

## Spis treści

1. WSTĘP .....	11
2. WYBRANE ZAGADNIENIA Z AKUSTYKI.....	17
2.1. Pojęcia podstawowe.....	17
2.2. Zagadnienia energetyczne fal akustycznych.....	22
2.3. Odbicie, pochłanianie i załamanie fali dźwiękowej .....	26
2.4. Ugięcie fali dźwiękowej .....	29
2.5. Interferencja fal.....	31
2.6. Pole akustyczne.....	33
2.7. Czas pogłosu .....	38
2.8. Wielkości podstawowe w badaniach akustycznych pomieszczeń.....	41
3. KLASYFIKACJA OBIEKTÓW SAKRALNYCH ZE WZGLĘDÓW AKUSTYCZNYCH.....	45
3.1. Kryteria klasyfikacji.....	45
3.2. Podział ze względu na rodzaj wyznania .....	46
3.3. Podział ze względu na kształt podłogi .....	49
3.4. Podział ze względu na kubaturę.....	50
3.5. Podział ze względu na zagospodarowanie wnętrza .....	51
3.6. Podział ze względu na epokę .....	51
3.7. Podział ze względu na geometrię bryły .....	57
4. METODY KLASYCZNE OCEN AKUSTYCZNYCH .....	63
4.1. Wprowadzenie .....	63
4.2. Metoda wg Beranka .....	65
4.3. Metoda Ando.....	73
4.4. Metoda RASTI.....	83
4.5. Metoda impulsowa.....	89
4.6. Metody symulacyjne.....	96
4.6.1. Metoda źródeł pozornych.....	98
4.6.2. Metoda promieniowa .....	99
4.6.3. Metoda stożków .....	100
4.6.4. Metoda ostrosłupów .....	103

5. METODYKA KLASYCZNYCH POMIARÓW WIELKOŚCI AKUSTYCZNYCH STOSOWANA W OBIEKTACH SAKRALNYCH .....	105
5.1. Wprowadzenie .....	105
5.2. Pomiary czasu pogłosu .....	108
5.2.1. Krzywa zaniku, dźwięki pomiarowe.....	108
5.2.2. Metody bezpośrednie .....	111
5.2.3. Metody pośrednie.....	120
5.2.4. Cyfrowe metody pomiarów czasu pogłosu – ogólne wymogi procedur pomiarowych.....	123
5.3. Metodyka RASTI.....	128
5.4. Metodyka Ando.....	130
5.5. Metodyka wyznaczania odpowiedzi impulsowej .....	134
5.6. Pomiary poziomu zakłóceń zewnętrznych .....	140
5.7. Pomiary równomierności nagłośnienia.....	141
5.8. Pomiary czasu opóźnienia pierwszego odbicia .....	143
6. WSKAŹNIKOWA METODA OCENY JAKOŚCI AKUSTYCZNEJ .....	145
6.1. Wprowadzenie .....	145
6.2. Globalny wskaźnik jakości akustycznej obiektów sakralnych.....	147
6.3. Wskaźniki cząstkowe.....	151
6.3.1. Wskaźnik pogłosowy .....	151
6.3.2. Wskaźnik zakłóceń zewnętrznych .....	157
6.3.3. Wskaźnik walorów brzmieniowych muzyki.....	159
6.3.4. Wskaźnik zrozumiałości mowy .....	164
6.3.5. Wskaźnik równomierności nagłośnienia.....	166
7. OCENY AKUSTYCZNE WYBRANYCH ŚWIĄTYŃ.....	169
7.1. Oceny metodami klasycznymi.....	169
7.2. Obiekty sakralne na świecie .....	170
7.2.1. Katedra św. Pawła w Londynie.....	170
7.2.2. Bazylika św. Piotra w Rzymie .....	174
7.2.3. Kościół św. Karola w Tallinie .....	177
7.2.4. Katedra św. Stefana w Wiedniu .....	180
7.2.5. Kościół św. Tomasza w Lipsku .....	182
7.2.6. Kościół św. Marka w Monachium .....	184
7.2.7. Katedra Smolny w St. Petersburgu .....	185
7.2.8. Wyniki pomiarów czasu pogłosu świątyń na świecie.....	188

7.3.	Obiekty sakralne w Polsce.....	189
7.3.1.	Kościół św. Piotra i Pawła w Krakowie.....	189
7.3.2.	Kościół św. Jana Kantego w Krakowie.....	194
7.3.3.	Kaplica św. Kingi w Kopalni Soli „Wieliczka”.....	199
7.3.4.	Kościół oo. reformatów w Wieliczce.....	203
7.3.5.	Kościół św. Klemensa w Wieliczce.....	211
7.3.6.	Kościół św. Pawła Apostoła w Bochni.....	223
7.3.7.	Kościół św. Sebastiana w Strzelcach Wielkich.....	231
7.3.8.	Kościół Świętych Apostołów Piotra i Pawła w Trzebini.....	237
7.3.9.	Kościół Podwyższenia Krzyża Świętego w Psarach.....	243
7.3.10.	Kościół Najświętszego Serca Pana Jezusa w Krakowie.....	249
7.3.11.	Wyniki pomiarów czasu pogłosu świątyń w Polsce.....	255
7.4.	Oceny metodą wskaźnikową.....	256
7.5.	Porównanie oceny metodami klasycznymi a metodą wskaźnikową.....	271
8.	ZASADY PROJEKTOWANIA AKUSTYKI WNĘTRZ SAKRALNYCH.....	275
8.1.	Wprowadzenie.....	275
8.2.	Czas pogłosu. Wartości preferowane i charakterystyka.....	280
8.3.	Czynniki wpływające na czas pogłosu wnętrza.....	284
8.3.1.	Kubatura i proporcje geometryczne.....	284
8.3.2.	Kształt pomieszczenia.....	285
8.3.3.	Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe.....	288
8.3.4.	Stopień zapełnienia wnętrza.....	289
8.3.5.	Pochłanianie dźwięku przez powietrze.....	289
8.4.	Ochrona przed hałasem zewnętrznym.....	290
8.5.	Analiza geometryczna odbić.....	291
8.6.	Wytyczne projektowe dla obiektów małych i dużych.....	296
9.	KOREKCJA KLIMATU AKUSTYCZNEGO W ISTNIEJĄCYCH ŚWIĄTYNIACH.....	301
9.1.	Wprowadzenie.....	301
9.2.	Zadania związane z korekcją klimatu akustycznego.....	302
9.3.	Materiały i ustroje dźwiękochłonne.....	307
9.3.1.	Klasyfikacja materiałów i ustrojów.....	307
9.3.2.	Właściwości akustyczne materiałów.....	310
9.3.3.	Ustroje dźwiękochłonne.....	315
9.3.4.	Ustroje szczelinowe.....	320
9.4.	Zakres działań, własności pochłaniające powierzchni.....	329
9.5.	Adaptacja akustyczna.....	333

9.6. Czynniki wpływające na pole akustyczne we wnętrzach świątyń.....	341
9.7. Uwagi końcowe .....	347
10. PROBLEMY NAGŁOŚNIENIA OBIEKTÓW SAKRALNYCH .....	349
10.1. Wprowadzenie .....	349
10.2. Nagłośnienie, układy nagłośnienia .....	350
10.3. Głośniki .....	353
10.4. Układy rozmieszczenia głośników .....	357
10.5. Podstawowe obliczenia .....	359
10.6. Mikrofony .....	362
11. DZWONY.....	367
11.1. Podstawowe określenia z historii dzwonów .....	367
11.2. Konstrukcje dzwonów .....	373
11.3. Zagadnienia akustyczne.....	378
11.4. Dzwony w obiektach sakralnych w Polsce.....	380
LITERATURA.....	387