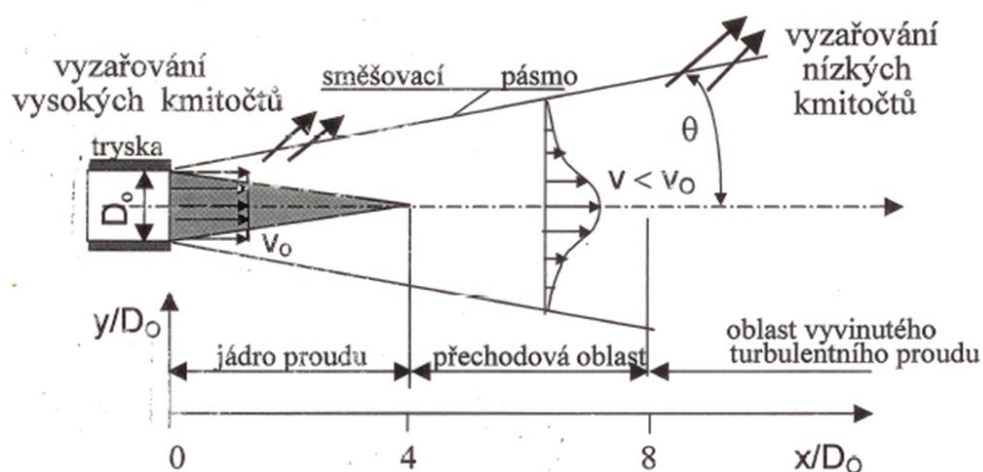


Hluk v dopravě

Hluk jako průvodní jev v dopravě s sebou přináší problémy spojené s negativními účinky na psychiku a zdraví lidí. Jedná se tady o odraz hluku v chování člověka, v jeho pozornosti, přesnosti, rychlosti reakcí. Nadměrný hluk patří k nepříjemným formám ovlivňování životního prostředí a dopravní prostředky svým hlukem zhoršení životního prostředí způsobují.

U dopravních prostředků jsou dvě příčiny vzniku hluku:

- *Mechanický hluk* je způsoben mechanickými kmity povrchy strojů a jejich částí. Kmitající povrch tělesa způsobí akustický rozruch plynného (kapalného) prostředí a svoji mechanickou energii odevzdá akustickému prostředí. Akustická energie se pak prostřednictvím akustických vln šíří do celého akustického prostředí (viz předešlé kapitoly).
- *Aerodynamický hluk* vzniká v důsledku působení proudu vzduchu na okolní obklopující prostředí (turbulence při obtékání těles-obr.2), nebo při prudké změně tlaku vzduchu při proudění (výtok z trysky-obr.1).



Obr.1 Hluk při výtoku tlakového vzduchu z trysky [1]

Akustický výkon trysky:

$$W = K \cdot \rho \cdot v_0^8 \cdot c^{-5} \cdot D_0^2 \quad (1)$$

kde D_0 [m] – průměr trysky

v_0 [m/s] – rychlost výtoku z trysky

K [-] – koeficient úměrnosti

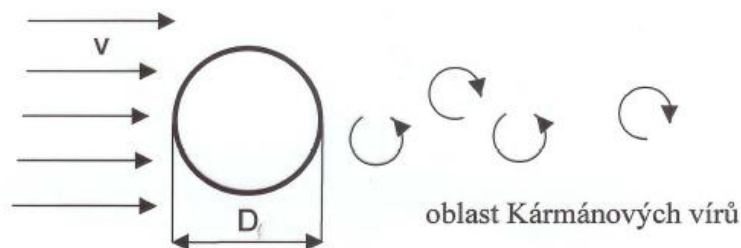
Hladina akustického tlaku pro 1/3 oktávové pásmo v určité vzdálenosti r a ve směru Θ se určí:

$$L_p = L_w + 10 \cdot \log \frac{1}{4\pi \cdot r^2} + \Delta L_{\Theta} + \Delta L_f \quad (2)$$

kde L_w [dB] – hladina akustického výkonu

ΔL_{Θ} [dB] – korekce na směr vyzařování

ΔL_f [dB] – korekce na frekvenční složení hluku



Obr.2 Hluk při obtékání těles- nestabilní proudění za obtékaným válcem-vznik vírů [1]

Strouhalovo číslo:

$$S_h = \frac{f \cdot D}{v} \quad (3)$$

kde f [Hz] - kmitočet

Vztah pro intenzitu zvuku v okolí válce :

$$I \approx K \frac{\ell \cdot D \cdot \rho \cdot v^2}{r^2 \cdot c^3} S_h^2 \cdot \cos^3 \Theta \quad (4)$$

kde ℓ [m] - délka válce

D [m] – průměr válce

r [m] – vzdálenost kontrolního místa od osy válce

Θ [rad] – směr vyzářování

Ve strojních zařízeních, která jsou součástí každého dopravního zařízení, dochází k emisi hluku často z obou příčin. Jednotlivé příčiny se tak liší frekvenčním složením, intenzitou a směrovým působením.

Železniční doprava

Železniční doprava vykazuje po letecké dopravě největší absolutní hlukové hodnoty. Důvodem je skutečnost, že veškerý kontakt je typu kov na kov. Celkovou hladinu dopravního hluku lze rozdělit na hluk:

- Vyvolaný naftovými nebo jinými pohonnými motory
- Odvalováním kol po dopravní cestě
- Aerodynamickým hlukem, který vzniká pohybem samotným
- Hlukem ze součástí dopravního prostředku

Vnější hluk

Hluk motorů

Hluk trakčních motorů je dominantní při rychlostech do cca 60 km/h a s rychlostí se téměř nemění. Výrazně vyšší hlukové emise jsou u nezávislé trakce, kde jsou hnací vozidla poháněna většinou dieselovým motorem. V tomto případě jsou akustické emise závislé více na okamžitých otáčkách motoru než na rychlosti průjezdu.

Hluk valení

V rozsahu cca 60 – 200 km/h, tj. ve velké většině posuzovaných případů je dominantní hluk valení, který vzniká interakcí nerovností na povrchu kola a kolejnic. Pro hluk valení je dominantní z hlediska akustických emisí takzvaná drsnost koleje a oběžných ploch kol.

Aerodynamický hluk

Aerodynamický hluk je dominantní při rychlostech nad 200 km/h. významnými zdroji hluku při vysokých rychlostech je pantograf, nekapotované podvozky a turbulence při nedostatečně aerodynamickém tvaru vozidla.

Vnitřní hluk

Zvyšující se nároky na životní a pracovní podmínky obsluhy lokomotivy s sebou nesou vzrůstající požadavky na snížení hluku v kabině strojvedoucího. Motor lokomotivy, kabina strojvedoucího a většina agregátů je pružně uložena, výfuk je opatřen účinným tlumičem hluku. Přesto tu jsou stále nedostatky v tomto směru.

Automobilová doprava

Hluk z automobilové dopravy je dnes velmi závažný problém. Silniční doprava obtěžuje hlukem, pokud je přímo vedena obcemi a obydlenými oblastmi. Dálnice jako významná součást silniční sítě, pokud je vedena v blízkosti obydleného území, znehodnocuje svým hlukem životní prostředí ve velké míře.

Vnější hluk

U automobilové dopravy rozeznáváme mnoho zdrojů hluku. Mezi ty největší činitele zdroje hluku řadíme *aerodynamický hluk* – způsobuje jej samotné těleso vozidla svým pohybem, *hluk motoru*, *hluk vznikající kontaktem pneumatik s vozovkou*. Hluk z motoru převažuje při nižších rychlostech vozidel – do 30 km/h u osobních automobilů (do 50 km/h u nákladních). Při vyšších rychlostech dominuje hluk pneumatik, přičemž aerodynamický hluk roste současně s rychlostí.

Charakteristika i hladina hluku je ovlivňována blízkostí křižovatek. Na křižovatkách a na přechodech pro chodce se hladina hluku rychle mění podle toho, jak vozidla brzdí a rozjíždějí se. To má za následek kolísání hladiny hluku.

Pro emise celkového hluku z vozidel platí v Evropské unii limit 74 dB pro osobní automobil, 80 dB pro nákladní.

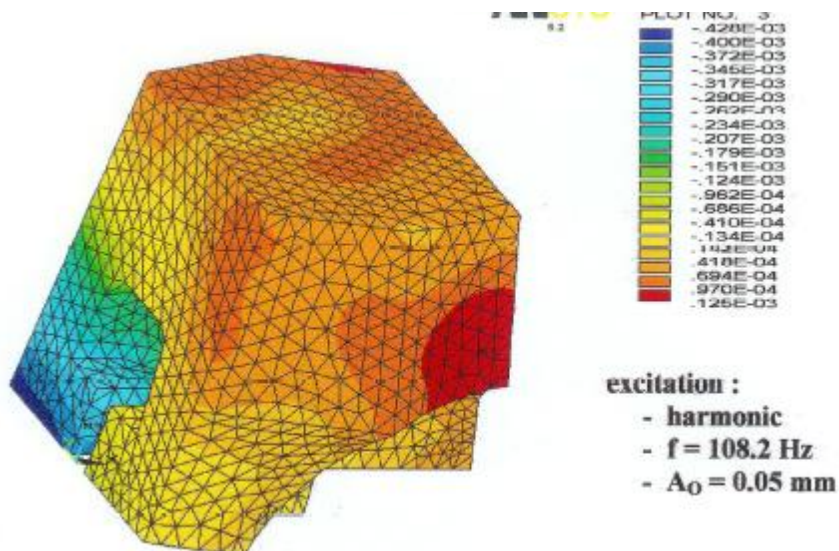
Vnitřní hluk

Na tvorbě vnitřního hluku automobilů se podílí různé zdroje hluku a vibrací. OD zdrojů se pak hluk dále dobře šíří jednak vzduchem, jednak vibracemi kovovou strukturou karosérie a lehce tak proniká i do kabiny. Dle různých zdrojů je klíčovým místem pronikání hluku motoru do interiéru prostor kolem řidičových nohou.

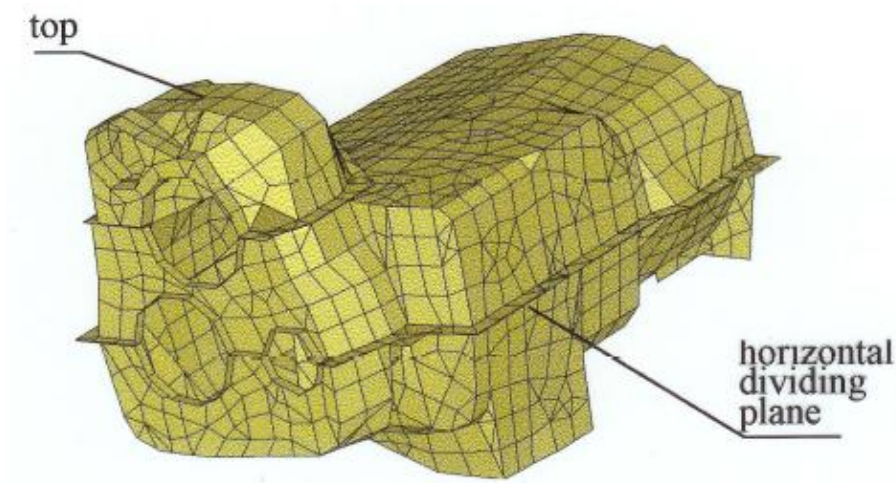
Odhlučnění tak spočívá v omezení vibrací kovových částí karosérie, které se pak sami díky vibracím stávají zdrojem hluku, zamezení prostupu hluku do kabiny a pohlcování hluku v místech, kudy by mohl pronikat do kabiny, případně přímo v kabině.

Použití MKP softwaru při analýze hluku a vibrací

Při analýze vibrací a hluku se zjišťují spektrální vlastnosti sledovaného objektu modální či harmonickou analýzou. Na Ústavu mechaniky těles mechatroniky a biomechaniky se k tomu používají MKP softwary Ansys a Sysnoise. Zde jsou ukázány některé výsledky z těchto analýz provedené na částech dopravních prostředků.

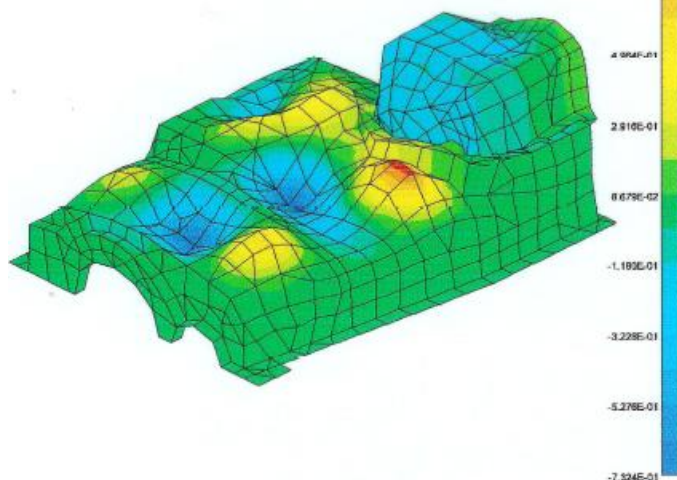


Obr.3 Rozložení akustického tlaku[MPa] v kabině traktoru při harmonickém buzení o frekvenci $f=108,2\text{Hz}$ a amplitudě posuvu $0,05\text{mm}$ (Ansys) [1]

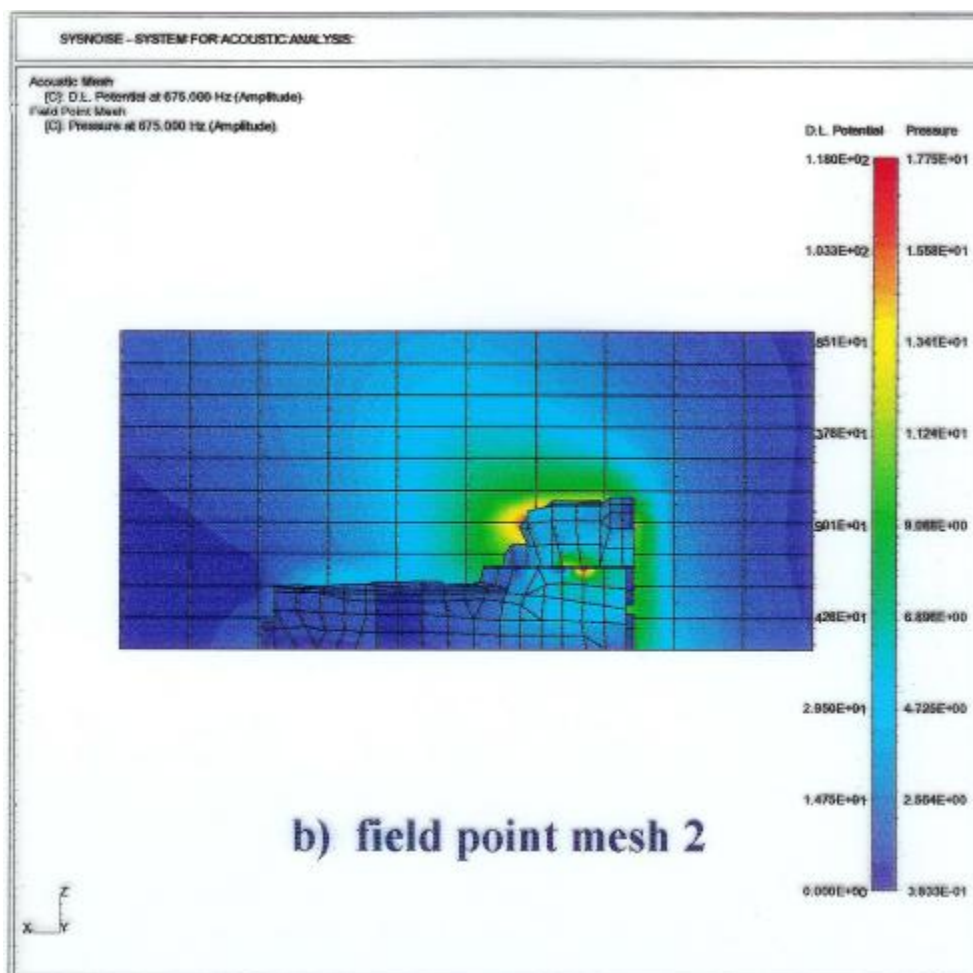


Obr.4 MKP model převodovky Tatry [1]

frequency 1209.9 Hz



Obr.5 Strukturní mód modelu převodové skříně Tatry při frekvenci 1209,9Hz (Sysnoise) [1]



Obr.6 Znáznornění rozložení šíření akustického tlaku od převodovky (Sysnoise) [1]

Letecká doprava

Vnější hluk

Letecká doprava je zdrojem největšího dopravního hluku. Trysková dopravní letadla pohybující se v letové hladině 10 000m, kde se hluk na zemi vcelku rušivě neprojevuje, využívají letiště v blízkosti velkých měst. Zde při startu a přistání přelétávají v relativně nízkých výškách nad obytnými čtvrtěmi, které hlukem z letecké dopravy jsou hodně postiženy. Startující tryskové dopravní letadlo je zdrojem hluku cca 140 dB a do doby než nabere potřebnou výšku, zasáhne hlukem obyvatelstvo na velké ploše.

Vnitřní hluk

Letadla s vrtulovými pohonnými jednotkami mají ve většině případů uvnitř kabiny nepříznivé hlukové poměry. Přenos hluku do kabiny letounu může být podstatně ovlivněn frekvenčně modálními a tlumícími vlastnostmi stěny trupu. Pokud spektrum vnějších budících sil pokrývá oblast vlastních frekvencí kmitání trupu, nutně dochází ke zvýšení chvění stěny a tím ke snížení neprůzvučnosti v okolí těchto frekvencí. Cílem je naladit stěnu trupu a její části tak, aby vlastní frekvence ležely dostatečně daleko od dominantních složek budících sil (vrtulové frekvence) a zvýšit tlumící schopnost duralové konstrukce.

Použitá literatura:

- [1] – Mišun V., *Vibrace a hluk*, skriptu VUT Brno, 2005
- [2] – Hlaváček J., *Technické specifikace pro interoperabilitu subsystému „Hluk“*, vědeckotechnický sborník ČD č. 18/2004
- [3] – Faltýnek Z., *Hluk jako průvodní jev dopravy*, semestrální práce, Dopravní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice
- [4] – <http://dedchrt-rock.blog.cz/0907/hluk-skupinova-seminarni-prace>
- [5] – <http://hluk.eps.cz/hluk/hluk-z-motoru-a-pneumatik/>