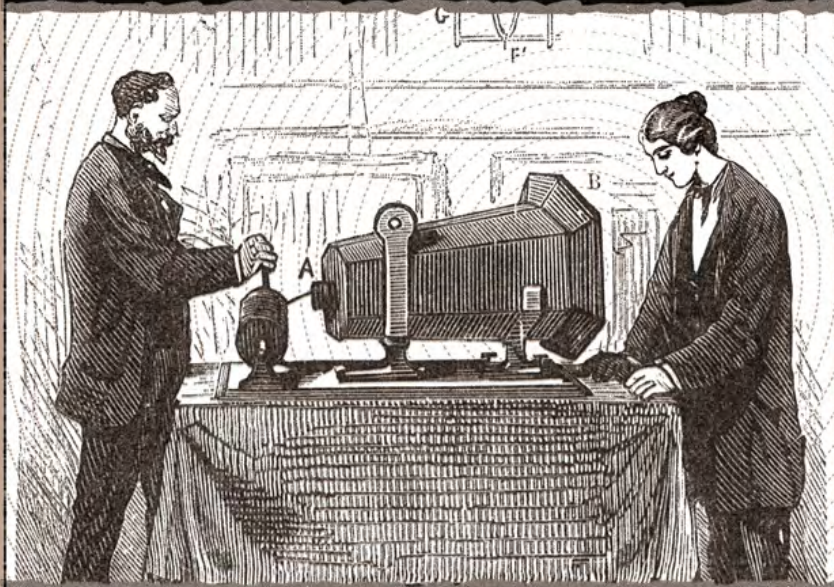


# AKUSTIKA

UMĚNÍ ZVUKU



*Steve Marshall*



*Steve Marshall*  
**AKUSTIKA**  
UMĚNÍ ZVUKU

Copyright © 2023 by Steve Marshall

© Wooden Books Limited 2023

Published by Arrangement with Alexian Limited

Translation © Klára Jírová, 2024

Design and typeset by Wooden Books Ltd., Glastonbury, UK.

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být  
rozmnožována a rozšiřována jakýmkoli způsobem bez  
předchozího písemného svolení nakladatele.

Druhé vydání v českém jazyce (první elektronické).

Z anglického originálu *Acoustics: The Art of Sound*  
přeložila Klára Jírová.

Odpovědná redaktorka Klára Soukupová.

Sazba a konverze do elektronické verze Michal Puhač.

V roce 2025 vydalo nakladatelství Dokořán, s. r. o.,

Holečkova 9, 150 00 Praha 5,

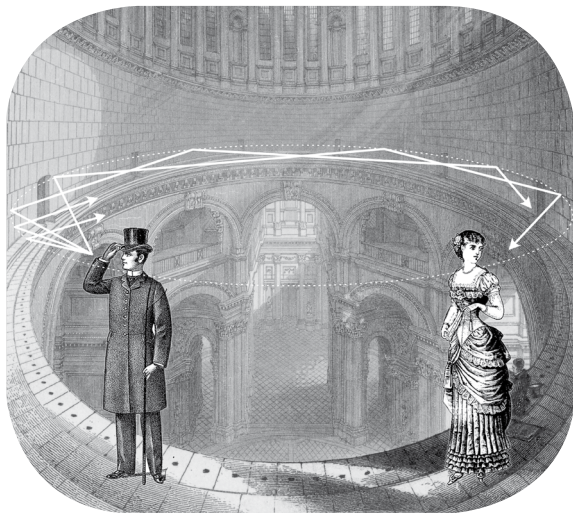
dokoran@dokoran.cz, www.dokoran.cz,

jako svou 1311. publikaci (450. elektronická).

**ISBN 978-80-7675-222-1**

# AKUSTIKA

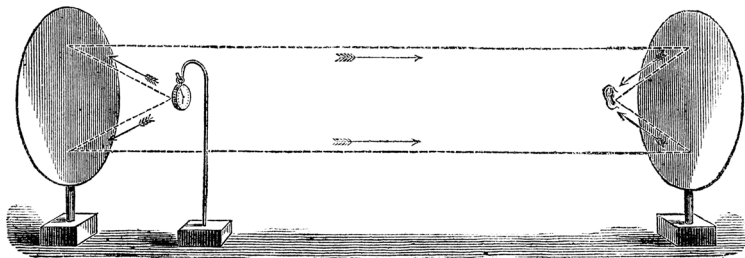
## UMĚNÍ ZVUKU



*Steve Marshall*

## Pro Kim

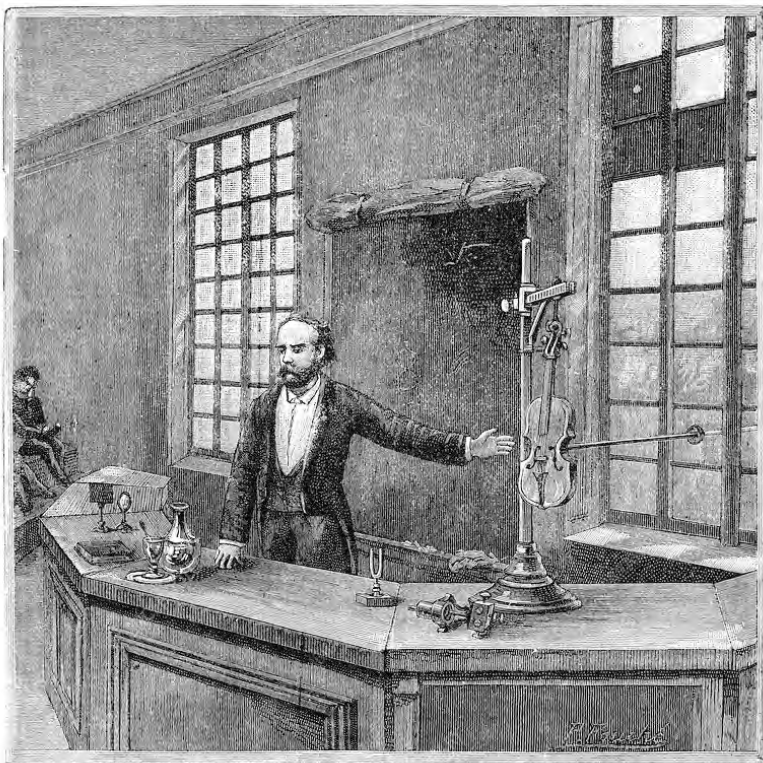
Děkuji Mattu Tweedovi z Wooden Books za pomoc s redakcí a grafikou. Doplněk tohoto svazku, kniha *Harmonograf* od Anthonyho Ashtona z roku 2005, nás zasvěcuje do spletitostí ladění. K doporučené literatuře na dané téma dále patří: *On the Sensations of Tone* od Hermanna von Helmholtze (1863); *The Science of Musical Sound* od Johna Robinsona Pierce (1983); *Master Handbook of Acoustics* od F. Altona Everesta a Kena Pohlmana (2014).



Na zaměření a přenos zvuku lze použít dvojici parabolických reflektorů. Parabolické reflektory technici používají třeba ve volné přírodě pro záznam vzdáleného ptáčeho zpěvu. Zvukové vlny narážejí na reflektor a soustředí se do mikrofonu. Během druhé světové války byly na pobřeží Velké Británie umístěny betonové parabolické reflektory o průměru 10 m, díky nimž bylo možné zaznamenat zvuk blížících se letadel na mnoho mil daleko. Titulní strana: Šeptající ochoz lousfýnské katedrály svatého Pavla přenáší zvuk šepotu podél celého svého obvodu tím, že zvukové vlny odráží směrem vpřed a drží je při zdi. Frontispis: sofistikovaný megafon.

## OBSAH

Úvod	1
Co je to zvuk?	2
Jednoduché zvuky	4
Druhy vlnění	6
Rychlost zvuku	8
Ucho	10
Hlasitost a decibely	12
Ladění	14
Frekvence a výška	16
Stojaté vlnění na struně	18
Stojaté vlnění v trubkách	20
Helmholtz a rezonance	22
Složené vlnění	24
Částkové a alikvotní tóny	26
Hlas	28
Echolokace	30
Dozvuk	32
Vlastní kmity prostoru	34
Akustické úpravy prostoru	36
Reproduktory	38
PA systémy	40
3D poslech	42
Mikrofóny	44
Nahrávání	46
Ekvalizéry a filtry	48
Komprese	50
Delay a reverb	52
Efekty a úpravy	54
Mix a mastering	56
Příloha	58



Holína akustiky. Gabriel Lippmann (1845–1921) ukazuje, že vibrace se mohou šířit skrze sklo a kovovou tyč. Ozvičné tělo houslí pak slouží jako zesilovač, díky němuž lze v aule poslouchat zvuk zvenčí.

# ÚVOD

---

Celý vesmír je založen na vibracích – od atomových částic po shluky galaxií, od mikrokosmu po makrokosmos. To, čemu říkáme zvuk, je vlnění šířící se prostředím, jako je vzduch, voda či kov, které proniká do ucha a je dále zpracováváno a vyhodnocováno mozkiem.

Mnoho mýtů o stvoření světa začíná zvukem. Řecký filozof Hérakleitos (cca 535–475 př. n. l.) představil svůj koncept *logu*, původu všeho, zosobněného bohem Hermem, vynálezcem lyry. *Logos*, v židovské tradici znám pod pojmem *Memra*, je počátkem stvoření v křesťanství. Janovo evangelium začíná následovně: „*Na počátku bylo Slovo, to Slovo bylo u Boha, to Slovo bylo Bůh.*“

Islámští súfíté věří, že opojný „zvuk všeho abstraktního“ *saut'e sarmad* vyplňuje celý vesmír a je původem a zdrojem veškerého mystického vědění. Súfíté trénují rozpoznávání *Sarmadu* ve zvuku rohu, lastur, zvonů, gongů, burácejícího moře, bzúčení včel a ve zpěvu ptáků, dokud jim nesplyne v nejposvátnější a nejuniverzálnější kreativní zvuk všeho, *hu*, který pak vyjadřují zvuky *ham* nebo *hum*. Hinduistické posvátné texty včetně *Bhagavadgíty* praví, že věčný kreativní zvuk je tzv. *óm* nebo přesněji *aum*. Pro taoisty je to *kung*, tedy „velký tón přírody“. Buddhisté zase odříkávají *Óm maní padmé húm*.

Severoameričtí Čerokézové věří, že prvotní tón je rozezníván krystaly křemíku, což jsou vibrace zásadní i dnes ve světě digitálních technologií. A skutečně, moderní teorie naznačují, že prvotní extrémně horká a hustá koule plazmatu v momentě zrodu vesmíru při velkém třesku zněla jako obrovský zvon a novým kosmem tak šířila vibrace, které daly vzniknout prvním gravitačním zárodkům galaxií.

# CO JE TO ZVUK?

*na počátku byl zvuk*

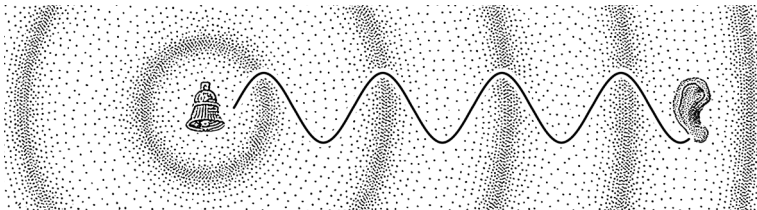
---

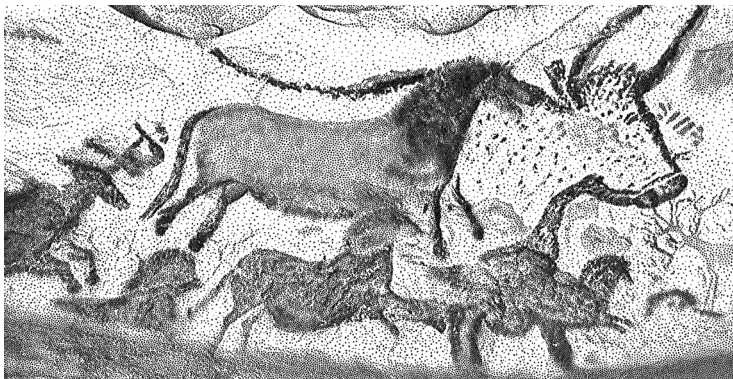
Zvuk je vibrace, ale ne všechny vibrace jsou zvukem; slovem zvuk totiž běžně popisujeme vibrace zaznamatelné uchem, jež má omezený vnímaný rozsah.

Člověk „slyší“ ve chvíli, kdy se vibrace pocházející ze zdroje zvuku (třeba drnkající struny kytary) šíří molekulami vzduchu. Vzduch je přirozeně elastický a jeho kmitající molekuly kopírují rytmus pohybu původního zdroje. Kmitající molekuly vzduchu se odráží od svých sousedů a pohyb přenášejí vzduchem dál, dokud jej nepřenesou k ušnímu bubínku, kde je konvertován do elektrických nervových impulzů, jež se dále dostávají do mozku a jsou vyhodnoceny jako zvuk (*dole*).

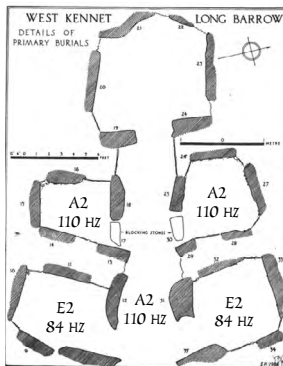
Zvukové vlny sice nelze spatřit okem, podobají se ovšem vlnkám šířícím se po hladině rybníku či větrem rozvlněnému poli ječmene. Přestože se jednotlivé částice (molekuly vody či stébla obilí) nepresouvají a kmitají na místě, celá plocha se na první pohled zdá být v pohybu. Oproti těmto dvojrozměrným přirovnáním je však zvuk trojrozměrný a šíří se všemi směry.

Zvuk v nás dokáže vyvolat pocit úžasu a velkoleposti, což se často děje v sakrálních budovách. Řada katedrál, chrámů a jiných posvátných míst po celém světě má totiž mimořádnou akustiku (*naproti*).





Výzkum v archeoaakustice odhalil spjatost pravěkých jeskynních maleb s akustikou. Některé z nich, jako třeba jeskynní malby v údolí řeky Vézère ve Francii, vyobrazují stáda pasoucího se dobytka. Když v jeskyni zatřukáte kameny o sebe, díky okolním stěnám bude následovat „třepotavá“ ozvěna, která nápadně připomíná dusot kopyt.



Vlevo nahoře: Buráctví troubení na rohy strhává zdi Jericha. Vpravo nahoře: Boční komory hrobky West Kennet poblíž britského Avebury z roku 3000 př. n. l. rezonují při zvuku o 110 Hz a 84 Hz, čímž vytváří harmonii 4 : 3, tedy kvartu. Hodně pravěkých staveb rezonuje při frekvencích 10 Hz a méně. Přestože jej neslyšíme, může mít infrazvuk na lidský mozek hypnotické účinky a dokáže navodit dojem „něčí přítomnosti“ či vyvolat změněný stav vědomí a halucinace.



Vážení čtenáři, právě jste dočetli ukázkou z knihy ***Akustika***.

Pokud se Vám ukáзка líbila, na našem webu si můžete zakoupit celou knihu.