

Spis treści

- Wykaz ważniejszych oznaczeń 7
- 1. Wprowadzenie 11
 - 1.1. Tematyka..... 11
 - 1.2. Omawiane zagadnienia..... 12
 - 1.2.1. Rodzaj materiałów oraz konstrukcji budowlanych 13
 - 1.2.2. Pasma częstotliwości fal elektromagnetycznych 14
 - 1.3. Przewodnik po pracy 15
- 2. Modelowanie zjawisk polowych w konstrukcjach budowlanych 19
 - 2.1. Właściwości elektryczne materiałów 20
 - 2.1.1. Właściwości betonu..... 21
 - 2.1.2. Właściwości gazobetonu..... 26
 - 2.1.3. Właściwości tynku..... 27
 - 2.1.4. Przyjęty model materiałów budowlanych 28
 - 2.2. Analiza konstrukcji budowlanych 29
 - 2.2.1. Elementy konstrukcyjne wykonane z żelbetu 30
 - 2.2.2. Ściany z cegieł pełnych i drążonych 32
 - 2.3. Metody analizy 34
 - 2.3.1. Metody optyki geometrycznej..... 36
 - 2.3.2. Metody fizyki falowej 40
 - 2.4. Podsumowanie 43
- 3. Model matematyczny..... 45
 - 3.1. Sformułowanie czasowe i częstotliwościowe..... 45
 - 3.2. Sformułowanie trójwymiarowe oraz dwuwymiarowe 47
 - 3.3. Warunki początkowe i brzegowe 48
- 4. Metoda różnicowa w dziedzinie częstotliwości oraz w dziedzinie czasu..... 51
 - 4.1. Schemat różnicowy w dziedzinie częstotliwości 51
 - 4.1.1. Dyskretyzacja obszaru..... 51
 - 4.1.2. Różnicowy opis równań wewnątrz obszaru 54
 - 4.1.3. Opis wymuszeń pola 58

4.1.4. Konstrukcja i różnicowy opis warunków brzegowych	58
4.1.5. Końcowa postać modelu różnicowego.....	60
4.1.6. Schemat opracowanego algorytmu FDFD	61
4.2. Schemat różnicowy w dziedzinie czasu	63
4.2.1. Sformułowanie metody.....	63
4.2.2. Modelowanie warunków brzegowych.....	68
4.3. Porównanie właściwości schematu czasowego oraz częstotliwościowego	68
4.3.1. Ograniczenia i wymagania przy konstrukcji modelu	68
4.3.2. Wydajność algorytmów	69
4.3.3. Wymagania algorytmów.....	72
4.3.4. Analiza wyników modeli	75
4.4. Podsumowanie	91
5. Rozkład pola elektromagnetycznego w pobliżu ścian budowlanych	93
5.1. Konstrukcja modeli numerycznych	93
5.2. Rozwiązanie analityczne	96
5.3. Analiza ścian wykonanych z betonu	98
5.3.1. Opis modelu fizycznego i numerycznego.....	98
5.3.2. Wyniki obliczeń	99
5.3.3. Podsumowanie.....	102
5.4. Analiza ścian wykonanych z gazobetonu	106
5.4.1. Opis modelu fizycznego i numerycznego.....	106
5.4.2. Wyniki analizy.....	107
5.4.3. Podsumowanie.....	110
5.5. Analiza ścian wykonanych z cegieł	111
5.5.1. Model fizyczny i numeryczny	112
5.5.2. Analiza układów z cegłą pełną.....	115
5.5.3. Ocena jakościowa rozkładów pola w układach z cegłami drążonymi.....	116
5.5.4. Wpływ konduktywności i struktury wewnątrz cegieł.....	120
5.5.5. Podsumowanie.....	128
5.6. Wyznaczanie zastępczych parametrów elektrycznych cegł klinkierowych.....	132
5.6.1. Ogólna koncepcja algorytmu	133
5.6.2. Realizacja algorytmu	135
5.6.3. Parametry zastępcze cegieł drążonych przy $f = 2,4$ GHz.....	137
5.6.4. Analiza doboru parametrów zastępczych przy $f = 5$ GHz.....	140
5.6.5. Podsumowanie	143

5.7. Analiza ścian wykonanych z żelbetu	143
5.7.1. Ściany wykonane z betonu i zbrojenia – model 2D	143
5.7.2. Analiza ścian nośnych – model 3D	150
5.7.3. Podsumowanie	155
5.8. Analiza ukośnego padania fali płaskiej na ścianę.....	155
5.8.1. Charakterystyka modelu fizycznego i numerycznego	156
5.8.2. Przykładowe wyniki obliczeń.....	158
5.8.3. Podsumowanie	162
6. Analiza rozkładu pola w złożonych konstrukcjach budowlanych.....	165
6.1. Analiza konstrukcji słupa i rozmieszczenia punktowego źródła pola.....	165
6.1.1. Geometria analizowanego układu	165
6.1.2. Opis modelu numerycznego	168
6.1.3. Wyniki analizy.....	168
6.1.4. Podsumowanie	179
6.2. Analiza konstrukcji ścian wewnątrz pokoju	179
6.2.1. Geometria analizowanego układu	180
6.2.2. Opis modelu numerycznego	181
6.2.3. Wyniki analizy.....	182
6.2.4. Podsumowanie	188
7. Podsumowanie	189
Wykaz literatury	191
Spis tabel	205
Spis rysunków	207
Summary	215

	(Ang. <i>Field – Difference Frequency – DFFM</i>)	
DFFB	metoda różnic elementów z bezpośrednim całkowaniem w dziedzinie czasu (Ang. <i>Field – Difference Time – DFTM</i>)	
FEM	metoda elementów skończonych (Ang. <i>Finite Element Method</i>)	
f	częstotliwość	Hz
f	funkcja celu	
GMRES(m)	algorytm rozwiązywania równań macierzy słabej (Ang. <i>Generalized Minimal Residual</i>) z uwzględnieniem restartu algorytmu	
H	wektor natężenia pola magnetycznego	A/m
h	rozmiar cegły w kierunku osi Oz, wysokość cegły	m
J ₀	wektor gęstości prądu prądu przemiennego	A/m ²
J ₁	wektor gęstości prądu wzmuszającego prądu	A/m ²
J ₂	wektor gęstości prądu przewodzenia	A/m ²
J ₃	wektor gęstości prądu powierzchniowego	A/m ²