

## Hudební akustika

### Literatura:

- Grove
- Jeans James: Věda a hudba. Praha, Dělnické nakladatelství 1946.
- Kurfurst, Pavel: Organologie. Hradec Králové, Georgius 1998.
- Kurfurst, Pavel: Hudební akustika
- MGG
- Poledňák, Ivan – Fukač, Jiří: Hudební věda II. Heslo Hudební akustika
- Poledňák, Ivan – Fukač, Jiří: Úvod do studia hudební vědy. Olomouc 1995 – kapitola Hudební akustika.
- Riemann Lexikon
- Slovník čs.hud.kultury: heslo Akustika.
- Šyrový, Václav: Hudební akustika. Praha, AMU 2003.
- Špelda, Antonín: Hudební nástroje. Praha 1978.
- Špelda, Antonín: Hudební akustika. Praha, SPN 1978.
- Janoušek, Ivo: ABC akustiky pro hudební praxi. Praha, Supraphon 1979.

### K vývoji slova a reflexe oboru:

- z řeckého „akustikos“ = vztahující se k slyšení, týkající se zvuku, od „akuo“ = slyším. Slovo akustika je poměrně mladé, poprvé se objevuje na konci 17.století a jako název speciální vědy použito až v roce 1802 německým fyzikem Ernstem Florencem Friedrichem Chladnim – spis *Die Akustik* vydaný v Lipsku roku 1802. Později označí tento obor Schall- und Klanglehre. Die Akustik je systematické dílo, kde se Chladni zabývá využitím akustiky ve výrobě hudebních nástrojů a popularizuje tuto svou nauku v hudebních kruzích. Základní poznatky z akustiky byly známy již v pravěku – první hudební nástroje. Staří Řekové byli výborně obeznámeni s akustickými zákonitostmi při stavbě amfiteátrů. V antice se jimi pak zabývají např. Pythagoras (první měření tónových vztahů na monochordu), Euklides, Aristoteles (se zabýval tónovou výškou píšťal; jako první si všimnul, že zvuk se šíří prostorem v čase), Aristoxenos (spis *Harmonika stoicheia* – otázky vnímání zvuku) a Boethius (*De musica* – poskytl spojnici mezi akustickými a hudebně teoretickými poznatky antiky a raného středověku), novější poznatky pak přinášejí zejména Leonardo da Vinci 1452-1519 (závislost rychlosti zvuku na vlastnostech prostředí – později také P.Gassendi 1592-1655) a Marino Mersenne 1588-1648 (spis *Harmonicarum libri* - vztah kmitočtu a tónové výšky). Spekulativní tendence se prolínají s empirií v 17.stol. u Athanasia Kirchera. Dobový český přínos představuje traktát jezuita J.Behma: *Propositiones mathematico-musurgicae*, Praha 1650. Vztah k hudbě se prohluboval tím výrazněji, čím vědoměji akustika překonávala úzce mechanický fyzikální pohled na zvuk. Roku 1843 formuluje Georg Simon Ohm myšlenku, že lidské ucho rozkládá zvuk na elementární složky podle zásad tzv. Fourierovy analýzy. K představě zvuku jako fyzikálního děje se tak přidružila představa, že zvuk se stává reálnou lidskou hodnotou díky aktivní analytické úloze sluchového smyslu. Od této fyziologické interpretace se pak postoupilo k docenění úlohy psychologického faktoru (viz zakladatelé novodobé hudební akustiky: Hermann Helmholtz, Carl Stumpf: *Tonpsychologie* – oba viz níže). Stumpf působil v letech 1879-84 na pražské univerzitě a zasloužil se o přímé kontakty akustiky s rodící se moderní muzikologií. Na Helmholtze bezprostředně navázal spisem *Einleitung in die Helmholtz'sche Musiktheorie* (Graz 1866) fyzik moravského původu Ernst Mach. Takřka se vznikem této fyziologické či sensorické akustiky je učiněn další důležitý krok: rodící se etnomuzikologie (srovnávací HV) zaměří pozornost muzikologů i fyziků na mimoevropské hudební kultury, kde je objevena řada rozmanitých hudební vědou dosud nereflektovaných tónových systémů, ladění, nástrojových typů atd.

Britský akustik Alexandr John Ellis zaměřil svou pozornost na základě studia Helmholtzových spisů k hudební teorii a začal zkoumat dějiny hudebního ladění. Nutnost srovnávat různé tónové a intervalové systémy ho přivedla k zavedení centové soustavy, tj. akustikou využívaného objektivního měrného systému. Curt Sachs propojil etnomuzikologicky motivované bádání v oblasti akustiky s organologií (20. stol.) Počínaje meziválečným údobím začaly tohoto kvalitativně nového propojení akustiky s hudební teorií i organologií využívat též skladatelé prosazující směry tzv. mikrointervalové hudby a konstruktéři příslušných hudebních nástrojů (průkopníkem Alois Hába).

**Česká akustika do r. 1945** – Carl Stumpf, Ernst Mach – vyšli z díla Helmholtzova; František Josef Studnička: Úvod do fyzikální theorie hudby, Helmholtzem zbudované (Praha 1870); Machův žák Čeněk Strouhal: Akustika (Praha 1902); pouze okrajově se hudební akustiky dotkli Otakar Hostinský: Die Lehre von musikalischen Klaengen (Praha 1879), Karel Stecker, Otakar Zich, Josef Theurer; Otakar Zich: Čtvrttónová hudba (HR 2, 1925-26) – nesouhlas s Hábou, František Nachtikal: Hábovy reformy a fyzikální teorie hudby (HR 2, 1925-26); Karel Teige: Elektroakustika, Zvukové zbarvení tónů; Josef Zahradníček: Akustika (Brno 1938).

**Česká akustika po r. 1945** – výzkumné a vývojové ústavy; Miroslav Barvík: Přehled hudební akustiky (Praha 1949); příliv zájmu o hudební akustiku až koncem 50. let hlavně díky rozvoji elektronické a konkrétní hudby; vůdčí osobností poválečné akustiky je Antonín Špelda: Úvod do akustiky pro hudebníky (Praha 1958), Akustické základy orchestrace (společně s Jarmilem Burghauserem), Hudební akustika; Antonín Sychra: Hudba a slovo z experimentálního hlediska (spolu s českým audiologem Karlem Sedláčkem); stopy u - Karel Janeček, Karel Risinger, Jaroslav Jiránek, Jaroslav Volek, Miloš Jůzl; Karel Risinger: Intervalový mikrokosmos (hodnotí soustavy A. Háby); Luděk Zenkl: Temperované a čisté ladění v evropské hudbě 19. a 20. století; Miloš Bláha a Vladimír Lébl – zvuková typologie a morfologie, hudební spektografie a psychoakustika; Václav Syrový

#### 1. Vlnění

Dosud jsme uvažovali o jednom kmitajícím bodu pružného prostředí. Ve skutečnosti není nikdy kmitající bod izolován od ostatních částic prostředí. V nejjednodušší řadě bodů v prostředí, to znamená všechny body rozloženy po přímce p. Každý bod takové řady může buď kmitat v příčném směru (tj. kolmo na směr řady), nebo ve směru bodové řady (podél ní).

- délka příčné vlny, značí se  $\lambda$ .
- postupná vlna podélná a příčná
- homogenní (stejnorodé) prostředí, izotropní, anizotropní
- prostředí rovinné – vlnoplochy
- kulové vlnoplochy

#### 2. Odraz zvukové vlny na kulové vypuklé ploše a parabolické ploše

#### 3. Skládání zvukových vln

Skládání vln vzdálených zdrojů

Při zdrojích velice blízko sebe umístěných

#### 4. Výška tónu

*Výška absolutní*

*Výška relativní*

#### 5. Barva zvuku

## 6. Síla tónu

7. Psychoakustika (dříve nazývaná též sensorická) se zabývá zkoumáním procesů v našem vědomí v souvislosti s vnímáním resp. působením zvuku. Studuje psychické reakce na hudební signály (přirozené, umělé).

- percepce (vnímání)
- vjem výšky, hlasitosti a barvy – subjektivní vlastnosti (+ odpovídající objektivní vlastnosti)
- otázka fáze
- Helmholtz, Stumpf

## 8. Fyziologická akustika

Sluchový orgán - Sluchový orgán: ucho zevní (skládající se z boltce a zvukovodu), ucho střední (bubínek, sluchové kůstky a Eustachova trubice), ucho vnitřní (hlemýžď s vlastním snímacím ústrojím (Cortiho orgán)).

- Druhy hudebního sluchu – relativní, absolutní, regionální, tonální sluch
- Binaurální slyšení

Hlasový orgán

- vokály (samohlásky) a konsonanty (souhlásky)
- ženské hlasy dělíme na soprány (kolorатурní – lehce pohyblivý, subretní – lyrický, taky světlý, dramatický- temnější tón, velká průraznost) a alty (kontraalt zasahuje již do tenoru). Mezi mezzosoprán.
- mužské – tenor (lyrický – měkčí a světlejší, hrdinný – tmavé zabarvení; kontratenor – jdoucí rozsahem do altové až sopránové polohy, využívaný dříve, teď ne), bas (buffo – komické role, seriózní bas), mezi baryton (tenorbaryton, basbaryton; hrdinský a lyrický).

## 9. Tónové soustavy – struktura. Viz MGG

10. Prostorová akustika - odraz, rozptyl a ohyb vlnění na překážkách + průchodu vlnění + dozvuk

*Akustika dozvuková* (látky pevné, tvrdé, málo pohltivé; látky porézní (velmi pórovité); tlumící rezonátory; složené konstrukce )

*Akustika geometrická*

*Akustika vlnová*

## 11. Akustika souborů hudebních nástrojů

## 12. Architektura studií a koncertních sálů – členění prostoru

## 13. Elektroakustika

Studiová technika

Mikrofony – kulová charakteristika, kardioidní (ledvinová), osmičková, velmi úzké charakteristiky

Principy mikrofonů (Bellův mikrofon, uhlíkový mikrofon, piezoelektrický mikrofon, elektrodynamický mikrofon, páskový mikrofon, kondenzátorový

Reproduktory

stereofonní záznam (metoda A-B, metoda M-S a metoda X-Y. – liší se od sebe v zásadě jenom tím, že se při nich používá mikrofonů s různými směrovými charakteristikami)

Elektrofonické nástroje – vycházejí z principu klasického nástroje, jejich zvuk je snímán

Elektronické - nemají klasické oscilátory klasických HN, ale generátory, které nahrazují strunu.

Princip sampleru – do nástroje, který má paměť, je uložen zvuk klasického HN, zvuk se pak dá měnit a pracuje se s ním. Mají procesorovou paměť.