

# OBSAH

	Předmluva . . . . .	9
	Seznam symbolů . . . . .	11
I.	Základní pojmy a vztahy . . . . .	15
II.	Fyziologická akustika . . . . .	20
1.	Úvod . . . . .	20
2.	Sluchový orgán . . . . .	20
3.	Teorie slyšení . . . . .	24
4.	Zkreslení ve sluchovém orgánu . . . . .	25
5.	Citlivost sluchového orgánu a největší snesitelná intenzita sluchu . . . . .	26
6.	Nadprahová hlasitost zvuku . . . . .	28
6.1	Fechnerův—Weberův zákon . . . . .	28
6.2	Hladina intenzity a hladina akustického tlaku . . . . .	28
6.3	Hladina hlasitosti a křivky stejné hlasitosti . . . . .	29
6.4	Hladina zvuku . . . . .	29
6.5	Hlasitost . . . . .	30
6.6	Rušivost . . . . .	31
7.	Výška zvuku . . . . .	31
7.1	Absolutní výška tónu . . . . .	32
7.2	Relativní výška tónu . . . . .	32
7.3	Subjektivní výška tónu . . . . .	32
7.4	Minimální změna kmitočtu . . . . .	33
7.5	Minimální trvání tónu . . . . .	33
8.	Maskování . . . . .	34
9.	Adaptace a únava sluchu . . . . .	36
10.	Binaurální slyšení . . . . .	36
11.	Směrové slyšení . . . . .	38
12.	Akustika hlasu a řeči . . . . .	40
III.	Řešení akustického prostoru . . . . .	43
13.	Geometrická akustika . . . . .	43
13.1	Odraz zvuku od rovinných ploch . . . . .	43
13.2	Odraz zvuku od křivých ploch . . . . .	44
14.	Vlnová akustika . . . . .	45
14.1	Vlnová rovnice v pravouhlých souřadnicích . . . . .	45
14.2	Výpočet vlastních kmitů uzavřeného prostoru . . . . .	48
15.	Statistická akustika . . . . .	51
15.1	Hustota zvukové energie v uzavřeném prostoru . . . . .	51
15.2	Doba dozvuku podle Šabina . . . . .	55
15.3	Doba dozvuku podle Eyringa . . . . .	56
15.4	Doba dozvuku podle Millingtona . . . . .	57
15.5	Vliv útlumu zvuku ve vzduchu při šíření na dobu dozvuku . . . . .	58
15.6	Pole přímých a odražených vln . . . . .	59
IV.	Akustické pohltivé obklady . . . . .	63
16.	Úvod . . . . .	63
17.	Mechanika pohlcování . . . . .	63
18.	Činitel zvukové pohltivosti . . . . .	64
19.	Porézní materiály . . . . .	66
20.	Obklady založené na rezonančním principu . . . . .	73
20.1	Kmitající membrány . . . . .	75



20.2	Kmitající desky . . . . .	78
20.3	Helmholtzovy rezonátory a děrované desky . . . . .	78
20.4	Návrh akustických obkladů na rezonančním principu . . . . .	82
20.5	Vícenásobné rezonanční soustavy . . . . .	89
21.	Akustická tělesa a otevřené akustické kazety . . . . .	102
22.	Zvuková pohltivost různých užitkových látek . . . . .	105
23.	Měření akustických vlastností akustických obkladů . . . . .	106
23.1	Měření činitele zvukové pohltivosti v dozvukové komoře . . . . .	106
23.2	Měření činitele zvukové pohltivosti a akustické impedance v interferometru . . . . .	108
23.3	Měření měrného stejnosměrného odporu . . . . .	112
V.	Zvuková izolace prostoru . . . . .	114
24.	Úvod . . . . .	114
25.	Stupeň vzduchové neprůzvučnosti — definice . . . . .	116
26.	Vlastnosti elastických vln v deskách . . . . .	117
26.1	Rychlost podélných vln . . . . .	117
26.2	Rychlost ohybových vln . . . . .	119
26.3	Kmitočtové oblasti kmitající desky . . . . .	120
27.	Stupeň vzduchové neprůzvučnosti jednoduché a dvojité stěny . . . . .	122
27.1	Dvojitá stěna . . . . .	122
27.2	Jednoduchá stěna . . . . .	123
27.3	Střední činitel průzvučnosti . . . . .	124
28.	Vlnová koincidence . . . . .	124
29.	Fyzikálně technické vlastnosti běžných materiálů . . . . .	125
30.	Stupeň vzduchové neprůzvučnosti jednoduchých panelů . . . . .	126
30.1	Panely v kmitočtové oblasti, kde jejich vlastnosti závisí na hmotnosti . . . . .	126
30.2	Panely v kmitočtové oblasti kolem kritického kmitočtu a nad ním . . . . .	129
30.3	Křivky pro praktický návrh tuhých panelů . . . . .	130
31.	Stupeň vzduchové neprůzvučnosti vrstvených (voštinových) panelů . . . . .	132
32.	Stupeň vzduchové neprůzvučnosti plných (dvojitých) stěn . . . . .	132
32.1	Dvojité stěny s izolovanými panely . . . . .	132
32.2	Dvojitá stěna s můstky . . . . .	135
33.	Přenos ohybových vln nespojitými konstrukcemi . . . . .	135
34.	Vyzařování zvuku přenášeného konstrukcí . . . . .	136
35.	Tlumení panelů . . . . .	137
35.1	Nepředpjaté tlumicí vrstvy . . . . .	139
35.2	Předpjaté tlumicí vrstvy . . . . .	140
35.3	Vzájemné porovnání předpjatých a nepředpjatých tlumicích vrstev . . . . .	141
35.4	Vrstvené desky . . . . .	141
36.	Vzduchová neprůzvučnost — měření . . . . .	141
37.	Kročejeová neprůzvučnost . . . . .	143
38.	Příklady praktického řešení zvukově izolačních konstrukcí . . . . .	144
39.	Zvuková izolace místností . . . . .	149
40.	Snížení hladiny hluku zvětšením pohltivosti prostoru . . . . .	151
41.	Snížení stupně neprůzvučnosti otvory . . . . .	152
VI.	Kritéria akustické kvality uzavřených prostorů . . . . .	154
42.	Úvod . . . . .	154
43.	Metody subjektivního testování . . . . .	155
43.1	Verbální metody . . . . .	153
43.2	Neverbální metody . . . . .	158
44.	Subjektivní parametry akustické kvality . . . . .	160
44.1	Doba dozvuku . . . . .	160
44.2	Prostorovost . . . . .	162
44.3	Rušivé odrazy . . . . .	163
44.4	Hlasitost . . . . .	165
44.5	Barva zvuku . . . . .	167
44.6	Jasnost . . . . .	168
44.7	Nasazení, vyváženost a další parametry . . . . .	169
44.8	Srozumitelnost . . . . .	170
45.	Objektivní kritéria akustické kvality . . . . .	173
45.1	Hladina hluku . . . . .	173
45.2	Difúznost zvukového pole . . . . .	176
45.3	Kritéria průběhová . . . . .	177
45.4	Kritéria poměrová (energetická) . . . . .	181



46.	Metody redukce dimenzí . . . . .	192
46.1	Faktorová analýza . . . . .	192
46.2	Metoda multidimenzionálního škálování . . . . .	195
VII.	Měřicí metody v prostorové akustice . . . . .	199
47.	Úvod . . . . .	199
48.	Měření stacionárního zvukového pole . . . . .	200
48.1	Prostorová nerovnoměrnost pole . . . . .	200
48.2	Kmitočtová odezva uzavřeného prostoru . . . . .	201
49.	Měření doby dozvuku . . . . .	203
49.1	Standardní metoda . . . . .	203
49.2	Schroederova metoda . . . . .	206
50.	Korelační měření . . . . .	207
50.1	Vzájemná korelace . . . . .	207
50.2	Autokorelace . . . . .	210
51.	Měření difúznosti zvukového pole . . . . .	211
51.1	Přímé metody . . . . .	211
51.2	Nepřímé metody . . . . .	214
52.	Impulsová měření . . . . .	216
53.	Měření hluku . . . . .	219
54.	Dvourozměrná modelová metoda . . . . .	227
55.	Měření v trojrozměrných modelech . . . . .	230
55.1	Měřítka modelů . . . . .	230
55.2	Pohltivé vlastnosti stěn modelů . . . . .	232
55.3	Vliv útlumu při šíření zvukových vln v modelech . . . . .	233
55.4	Vliv směrových charakteristik vysílače a přijímače . . . . .	235
	Literatura . . . . .	237
	Rejstřík . . . . .	240