

KET/CHH

8. přednáška

Ing. Martin Sýkora, Ph.D

Opakování z minulé přednášky...

Důležité akustické veličiny

- *Akustický výkon*
- *Akustická intenzita*
- *Vztah akustického tlaku a akustické intenzity*
- *Vztah akustického tlaku a akustického výkonu – podmínky platnosti*

Šíření zvuku

- *Vlnová rovnice*
- *Podmínky a vlastnosti šíření zvuku*
- *Zvuková pole*

Zopakovat co je co je akustický výkon, co je intenzita, jejich souvislost

Akustická pole

Akustická pole – prostor kde se šíří zvuk

- *Jednotlivá pole se dělí podle toho, k čemu při šíření zvuku dochází*
- *Záleží, resp. pole je určeno vztahem mezi akustickou intenzitou a akustickým tlakem*

Akustická pole - rozdělení

Dělení podle vzdálenosti pozorovatele

- *Blízké akustické pole – dochází k cirkulaci energie*
- *Vzdálené akustické pole – energie postupuje přímo*

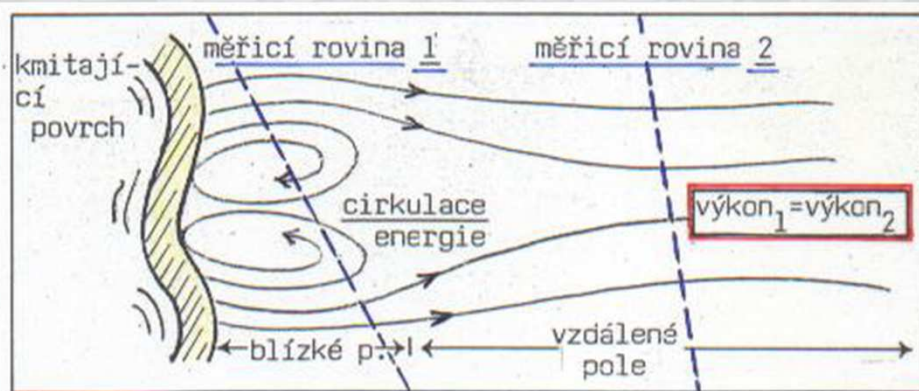
Dělení podle chování postupujícího vzruchu

- *Volné akustické pole – nedochází k odrazům*
- *Odrazové (difuzní) akustické pole – mnohonásobné odrazy*

Dělení podle postupující energie

- *Aktivní akustické pole – charakteristické tokem energie*
- *Reaktivní akustické pole – nedochází k šíření energie (stojaté vlnění)*

Blízké a vzdálené pole



Blízké a vzdálené akustické pole

Blízké akustické pole

- *Blízko kmitajícího povrchu*
- *Spolukmitající vzduch se chová jako hmota na pružině*
- *Dochází ke zpětnému ovlivnění kmitajícího povrchu*
- *Cirkulace akustické energie*
- *Neplatí přímý vztah mezi akustickou intenzitou a tlakem*

Vzdálené akustické pole

- *Ve větší vzdálenosti už se vzruch šíří pouze v médiu*
- *Nedochází k interakci se zdrojem*

Blízké a vzdálené akustické pole

Význam pro měření

- *Výkon zdroje (kmitající povrchu) je konstantní*
- *V blízkém poli nelze měřit akustický tlak*
- *V blízkém poli je potřeba znát aktuální vektor energie*
- *Tj. lze měřit pouze akustickou intenzitu*

Aktivní a reaktivní akustické pole

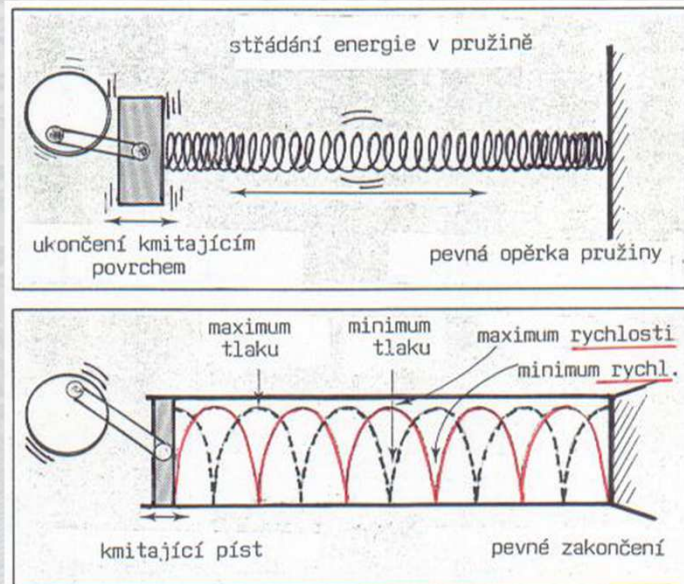
Aktivní akustické pole

- *Dochází k toku energie*
- *Dochází k postupnému šíření pouze ve směru od zdroje dál*

Reaktivní akustické pole

- *Nedochází k toku energie*
- *Vzruch se šíří od zdroje, ale zároveň dochází k šíření v opačném směru, např. po odrazu*
- *Mezi akustickým tlakem a akustickou rychlostí dochází k fázovému posuvu → nedochází k toku energie*
- *Lze přirovnat k ukládání energie v pružině*
- *Vznik tzv. stojatého vlnění (nutnost dokonalého odrazu)*
- *Akustické pole má obvykle charakter mezi oběma stavy*

Reaktivní akustické pole

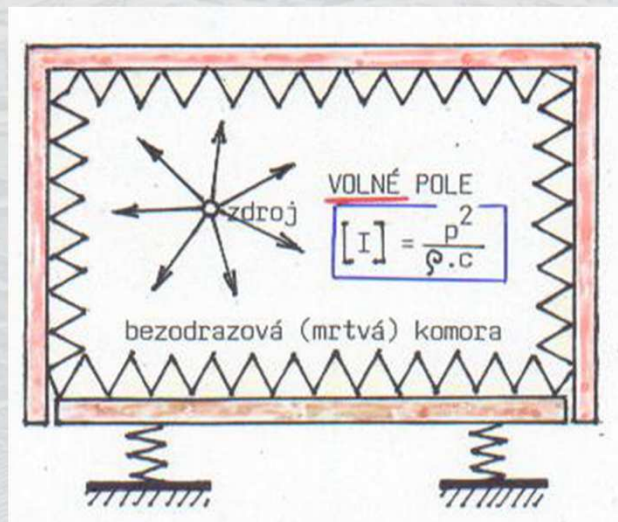


Volné akustické pole

Šíření akustických vln bez odrazů

- Šíření pouze přímých vln
- Nedochází k odrazům
- Vyžaduje prostředí kde nemůže k odrazům docházet, tj. nesmí být odrazivé překážky, musí docházet pouze k útlumu
- K útlumu dochází buď dostatečně dlouhým šířením v médiu (volný prostor) eventuálně pomocí speciálně upraveného pohltivého povrchu (umělá realizace) – nestihne dojít k odrazu
- Praktická realizace – bezodrazová (akusticky mrtvá, bezdozvuková) komora
- Bezodrazová komora – angl. Anechoic chamber, Anechoic room
- Platí souvislost akustického tlaku a intenzity - konstanta

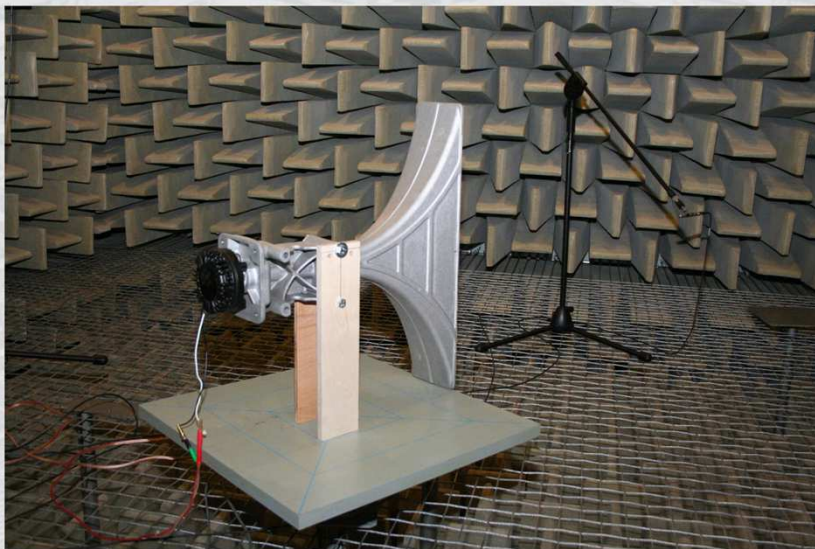
Volné akustické pole



Polobezodrazová komora



Bezodrazová komora



KET/CHH 8.přednáška

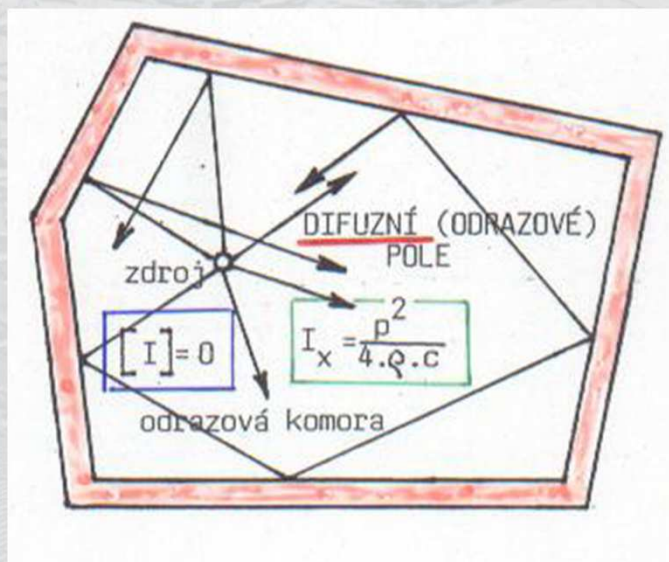
13

Difuzní akustické pole

Při šíření akustických vln dochází k mnohonásobným odrazům

- *Kombinace přímých a odražených vln*
- *Mnoho odražených vln s různou intenzitou*
- ***Výsledná*** akustická intenzita je nulová
- *Nelze jednoduše intenzitu měřit*
- *Měří se tlak – předpokládá se dokonale difuzní pole*
- *Praktická realizace – dozvuková komora*
- *Dozvuková komora angl. Reverberation room, Reverberation chamber*

Difuzní akustické pole



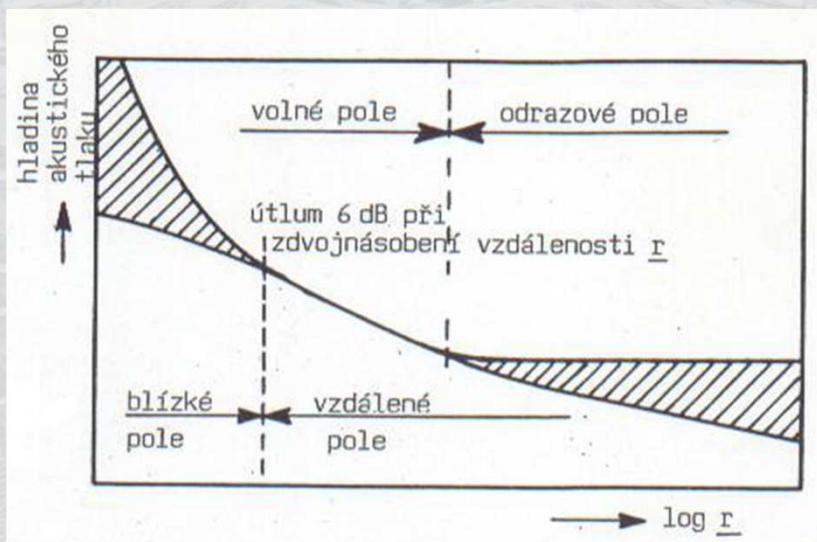
Difuzní akustické pole



KET/CHH 8.přednáška

16

Akustická pole - shrnutí



Technika pro akustická měření

Měření v akustice

- *Kvantifikace hluku resp. zvuku*
- *Nejčastěji měření hladiny akustického tlaku*
 - *Hodnocení situací, hygienická měření, hluk ve stavbách*
- *Dále měření hladin akustické intenzity*
 - *Určování akustického výkonu, lokalizace zdrojů zvuku*

Měření v akustice

- *Měření má určité podmínky a určitá omezení*
- *Nutno respektovat chování a šíření akustických vln – akustická pole*
- *Nutno brát v potaz vlastnosti okolního prostředí*

Zvukoměr

Zvukoměr

- *Někdy též termín hlukoměr, angl. „Sound Level Meter“*
- *Uspořádání několika dílčích částí – historicky primárně určeno pro měření hladiny akustického tlaku*
- *Postupné rozšiřování funkcí – frekvenční analýza, váhování, integrace, statistické funkce, zpracování dat*
- *Blokové schéma zůstává prakticky stejné, liší se provedení*
- *Dříve analogové řešení pomocí odpovídajících analogových obvodů (filtry, integrátory)*
- *Postupně využití číslicové techniky*
- *V současné době A/D převod a využití výpočetní techniky*
- *Zvukoměr vs. víceúčelový analyzátor*

Zvukoměr



KET/CHH 8.přednáška

20

Zvukoměr



Zvukoměr



Zvukoměr



KET/CHH 8.přednáška

23

Zvukoměr a standardizace

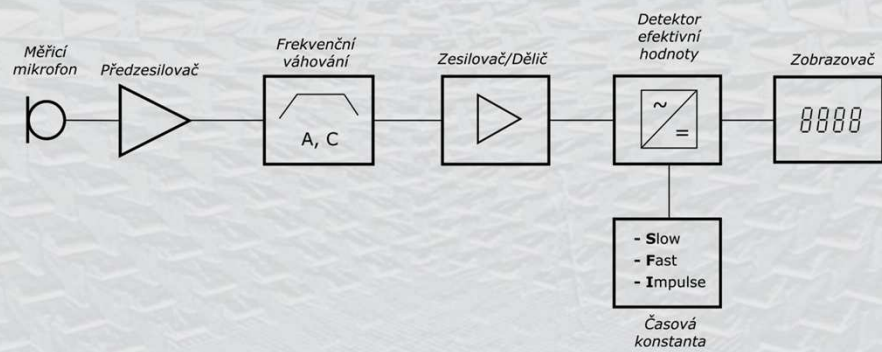
Zvukoměr z hlediska metrologie

- *Tzv. stanovené měřidlo (slouží ke stanovení hodnot v rámci obchodních a právních vztahů)*
- *Podléhá v tom případě ověření*

Provedení a vlastnosti zvukoměrů

- *Rozdělení do tříd (Třída I a Třída II)*
- *Požadavky na přesnost a provozní podmínky stanoveny normou ČSN EN 61672*

Zvukoměr – blokové schéma



Měřicí mikrofon

Měřicí mikrofon

- *Vstupní místo zvukoměru*
- *Snímač akustického tlaku*
- *Převodník akustického tlaku na napětí*
- *Pro komerční použití – různé principy mikrofonů (dynamický, páskový atd.)*
- *Pro měřicí účely - kapacitní princip*

Měřicí mikrofon - požadavky

Na měřicí mikrofon jsou kladeny přísné požadavky

- Vyrovnaná frekvenční charakteristika (odchylky řádu 0,1 dB)
- Stálost v čase
- Odolnost vnějším vlivům (změna teploty, vlhkosti, mg. pole atd.)
- Dostatečná citlivost (napětí odpovídající ak. tlaku)

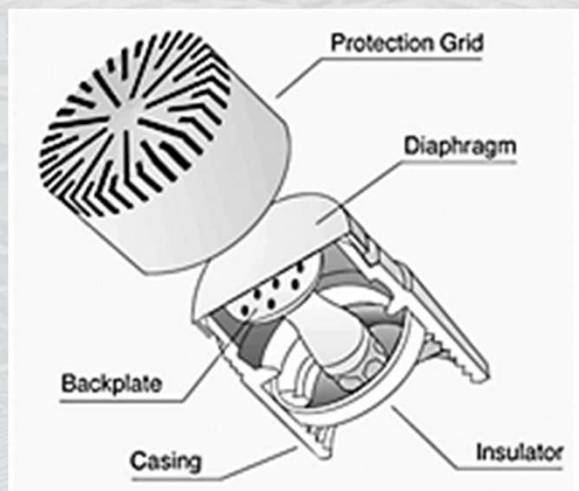
Vliv mikrofonu na vlastní měření

- Mikrofon má určité rozměry – může ovlivnit akustické pole
- Malé rozměry = malý vliv, ale nízká citlivost
- Větší rozměry = větší citlivost, ale větší vliv na akustické pole
- Kompromis – standardně se vyskytují průměry 1/8", 1/4", 1/2" a 1"
- Nejčastěji používané průměry 1/4" a 1/2"

Měřicí mikrofon



Měřicí mikrofon - princip



Měřicí mikrofon - princip

Kapacitní princip

- Pevná a pohyblivá elektroda (membrána)
- Mezi nimi dielektrikum – vzduch
- Membrána se pohybuje v důsledku akustického tlaku
- Mění se vzdálenost mezi pevnou a pohyblivou elektrodou – změna kapacity
- Při udržení konstantního náboje mezi elektrodami platí

$$U = \frac{Q}{C} = \frac{Q}{\epsilon \cdot \epsilon_r \cdot \frac{S}{d}}$$

Druhy polarizace (zajištění náboje)

- Stejnosměrné napětí – typicky 200V
- Pevná polarizace – vrstva elektretu

Měřicí mikrofon - charakteristiky

Směrovost

- *Citlivost mikrofону na zvuky přicházející z různých směrů*
- *Měřicí mikrofon je konstruován jako všesměrový*
- *Též „kulový“ angl. Omni-directional*

Vliv rozměrů na směrovost

- *1/4" a 1/2" dobrá všesměrovost do cca. 20 kHz, za cenu nižší citlivost*
- *1" kulová charakteristika do cca. 5 kHz, ale větší citlivost*



Děkuji za pozornost