc> (15.12.2006)