

VPLYVY HLUKU NA ČLOVEKA VERZUS VPLYV ČLOVEKA NA HLUK

Stanislav Žiaran

Strojnícka fakulta STU v Bratislave

CIEĽ PREDNÁŠKY

- riziká možného **poškodzovania zdravia človeka** vibroakustickou energiou;
- fyzikálna **podstata** vibroakustického vlnenia;
- **zdroje a šírenie** vibroakustického vlnenia;
- **hodnotenie** nízkofrekvenčného hluku na hranici počuteľnosti;
- **redukcia** vibroakustického vlnenia.

VPLYVY HLUKU NA ČLOVEKA

AKUSTICKÉ VLNENIE A ČLOVEK

- akustické vlnenie **pôsobí na organizmus, ovplyvňuje jeho zdravie, správanie, aktivitu, účinnosť a duševnú pohodu;**
- prekročená intenzita zvuku – **zvyšovanie krvného tlaku – hypertenzia;** 70 dB → 0,00001 W; habituálny; pri emocionálnom hluku nižšia hladina;
- **znižuje sluchovú ostrosť;**
- ...bližšie v monografii Ochrana človeka pred kmitaním a hlukom 2001 tiež v učebnici 2008.



Stanislav Žiaran

úskal titul Ing., CSc. a docent na Strojníckej fakulte STU v Bratislave v rokoch 1974, 1978 a 1988. Pracuje na Slovenskej technickej univerzite na Ústave aplikovanej mechaniky a mechaniky Strojníckej fakulty ako docent. Prednáša Statiku, Dynamiku, Znižovanie hluku a vibrácií, Technickú diagnostiku, Ochranu človeka pred kmitaním a hlukom, Strategiu znižovania hluku a kmitania. Jeho vedecká práca bola zameraná na znižovanie hluku spaľovacích motorov. Absolvoval poborčný študijný pobyt na univerzite v Southampton (Institute of Sound and Vibration Research) v Anglicku.

Je autorom a spolusautorom 11 dočasných vysokoškolských učebníc, 5 celostátnych vysokoškolských učebníc a 3 monografií v oblasti teoretickej mechaniky, akustiky a kmitania. Bol členom medzinárodneho antarctického tímu publikácie Encyclopaedia of Life Support System vydanej UNESCO. Autor a spolusautor viac ako 130 vedeckých a odborných článkov nverejných v časopisoch a zborníkoch medzinárodných a národných konferencií. Rišil viac ako 100 štíkov pre prácu a výrazní vedecko-výskumnú činnosť univerzity. Spracoval 101 návrh z oblasti mechanického kmitania, akustiky a mechaniky.

V súčasnosti sa zaoberá riešením úloh znižovania hluku a kmitania, prenosom vibroakustickej energie prostredím a jej vplyvmi na človeka, vibrodiagnostikou strojov, znižovaním kvality strojov a ich častí, ale aj riešením úloh z iných oblastí aplikovanej mechaniky a akustiky.

Je predsedom Technickej komisie Akustika a mechanické kmitanie pri STU, predsedom OS Technika znižovania hluku a kmitania pri SKAS, predsedom OS Hluk a kmitanie pri SSTP a posudzovateľom SNAS.

Stanislav Žiaran OCHRANA ČLOVEKA PRED KMITANÍM A HLUKOM

KMITANIE A AKUSTIKA

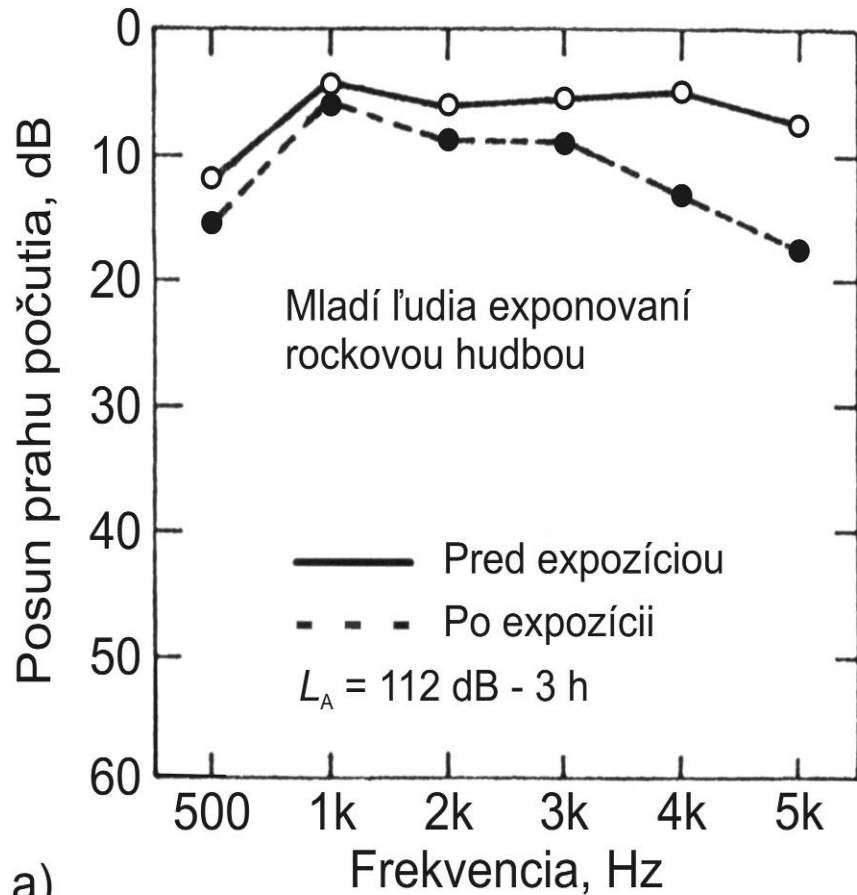
OCHRANA ČLOVEKA PRED KMITANÍM A HLUKOM

Stanislav Žiaran

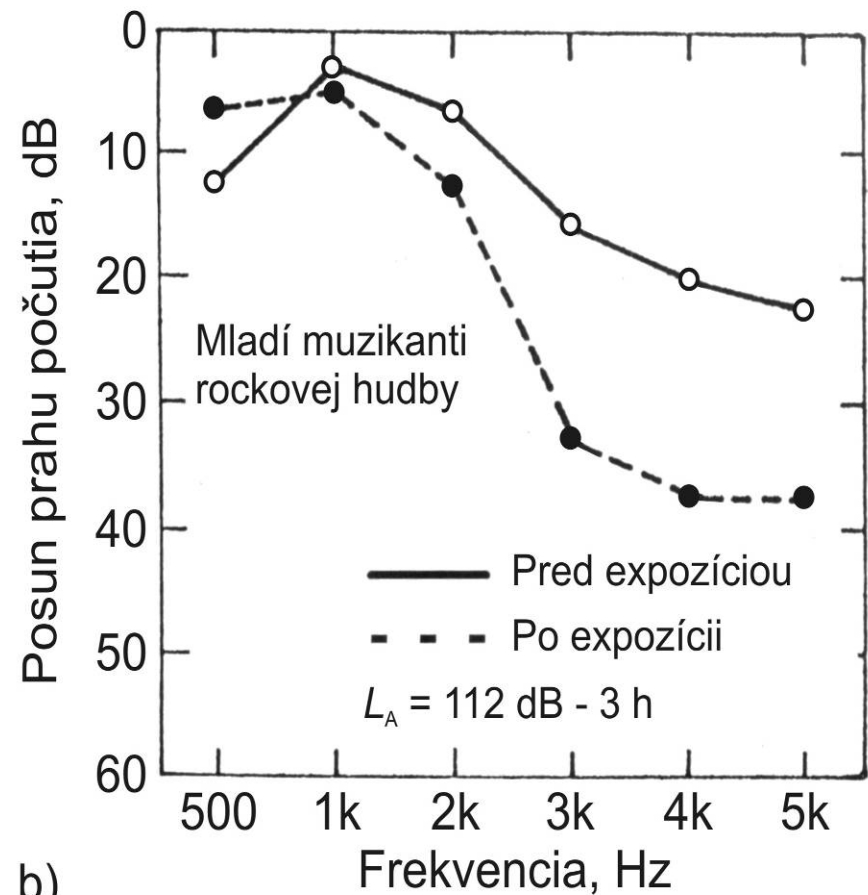
SLUCHOVÉ VPLYVY

- sluchová adaptácia, **sluchová únava** a **sluchová strata** čiže dočasný alebo trvalý posun prahu počutia spôsobený vibroakustickým vlnením a akustická trauma;
- **poruchy v zrozumiteľnosti a v prenose zvukovej informácie**, a to predovšetkým periférne a centrálné maskovanie užitočného signálu rušivým signálom;
- **poruchy rovnováhy** spôsobené priamym prenosom podráždenia vibroakustickým vlnením na polkruhové kanáliky statického ústrojenstva.

AUDIOGRAM: DOČASNÝ A TRVALÝ POSUN PRAHU POČUTIA



a)

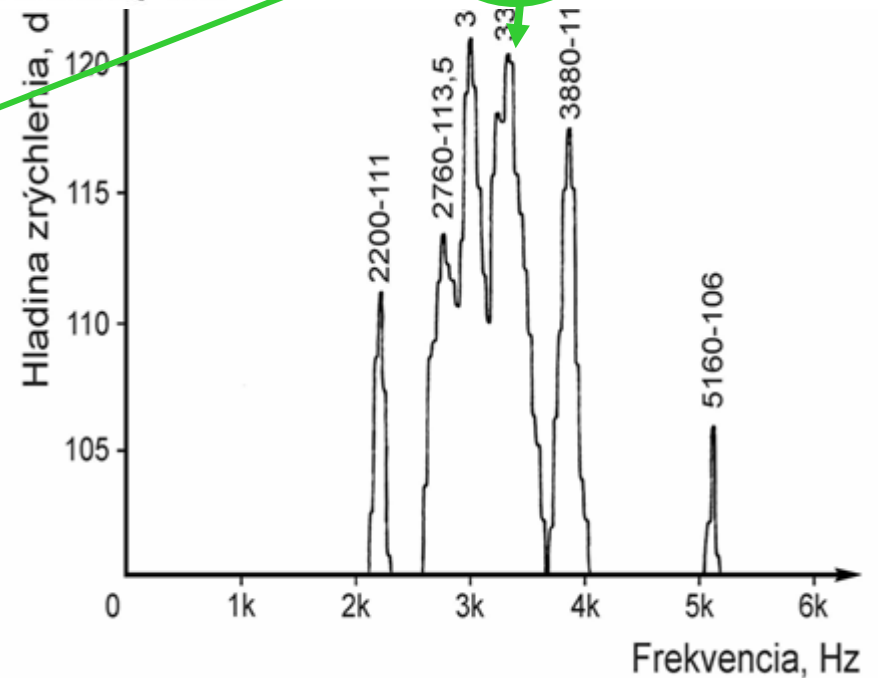
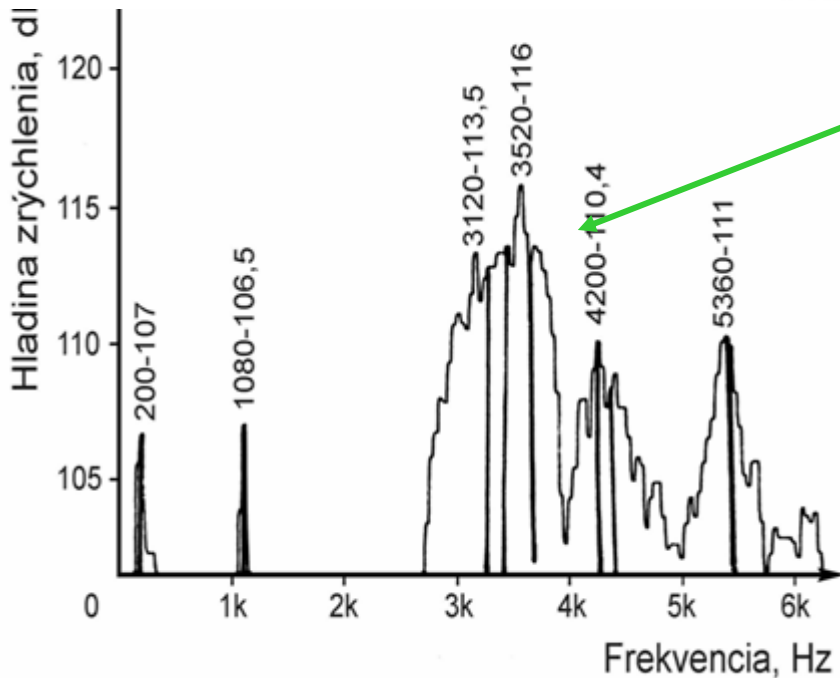
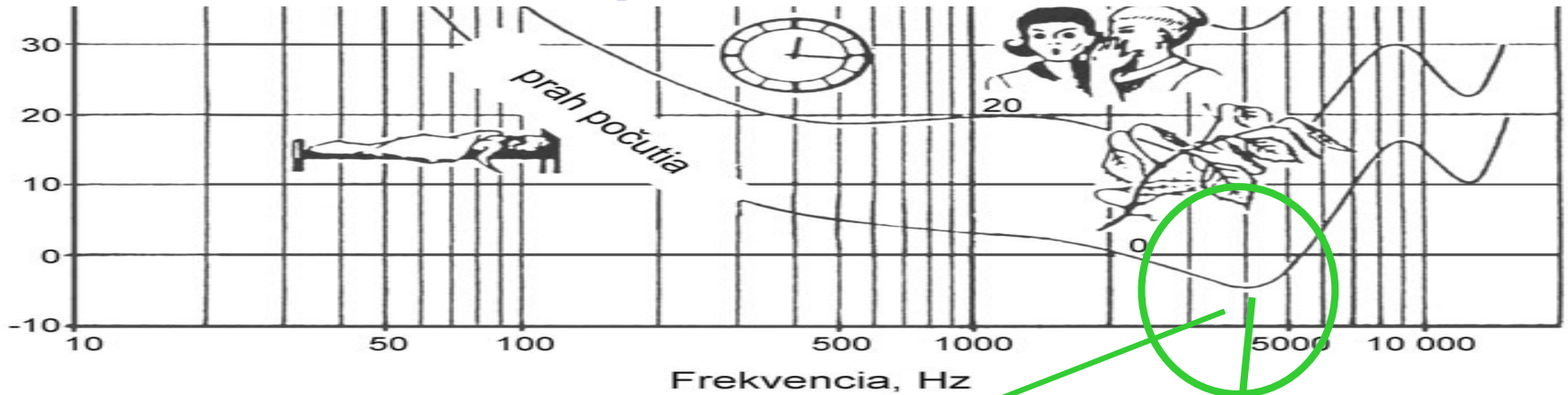


b)

MIMO SLUCHOVÉ VPLYVY PORUCHY SPÁNKU

- **narušenie rovnováhy** medzi procesmi podráždenia a útlmu v mozgovej kôre, alebo **emocionálne** pôsobiacimi obťažujúcimi hlukmi sú príčinou **poruchy spánku**;
- zmena jeho **hĺbky, rytmu a trvania**;
- pri rušení spánku hlukom sa **stretávajú** fyziologické a **psychologické** aspekty pôsobenia hluku;
- **narúšanie** regeneračných procesov prebiehajúcich v organizme počas spánku, je zo zdravotného hľadiska dôležitým **negatívnym javom**;
- **prebudenie** hladiny A vyššie ako 35 dB až 37 dB;
- aj podstatne **nižšie** hladiny s určitým frekvenčným rozložením vedú k narúšaniu spánku (pod 30 dB).

HLUK NÍZKÝCH HLADÍN: PŘENOS VODOU (pod 30 dB, A-váž.)



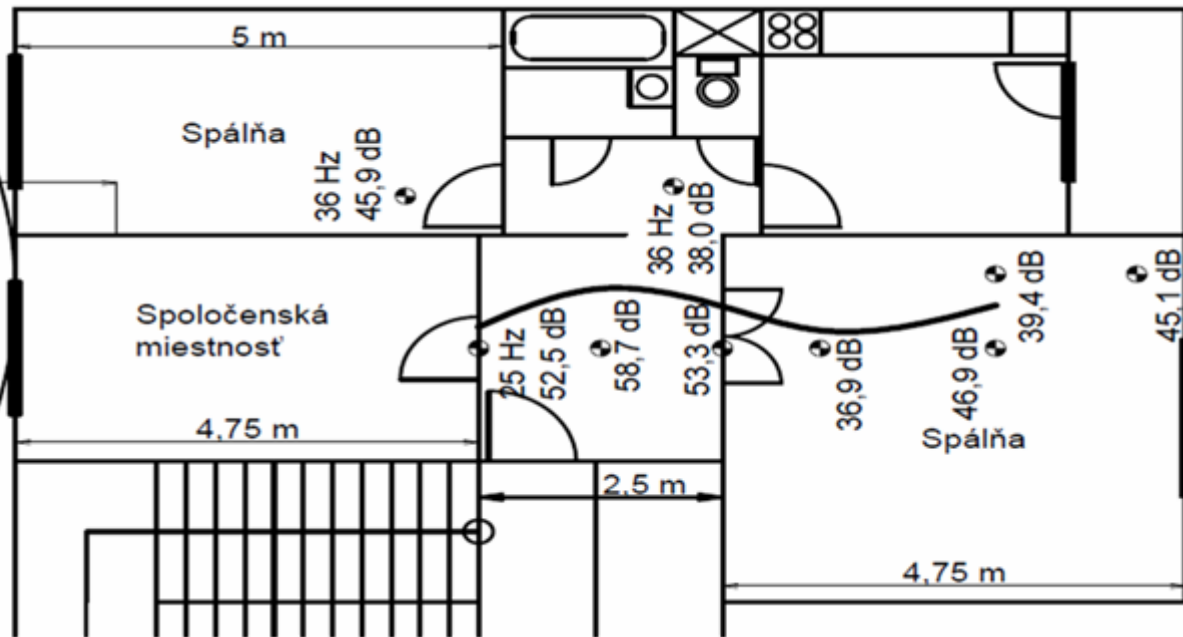
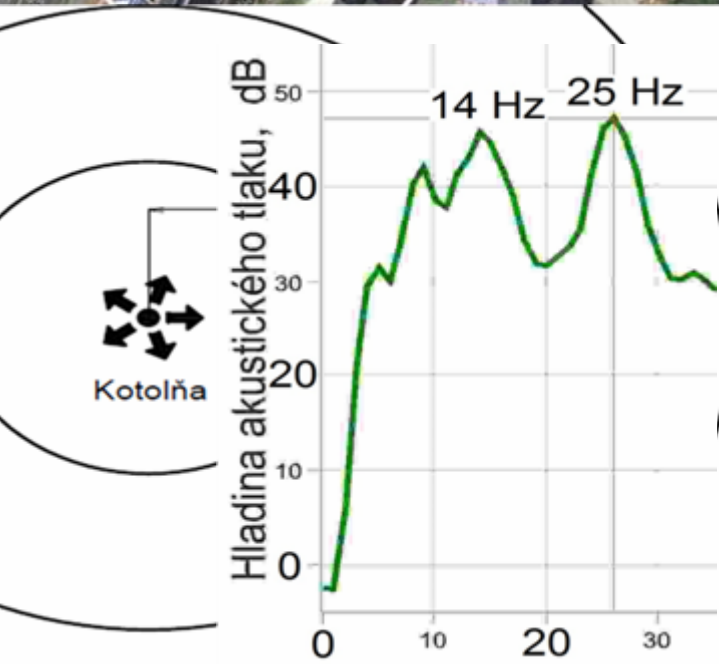
PSYCHICKÉ PORUCHY

- **hluk nízkych hladín** a **impulzový hluk** môže vyvolať *psychické poruchy*, ktoré sa prejavujú ako **podráždenosť**, **apatia**, **bolesti a kŕče v zažívacom trakte**, **celková nervozita** a pod.;
- pre mnohé zdroje hluku, napríklad hluk vyžarovaný z **radiátorov**, hluk od technického **zariadenia domácnosti u susedov**, hluk od **kotolní** v blízkosti obytných priestorov, ich **emocionálny efekt spravidla postupne rastie** a s ním sa zvyšuje účinok nízkych hladín.

NFV A JEHO DOSAH



„Chcela by som sa vás opýtať či máte nejaké novinky ohľadom toho nepríjemného zvuku, **ktorý nám doma nedá spať**‘. Ja už to naozaj nezvládam a budem **nútená ten byt opustiť**‘, ak sa to v dohľadnej dobe nevyrieši“.



ĎALŠIE MIMO SLUCHOVÉ VPLYVY

- neurohormonálna regulácia s dokázateľnými **zmenami v hladinách hormónov** a ich metabolitov na úrovni imunitných procesov;
- neurovegetatívna regulácia s vplyvmi na **tlakové pomery v krvnom obehú;**
- biochemická reakcia, napríklad **hospodárenie** s horčíkom a vápnikom;
- regulácia procesov podráždenia a **útlmu v centrálnej nervovej sústave** prejavujúca sa **zmenami zaspávania**, v dĺžke a kvalite spánku a v pohotovosti obranných a iných reflexov;
- priebeh najvyšších nervových funkcií obsahujúcich **proces učenia a zapamätania**, využívanie kapacity pamäti a priebeh **tvorivej činnosti**;
- **ovplyvnenie motorických** a zmyslovo-motorických funkcií;
- únava a **znížená výkonnosť**, poruchy emocionálnej rovnováhy, **poruchy sociálnej interakcie** a mechanizmus spustenia či urýchlenia patogenetického deja.

HYPERTENZIA: ZÁVISLOSŤ SYSTOLICKÉHO TLAKU OD L_A

HABITUÁLNY HLUK

EMOCIONÁLNY HLUK

Podnet je prijatý a spracovaný sluchom

V mozgovej kôre sa analyzuje a hodnotí

Pôsobí na nervových spojeniach, vytvára sa noradrenalín

Pôsobí na nadobličky, vytvára sa adrenalín

Dochádza k zúženiu prievitu ciev v cievnej sústave

Dochádza k zrýchleniu pulzovej frekvencie

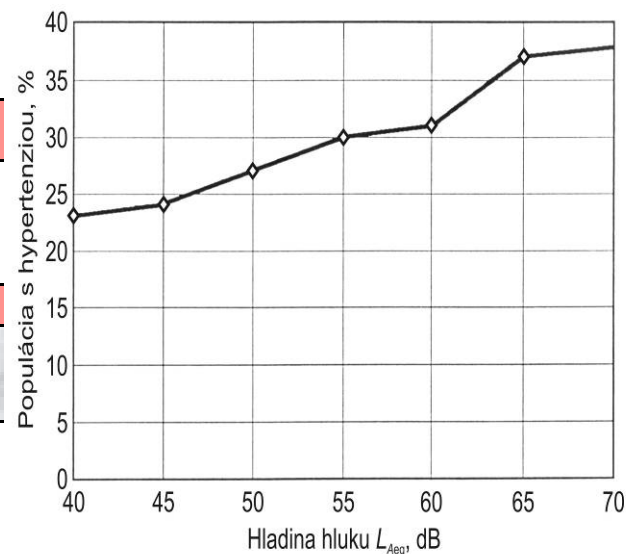
V oboch prípadoch je výsledkom zvýšený krvný tlak

$L_{Aeq} > 85$ dB

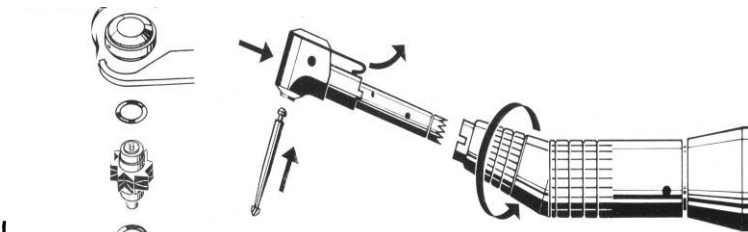
dvojnásobne väčšie riziko ako je riziko vyššieho veku;

riziko **infarktu** $L_{Aeq} > 66$ dB medzi 1,1 až 1,6;

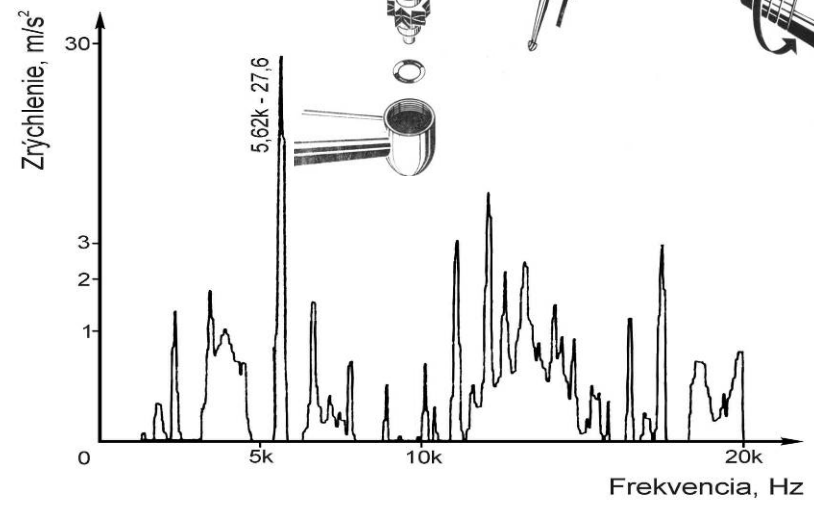
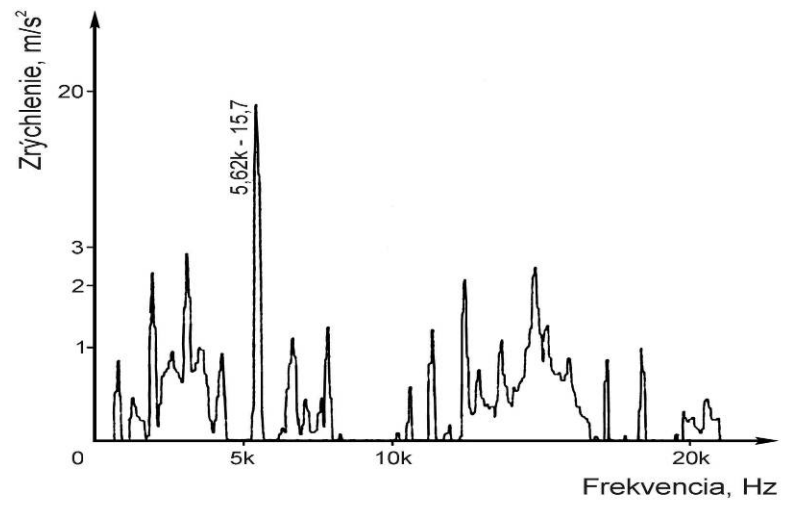
33 % civilizačných chorôb spôsobuje zvuk.



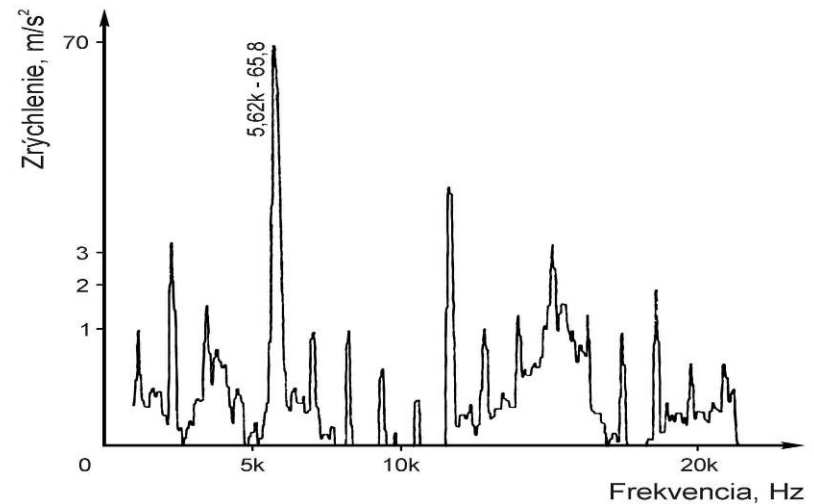
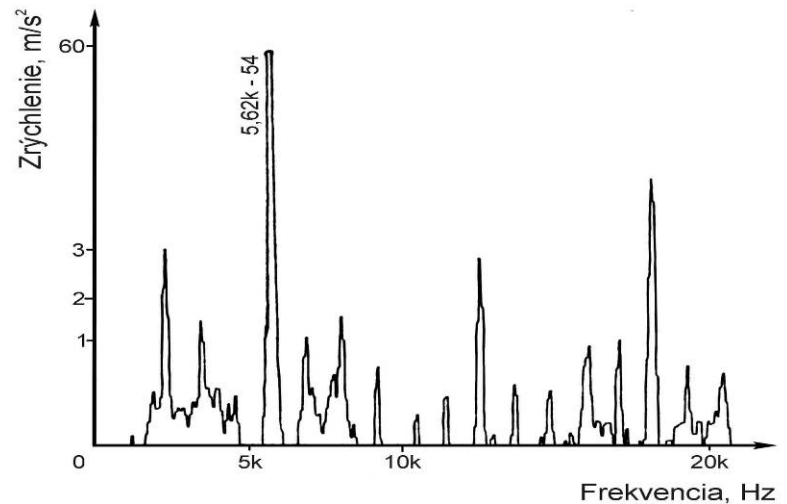
URČENIE KVALITY: TURBÍNOVÉ NÁŠADCE Vrrr...Brrr



a)



b)



OBT'AZOVANIE HLUKOM

- **podráždenie** ako jedna z foriem **obt'ažovania** (annoyance) hlukom: Je to **psychický stav**, ktorý vzniká pri nežiaducom vnímaní hlukových udalostí alebo pri podriadovaní sa okolnostiam, ku ktorým má **jedinec zamietavý postoj**, pretože **ruší jeho súkromie**, môžu predstavovať prekážku vo vykonávaní činnosti alebo ovplyvňovať odpočinok a na ktoré reaguje **pocitmi odporu, podráždenosti** a v niektorých prípadoch až psychosomatickými poruchami.

SOCIÁLNE SPRÁVANIE

Ja vám ukážem vy ...



VPLYV NA AKTIVITU A PRODUKTIVITU

- mechanické narúšanie a fyziologické **oslabovanie** *vôľovej aktivity* človeka a kvalifikovaného vykonávania pracovnej úlohy;
- **znižovanie** citlivosti a výkonnosti *zmyslovo-motorickej činnosti* človeka, poznávaciu aktivitu a pracovný výkon dvoma základnými spôsobmi, a to:
- časovo premenlivé zhoršovanie výkonu **znižujúce účinnosť a bezpečnosť**.

VPLYV ČLOVEKA NA HLUK



NÍZKOFREKVENČNÝ ZVUK A JEHO VPLYV NA OKOLITÉ PROSTREDIE

Cieľ vedeckého skúmania

- **fyzikálna podstata** nízkofrekvenčného vlnenia;
 - **zdroje a šírenie** nízkofrekvenčného vlnenia;
- **riziká** možného **poškodzovania zdravia** človeka akustickou energiou;
- **hodnotenie** nízkofrekvenčného akustického vlnenia;
 - **redukcia** nízkofrekvenčného vlnenia.

CHARAKTERISTIKA NÍZKOFREKVENČNÉHO HLUKU A JEHO POSUDZOVANIE

- vplyvy pri nízkych frekvenciách sa **odlišujú** v porovnaní so zvukmi stredných a vysokých frekvencií;
- vnímanie zvukov ako **pulzujúce a fluktujúce**;
- rýchlejšie **zvyšovanie hlasitosti a obťažovania** so zvyšujúcimi sa hladinami akustického tlaku pri nízkych ako pri stredných alebo vysokých frekvenciách;
- sťažovanie sa pre **pocity tlaku na sluchový orgán**;
- obťažovanie vyvolané sekundárnymi vplyvmi, ako sú **drnčanie** konštrukčných prvkov budov, oblokov a dverí;
- **menšia strata akustickej energie** prenosom pri nízkych frekvenciách ako pri stredných a vysokých frekvenciách;
- **zoslabovanie vnemu** pri frekvenciách zvuku pod 60 Hz.

ZDROJE NÍZKOFREKVENČNÉHO VLNENIA – UMELÉ

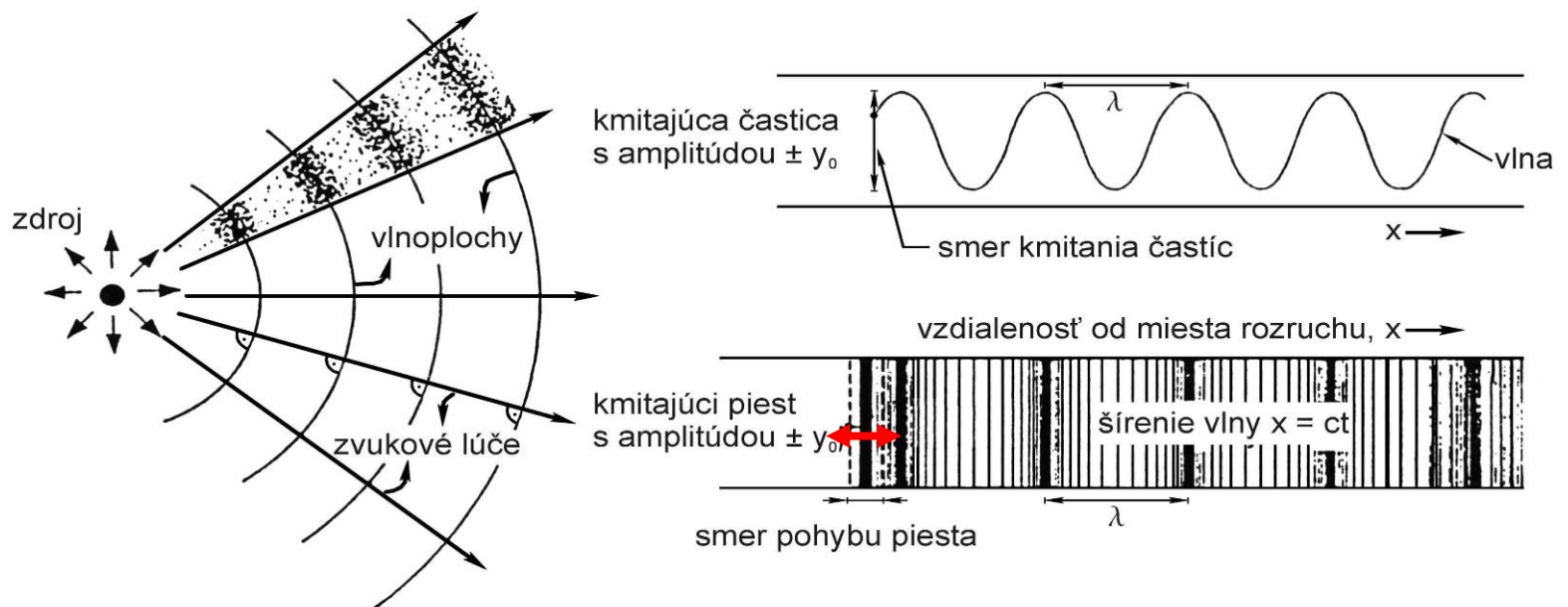
generované aktivitami človeka:

- **explózie** (trhacie práce v lome, na stavbách a pod.);
- mechanické **rázy**;
- **TZB** inštalované v budovách a/alebo v blízkom okolí;
- **stroje a strojové sústavy v priemysle**;
- statické konštrukcie – napr. **potrubné sústavy**;
- **technologický** proces: pílenie, kovanie, strihanie a pod.;
- **chemický** proces (chemické reakcie);
- **doprava, stavebné aktivity** a iné zdroje seizmického budenia;
- **prenosová elektrická sústava** – transformátory.

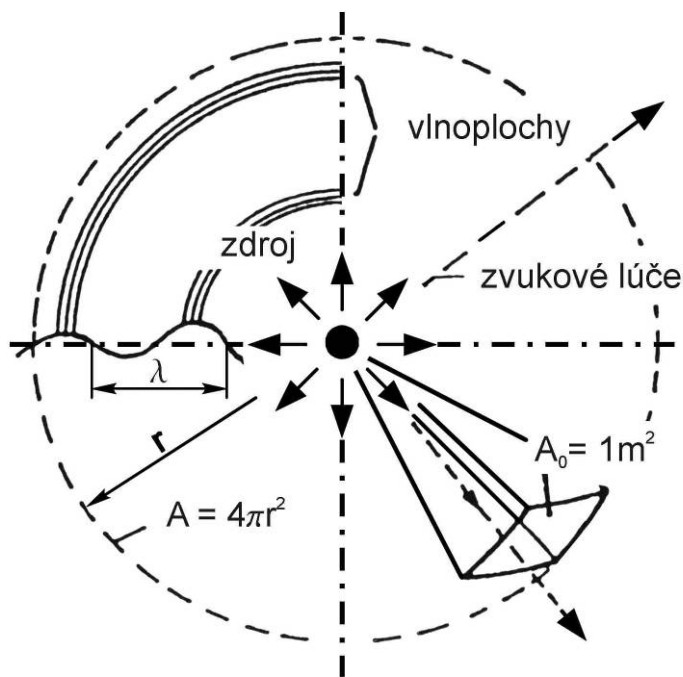
FYZIKÁLNA PODSTATA

VEDECKÝ CIEĽ – REDUKCIA HLUKU REDUKCIOU KMITANIA

- obsah termínov **zvuk a kmitanie** je fyzikálne spojený;
- generovanie zvuku sa spája s kmitaním pevných objektov – **mechanické kmitanie** a interakcia so vzduchom – **akustické kmitanie**.



AKUSTICKÝ VÝKON, AKUSTICKÁ INTENZITA A AKUSTICKÁ ENERGIA



$$P = IA = p^2 A / \rho c$$

$$I = \frac{1}{T} \int_0^T p(r,t) \cdot v(r,t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(r,t)}{\rho c} dt$$

$$E = \frac{1}{2} \rho_0 \left(v^2 + \frac{p^2}{\rho_0^2 c^2} \right) V_0$$

$$w = \rho_0 v^2 = \frac{pv}{c} = \frac{p^2}{\rho_0 c^2}$$

- bližšie v monografii Znižovanie kmitania a hluku v priemysle 2006 a aj v učebniciach ...1997, 2008



Stanislav Žiaran

získal titul Ing., GSc a docent na Strojníckej fakulte STU v Bratislave v rokoch 1971, 1978 a 1988. Pracuje na slovenskej technickej univerzite na Katedre technickej mechaniky Strojníckej fakulty ako docent, Prednáša Štátnu, Dynamiku, Znižovanie hluku a kmitania, Ochranu človeka pred kmitaním a hlukom, Stratégiu znižovania hluku a kmitania. Jeho kandidátska práca bola zameraná na znižovanie hluku spaľovacích motorov. Absolvoval päťročný študijný pobyt na univerzite v Southampton (Institute of Sound and Vibration Research) v Anglicku.

Je autorom a spoluautorom 11 deťazných vedeckých článkov, 5 celoživotných vedeckých článkov a 2 monografií z oblasti teoretickej mechaniky, akustiky a kmitania. Bol členom medzinárodného autorského tímu publikácie Encyclopaedia of Life Support System vydanú UNESCO. Autor a spoluautor viac ako 120 vedeckých a odborných článkov uverejnených v časopisoch a odborných medzinárodných a národných konferenciách. Rečnil viac ako 90 ústn. prejavov a v rámci vedecko-výskumnej činnosti univerzity, Spracoval 99 návrhov z oblasti mechanického kmitania, akustiky a mechaniky.

V súčasnosti sa zaoberá najmä úlohou znižovania hluku a kmitania prenosom vibroakustickej energie prostredím a jej vplyvom na človeka. Vpredajných strojoch, zabezpečovaním kvality strojárskych častí, ale aj riešením úloh z iných oblastí aplikovanej mechaniky a akustiky.

Je predsedom Technickej komisie Akustiky a mechanické kmitanie pri STU, predsedom DS Technika znižovania hluku a kmitania od SKAB, predsedom DS Hluk a kmitanie pri SSTP a predsedateľom SNAB.

Stanislav Žiaran ZNIŽOVANIE KMITANIA A HLUKU V PRIEMYSLE

85 - 213 - 2006
ISBN 80-227-2366-5



KMITANIE
A HLUKA

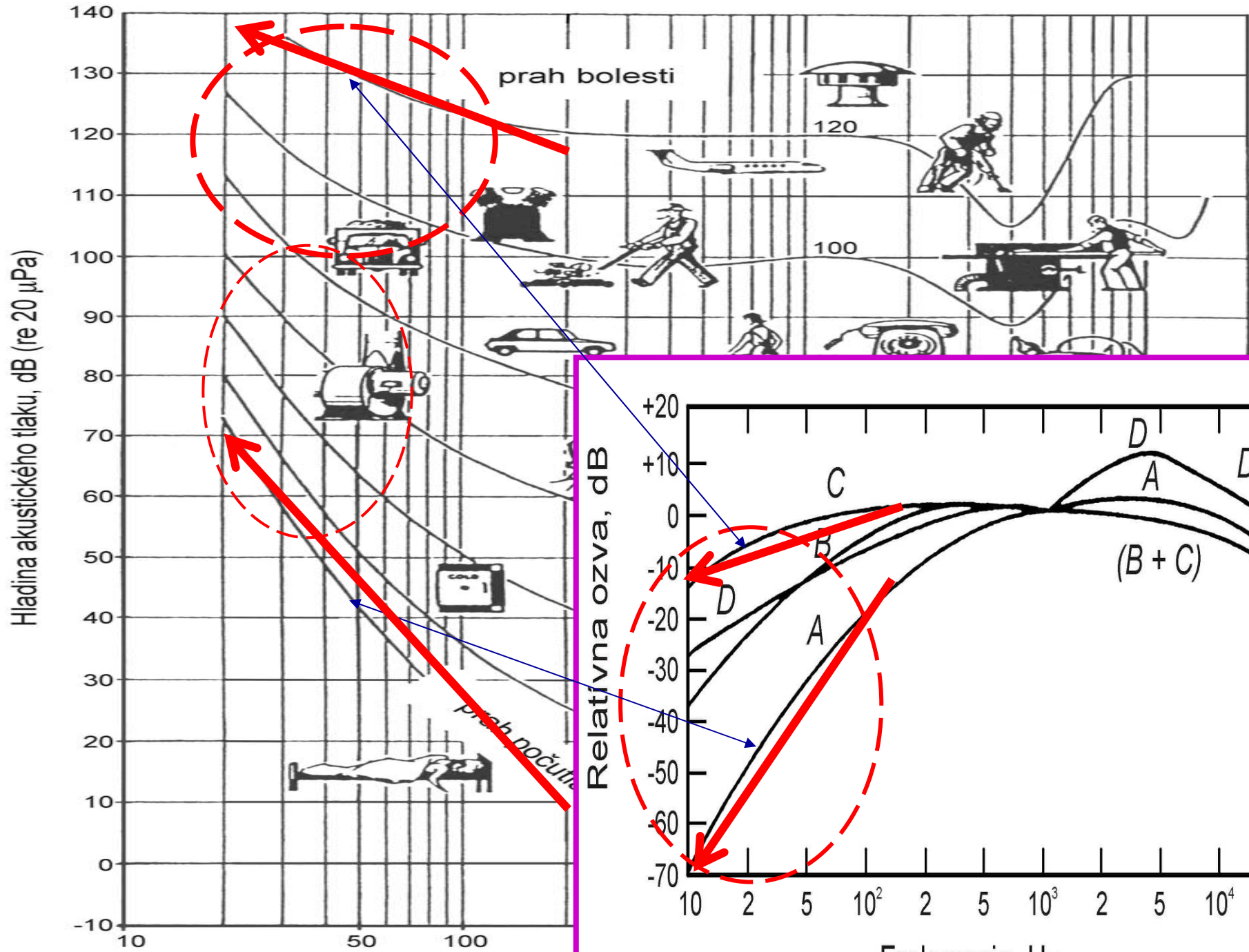
ZNIŽOVANIE KMITANIA A HLUKU V PRIEMYSLE

Stanislav
Žiaran

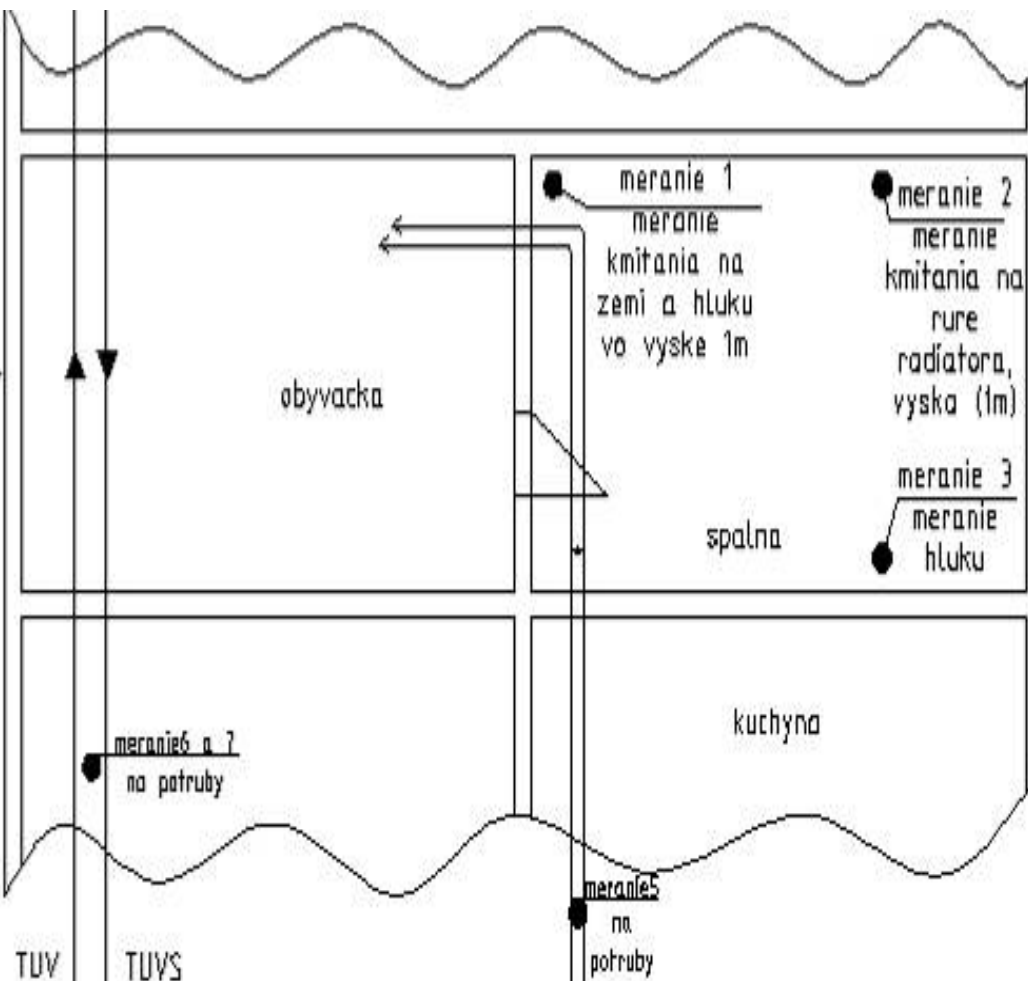


SLOVENSKÁ
TECHNICKÁ
UNIVERZITA
Strojnícka fakulta



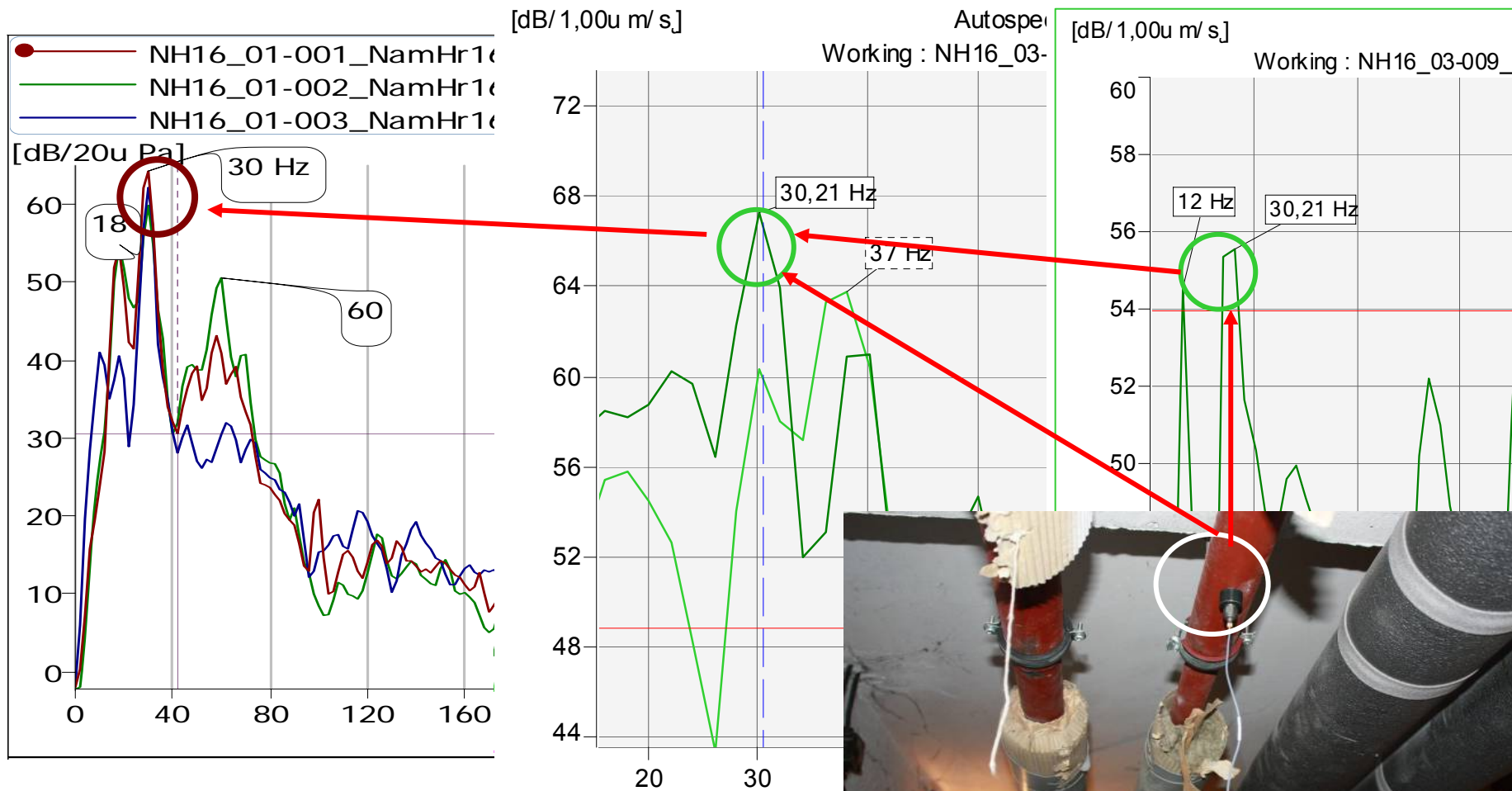


ANALÝZA NÍZKOFREKVENČNÉHO HLUKU PRE DANÚ DISPOZÍCIU



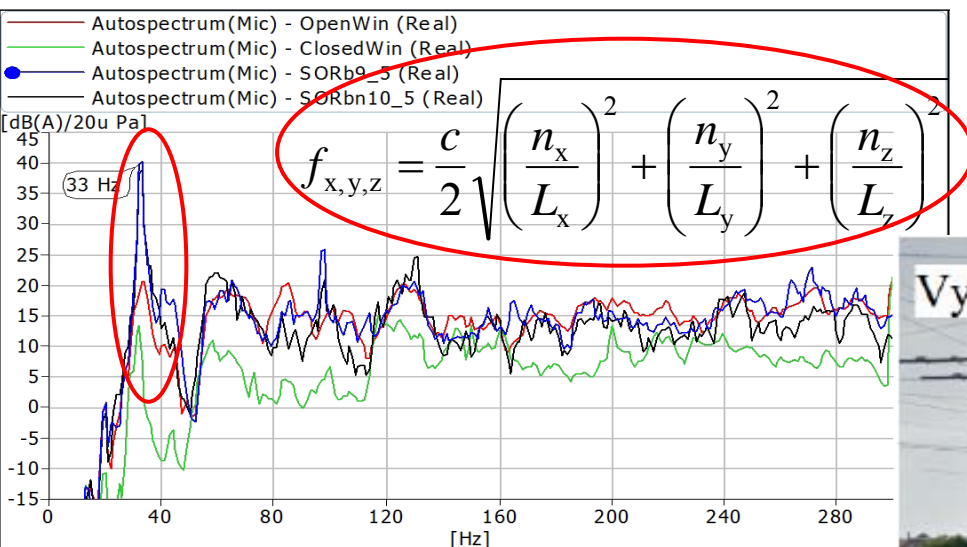
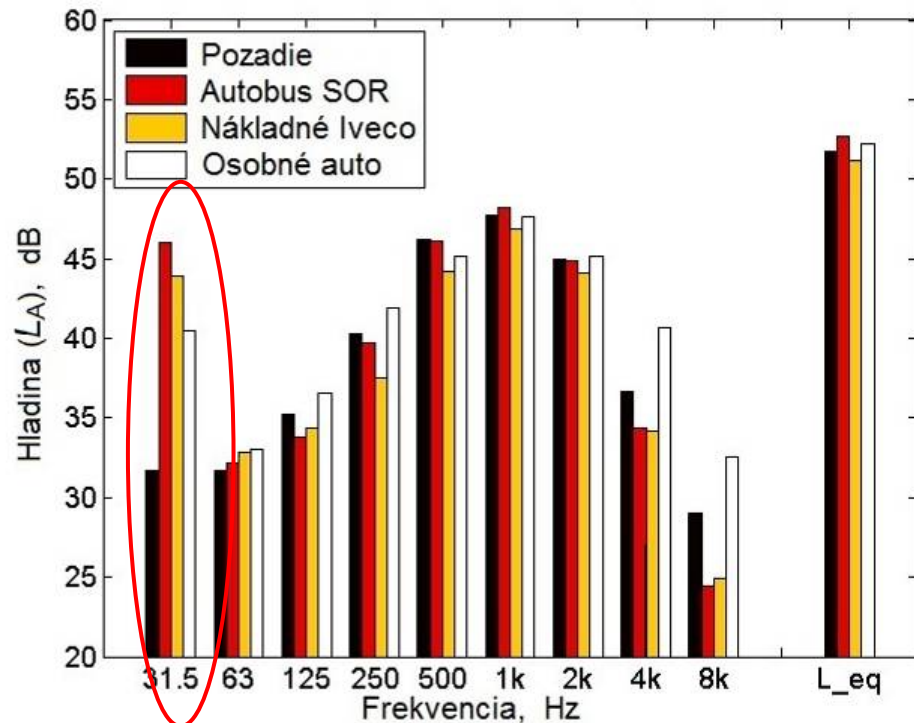
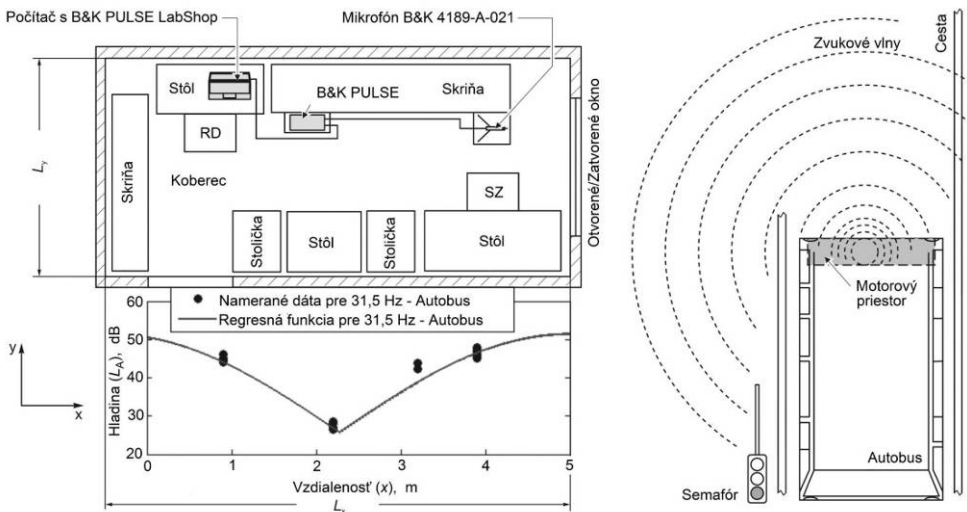
Rezonancia potrubia – prejavy

(panelový dom, Nám. hraničiarov)

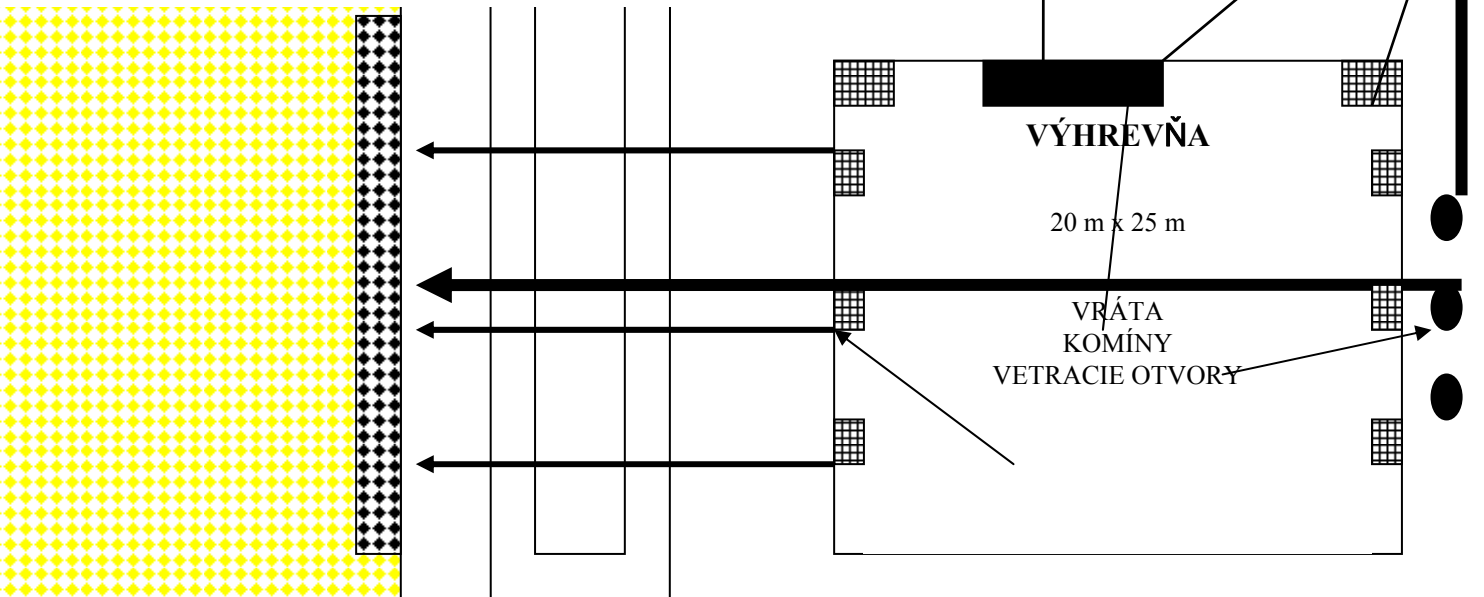
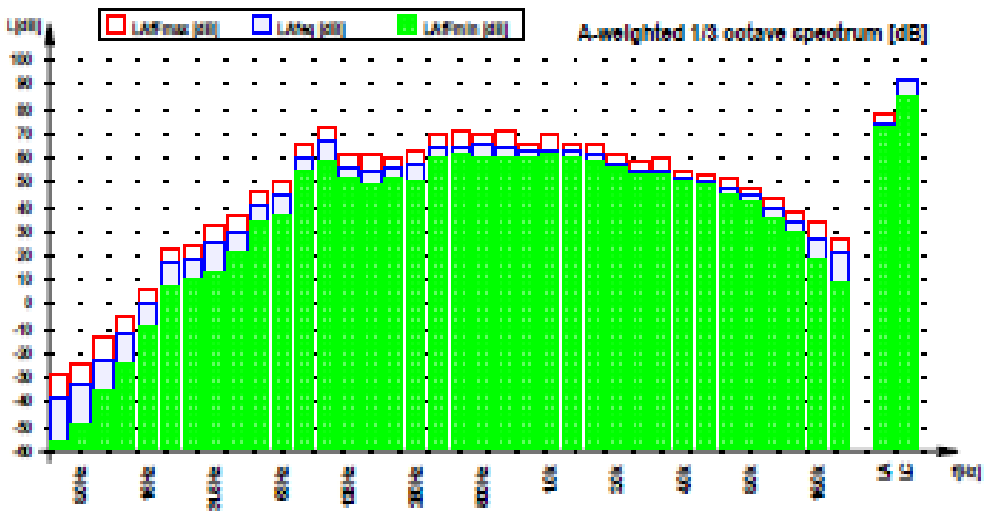


Zdroj NFAV – Diesellový motor

Stojaté vlnenie v pracovni



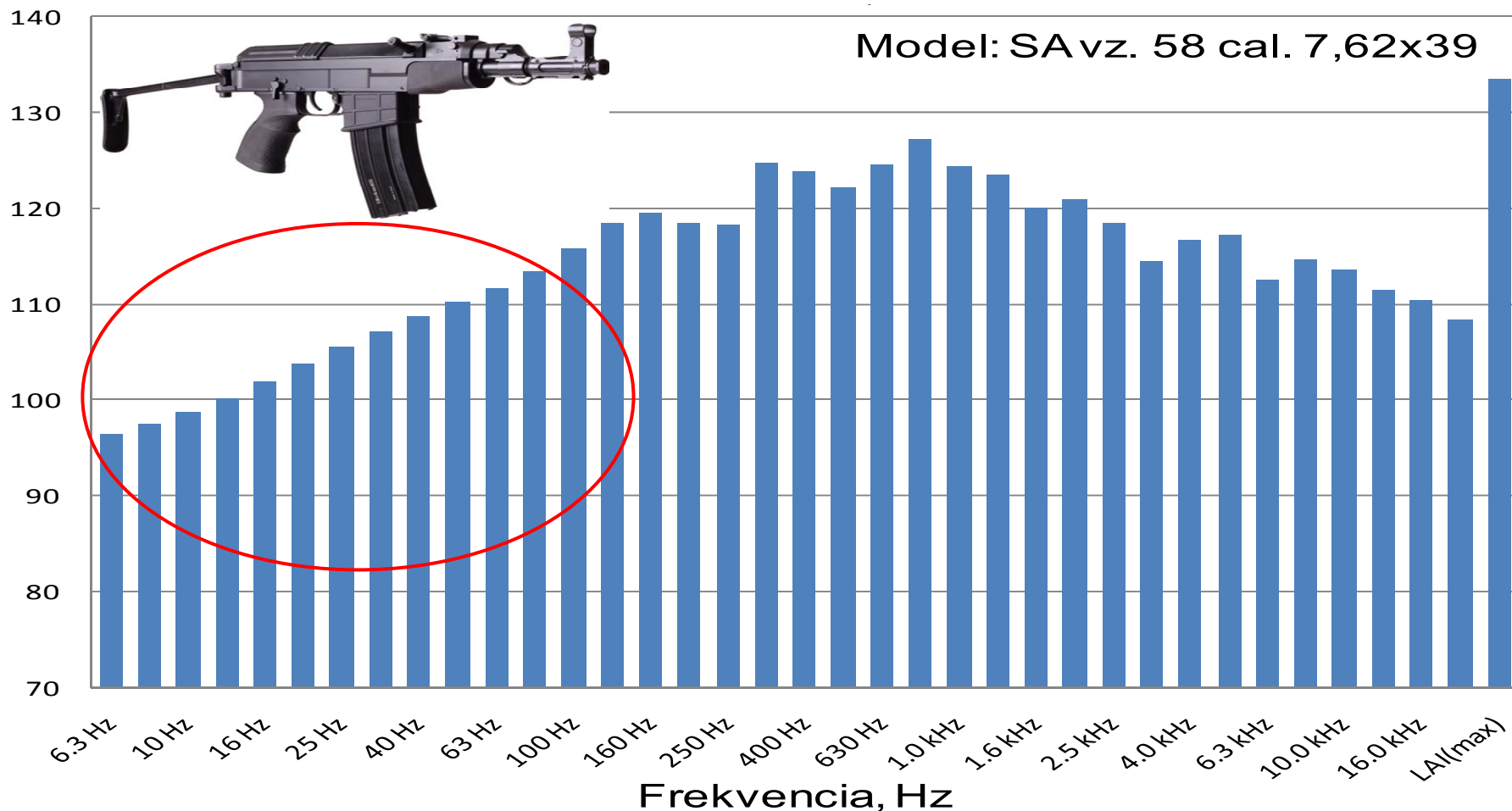
PRENOSOVÉ CESTY ENERGIE Z VÝHREVNE



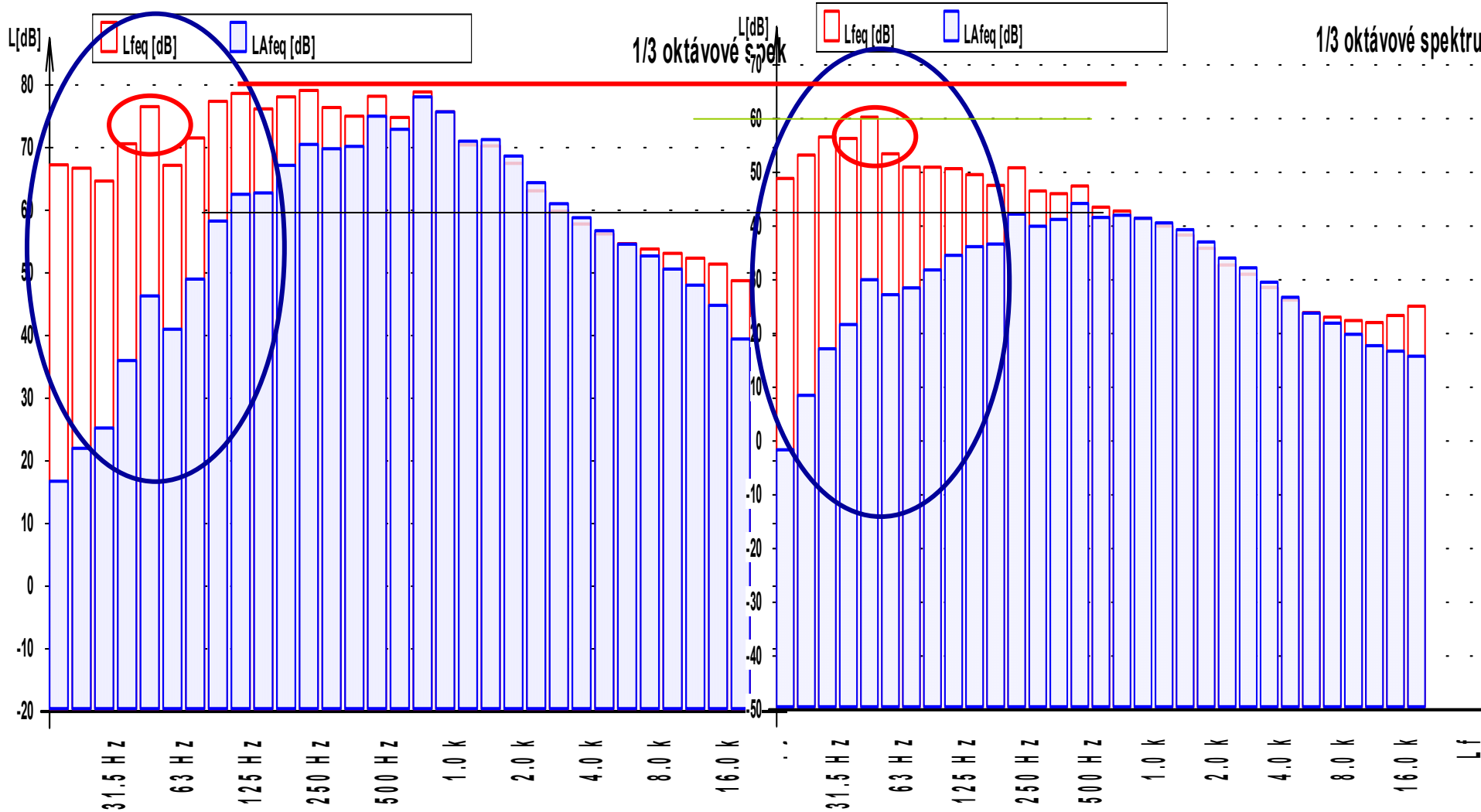
KO
UN
IK
ÁC
IA

Zbrane: Samopal vzor 58 (strelnica Častá; 2 m)

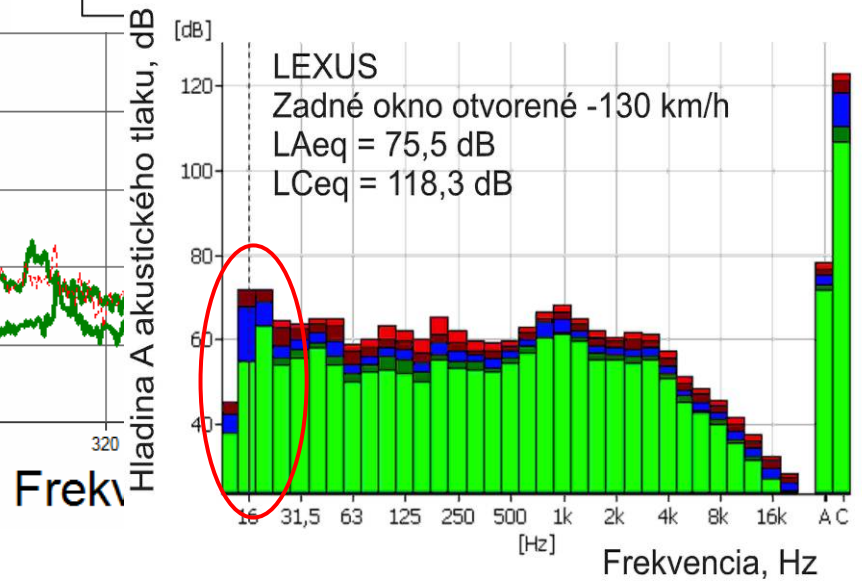
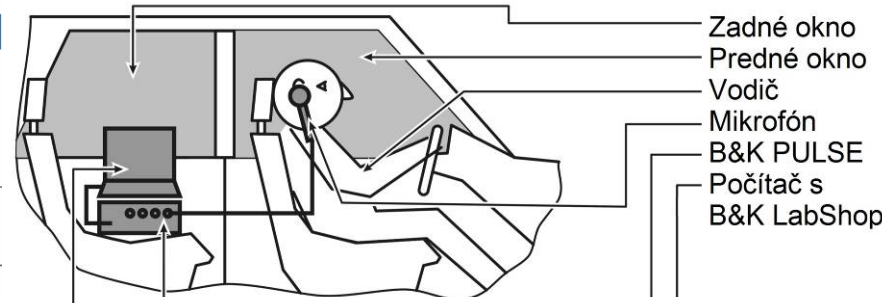
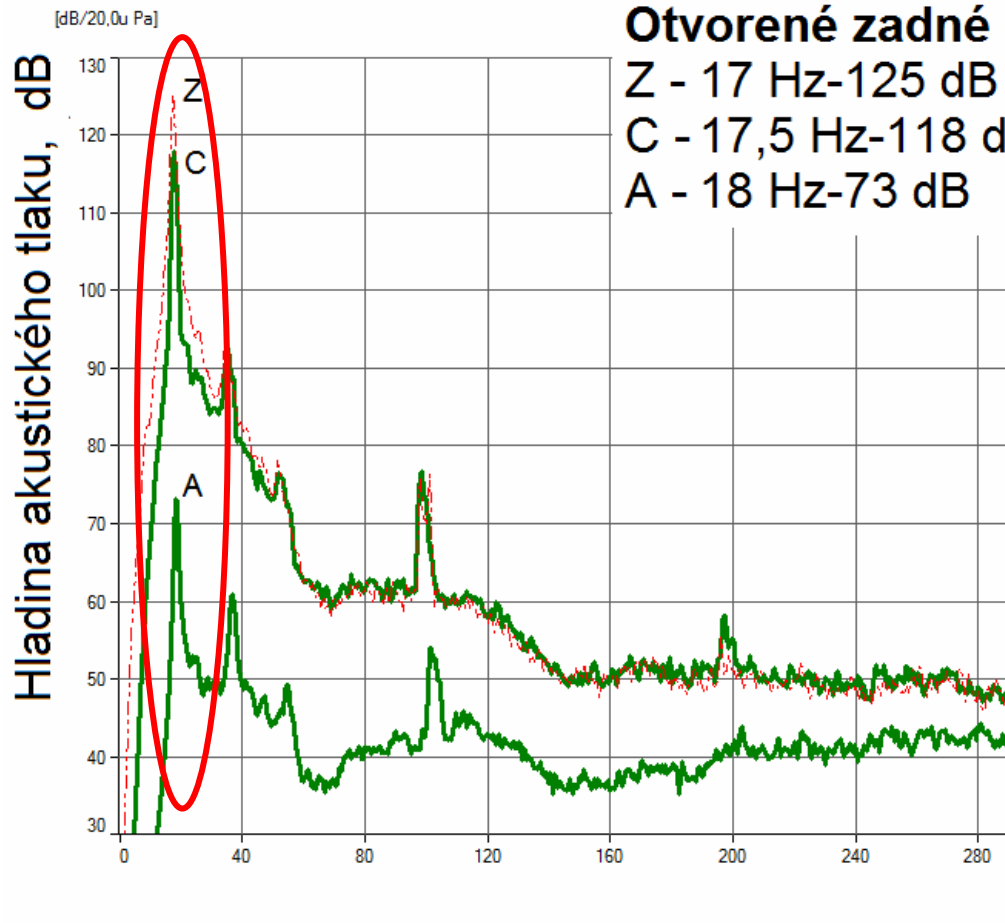
Hladina akustického tlaku, dB



Frekvenčné spektrum kompresora a v chránenom priestore



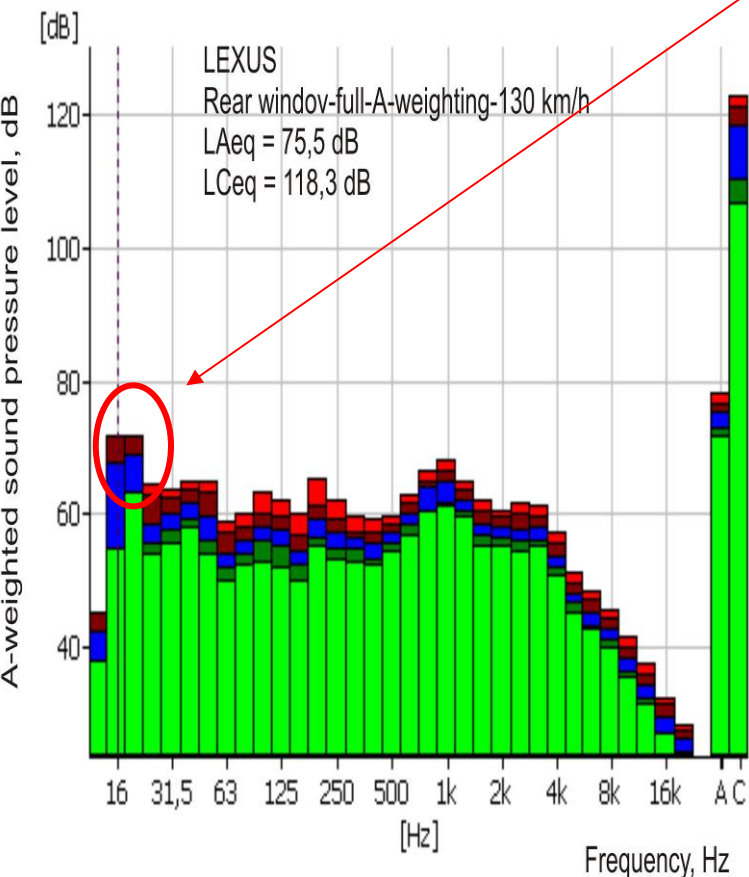
Generovanie nízkofrekvenčného hluku v interiéri auta



ENERGETICKÉ POROVNANIE

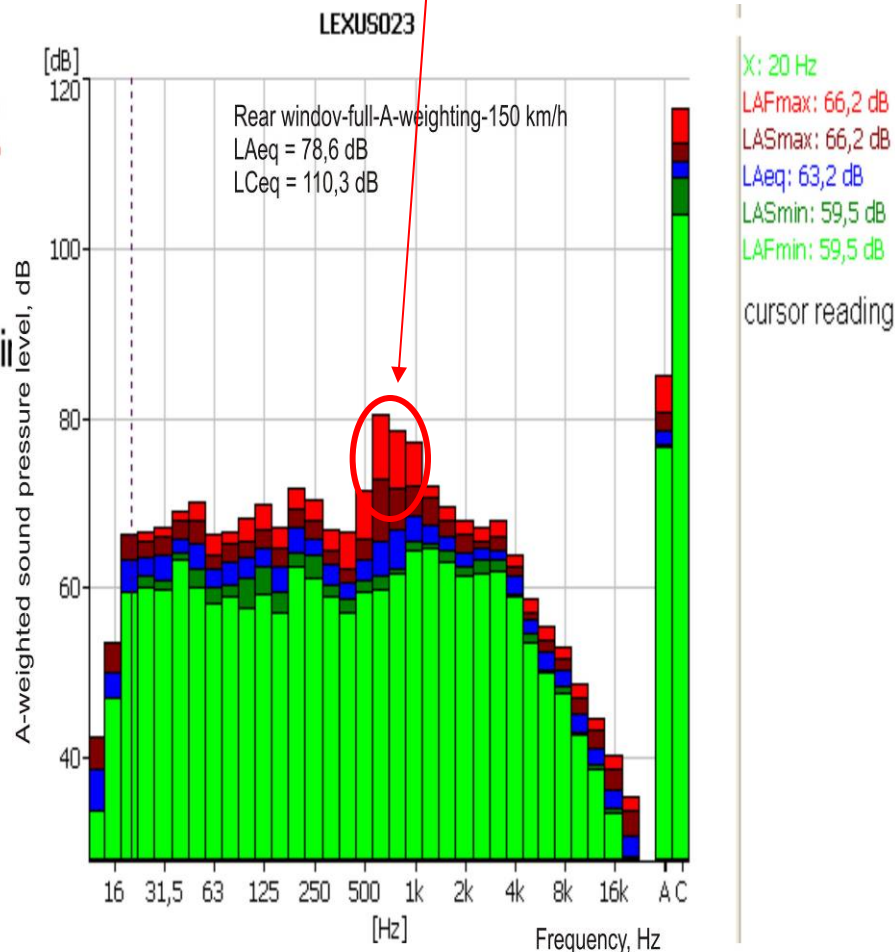
- **energetický rozdiel** medzi vážením **C a A** je približne 32 000 násobný;
- rozdiel medzi vážením **Z a A** je až 160 000 násobný;
- **pokles** hladiny akustického tlaku pri použití filtra C a A pri plne otvorenom okne je až 46 dB;
- **pri Z a A je to 52 dB.**

Tretinnooktávová analýza A a C-váženia 130 km/h, 150 km/h



X: 16 Hz
LAFmax: 72,1 dB
LASmax: 72,1 dB
LAeq: 67,8 dB
LASmin: 54,7 dB
LAFmin: 54,7 dB

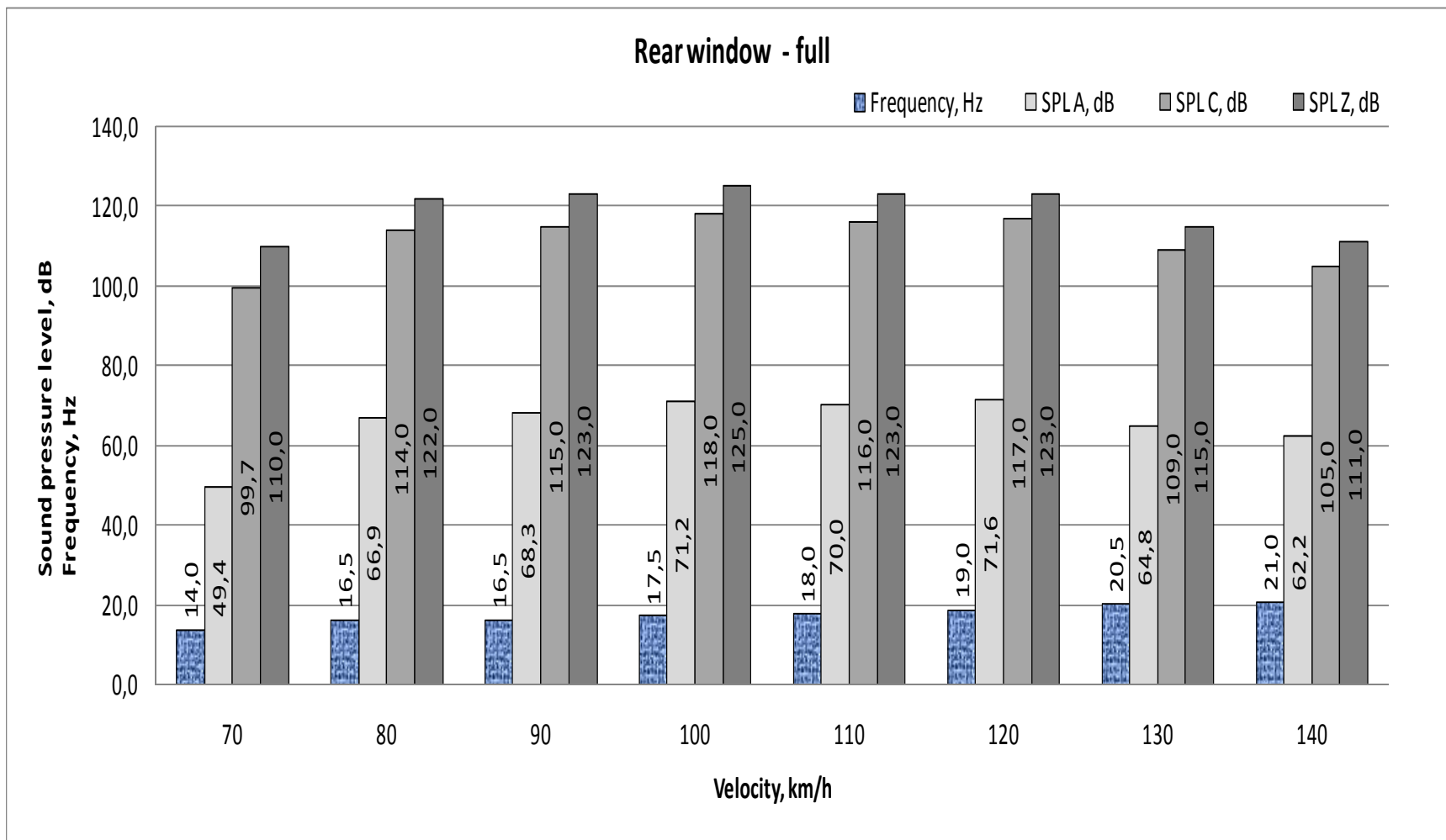
cursor reading



X: 20 Hz
LAFmax: 66,2 dB
LASmax: 66,2 dB
LAeq: 63,2 dB
LASmin: 59,5 dB
LAFmin: 59,5 dB

cursor reading

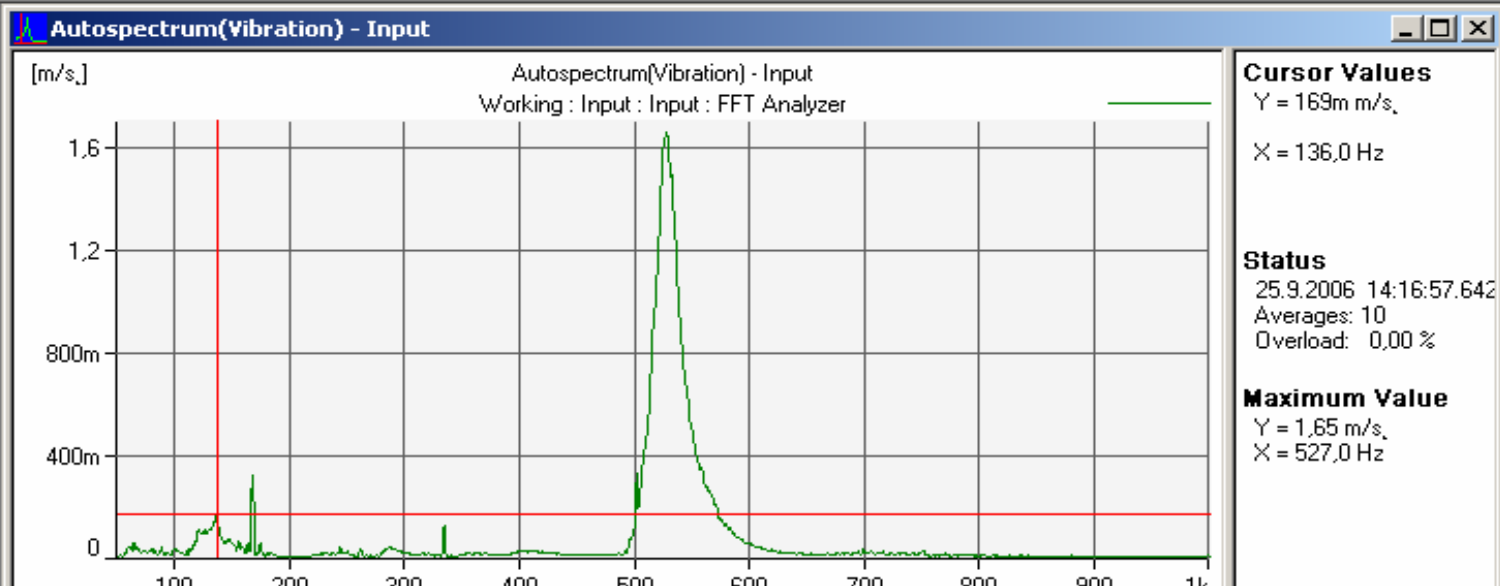
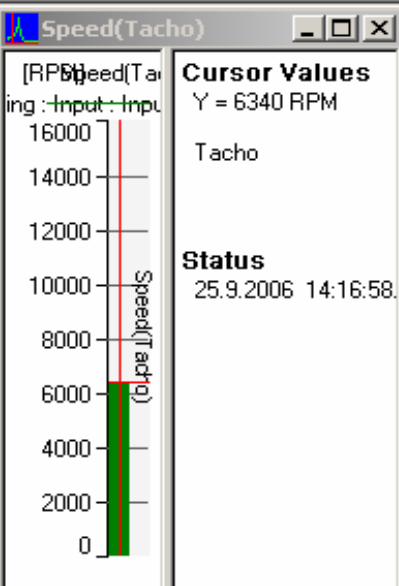
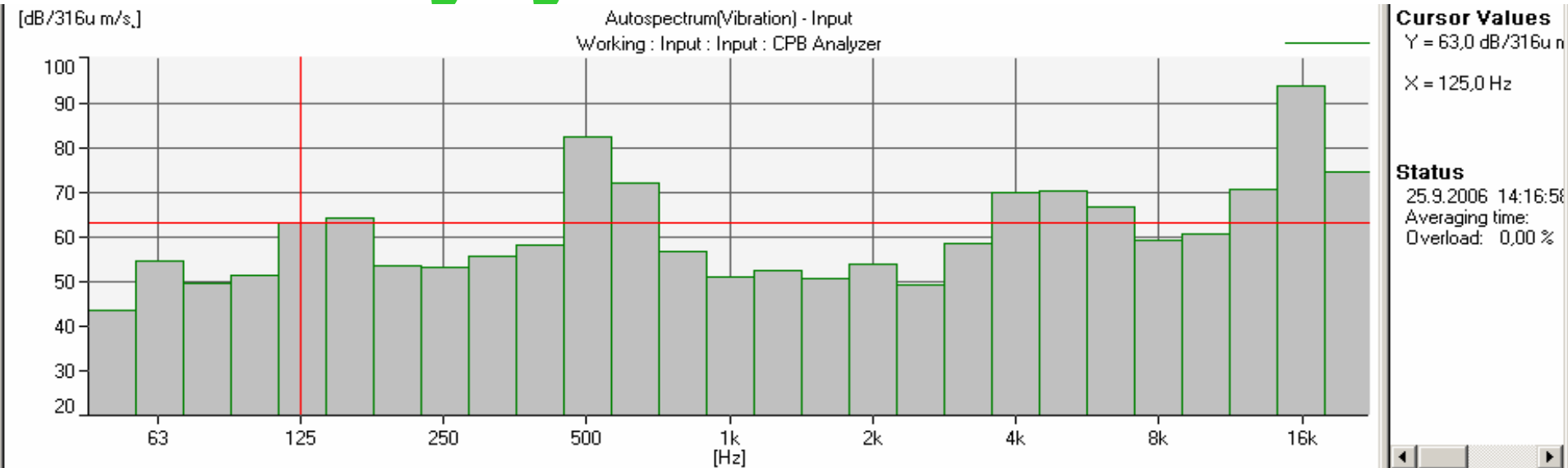
HLADINY A-, C- A Z A HODNOTY FREKVENCÍ



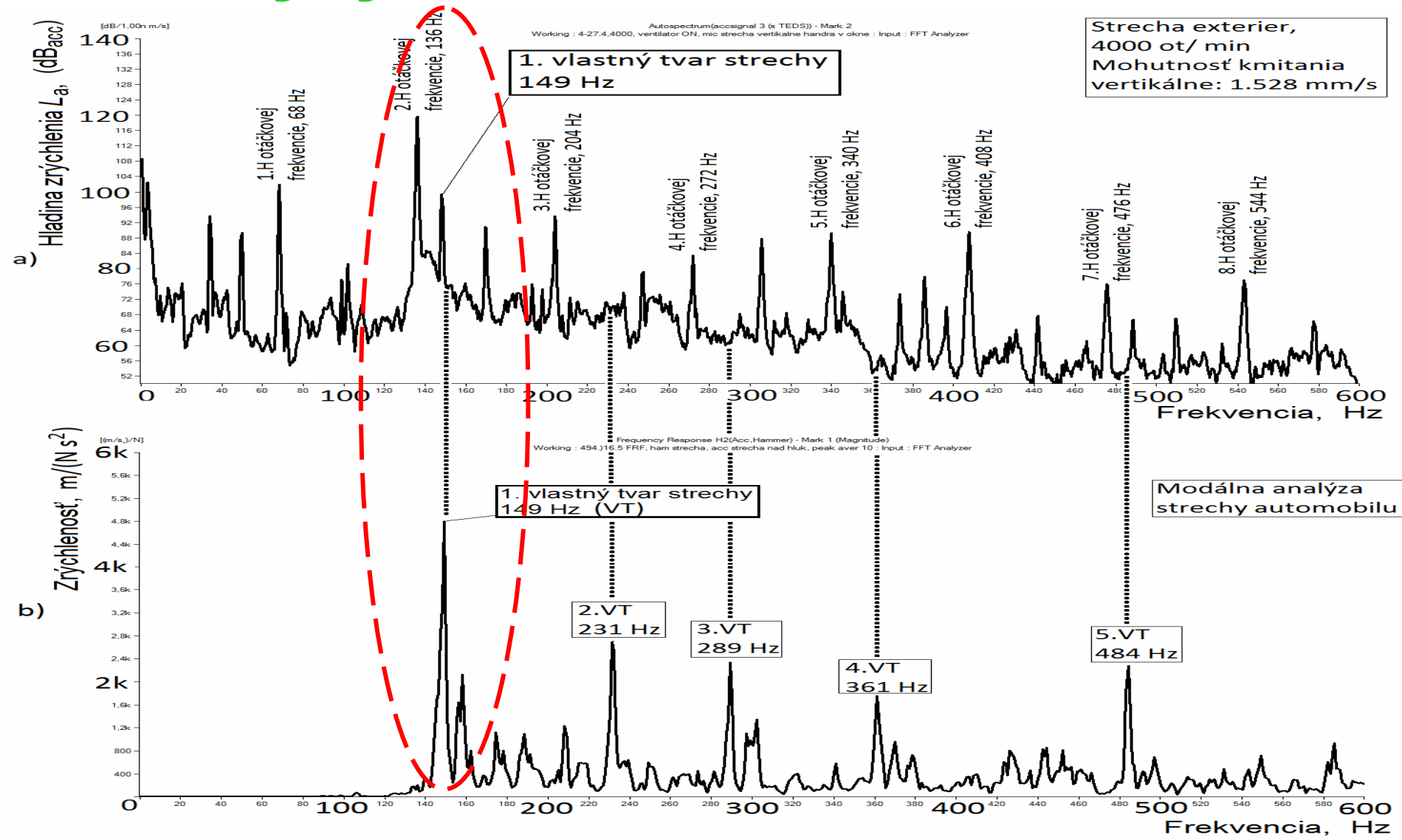
HODNOTENIE NÍZKOFREKVENČNÉHO HLUKU – ZÁVER (spracované vo vedeckých článkoch)

- akustické vlnenia o nízkych frekvenciách **nemožno z hľadiska pôsobenia energie korektne hodnotiť** vážením A;
- skôr **používať** váženie Z prípadne C;
- v chránených priestoroch **merať vo vnútri – stojaté vlnenie**;
- zväžiť zavedenie **kritérií miestnosti**;
- ...bližšie v monografii Ochrana človeka pred kmitaním a hlukom 2001 aj v učebnici 2008.

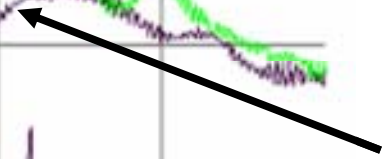
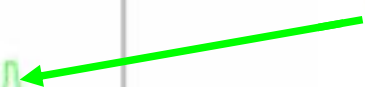
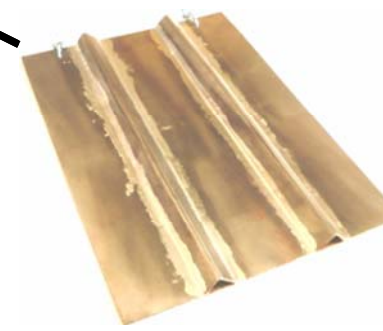
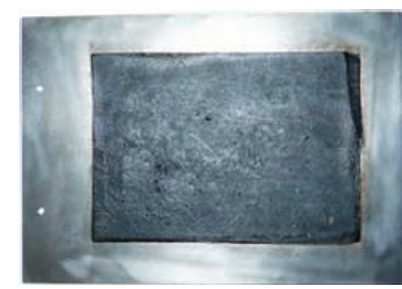
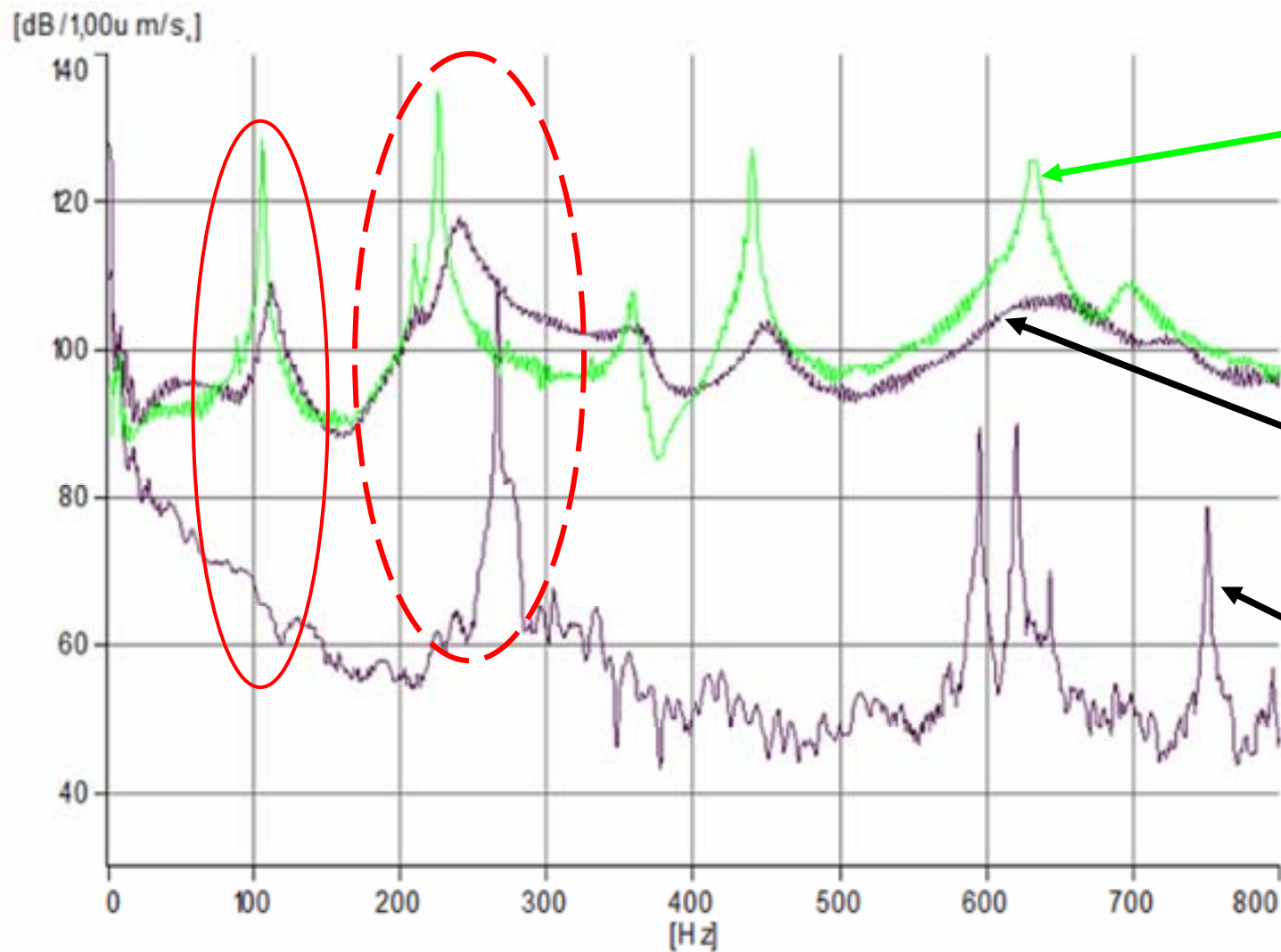
Aplikácia frekvenčnej a modálnej analýzy na elektromotor



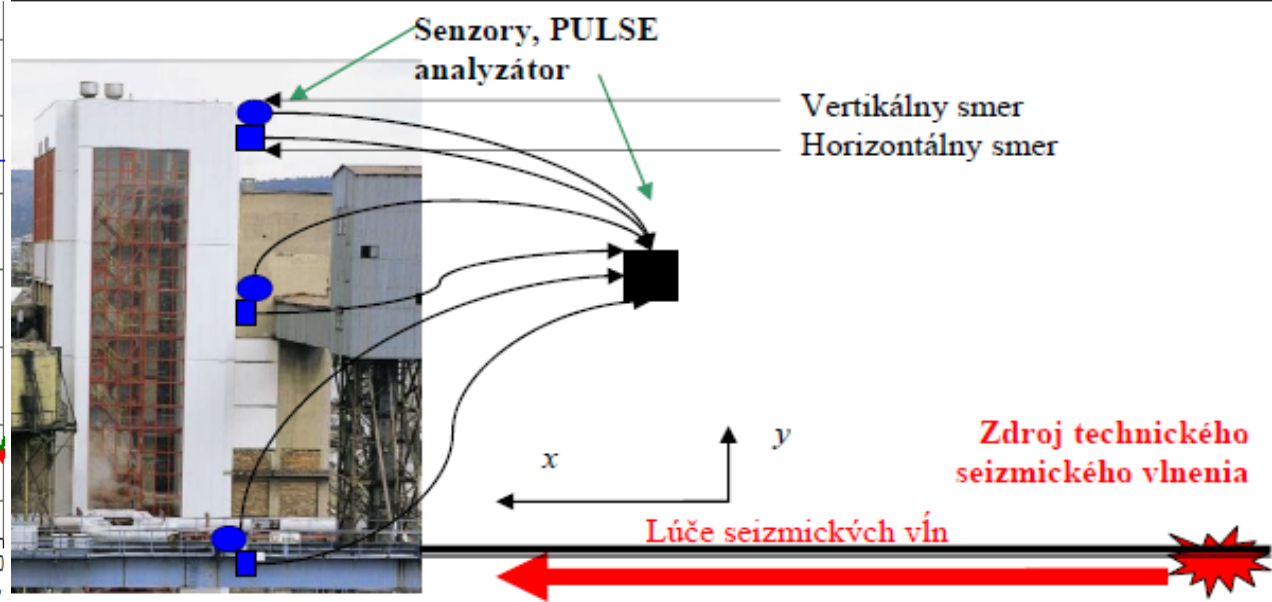
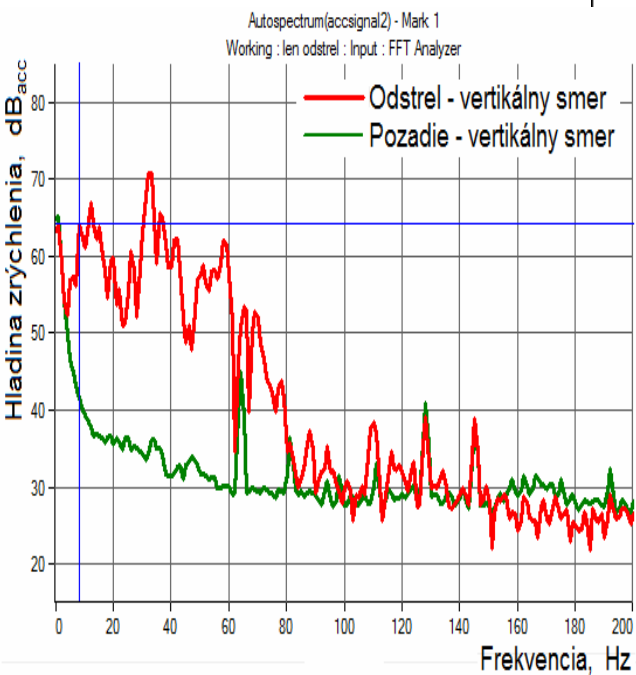
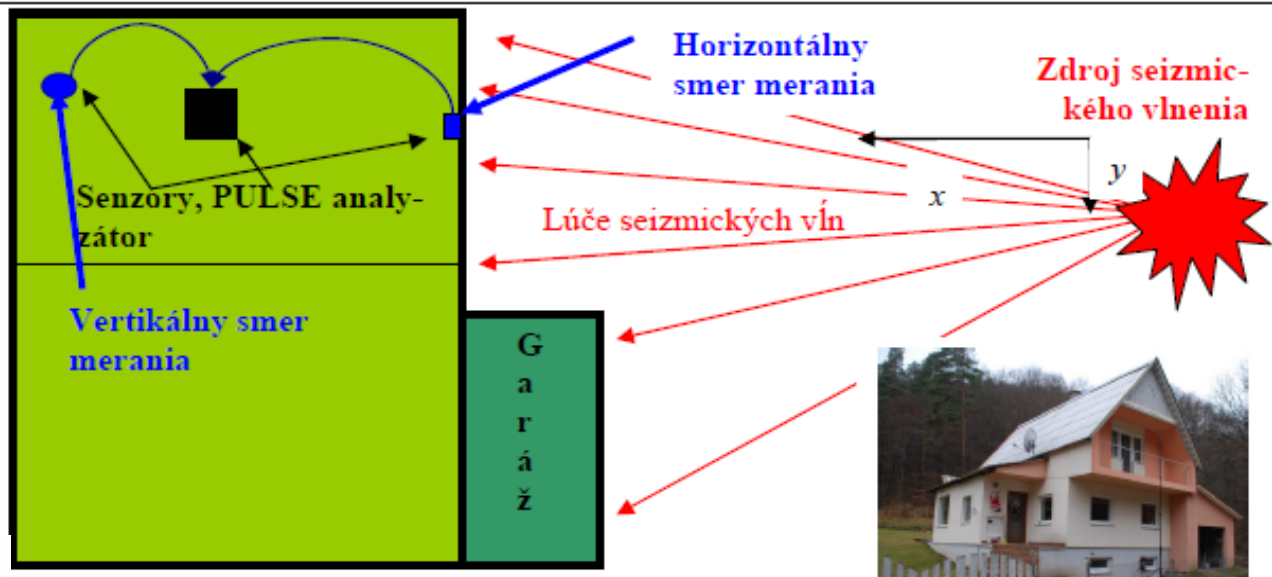
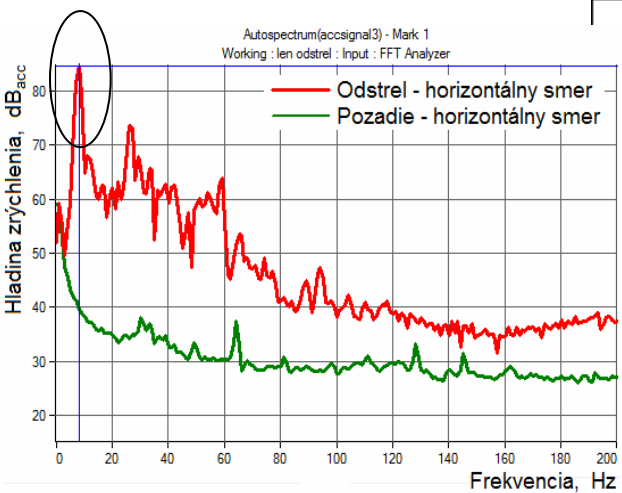
Aplikácia frekvenčnej a modálnej analýzy na subtilné konštrukcie



Redukcie nízkofrekvenčného vlnenia

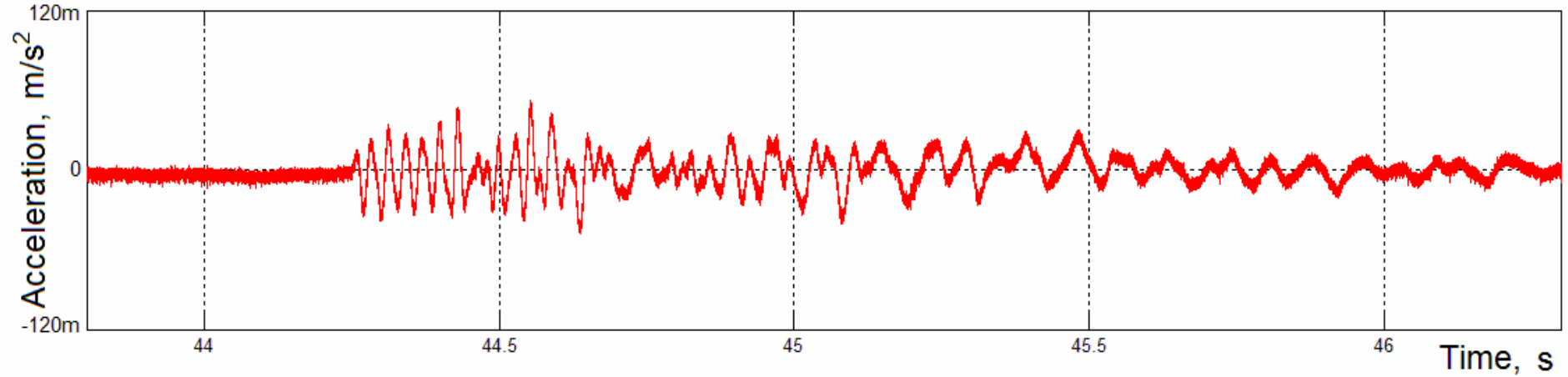


Pôsobenie seizmického vlnenia na konštrukcie

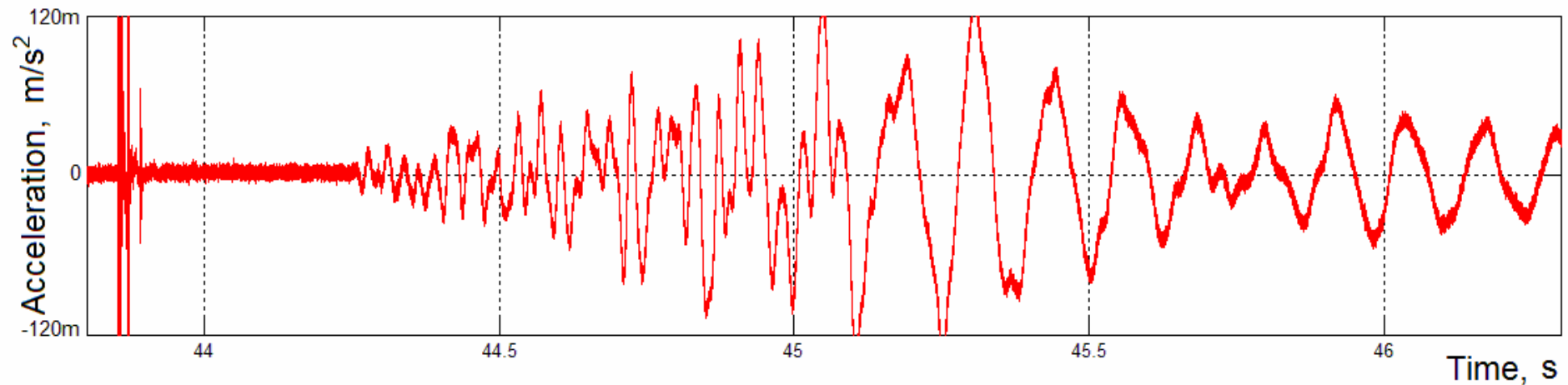


PRIMÁRNE A SEKUNDÁRNE VLNŮ

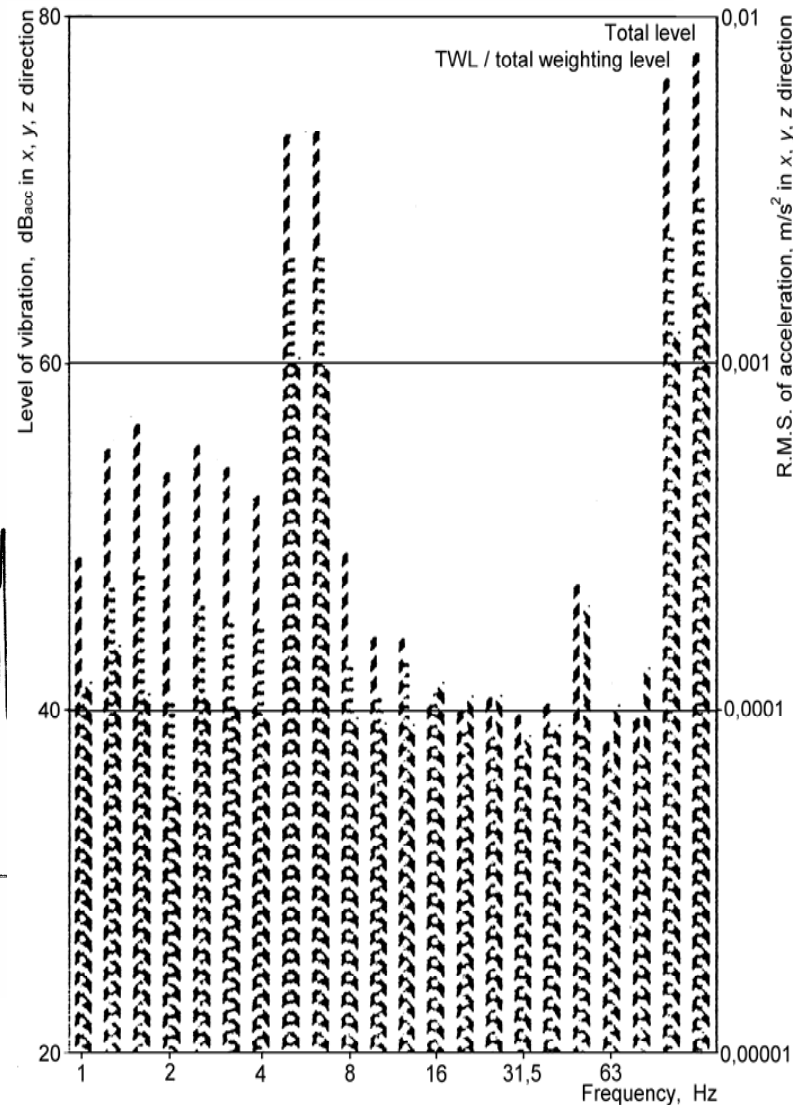
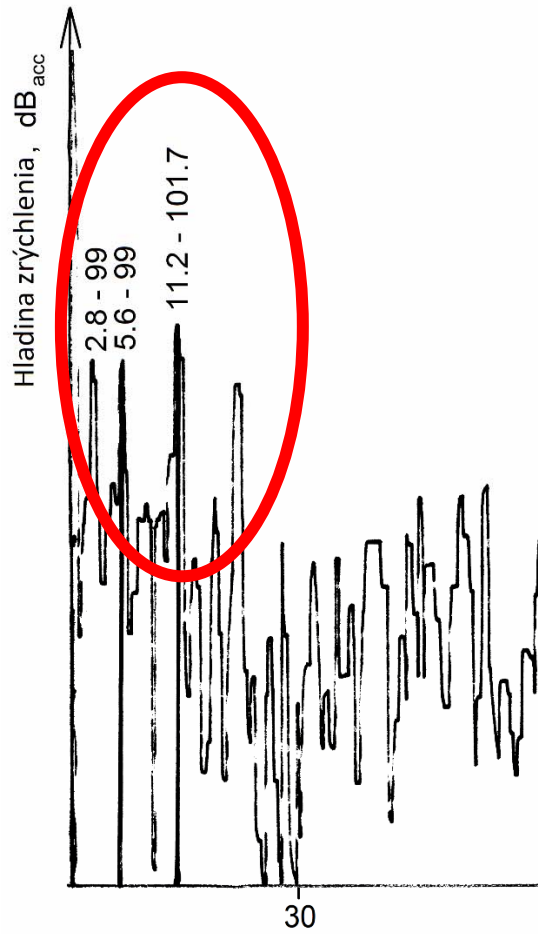
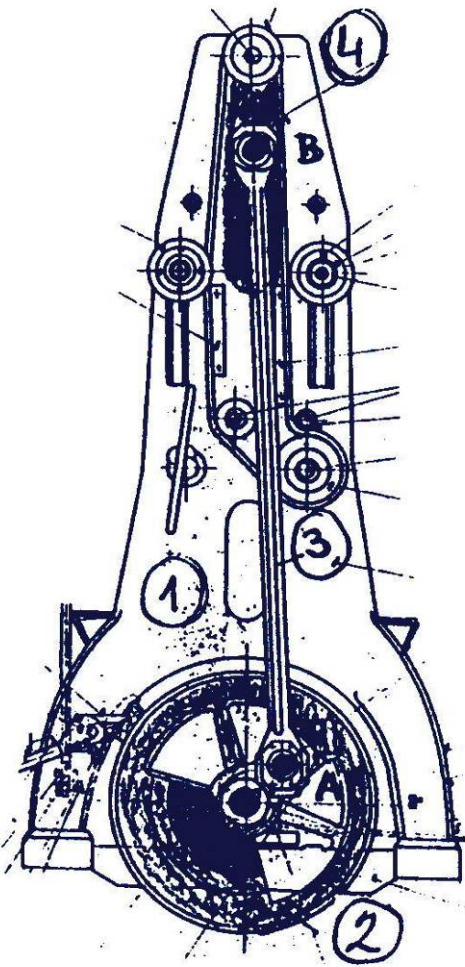
Vertical direction



Horizontal direction

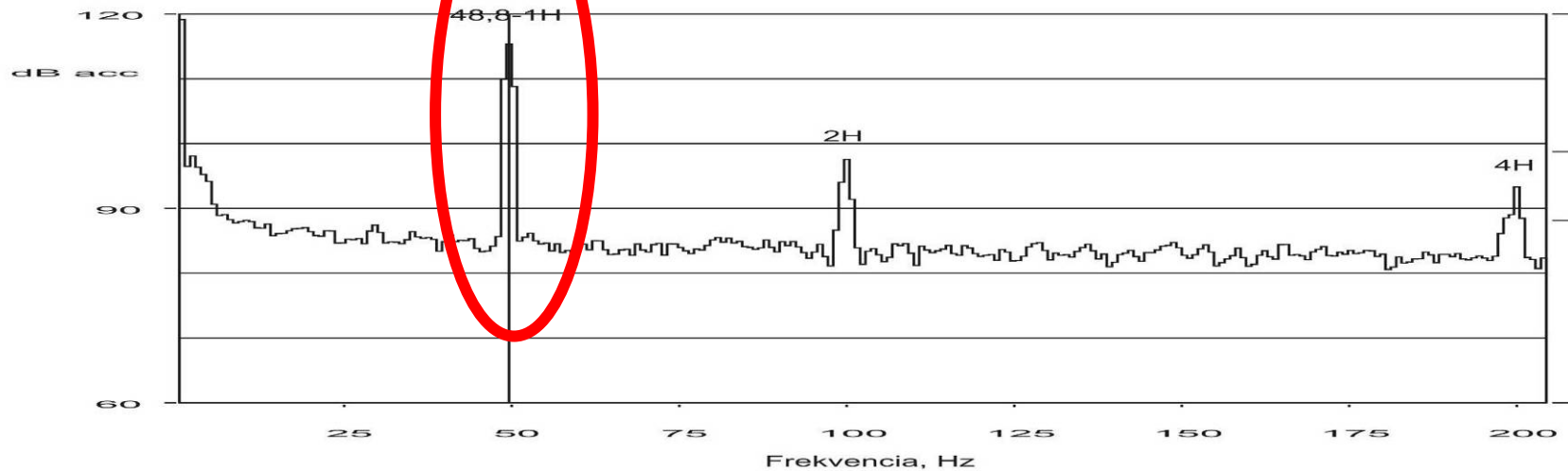


Jednorámová píla (Stupava, Holíč)



Skrutkový kompresor

(hotel Dubná Skala)

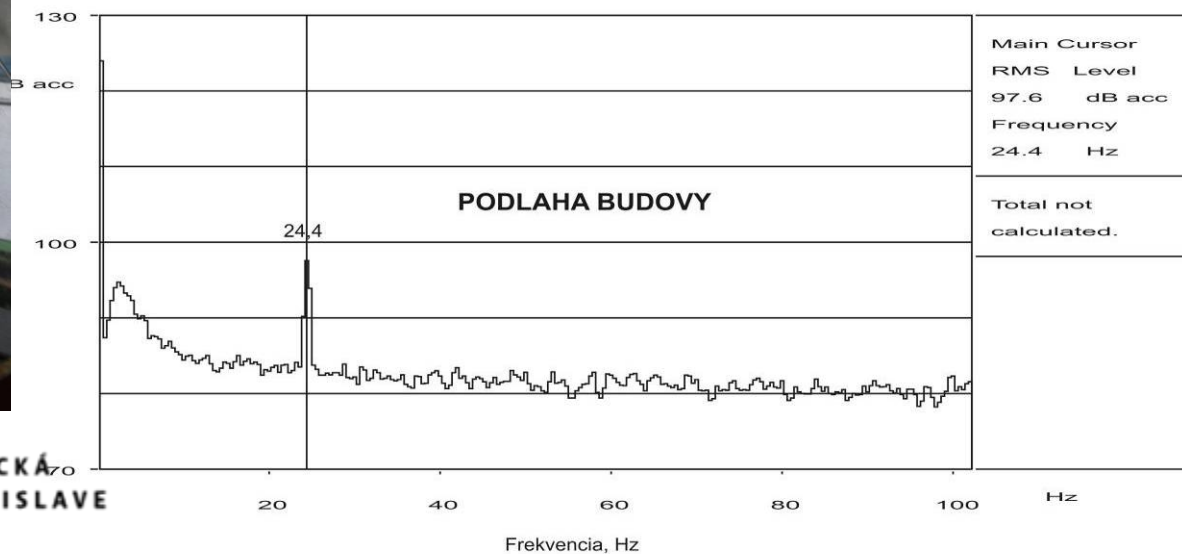
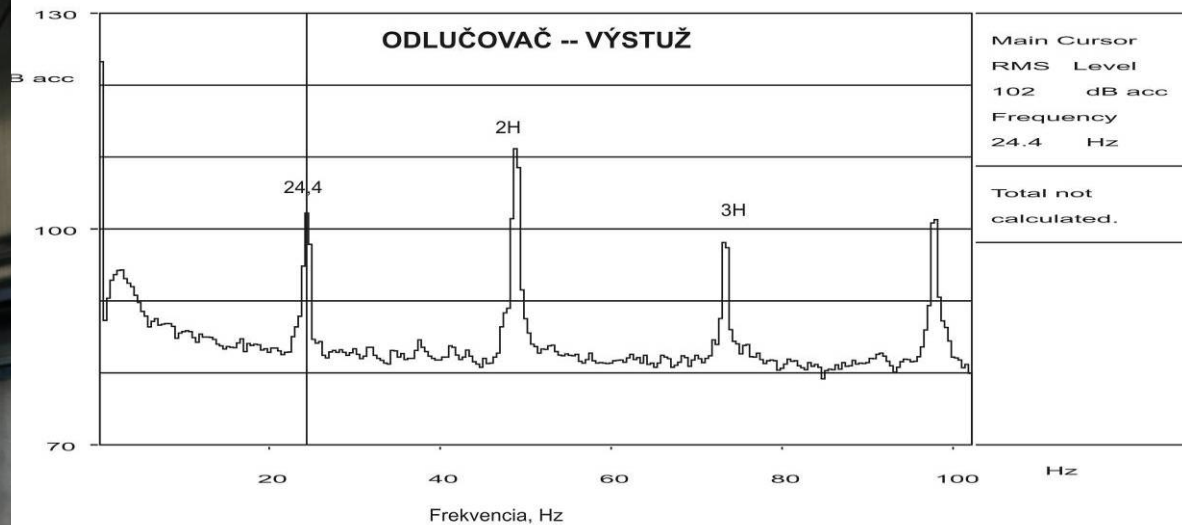


PRENOS ENERGIE VLNENÍM

Witzenmann Slovakia



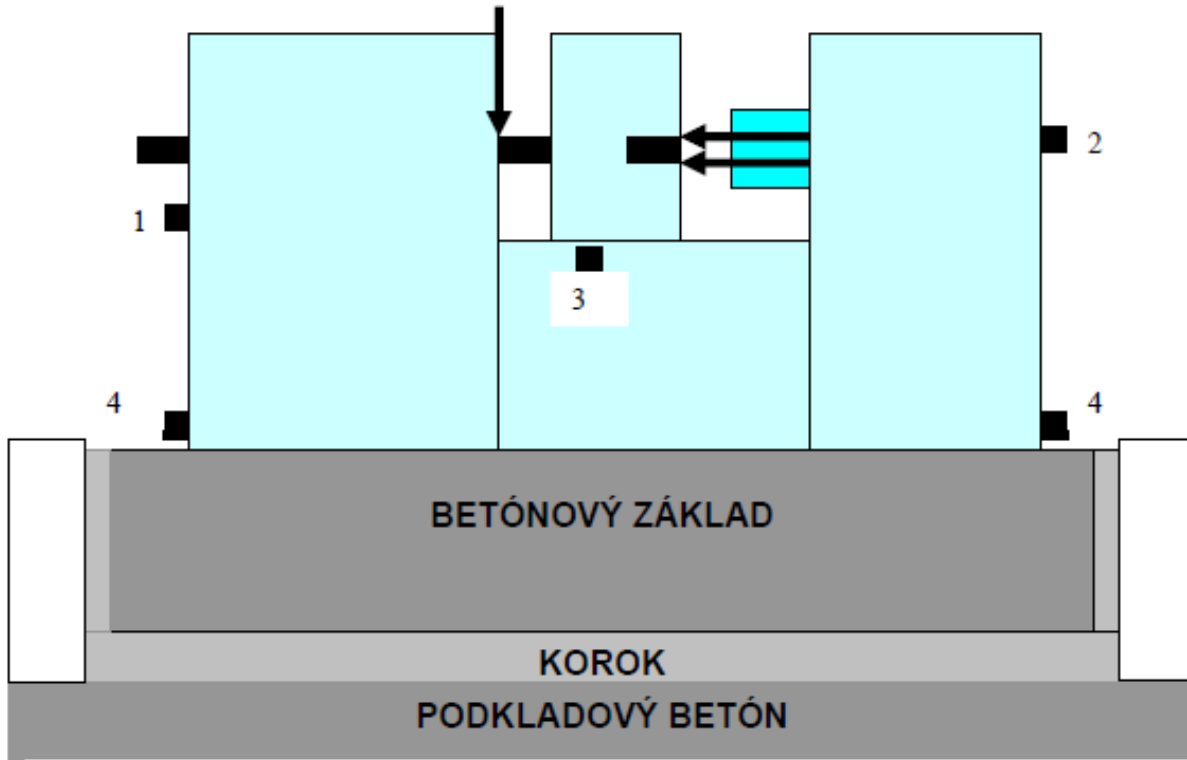
PRENOS NFV



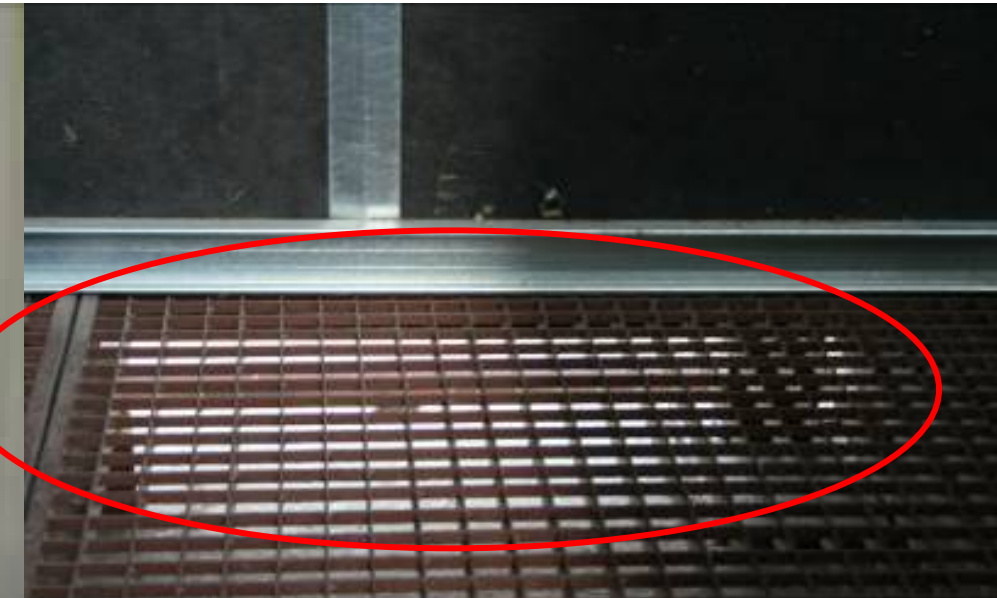


Vplyv dynamického zaťaženia

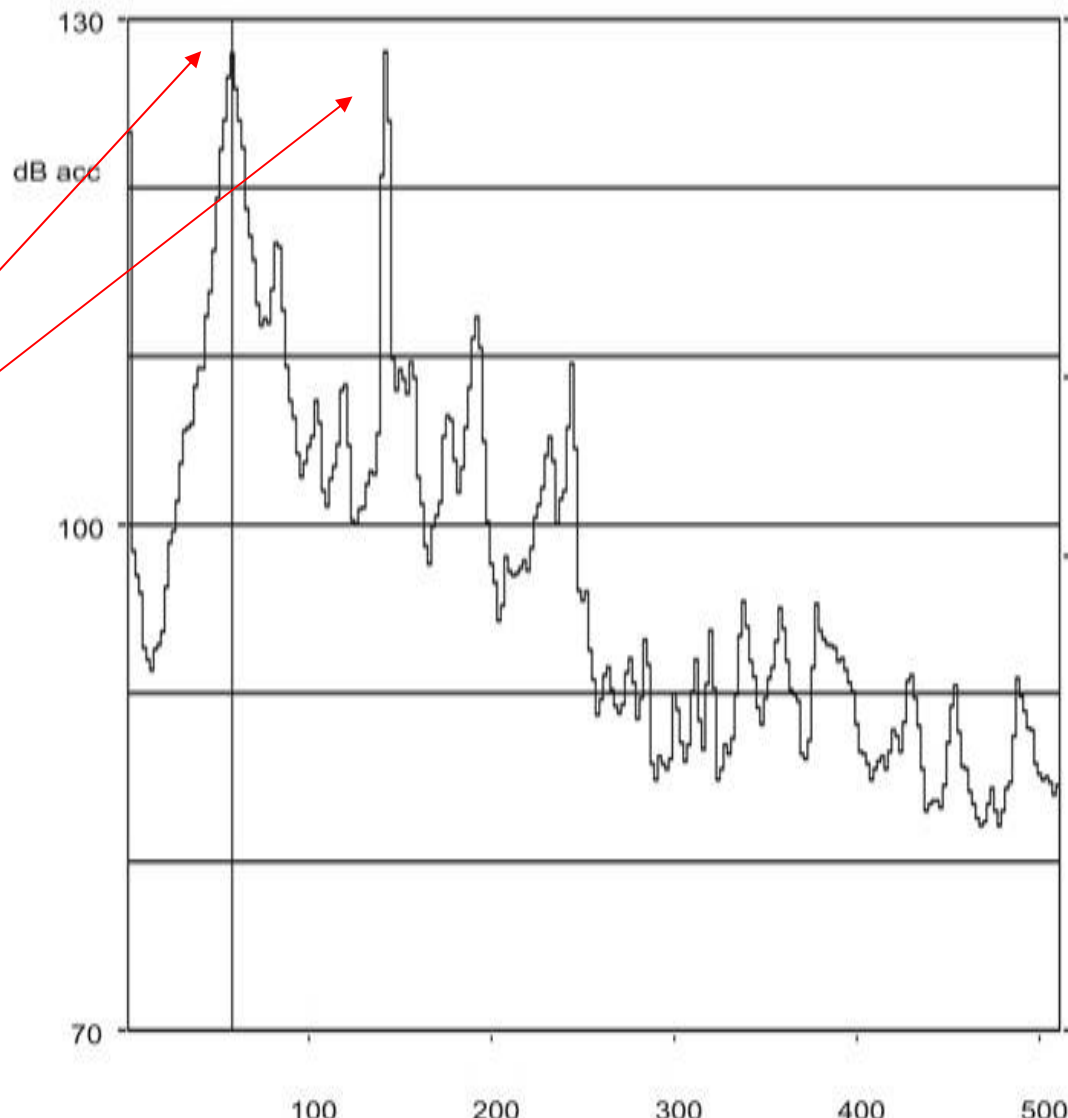
VÝSLEDOK NESPRÁVNEHO ZATIAŽENIA KORKU – IZOLÁTORA



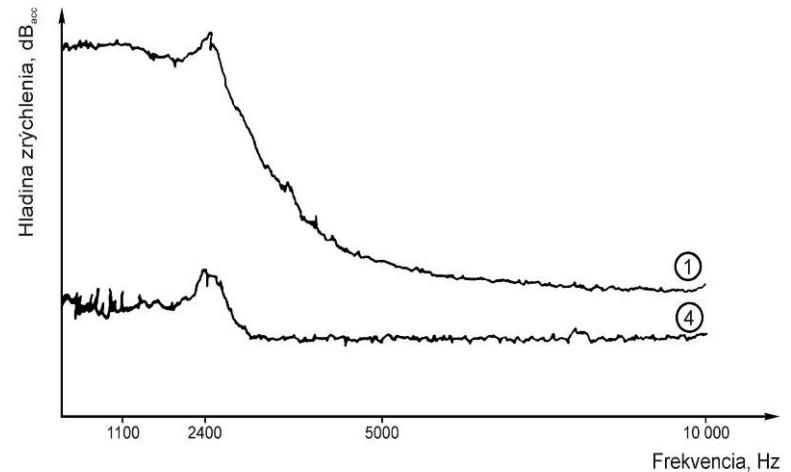
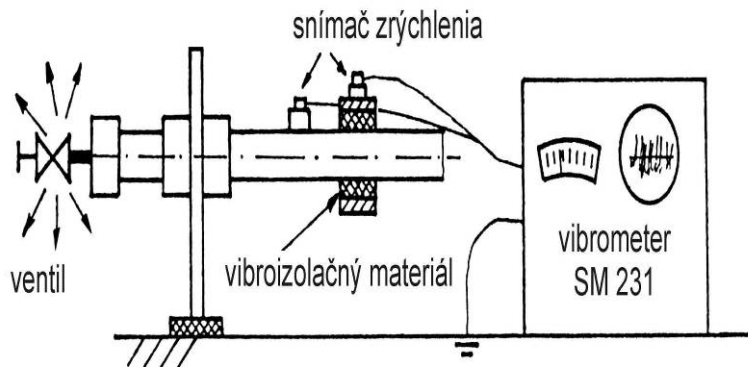
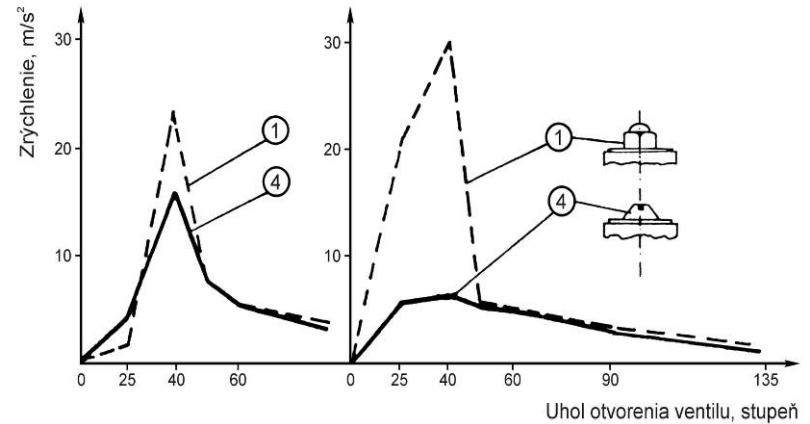
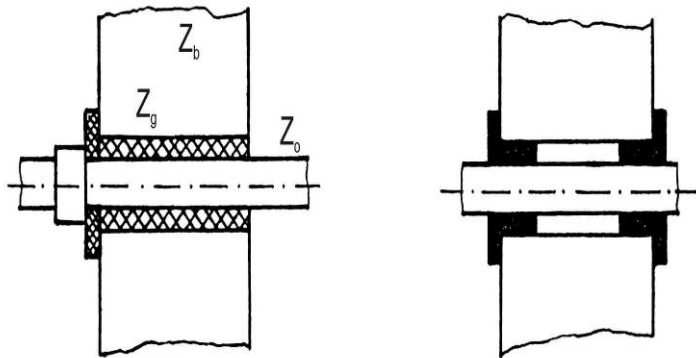
POKUS, OMYL – POKUS NEVYŠIEL (SR)



SPEKTRUM KMITANIA STENY (SR)



VIBROIZOLÁCIA SANITÁRNEJ TECHNIKY



ZÁVER – ČLOVEK

- problémy pri vykonávaní duševnej práce a pociťuje sa určité **nepohodlie**;
- pri určitej intenzite: človek trpí závratmi, **duševnou únavou, podráždenosťou**, napínaním na zvracanie, **bolestami hlavy** a stratou rovnováhy;
- malá **citlivá časť populácie môže pociťovať neprijemnosť veľmi nízkych frekvencií** (infrazvuk) už od hladiny 65 dB, ak ide o príslušnú kombináciu frekvencie a dĺžky pôsobenia;
- účinky: **všeobecná rozladenosť, nevoľnosť, dezorientácia, zvýšená únava, poruchy spánku** alebo spavosť a iné kombinácie nešpecifikovaných príznakov.

Záver – technické opatrenia

(spracované v monografiách, učebniciach a skriptách)

- **vibroakustická diagnostika** mechanických sústav;
- **monitorovanie** prevádzkového stavu sústav;
- **údržba** podľa prevádzkového stavu;
- efektívna **vibroizolácia**;
- **frekvenčná a modálna analýza**;
- ...bližšie aj v monografii Technická diagnostika 2013.



Stanislav Žiaran

získal titul Ing., CSc a docent na Strojníckej fakulte STU v Bratislave v rokoch 1971, 1978 a 1988. Pracuje na Slovenskej technickej univerzite na Ústave aplikovanej mechaniky a mechatroniky Strojníckej fakulty ako docent. Prednáša Štafiku, Dynamiku (aj v angličtine), Znižovanie hluku a kmitania, Experimentálne metódy v mechanike, Dynamiku strojov, Technickú diagnostiku, Spôhlivosť

a detekciu porúch, Ochranu človeka pred kmitaním a hlukom, Stratégiu znižovania hluku a kmitania. Jeho kandidátska práca bola zameraná na znižovanie hluku spaľovacích motorov. Absolvoval polročný študijný pobyt na univerzite v Southamptone (Institute of Sound and Vibration Research) v Anglicku.

Je autorom a spoluautorom 11 dočasných vysokoškolských učebníc, 7 celoštátnych vysokoškolských učebníc a 4 monografií z oblasti teoretickej mechaniky, akustiky a kmitania. Bol členom medzinárodného autorského tímu publikácie Encyclopedia of Life Support System vydanú UNESCO. Autor a spoluautor viac ako 190 vedeckých a odborných článkov uverejnených v časopisoch a zborníkoch medzinárodných a národných kongresov a konferencií. Riešil viac ako 80 úloh pre prax a v rámci vedecko-výskumnej činnosti univerzity. Spracoval 104 noriem z oblasti mechanického kmitania, akustiky a mechaniky. Je predsedom vedeckého výboru a editorom zborníka akustickej konferencie Hluk a kmitanie v praxi (organizuje už 18. ročník).

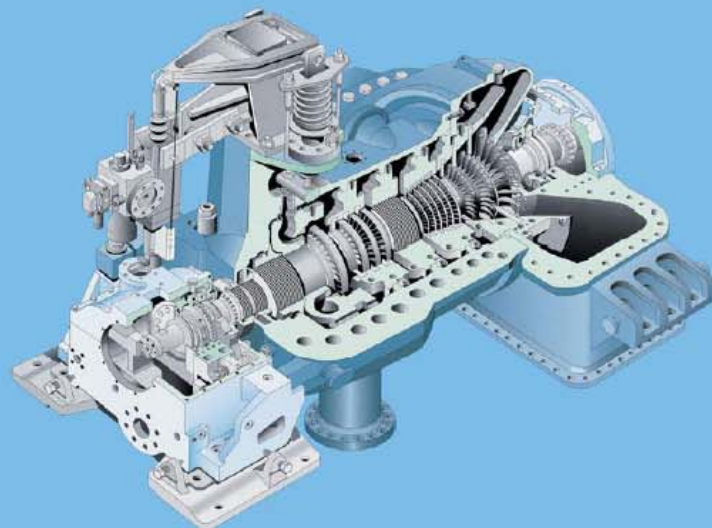
V súčasnosti sa zaoberá riešením úloh znižovania hluku a kmitania, prenosom vibroakustickej energie prostredím a jej vplyvmi na človeka, nízkočrevčným hlukom a kmitaním a ozvami konštrukcií na seizmické vlny, vibrodiagnostikou strojov, zisťovaním kvality strojov a ich častí, ale aj riešením úloh z iných oblastí aplikovanej mechaniky a akustiky.

Je predseda Technickej komisie Akustika a mechanické kmitanie pri SÚTN, predseda OS Technika znižovania hluku a kmitania pri SKAS, predseda OS Hluk a kmitanie pri SSTP, predseda MO IFTOMM, posudzovateľ SNASu a štyrikrát funkčné obdobie senátor SJF STU.

ISBN 978-80-227-4051-7

TECHNICKÁ DIAGNOSTIKA

Stanislav Žiaran



TECHNICKÁ DIAGNOSTIKA

Stanislav Žiaran



STU
SLOVENSKÁ TECHNICKÁ
UNIVERZITA V BRATISLAVE

VIBROIZOLÁCIA

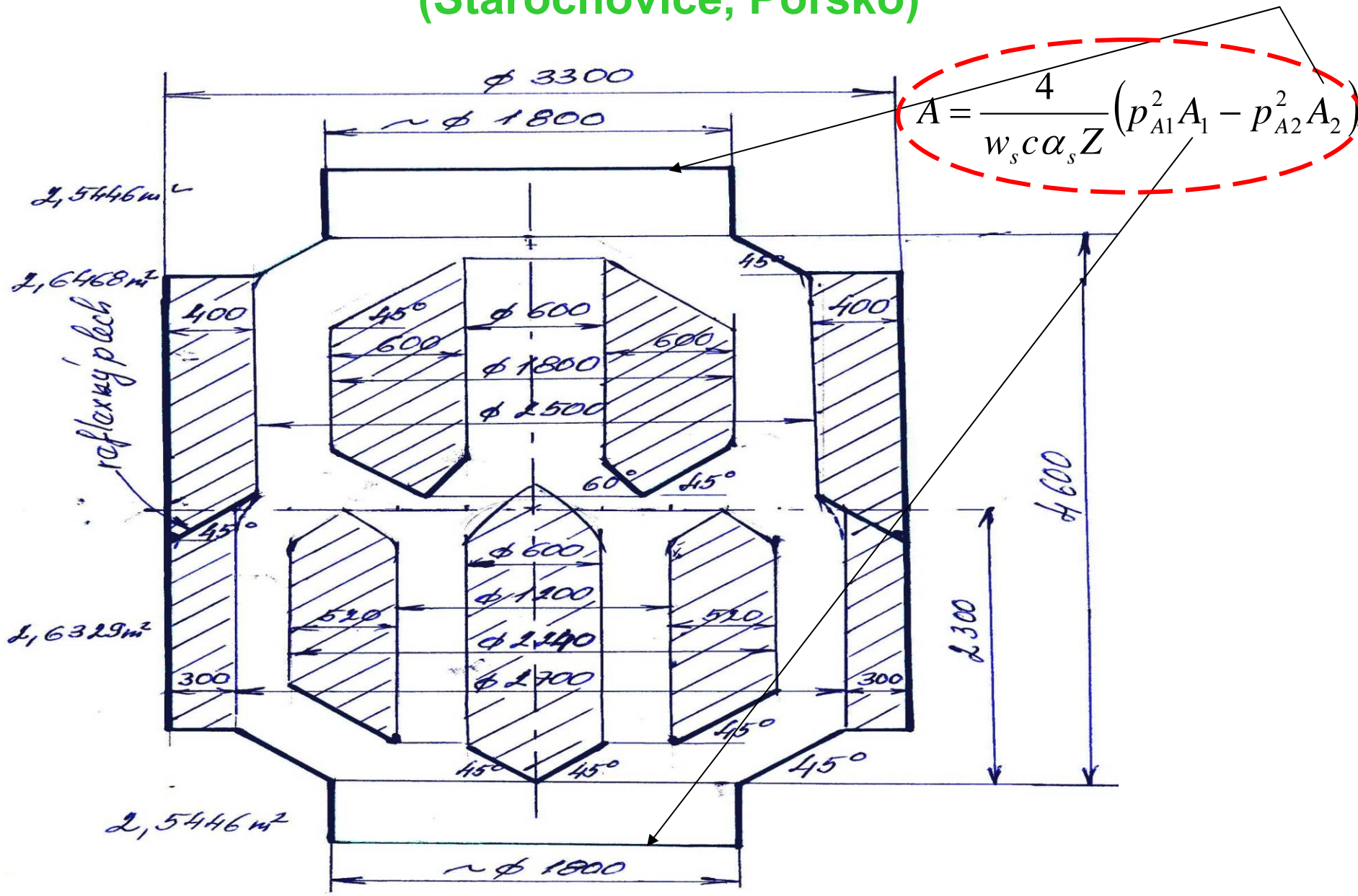
- vibroizolácia je opatrenie používané **na zníženie** akéhokoľvek významného **prenosu** periodických, otrasových a náhodných síl od stroja do okolitých konštrukcií (izolácia zdroja, ochrana pred nežiaducimi emisnými hodnotami kmitania) alebo na ochranu citlivých strojov, meracej techniky, stavebných konštrukcií a ľudí pred kmitaním prijatým z ich okolia (**izolácia príjemcu, ochrana pred imisiami**).

HLUKOIZOLÁCIA

- **zníženie** hladiny A hluku zdroja až o 40 dB pri krytovaní;
- v bezprostrednej blízkosti zdroja hluku sa **obmedzuje** šírenie hluku;
- **najčastejšie** používané sekundárne protihlukové opatrenie;
- kryt musí byť **zvukotesný, tlmiaci a izolujúci zvuk**;
- frekvenčný **rozsah** od 63 Hz do 8 kHz;

Tlmič hluku spaľovacej turbíny

(Starochovice, Poľsko)



MODÁLNA ANALÝZA

- modálnou analýzou dokážeme **rýchlo zistiť vlastne frekvencie** ľubovoľnej konštrukcie;
- z hľadiska NFV sú rozhodujúce **prvé vlastné tvary**;
- zistením vlastných tvarov možno **redukovať** amplitúdy kmitania a tým aj hluku;
- dynamické zaťaženie a **technologická montáž**;
- preladením konštrukcií do vyšších frekvenčných oblastí sa **redukuje** veľkosť vibroakustickej energie no generovaný hluk sa môže prejaviteľ výraznejšie, a to z dôvodu **vyššej sluchovej citlivosti** pri vyšších frekvenciách.

NÍZKOFREKVENČNÝ HLUK A KMITANIE (monografia)

- **fyzikálna podstata** nízkofrekvenčného vlnenia;
- **zdroje** a šírenie nízkofrekvenčného vlnenia;
- **vplyvy** nízkofrekvenčného vlnenia na človeka a jeho prostredie;
- **redukcia** energie nízkofrekvenčného vlnenia;
- **prístroje a metodická podpora** pri meraní nízkofrekvenčného vlnenia;
- **normatívne a legislatívne dokumenty.**



*ďakujeme...a takýto je
môj hlas...môžete mi
ho závidieť...*

meranie004

