

Ing. Božetěch P r a ž á k, VÚHU

Vyhodnocení audiometrických měření v SHR

Úvod

Intensita hluku v průmyslu a dopravě roste exponenciálně a ohrožuje pracující tak, že čs. ministerstvo zdravotnictví bylo nuceno vydat směrnice pro ochranu proti hluku (č. 32 - 1967), kde kromě jiného žádá, aby organizace zřídily audiometrické komory za účelem provádění preventivních prohlídek osob pracujících v nadměrném hluku. Je to v zájmu nejen pracujících, ale i organizací samých, neboť to přispěje ke zvýšení bezpečnosti provozu, zamezení případů, kdy důležité stroje řídí osoby s vadným sluchem, znemožnění vymáhání odškodného tam, kde k poškození sluchu došlo jinde atd. Protože hluku nelze přivyknout a profesionální nedoslýchavost jakožto percepční sluchová vada (ve vnitřním uchu) není léčitelná, je třeba použít takové vyšetřovací metody, abychom začínající poškození sluchu rozpoznali dříve, než si je pracující sám uvědomí tím, že pocítí sociální následky nedoslýchavosti. Takovou metodou je právě audiometrie, která umožňuje zjištění malých poklesů na křivce audiogramu při vysokých frekvencích, které signalizují, že baziální membrána vnitřního ucha se již začíná narušovat, ačkoliv v té době ještě pracující žádné sluchové potíže nepozoruje. Tyto prohlídky je nutno provádět při přijímání nových zaměstnanců (aby byl podchycen počáteční stav a zjištěny případné vady vzniklé ještě před nástupem) a opakovat je za 1 - 2 roky, dle toho jak vada pokračuje. Osoby, u kterých byla zjištěna mimořádná vnímavost na účinky hluku, nemají být na rizikových pracovištích zaměstnávány.

Podmínky preventivní audiometrie

Konkrétní návrh na provádění vstupních a periodických prohlídek zaměstnanců v hlučném prostředí vypracovali MUDr. R. Tománek (ČSAV), MUDr. Z. Novotný (KU) a MUDr. P. Suntých (IHE) v roce 1966 /1/.

Doporučuje se celkové vyšetření, krevní tlak, vyšetření uší, nosu a krku, vyšetření sluchu pomocí šepotu, hlasité řeči s ohlušením druhého ucha, pomocí ladiček i audiometru. Určují se hranice pro nutnost odborného vyšetření, limity, kdy je možno zaměstnance ještě uznat za vhodného pro hlučný provoz. Jsou stanoveny lhůty prohlídek a důvody kontraindikací, tj. nálezy, které mohou být důvodem k vyřazení pracovníků z rizikového pracoviště. Podobné údaje od týchž autorů jsou uvedeny v /2/.

Vybavení audiometrické laboratoře VÚHU

S vybavením bylo započato v roce 1968. Laboratoř nyní obsahuje kompletní zařízení pro lékařské vyšetřování krční, ušní a nosní a pro zkoušky sluchu má kompletní sadu ladiček, Baranyho ohlušovač, zvukotěsnou kabinu, klinický dvoukanálový audiometr DA 2 fy KAMPLEX a diagnostický audiometr MA 20 fy Clamann & Grahner. Kromě toho má zvuková laboratoř VÚHU ještě cejchovací zařízení pro audiometry, umělé ucho, umělý mastoid, pistonfon fy Brüel & Kjaer, tónové generátory a jiné, takže si může provádět i cejchování. Pro audiometrické vyšetřování má VÚHU dva školené pracovníky, lékařské vyšetření provádějí ve spolupráci odborní lékaři mostecké okresní nemocnice.

Evidence vyšetřovaných pracovníků je zachycena v kartotéce obsahující dotazníky o druhu práce a příznacích sluchových vad, audiogramy, výsledky sluchových zkoušek a zprávy o vyšetření sluchu s doporučením lékaře. Typizovaný audiogram je na obr. 1.

Dosud byly provedeny prohlídky zaměstnanců n. p. Doly J. Fučíka, Doly V. I. Lenina, Doly Vítězného února a Doly Ležáky. Na obr. č. 2 je snímek audiometrické laboratoře s pracovištěm pro odborného lékaře, na obr. č. 3 je snímek laboratoře pro cejchování audiometrů. Na obr. č. 4 je formulář zprávy o vyšetření sluchu, který obdrží OHES a závodní lékař. Prohlídky se provádějí dle časového plánu sestaveného vždy na celý rok.

Účinky hluku na sluch

Jestliže třída hluku je vyšší než N 85 (přibližně 90 dB (A)) pak se začínají projevovat dočasné a později i trvalé poruchy sluchu, typu percepčních vad. Druh homo sapiens se totiž vyvíjel asi po dobu 1 miliónu let v prostředí, v němž dosud žijí jen primitivní národy, ve volné přírodě, zatímco průmyslové a dopravní hluky se vyskytují teprve ca 100 let. Přizpůsobení druhu novým podmínkám je dlouhodobá záležitost a proto dnes vzniká tak často onemocnění z hluku. Při zatížení sluchu hlukem dojde k dočasnému posunu sluchového práhu, který se za určitou dobu po odlehčení sám vyrovná do normálních poměrů. Při větším zatížení než N 85 není již vyrovnání - restituce - úplná a zůstává trvalé posunutí sluchového práhu alespoň na některých frekvencích. Poměr mezi trvalým a dočasným posunutím práhu zkoumali Glorig, Ward a Nixon /3/ a zjistili, že trvalý pokles na 4 kHz po 10leté i delší činnosti v hluku je přibližně stejný jako dočasný pokles po 8 hodinové práci v témže hluku, měřený 2 minuty po ukončení exposice. Jinými slovy, trvalý pokles je úměrný poklesu dočasnému. Zajímavé je, že se nepoškozuji místa na basiální membráně odpovídající frekvenci hluku, nýbrž vždy místa s vyšší frekvencí. U širokopásmového hluku (nejčastěji v průmyslu a dopravě) se nejdříve poškozuji místa odpovídající frekvenci 4 - 8 kHz, i když hluk je v pásmu frekvencí nižších. Diagram kritérií pro trvalé poškození sluchu byl uveden ve Zpravodaji VÚHU v č. 7-8/1972 /4/ a podrobnosti o saturaci a restituci sluchu jsou v č. 3-4/1971 /5/ téhož časopisu.

Víme tedy při jaké hladině hluku a za jakou dobu může dojít k trvalému poškození orgánů ucha. Individuální odolnost, nebo vnímavost k účinkům hluku je ale velmi různá, a proto musíme vyšetřovat sluch každého jedince zvlášť, přičemž by bylo výhodné mít kritérium pro průměrný účinek hluku každého určitého prostředí. To umožňuje audiometrie a korelační počet.

Typická profesionální nedoslýchavost

Je to percepční vada, poškození ve vnitřním uchu, způsobené tím,

že se basiální membrána hlemýžďe a v ní umístěné Cortiho orgány na určitých místech naruší (začátek bývá obvykle v místech odpovídajících frekvenci 4 - 8 kHz). S postupem času se pokles prohlubuje na vyšších a pak i nižších frekvencích až dojde k vážné nedoslýchavosti, při které pracující špatně vnímá mluvenou řeč, i šepot, neslyší vysoké tóny a zůstává jen zbytek sluchu u hlubokých tónů. /6/ Profesionální nedoslýchavost je zpravidla oboustranná a nemá poklesy na hlubokých frekvencích (převodní vadu). Projevuje se individuální rozptýl kolem hranice hluku N 85. Při 80 dB dochází k mírným poruchám jen u zvláště vnímavých jedinců a teprve při 100 dB vznikají změny u většiny pracujících. Hlavní účinky mají střední a vysoké frekvence hluku.

Infrazvuk (pod 16 Hz) nemá na ucho vliv. Největší účinek mají frekvence kolem 3150 Hz. Hluboké tóny tlumí adaptační funkce středoušních svalů, které napnutím bubínku a třmínku sníží přenos středního ucha na oválné okénko vnitřního ucha, kdežto vysoké tóny vnikají nejen uchem, nýbrž i kostmi a středoušní systém je netlumí. Ultrazvuk působí na hlemýžď a labyrint i na neurovegetativní systém. Ovlivňuje i funkci Cortiho orgánu.

Profesionální nedoslýchavost má tedy typický průběh, který je znázorněn na obrázku 5. Po počátečním "latentním" stavu, kdy si pracující ohrožení svého sluchu vůbec neuvědomuje (ale který audiometrie spolehlivě zjišťuje!) dochází k postupnému zhoršování. Profesionální (percepční) nedoslýchavost nelze zaměňovat s přirozeným státnutím sluchového ústrojí, zvaným presbycusis. Je to úbytek sluchové ostrosti způsobený opotřebením sluchového ústrojí, hlavně Cortiho orgánů, které jsou fixní a dále se nemohou, podléhají procesu stárnutí. Začíná asi od 20 let a týká se hlavně horní hranice sluchu na vysokých frekvencích. Na rozdíl od profesionální nedoslýchavosti, nemá presbycusis vyhraněný pokles, nýbrž klesá rovnoměrně směrem k vysokým tónům. Presbycusis vlastně nelze měřit, protože lidé v civilisovaných krajích jsou vydáni hluku již od mládí, a to co u nich naměříme je společný účinek stárnutí i civilizačních hluků. Proto mají například ženy jiné výsledky než muži a jiné hodnoty dostaneme u primitivů, žijících v nedotčené

přírodě necivilisovaných krajín, viz obr. č. 6.

Podstata audiometrie

Běžné metody měření sluchu jako je zkouška řeči, zkouška šepotem nebo ladičkami, nejsou zcela přesné, protože obsahují chyby jak v údajích vyšetřovaného, tak i u vyšetřujícího. Kvantitativní určení ostrosti sluchu je možné měřením sluchového práhu pomocí přesně definovaných hladin zvuku při různých frekvencích. Audiometr je dnes většinou cejchován tak, že udává relativní hodnoty akustického tlaku nad sluchovým práhem dle anglosaského způsobu (Fletcher - Munson). Pacient tlačítkem potvrzuje zda udaný tón slyší. Tón je možno zeslabovat i přerušovat a frekvence se mění od 125 do 10 000 Hz. Zkouší se pomocí sluchátek i kostního vibrátoru a je pamatováno i na metody k odhalení simulace a agravace vyšetřovaného. Levé i pravé ucho se zkouší zvlášť, kromě toho je možno ucho, které se nezkouší, ohlušit širokopásmovým (termálním) šumem. Naměřené výsledky se zakreslují do audiogramu (obr. 1) jako závislost dB na frekvenci. Další podrobnosti metodiky audiometrie viz /6/ a /7/. K vyhodnocování výsledků audiometrie se používají buď hodnoty poklesů při vysokých frekvencích (4 - 8 kHz), které však jsou dost rozptýlené a tím vznikají i nepřesnosti ve výsledcích, nebo v poslední době hodnoty poklesů při 2000 Hz, které lépe určují ostrost sluchu při řečových, nejpotřebnějších frekvencích. Tohoto způsobu bylo použito i pro SHR.

Statistické vyhodnocení

Do konce roku 1972 bylo audiometricky a lékařsky vyšetřeno 605 osob, z toho byly vyloučeny případy převodních vad, kombinovaných a jednostranných vad a jiné následky nemocí a úrazů. Případy byly rozděleny na obsluhy rypadel, buldozerů, úpraven uhlí, dieselmotorové dopravy a ostatní profese.

Pokud se týče věku byly případy rozděleny na 4 skupiny po 10 letech od 20 do 60 let a dle délky expozice na dvě skupiny pod 10 let a nad 10 let. Dále byl zkoumán výskyt maximálních poklesů dle frekvencí,

s tím výsledkem, že většina případů má pokles při 6 kHz. Vznikla řada tabulek a diagramů, které zde pro nedostatek místa bohužel nemůžeme uvést. V příloze je alespoň rozdělení případů dle profesí a věku i doby zaměstnání v hluku, a porovnání maximálních poklesů sluchového práhu v závislosti na věku a profesi (obr. 7 a 8).

Korelační vyhodnocení

Tento způsob statistického zpracování dává mnohem zajímavější výsledky pro porovnání účinků hluku v různých profesích a umožňuje také hodnocení individuální odolnosti a vnímavosti, a to nejen v závislosti na věku, nýbrž i na době zaměstnání. Jde tedy o závislosti 3 veličin, což je možno zobrazit pomocí prostorového diagramu (sborcené plochy), ale výhodnější je forma nomogramu. Vzhledem k malým rozsahům postačí korelace lineární a nomogramy jsou sestaveny pro tři hlavní skupiny zkoumaných případů, rypadla, buldozery a úpravny uhlí. V úpravnách pracují většinou ženy (ca 80 %). Zkoumáním vzorku 50 osob bylo zjištěno, že ženy mají téměř stejné poklesy jako muži (96,5 %), takže je v tomto případě nemusíme zkoumat zvlášť. (Jak bude dále odvozeno, je pravděpodobné, že i presbycusis obou skupin je totožná).

Pomocí korelačního počtu byly určeny regresní přímky pro všechny závislosti a pro 2000 Hz. Z nich pak byly vykonstruovány 3 regresní nomogramy, uvedené na obr. 9 - 11. Hranice spolehlivosti korelačního faktoru byla kontrolována. Pro každý individuální případ lze odečíst průměrný pokles. Míra odolnosti, nebo míra vnímavosti na hluk se vypočítá (s ohledem na těsnost korelace) pomocí reziduální směrodatné odchylky s_r , která představuje variabilitu vlivem náhodných činitelů. Jestliže Δy je rozdíl mezi hodnotou poklesu skutečného a průměrného (dle regresní osnovy), pak míra odolnosti je $u = \Delta y / s_r$. Je-li u záporné a větší než 1 ukazuje to na odolnost, u kladné a větší než 1 pak na vnímavost. Pro $|u| < 1$ lze hodnoty poklesu považovat za průměrné.

Pomocí Gaussova normálního rozdělení lze pro každé u určit i příslušnou pravděpodobnost výskytu, což má význam pro pracovní hygienické hodnocení.

V případě, že směrnice regresních přímek jsou blízké, lze také sestavit nomogram na principu korelace časových řad (obr. 12). Zde je jasně vidět poměr sluchové ztráty vlivem hluku a ztráty degenerací sluchového ústrojí (čistě presbyacosis, viz dále).

Otázka presbyacosis

Průsečíky regresní osnovy s osou x znamenají vlastně poklesy vzniklé bez vlivu práce v hluku a tedy jakousi presbyacosis odvozenou korelačním počtem ze skutečně naměřených hodnot více případů. Protože u všech tří skupin jde již o značně narušený sluch a hlukové zatížení je různé, neshodují se tyto 3 presbyacosis. Mají však stejnou směrnici a extrapolací do situace, kdy narušování teprve začíná (tj. kolem N 85) a za předpokladu, že presbyacosis je pro věk asi 20 let právě nulová, (což je základem cejchování audiometrů pomocí osob se zdravým sluchem) dostaneme čistou presbyacosis pro 2000 Hz, která zobrazuje samotný vliv degenerace sluchového ústrojí vlivem stáří, bez vedlejšího účinku civilizačních nebo i průmyslových a dopravních hluků. Tato čára se v mladém věku shoduje s křivkami z literatury (naměřenými např. na veletrzích v USA, kde nelze určit původ sluchových ztrát), ale ve starším věku se projevuje odklon vlivem hluku, u mužů více, u žen méně. Měření u primitivních národů ale ukazuje, že není rozdíl mezi muži a ženami a presbyacosis primitivů má stejné hodnoty jako u žen žijících v klidném prostředí domova. K témuž závěru dochází předložené zkoumání. Na obr. 13 je zobrazena presbyacosis pro 2000 Hz dle různých autorů i "čistá" presbyacosis odvozená z měření v SHD.

Závěr

Zpracování výsledků preventivní audiometrie do konce roku 1972, v SHD, závodů n. p. DVIL, DVÚZ, DJF a Ležáky, přineslo tedy kromě běžného vyhodnocení i nové poznatky a sice:

- 1/ Možnost vyhodnocení průměrných sluchových ztrát pomocí regresních nomogramů, v závislosti jak na věku, tak i na době zaměstnání v hluku

- 2/ Možnost vyhodnocení sluchových ztrát ve formě korelace časových řad, kde lze dobře znázornit současný vliv sluchové ztráty vlivem hluku i vlivem degenerace sluchového ústrojí
- 3/ Možnost vyhodnocení míry odolnosti, nebo vnímavosti na hluk u jednotlivců, pomocí regresních nomogramů a reziduální směrodatné odchylky
- 4/ Možnost určení čáry čisté presbycusis, nezatížené účinky civilizačních hluků a zobrazující tedy výhradně vliv degenerace sluchu vlivem stárnutí
- 5/ Poznatek, že převážný počet poklesů je na 6 kHz
- 6/ Pracující, kteří vykazují nadměrnou vnímavost na účinky hluku, by neměli být na rizikových místech zaměstnáni, protože se jim sluch zhoršuje rychleji než odolným jedincům.

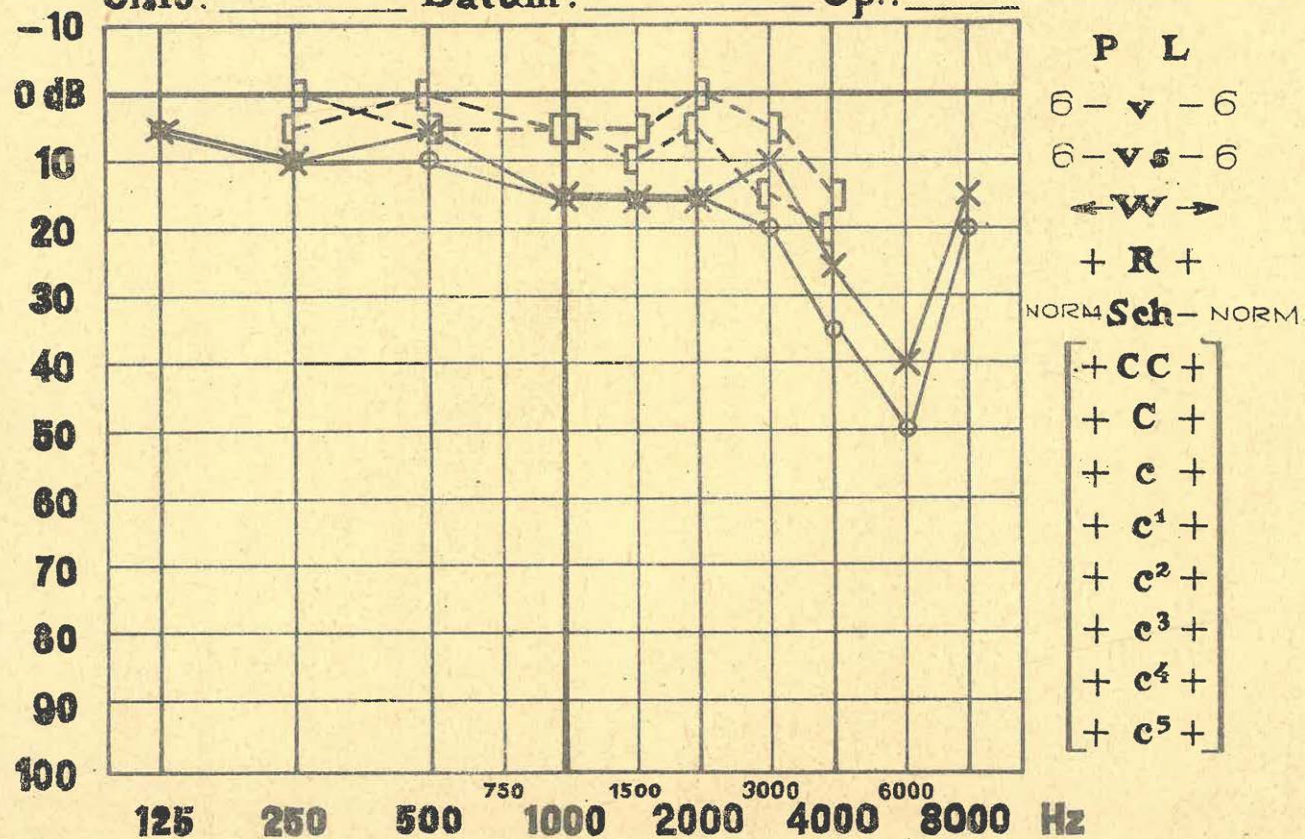
Literatura:

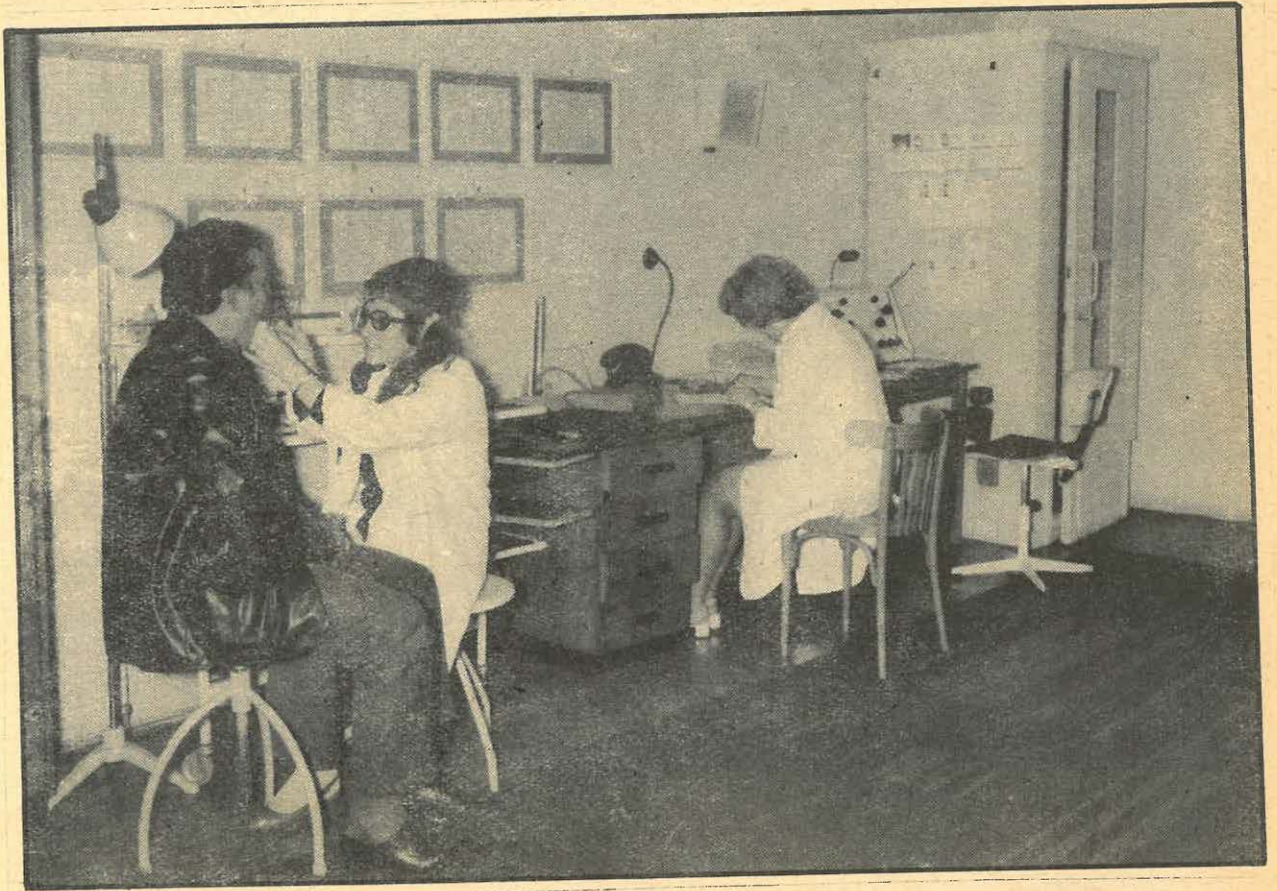
- /1/ Tománek R., Novotný Z., Suntych F. - Návrh na provádění vstupních a periodických prohlídek u zaměstnanců v hlučném prostředí (Praktický lékař 18/67, str. 694)
- /2/ Novotný Z., Tománek R., Suntych F. - Vstupní a periodické prohlídky pracovníků v hluku a další preventivní opatření (Pracovní lékařství 6/67, str. 269)
- /3/ Glorig, Ward, Nixon - Damage-risk criteria and noise induced hearing loss (London, The Control of Noise, 1962)
- /4/ Pražák B. - Metody boje proti hluku v průmyslu (Zpravodaj VÚHU č. 7-8/1972, str. 26)
- /5/ Pražák B. - Impulsní hluk, jeho účinky a měření (Zpravodaj VÚHU č. 3-4/1971, str. 31)
- /6/ Sedláček K. - Základy audiologie, SZN Praha, 1956
- /7/ Brohm F. - Praktická audiometrie, Avicenum, Praha, 1971

KAMPLEX-AUDIOGRAM

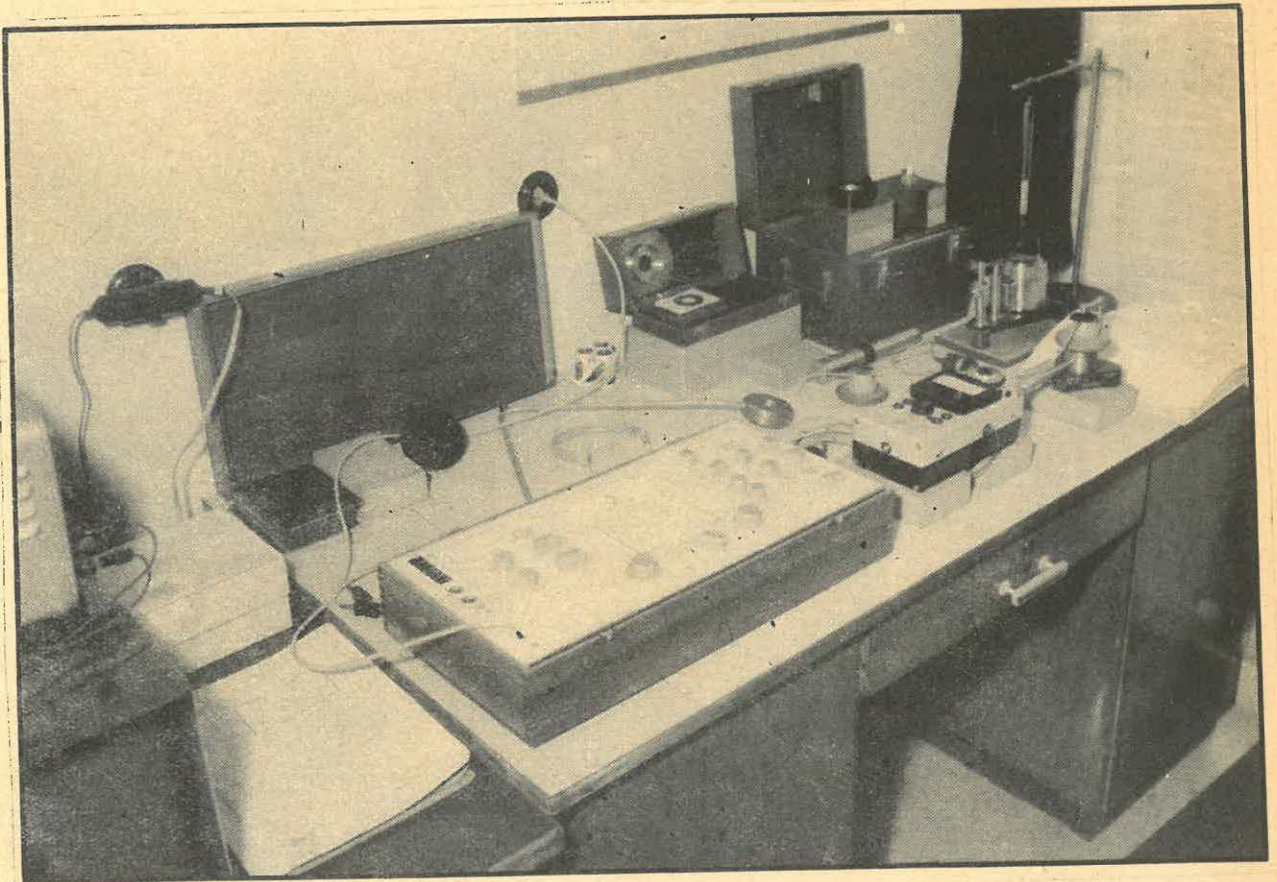
Jméno: AUDIOGRAM PŘI POKROČILÉM STADIU PROF. NEDOSLYCHAVOSTI

Číslo: Datum: Op.:





Obr. 2



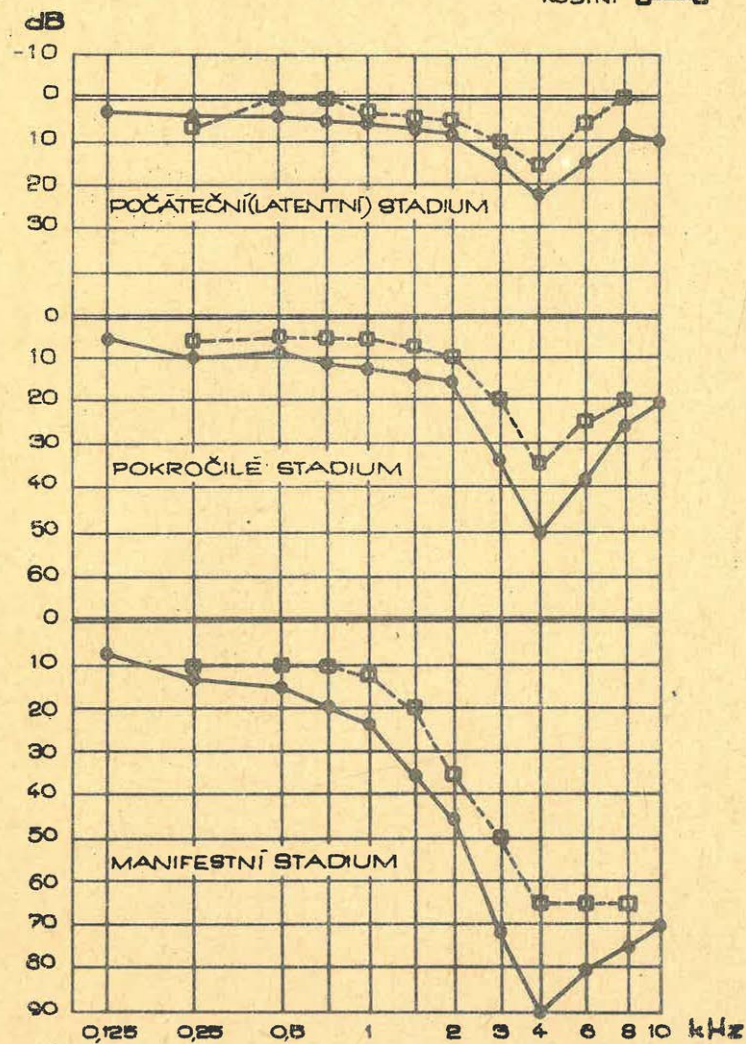
Obr. 3

S.H.R. V ÚHU Most	Zpráva o vyšetření sluchu
Jméno:	naroz.:
Zvod:	pracoviště:
Druh hluku:	exposice:
Ořivější práce v hluku:	jak dlouho:
Sluchové potíže: (zhoršení ?)	jak dlouho:
Při preventivním audiometrickém vyšetření zaměstnance, které bylo provedeno v audiometrické laboratoři VÚHU v Mostě, za spolupráce odborného lékaře odd. ORL OUMZ v Mostě, byly zjištěny tyto výsledky:	
1) ORL - nález:	
2) Sluchové zkoušky: (v metrech)	šepot P...., hlasitá řeč s ohluš. P.... L.... L....
3) Audiometrické vyšetření:	audiogram je normální, strana vykazuje max. snížení dB Hz
4) Audiologický nález:	bpn
5) Ostatní nálezy:	
Závěr: Při této preventivní prohlídce bylo - nebylo zjištěno poškození sluchu vlivem pracovního prostředí - hluku.	
Doporučení:	
Vyšetření bylo provedeno dne	
..... podpis odb. lékaře odd. ORL OUMZ v Mostě	
Data:	Měřil:

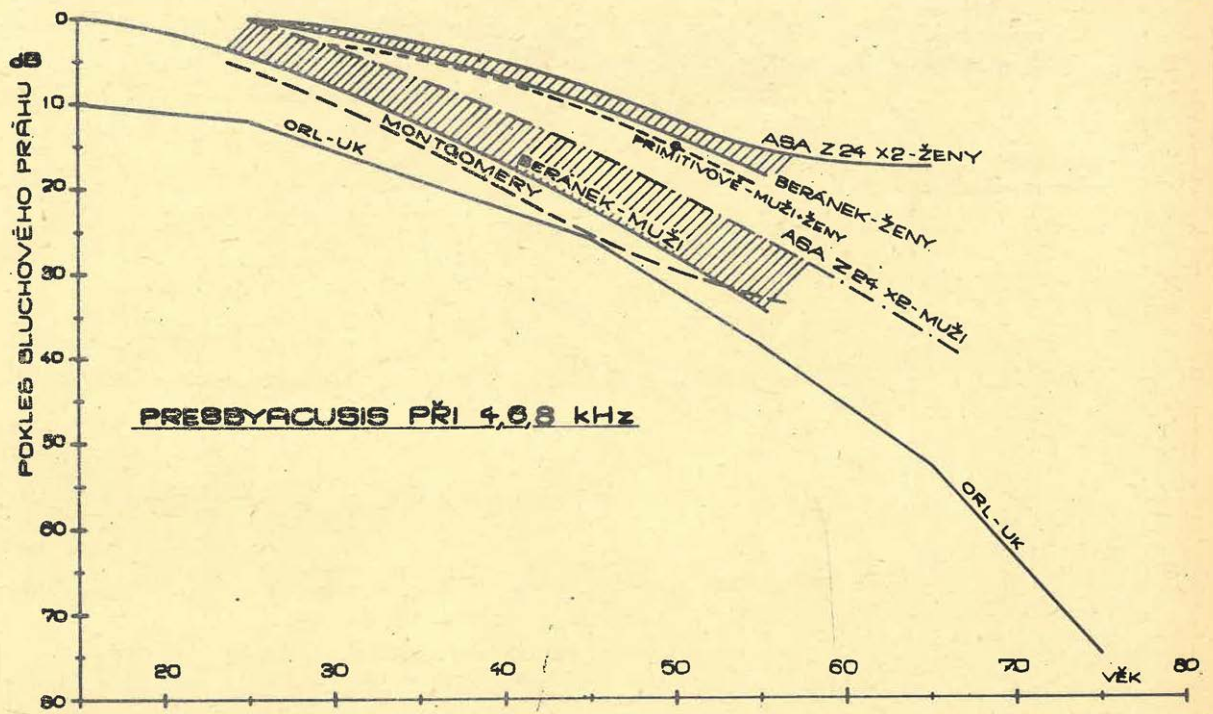
Obr. 4

TYPICKÝ PRŮBĚH PROFESIONÁLNÍ NEDOSLÝCHAVOSTI

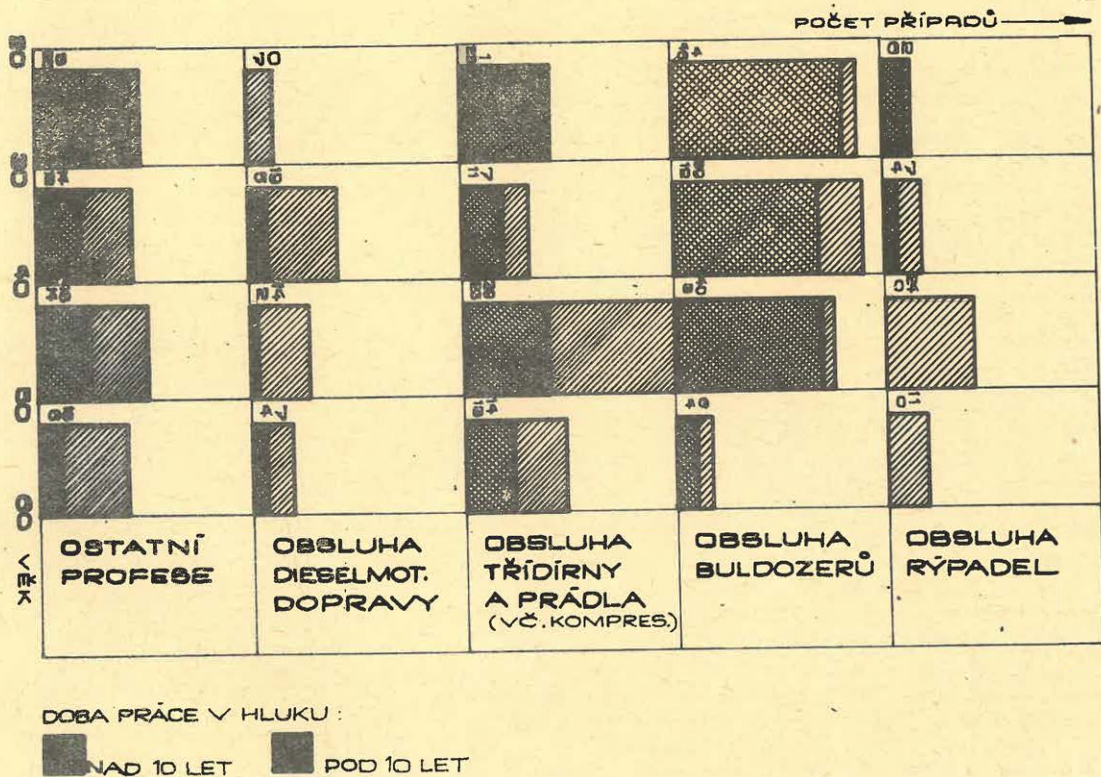
VEDENÍ:
VZDUŠNÍ ————
KOSTNÍ □-----□



Obr. 5



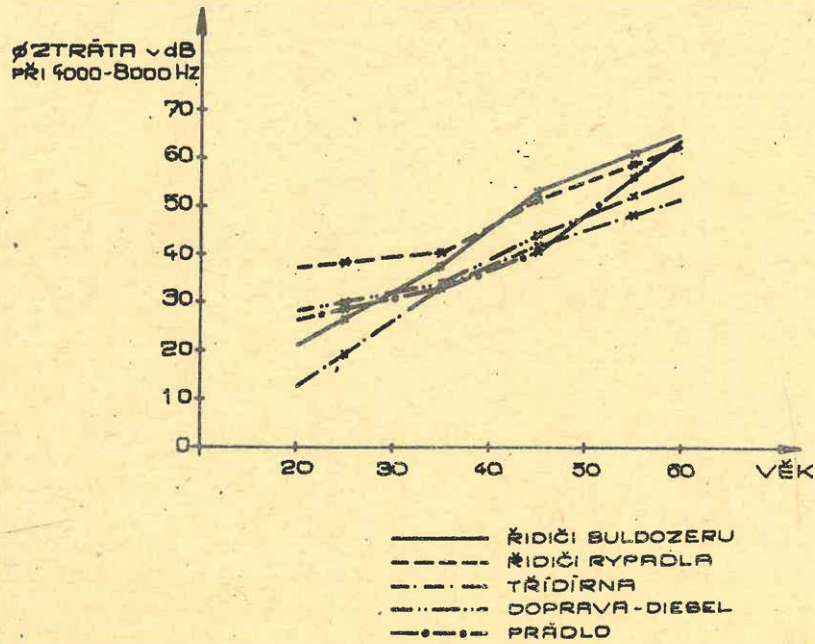
Obr. 6



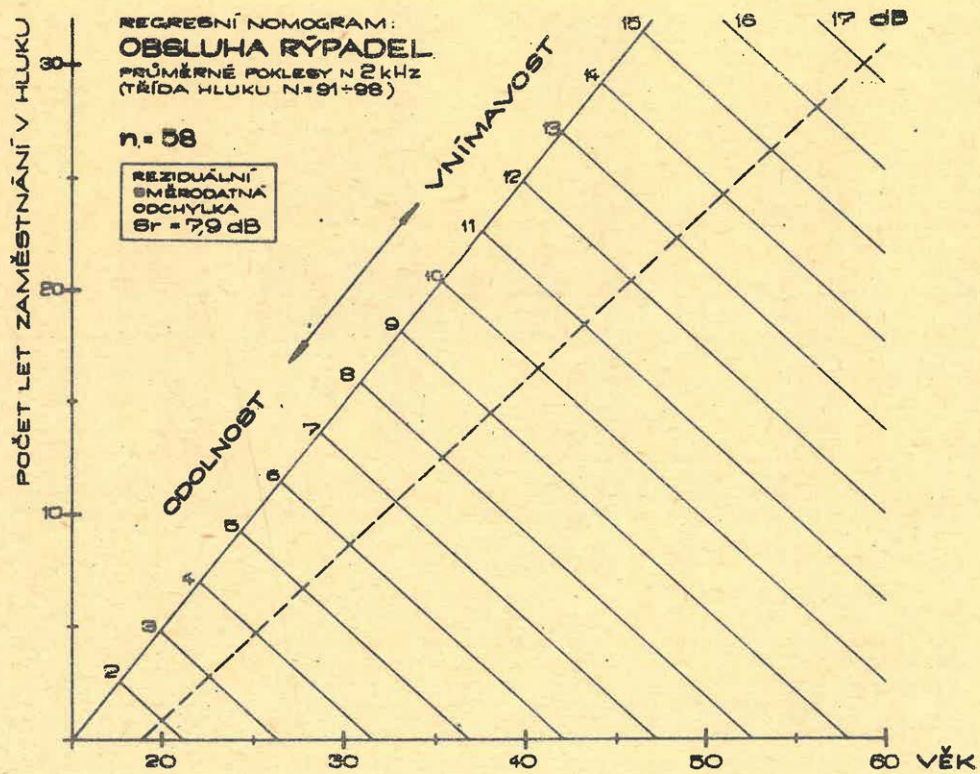
ROZDĚLENÍ POČTU VŠETŘOVANÝCH PŘÍPADŮ
DLE PROFESE A VĚKU:

Obr. 7

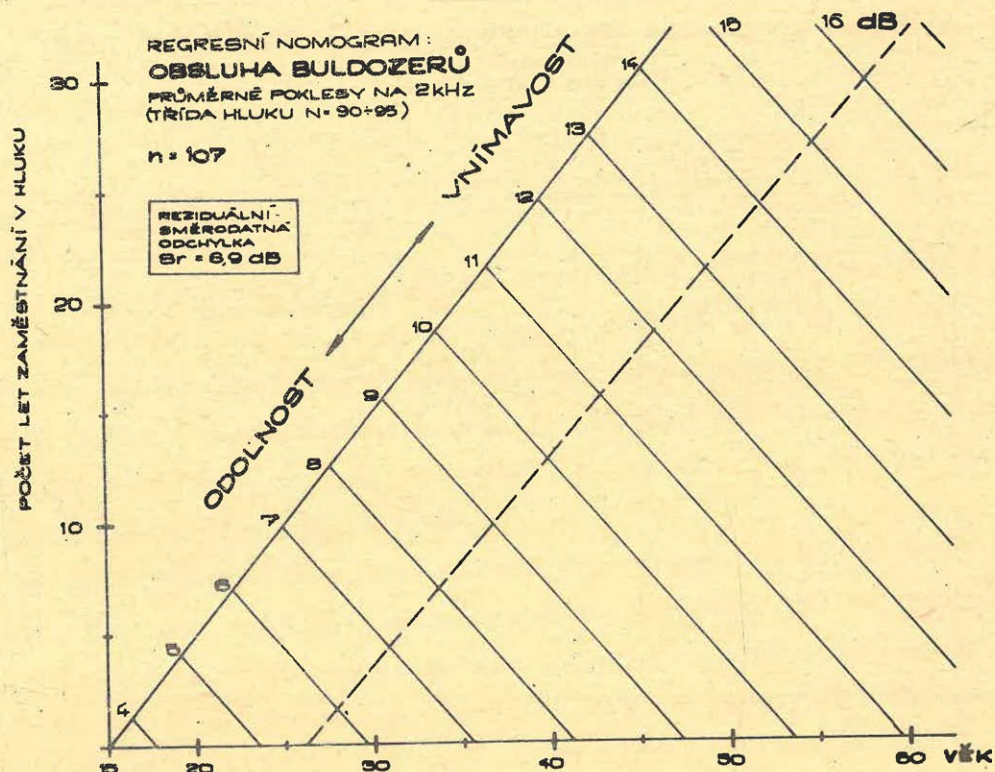
SOUČASNÝ STAV SLUCHU VYŠETŘENÝCH ZAMĚSTNANCŮ, PRACUJÍCÍCH V HLUČNÉM PROSTŘEDÍ



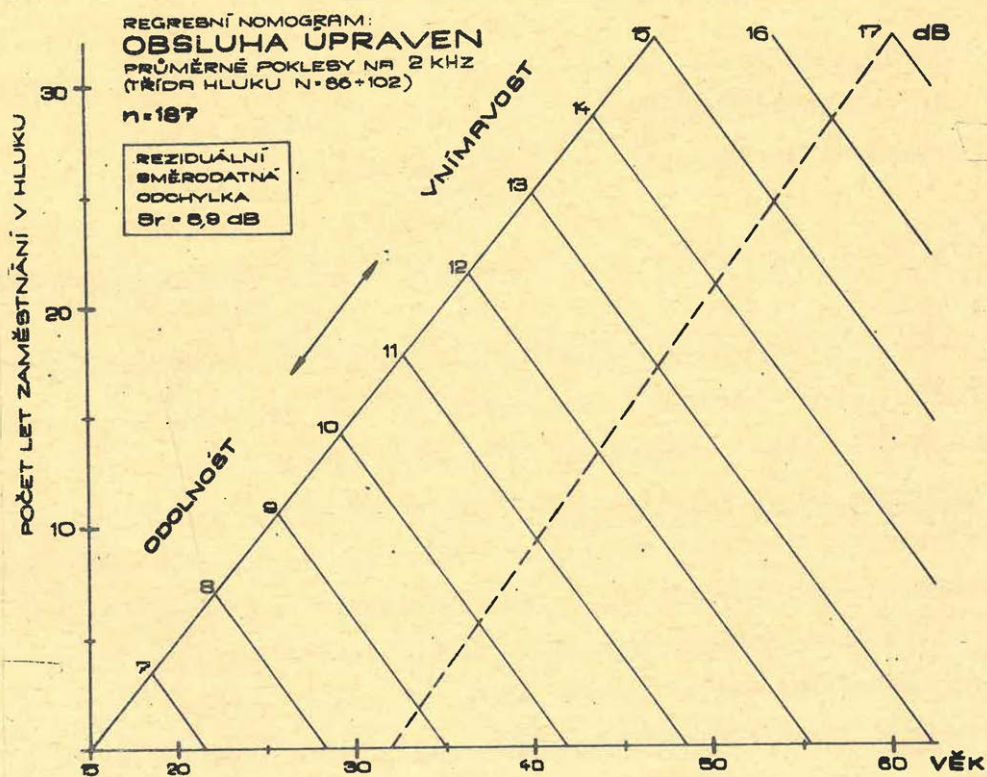
Obr. 8



Obr. 9

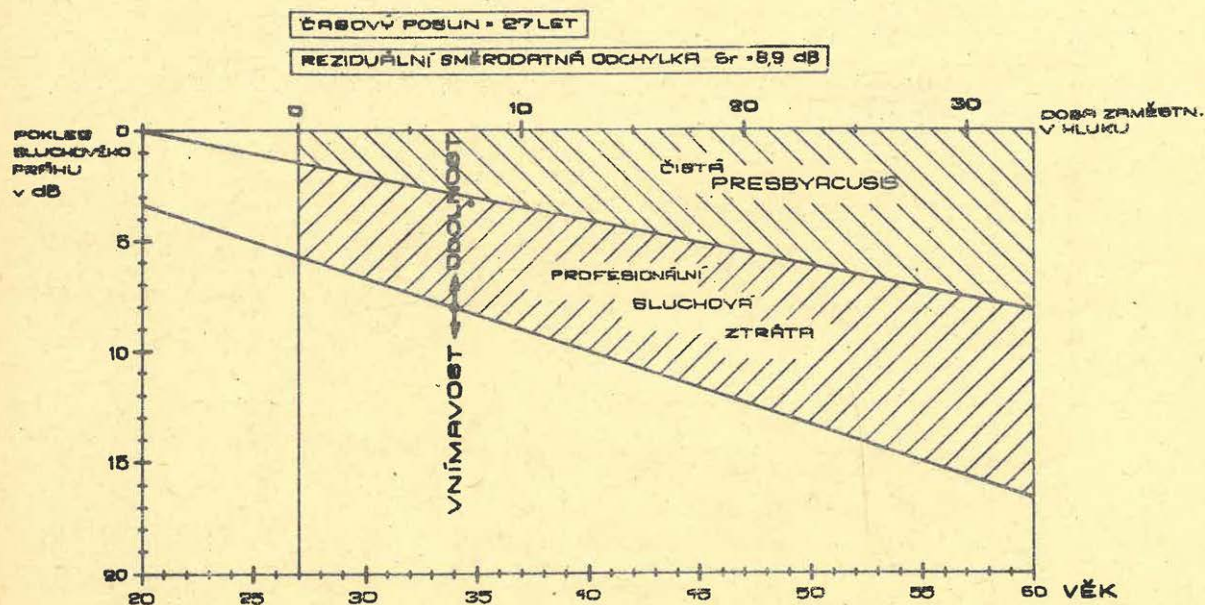


Obr. 10

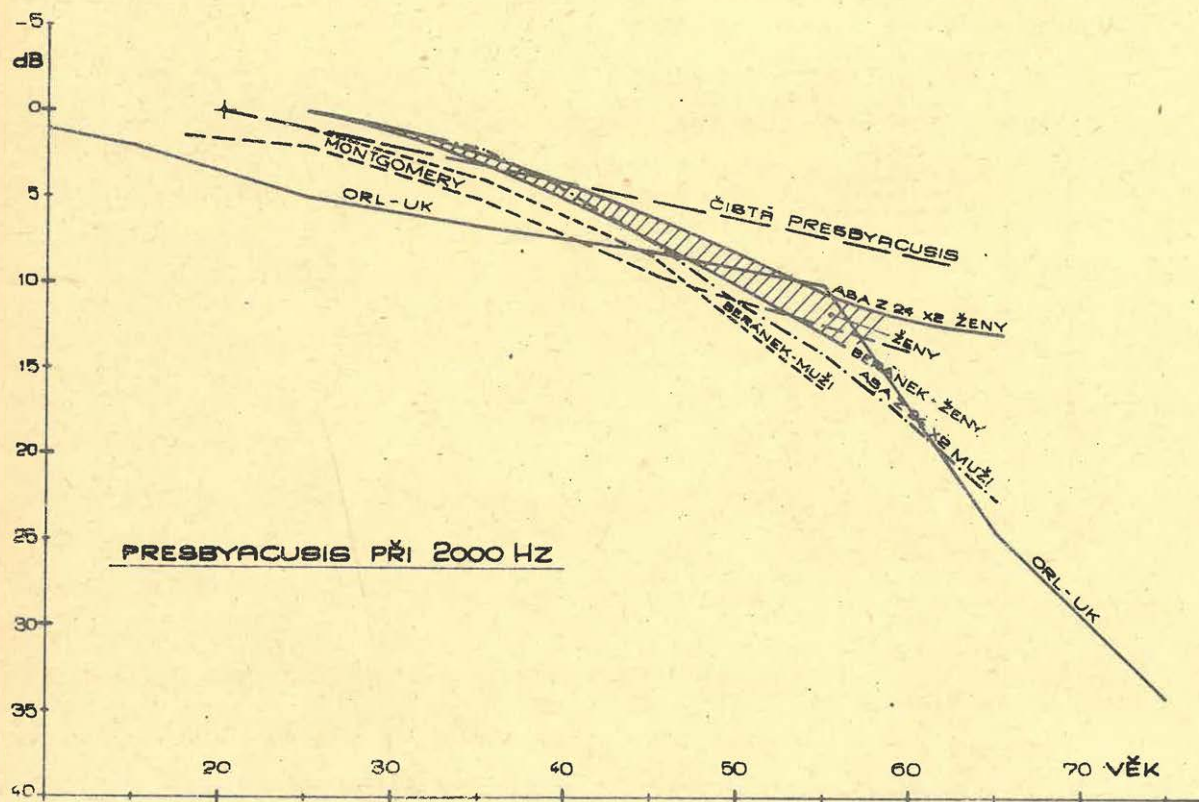


Obr. 11

REGRESNÍ NOMOGRAM: OBSLUHA BULDOZERŮ, PRŮMĚRNÉ POKLESY:
(TŘÍDA HLUKU N = 90-95)
(PRO 2000 Hz)



Obr. 12



Obr. 13