

Ing. Vladimír S i k a , VÚHU

PASIVNÍ OCHRANA SLUCHU PŘED NADMĚRNÝM HLUKEMÚvod

Negativním jevem vyspělé společnosti je produkování nadměrného zvuku, který se často stává nepříjemným, rušivým nebo až nebezpečným činitelem životního prostředí. Pokud zvuk vyvolává nepříjemný, nebo rušivý vjem, nebo má škodlivý účinek, považujeme jej za hluk. Nejhorší vlastností hluku je jeho potenciální nebezpečnost, umožňující přechodné či trvalé poškození zdraví u osob exponovaných nadměrným hlukem. Specifickým účinkem nadměrného hluku je poškození nejjemnějšího a zároveň nejsložitějšího zařízení k jeho příjmu - lidského sluchu. Nadměrný hluk se proto stává jedním z důležitých činitelů jak životního, tak pracovního prostředí.

Bylo prokázáno, že ve sledovaných profesích a činnostech rizikových provozů SHD je jedním z hlavních faktorů, umožňujících výskyt poškození sluchu z hluku, značně proměnné spektrum hlukové zátěže obecně. Hluková zátěž ovlivňuje pracovní kondici včetně celkového zdravotního stavu pracovníků. Dalšími faktory je fyzická zátěž, psychická zátěž, expozice dalších NO_x , jejichž důsledkem se mohou negativní účinky hluku kumulovat. Pracovní neschopnost a invalidizaci exponovaných pracovníků pak lze předpokládat v přímé souvislosti k dispozici pracovníků pro práci v riziku z hluku.

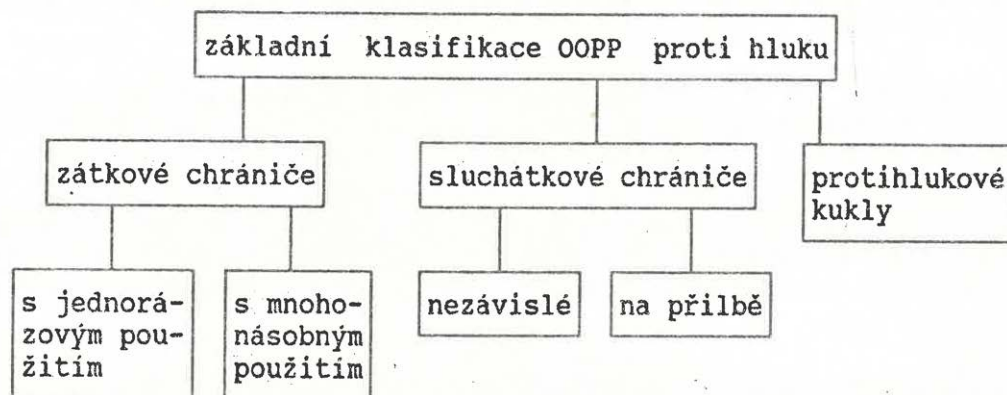
To, že se nárůst hlučných pracovišť projevil v oblasti těžby uhlí a energetiky v severočeském hnědouhelném revíru v posledních letech, jako všude ve světě, je známo. Na pracovištích s vyhlášeným hlukovým rizikem obecně pracuje v SHR přibližně 10 % pracovníků, kterých se tato problematika přímo dotýká (kategorie rizika 3. a 4. st.). Snížení počtu jak ohrožených, tak hlukem poškozených pracovníků, má pak nesporný přínos. Proto je třeba neustále hledat cesty ke snižování negativních účinků hluku na pracující provozů s vyhlášeným rizikem z hluku. Při návrzích na protihluková opatření stávající, hluk produkující techniky je třeba počítat s tím, že se jedná o komplex nejrůznějších, velmi náročných úkolů (řešení bývá drahé, pracné a zpravidla málo účinné). Jejich konečným cílem je snížení imisí hluku v místech pobytu osob. Pokud se v těchto případech ani využitím všech dostupných technických a racionálních opatření nepodaří zlepšit hlukovou situaci tak, aby nebyly překročeny hygienické limity hluku, je třeba aplikovat tzv. náhradní opatření. Jejich uplatnění je definováno v § 11 vyhlášky MZd ČSR č.13/1977 a MZd SSR č.14/1977 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Zde jsou jednoznačně stanoveny povinnosti organizací poskytovat prostředky k ochraně sluchu všude tam, kde jsou překračovány nejvyšší přípustné hodnoty hluku, a také povinnosti pracovníků těchto prostředků na pracovištích používat (viz. také Zákoník práce § 135 odst. 2 písm. c).

Náhradní opatření se dělí do dvou kategorií. Především to jsou organizační opatření, která zahrnují omezení a rozčlenění práce v hlučném prostředí tak, aby byla zajištěna ochrana pracovníků před nepříznivými účinky hluku. Toto řešení je ve většině případů nepřijatelné, neboť bývá na úkor produktivity práce a za cenu zásahů do výrobních postupů. Proto dalším, velice důležitým náhradním opatřením, zůstává používání osobních, ochranných pracovních prostředků proti hluku (dále OOPP).

Problematika ochrany sluchu pomocí OOPP proti hluku

V úvodu této kapitoly je třeba připomenout, že aplikace OOPP proti hluku je pouze opatřením náhradním, protože nelze zaručit jejich dostatečný účinek, jejich správnou aplikaci pracovníky a hlavně proto, zda budou pracujícími používány.

Protihlukový chránič lze definovat jako individuální prostředek ochrany sluchového orgánu, používaný pracujícími v prostorech s výskytem nadměrného hluku za účelem snížení hladiny zvuku, přicházejícího do sluchového orgánu. Volba druhu by měla být taková, aby jeho akustická účinnost spolehlivě ochránila pracovníky před nadměrným hlukem; dalšími požadovanými parametry je zejména dobrá snášenlivost, minimální biologické účinky s ohledem na kožní dráždivost, odolnost proti prachu a vlhku, při vícenásobném používání také možnost čištění atd. Rozdělení druhů lze znázornit takto:



Nejčastěji používanými jsou zátkové a sluchátkové chrániče. Mezi zátkové chrániče s jednorázovým použitím patří např. "tlumič hluku vatový", vyráběný ve dvou velikostech. Sestává z ob vazové vaty v jejímž středu je jádro ze směsi vosků. Po zahrnutí mezi prsty na tělesnou teplotu se upraví na požadovaný tvar a vloží do zvukovodu. Po výměně vatového obalu jej lze používat i opakovaně. Mezi další výrobky tohoto typu patří skleněná vata AKUVER naší výroby (Vertex Litomyšl) náhradou za mikrovalu fy BILSOM. Útlumové vlastnosti jsou obdobné švédskému výrobku, bohužel ve snášenlivosti - vyšší kožní dráždivosti, nedoznal náš výrobek obliby. Problematická je aplikace zvláště v prašných a horkých provozech, jako je tomu např. v úpravkách uhlí. Pravděpodobně na základě obdobných zkušeností vyvinul švédský výrobce již hotové vatové smotky v polyetylenových pouzdrech pod označením Bilsom Soft; tento výrobek lze považovat za progresivní. Mezi zátkové chrániče s mnohonásobným použitím patří např. oblíbený typ EAR vyrobený z pěnového materiálu žluté barvy s tvarovou pamětí, který lze snadno aplikovat, neboť se velmi dobře přizpůsobuje nejrozličnějším tvarům zvukovodu, takže jedna vyráběná velikost vyhovuje prakticky všem osobám. Navíc umožňuje po znečištění opakované praní (asi desetkrát) v teplé vodě s jemným pracím prostředkem. Po propláchnutí čistou vodou a volném usušení jej lze opět použít, pokud nezůstane zdeformovaný. V katalogu OOPP (ŘEMPO) je také uveden pod názvem "Plastifon" chránič proti hluku z teplem tvárné hmoty, s poměrně dobrou útlumovou účinností hlavně v nižších frekvenčních pásmech. Bohužel však není dobře snášen při používání, protože vyvolává pocit nepříjemného tlaku ve zvukovodu a pocit izolovanosti k okolí. Dalším typem protihlukového chrániče pro mnohoná-

sobné použití je "rezonanční chránič sluchu", vykazující podobné parametry, jako chránič vatový.

Sluchátkové chrániče se skládají ze dvou mušlí a přitlačovacího pásku, případně přidržovacích pružin pro připevnění k přilbě. Stěžejním prvkem, určujícím parametry a komfort používání tohoto typu chrániče je dosedací reliéf mušle, opatřený měkkým polštářkem, který musí dosedat tak, aby co nejtěsněji uzavíral vnější ucho. Tento typ chráničů stačí vyrábět pouze v jedné velikosti, jejich tvar není tak kritický, jako je tomu např. u zátkových chráničů. Jejich nevýhodou je vyšší cena, větší hmotnost a rozměr, ale významně podstatnou výhodou je možnost velice jednoduché aplikace a operativnost při potřebě nasazení, nevýhodou to, že jejich účinnost může snižovat např. používání brýlí, nebo hustší vlasový porost (problematické u delších vlasů).

Protihlukové kukly tvoří speciální druh ochranného prostředku proti hluku. Jejich hlavní výhodou je, že výrazně eliminují šíření hluku cestou kostního vedení (lebkou), takže se hodí do velmi hlučného prostředí, nevýhodou je vysoká hmotnost, cena a to, že se musí vyrábět ve více velikostech.

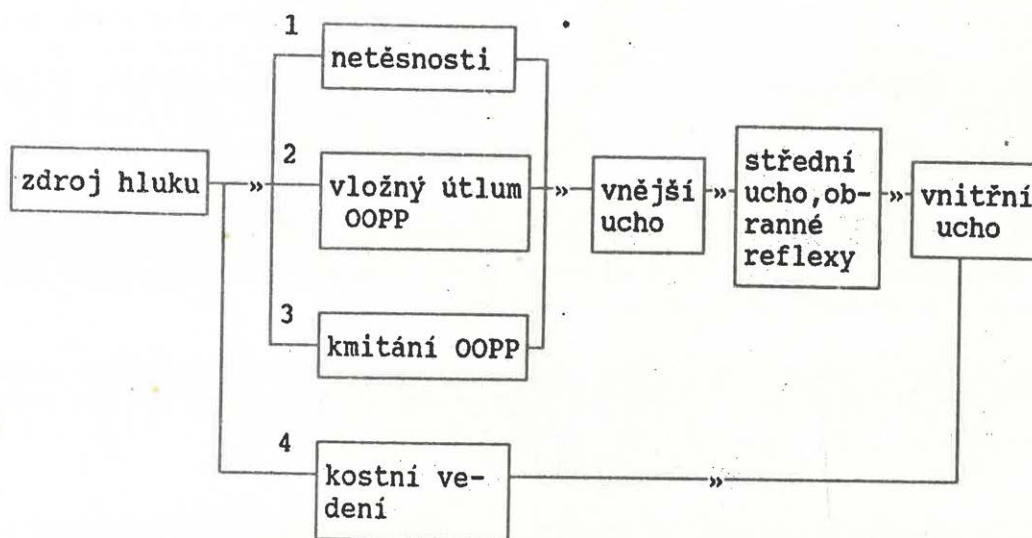
Z výše uvedených důvodů je na pracovnících, aby také individuálně posoudili vhodnost aplikace hlavně ve vztahu ke snášenlivosti.

Můžeme konstatovat, že sluchové předpoklady u hlukem nejvíce exponovaných profesí, lze výrazně ovlivnit aplikací vhodných OOPP proti hluku a lze to považovat za prvořadý činitel pro dispoziční práci v riziku z hluku. Dále je třeba si uvědomit, že vhodnost aplikace protihlukového chrániče není daná pouze jeho parametry, ale také charakterem hluku, před kterým má chránit. Tyto skutečnosti jsou jednoznačně dokladovány přiloženými grafy.

Při řešení návrhu vhodného typu OOPP je nutné provést

- podrobnou analýzu hlukové situace sledovaných provozů a profesí zaměřených k možnosti posouzení aplikace vhodných OOPP proti hluku s ohledem na ochranu sluchu pracovníků ve vztahu k charakteru hluku (kmitočtové charakteristiky hluku);
- na základě získaných informací charakteru hluku a s ohledem na provozní podmínky vybrat podle charakteru útlumu takový OOPP proti hluku, aby byl splněn hlavní požadavek - dostatečný útlum pro dané prostředí;
- nepodceňovat u OOPP proti hluku význam komfortu, protože je to klíčový faktor při realizaci náhradních opatření v praxi.

Možné cesty nežádoucího šíření hlukových podnětů při aplikaci OOPP proti hluku



Uvedené schema znázorňuje cesty dráždění hlukovými podněty do vnitřního ucha, kde jsou, zjednodušeně řečeno, převáděny hlemýžděm a vláskovými buňkami do centrální nervové soustavy vnitřním uchem jako akustické podněty. Vlásokové buňky (nervová vlákna) a jejich stav ovlivňují schopnost percepce (vnímání) zvukových podnětů sluchového aparátu jak vzdušnou tak kostní cestou. Sluchový aparát je rozdělen na tři části: zevní ucho, střední ucho a vnitřní ucho. Z uvedeného schematu je zřejmé, že aplikace OOPP proti hluku se uplatňuje hlavně v oblasti vnějšího ucha. Střední ucho, jehož součástí je bubínek a převodní systém, zajišťuje převod zvukových podnětů do vnitřního ucha. Střední ucho reaguje obrannými reflexy na vnější zvukové podněty změnou impedance (tuhosti napnutí bubínku) tak, aby nedocházelo k poškození vnitřního systému sluchového aparátu. Reflexy, vyvolávající tyto podněty, jsou nezávislé na subjektivních vjemech, probíhají nezávisle na vůli hlukem exponovaných pracovníků. Jejich přítomnost ovlivňuje proto významně dispozici pro práci v nadměrném hluku. Tato problematika je složitá např. při expozici impulzním hlukem.

Předchozí fakta lze shrnout tak, že nejdůležitější otázkou je zabránit poškození vnitřního ucha nadměrným drážděním zvukovými podněty, neboť jeho poškození bývá nevratné a projevuje se snížením sluchové ostrosti hlavně na nejcitlivější frekvenci 4000 Hz. Dochází pak k tzv. profesionální nedoslýchavosti, případně invalidizaci hlukem exponovaných pracovníků.

Podle uvedeného schematu nelze při ochraně sluchu ovlivnit vložný útlum OOPP a jeho kmitání, to je dáno technickými parametry použitého chrániče (cesty 2 a 3), takže řešení je v oblasti výběru nejvhodnějšího typu chrániče. Neméně důležité je eliminování cesty 1, která se uplatňuje nesprávnou aplikací používaných OOPP proti hluku. V extrémně hlučných provozech pak dochází k přímému přenosu zvukových podnětů tzv. kostním vedením přímo do systému vnitřního ucha (kmitáním lebečních kostí a tkání), viz cesta 4, eliminace je možná pouze používáním protihlukových kukel, které chrání i lebku. V extrémních hlukových podmínkách také přepadá v úvahu kombinace např. sluchátkového a zátkového chrániče. Tyto otázky je ale vhodné konzultovat s odborným pracovištěm, zabývajícím se touto problematikou.

Srozumitelnost v hluku při aplikaci OOPP proti hluku

Tato otázka je často diskutována ve vztahu přístupu pracujících k hluku a k nařízenému používání protihlukových chráničů. Pracující se vymlouvají na zhoršení srozumitelnosti a vnímání zvukových signálů při aplikaci OOPP v hlučném prostředí. Ve většině případů je to dáno subjektivním pocitem větší izolovanosti k vnějšmu okolí. Sluchový chránič však snižuje nejen intenzitu užitečných signálů, ale také vnímání rušivého hluku. Lze konstatovat, že poměr mezi žádoucími zvuky (např. varovné signály) a nežádoucími zvuky (hlučnost) při aplikaci chrániče zůstává zachován. Při podrobném sledování průběhů křivek stejné hlasitosti pak zjišťujeme, že naopak může nastat zlepšení dynamického odstupů mezi hlukem a signálem. Z toho vyplývá, že vhodným kmitočtovým spektrem signálního zařízení jak ve vztahu ke hlukovému pozadí, tak používaným typům chráničů lze zabezpečit spolehlivé vnímání varovných signálů. Pak jsou výmluvy pracovníků na možnost přeslechnutí varovného signálu při nošení OOPP proti hluku neopodstatněné. Ve specifických oblastech činnosti, kde je třeba zajistit přenos informací, je možné použít soupravy s komunikací, která je kombinací chrániče a elektroakustického měniče.

Hlediska pro výpočet a volbu druhu chrániče

Výpočet redukované hladiny hluku vstupujícího do sluchového orgánu za chráničem sluchu lze provádět podle následujícího vztahu, který lze zjednodušeně vyjádřit takto:

$$L_{Ar} = 10 \log \sum_{63}^{8k} 10^{0.1 L_i} \text{ (dB)}$$

$$= 10 \log (10^{0.1 L_{63}} + 10^{0.1 L_{125}} + \dots + 10^{0.1 L_{8000}})$$

kde L_i je naměřená oktávová hladina hluku korigovaná dle váhové charakteristiky A uvedené v následující tabulce s odečtením útlumové účinnosti ochranného protihlukového prostředku na dílčích oktávových pásmech; L_{Ar} je výsledná, OOPP proti hluku korigovaná hladina hluku A.

Tabulka korekcí váhové charakteristiky A:

kmitočet (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
charakt. A (dB)	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	+1.2	+1.0	-1.1

Vzhledem k tomu, že u většiny chráničů nejsou udávány hodnoty útlumu pro oktávu 63 Hz, byly tyto hodnoty voleny extrapolací tak, aby chyba výpočtu byla minimální. Dalším užitečným parametrem by také bylo kromě výběrových průměrů útlumu uvádění výběrových směrodatných odchylek útlumu pro dílčí oktávová pásma, aby bylo možno provádět výpočty pro stanovené hodnoty procenta pravděpodobnosti jednotlivých protihlukových chráničů.

Analýza útlumu dostupných OOPP proti hluku

V přehledu jsou výběrové průměry vložného útlumu v dB OOPP proti hluku v oktávových kmitočtových pásmech uvedeny v grafu č. 1. Hvězdičkou označené chrániče (diskutovaný chránič Bilsom Soft a sluchátkový chránič POLLO) byly dosud dodávány za devizy. Sluchátkový chránič POLLO (viz příloha č.1) nevykazuje lepší útlumové parametry než typ 012 naší výroby, proto nebyl dále hodnocen.

Složitost a problematika možností co nejobektivnějšího posuzování vlivu kvality používaných OOPP proti hluku a tím hlukové zátěže je znázorněna v grafech č. 2 - 6, kde jsou v přehledu uvedeny hodnoty hladin hlučnosti rizikových provozů (1.stoupec vyplněný černě), včetně korigovaných hodnot hladin hluku při aplikaci OOPP (značeno šrafovaně), vyskytující se v příslušném oktávovém pásmu, včetně celkových hladin (označeno L(A)c).

Grafy v přílohách č.:

- 2 - charakteristická hluková situace v úpravně uhlí Herkules;
- 3 - obdobná situace v úpravně uhlí Komořany;
- 4 - hlukové spektrum v hlubinném provozě;
- 5 - příklad aplikace OOPP v kabině lopat. rypadla E 7;
- 6 - příklad aplikace v kabině buldozeru.

Uvedené typické záznamy korigovaných hladin hlučnosti na vybraných pracovních místech rizikových provozů jsou graficky znázorněny šrafovanými sloupci tak, aby umožnily názorný přehled účinnosti při aplikaci různých typů chráničů. Na těchto příkladech je vidět, v jak různé složitých hlukových podmínkách se pracovníci pohybují.

Vzhledem k různým zdrojům hluku a jeho charakteru jsou názorně patrné i rozdíly účinnosti jednotlivých chráničů. Za nevhodné typy pro většinu aplikací jsou považovány chrániče vatové a chránič rezonanční. Proto je nutné přihlížet k volbě druhu vhodného chrániče, neboť pro zachování sluchových předpokladů pracovníků rizikových provozů jsou právě podstatným faktorem pro dispoziční k práci v rizikových profesích. Zde je třeba také uvést, že při hodnocení ztráty sluchu pro účely důchodové, soudní nebo pro odškodnění je pak pozdě hledat cesty řešení těchto závažných problémů. Proto je nejdůležitější prevence! Ze strany závodů je to povinnost poskytnout vhodné typy ochranných prostředků, u pracovníků je nutno dodržovat disciplínu nejen používáním OOPP proti hluku, ale také péčí o svěřené OOPP a správné zacházení s nimi.

S h r n u t í

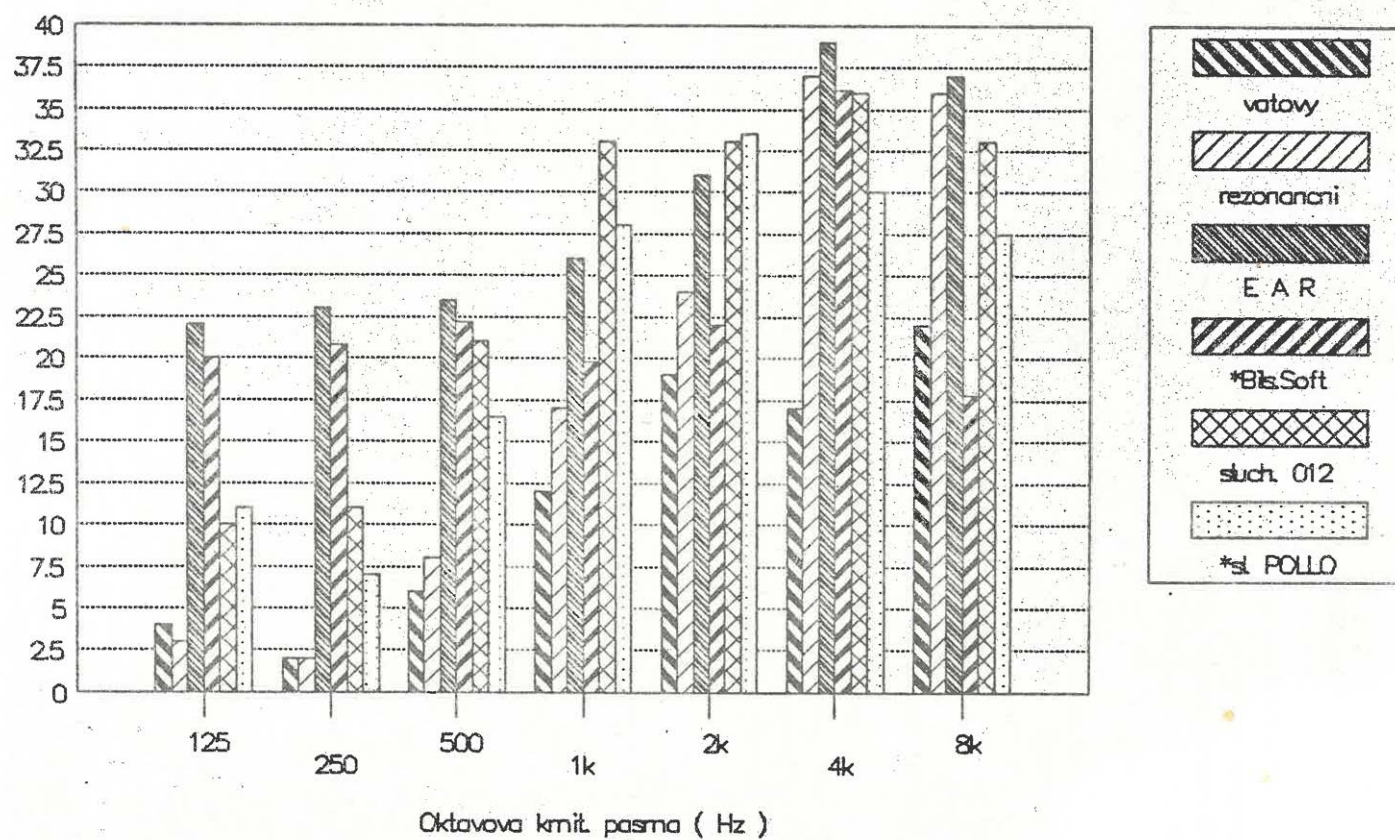
Nejvyšší přínos správné aplikace OOPP proti hluku je především v oblasti ochrany pracujících před účinky pracovního prostředí a bezpečnosti práce - v nejdůležitější oblasti - prevenci nepříznivých následků pracovního prostředí na zdraví pracovníků.

Pracovištím s nadměrným hlukem je třeba neustále věnovat značnou pozornost. Pracující si musí uvědomovat možné nebezpečí poškozování zdraví nedodržováním nařizovaných opatření. Rovněž je třeba dodržovat pravidelné lékařské pre-

Prehľad OOPP proti hluku

(OOPP ozn. * nedodáva REMPO)

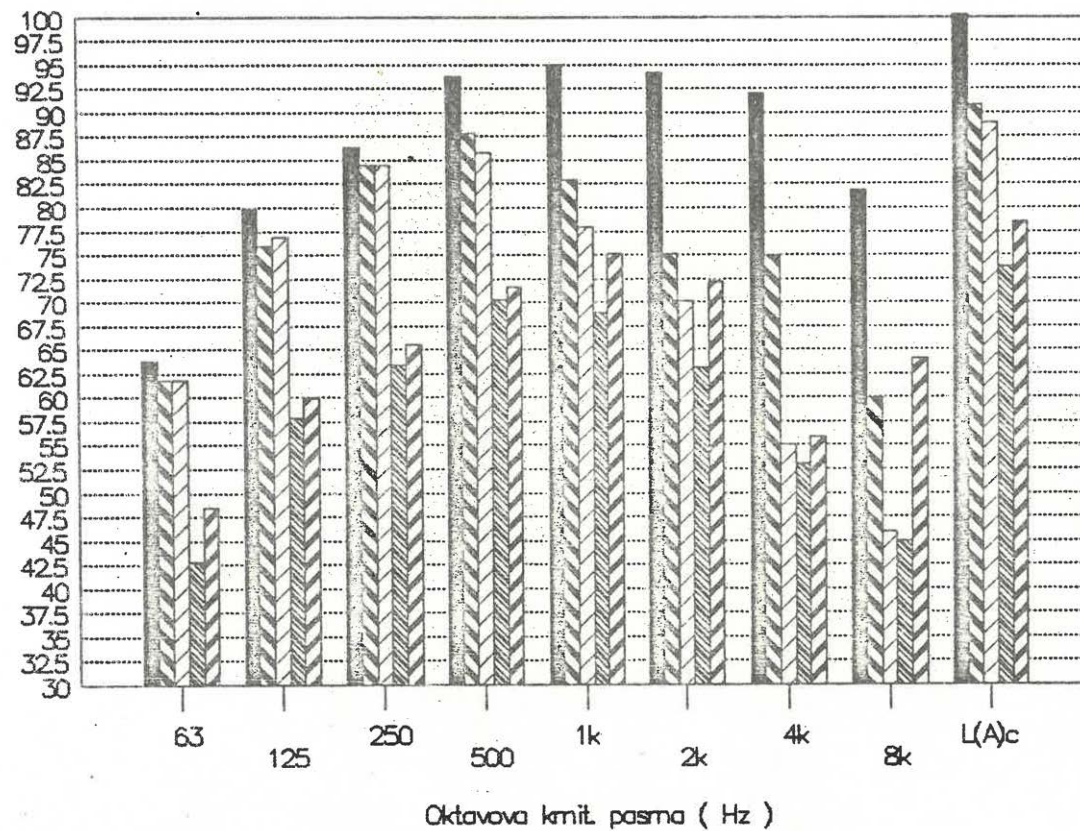
průmerný vložný útlum v dB



Úpravna uhlí Herkules - aplikace OOPP

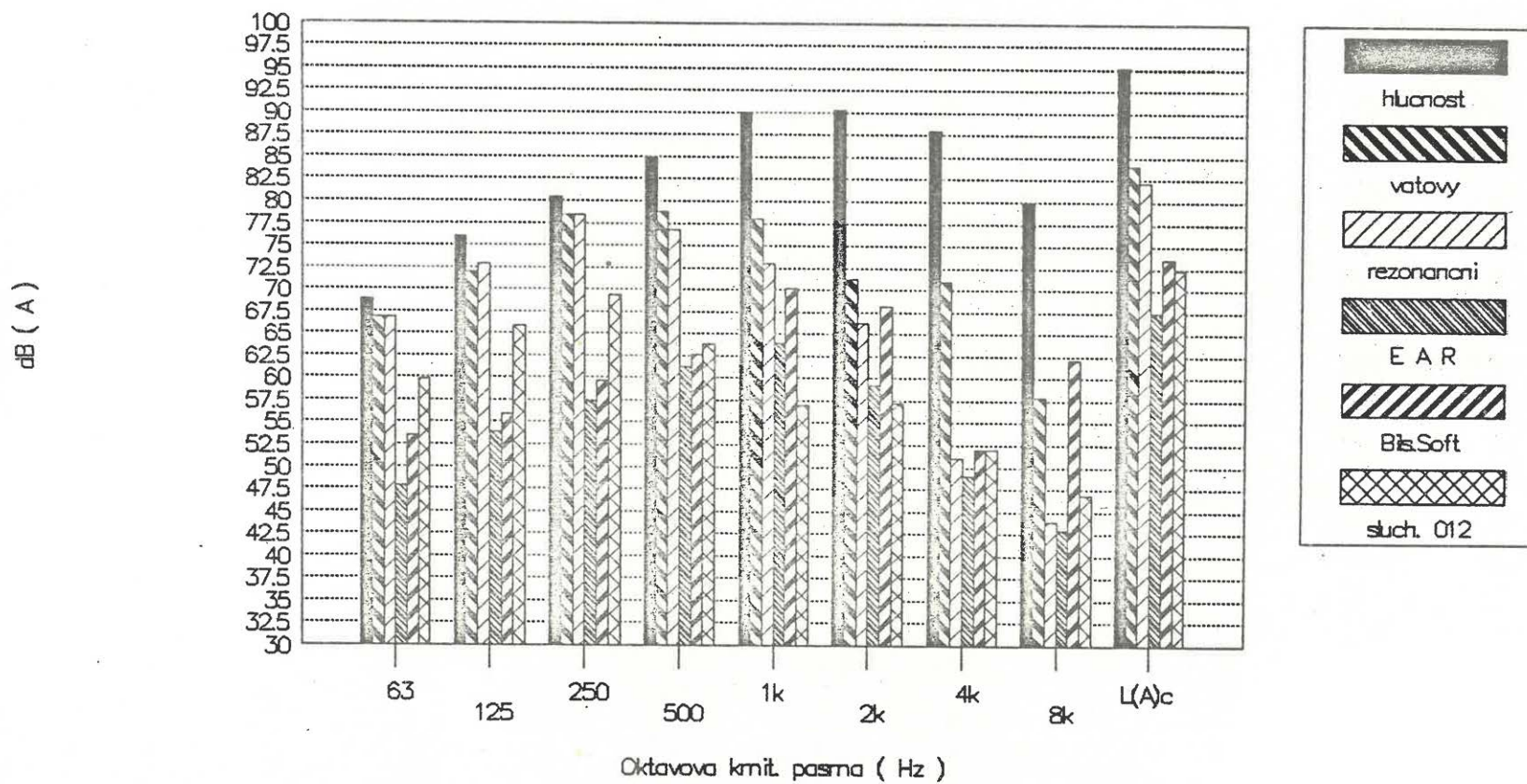
Pb třídirna - vibratory

dB (A)



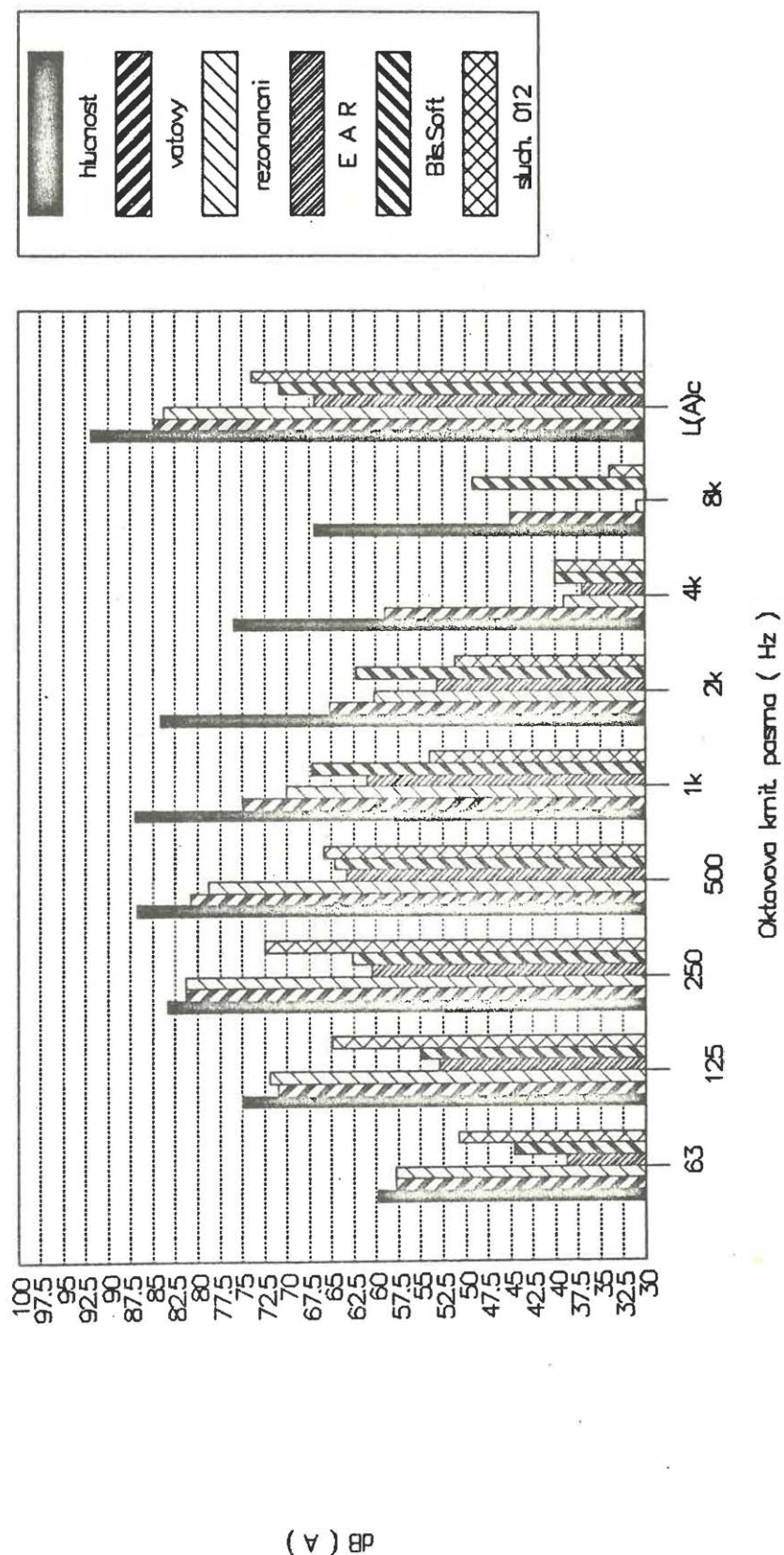
Úpravna uhlí Komořany - aplikace OOPP

vibratory



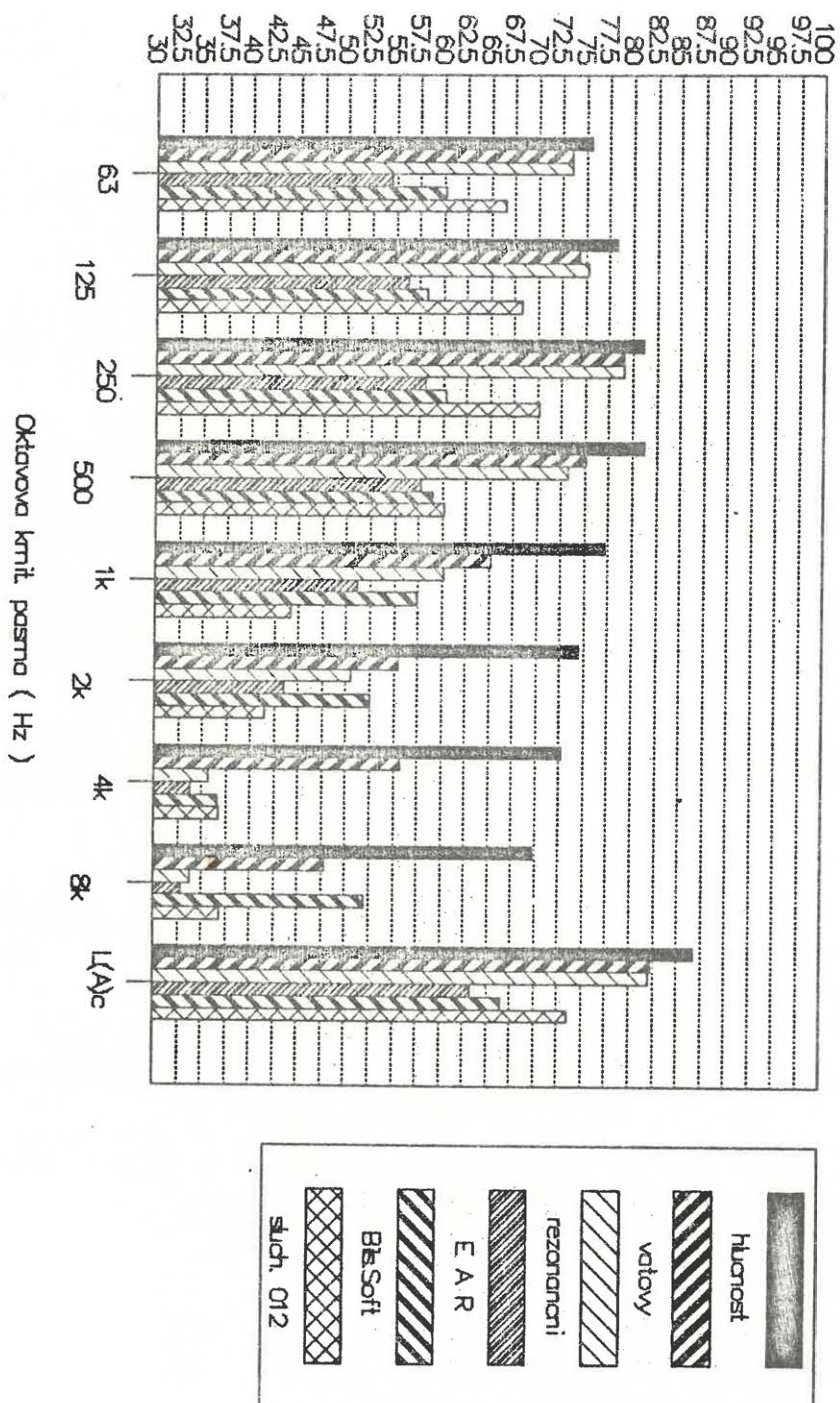
HLUBINY - aplikace 00PP

cerpaci stanice



Lop. rýpadlo - příkl. aplikace 00PP

(typ E 7)



(A) BP

Pom. mechanizace - příkl. aplikace 00PP

(buldozer S 108)

