

Spis treści

1. Wstęp	7
1.1. Przedmiot rozważań	7
1.2. Układ i zawartość pracy	11
2. Modele konstytutywne materiałów warstw asfaltowych	15
2.1. Wprowadzenie	15
2.2. Podstawowe elementy reologiczne	17
2.2.1. Materiał liniowo-sprężysty (Hooke'a)	17
2.2.2. Materiał lepki (ciecz Newtona)	19
2.2.3. Model sztywno-idealnie plastyczny	20
2.2.4. Budowa wieloparametrowych struktur reologicznych	22
2.3. Liniowa lepkosprężystość	23
2.3.1. Zasada superpozycji Boltzmana	24
2.3.2. Idea podstawowych testów doświadczalnych	26
2.4. Model lepkosprężysty	33
2.4.1. Uogólniony model Maxwella	35
2.4.2. Reprezentacja relacji konstytutywnych w postaci równań stanu	36
2.5. Modele hyposprężysto-lepkoplastyczne	42
2.5.1. Kinematyka	42
2.5.2. Relacje konstytutywne	44
2.6. Propozycja modelu lepkosprężysto-plastycznego	45
2.6.1. Uogólniony model Maxwella z plastycznością	45
2.6.2. Uogólniony model Maxwella z pojedynczą gałęzią plastyczną	47
2.6.3. Uogólniony model Maxwella z plastycznością i wzmocnieniem	48
3. Implementacja numeryczna modeli konstytutywnych	53
3.1. Procedura UMAT	53
3.2. Całkowanie relacji konstytutywnych	55
3.2.1. Jawny algorytm całkowania	56
3.2.2. Niejawny algorytm całkowania	57
3.3. Miary odkształcenia i naprężenia w programie ABAQUS	59
3.4. Uwagi o implementacji numerycznej	61
3.5. Podstawowe testy numeryczne	63
4. Dobór parametrów materiałowych	69
4.1. Wprowadzenie	69
4.2. Zespolony moduł sztywności	70
4.3. Superpozycja czasowo-temperaturowa. Krzywa wiodąca	74
4.3.1. Tworzenie krzywej wiodącej	77

4.3.2.	Równanie Arrheniusa	79
4.3.3.	Funkcja WLF	80
4.3.4.	Inne funkcje	82
4.4.	Widmo czasów relaksacji	82
4.5.	Algorytm doboru parametrów	83
4.5.1.	Konstrukcja krzywej wiodącej	84
4.5.2.	Kalibracja modelu	85
4.6.	Wyznaczanie parametrów plastycznych	90
4.7.	Podsumowanie rozdziału	91
5.	Projektowanie konstrukcji nawierzchni	93
5.1.	Wprowadzenie	93
5.2.	Projektowanie nawierzchni metodą mechanistyczną	94
5.2.1.	Kryteria zmęzeniowe	97
5.3.	Projektowanie wzmocnień nawierzchni	102
6.	Określanie wyężenia nawierzchni podatnych	107
6.1.	Metody analityczne - teoria półprzestrzeni warstwowej	107
6.2.	Metody numeryczne - zastosowanie elementów nieskończonych	116
6.2.1.	Sformułowanie w przypadku statyki	118
6.2.2.	Sformułowanie w przypadku dynamiki	122
6.2.3.	Przykład obliczeniowy	124
7.	Symulacje numeryczne	129
7.1.	Model obrotowo-symetryczny	130
7.1.1.	Dane wejściowe	131
7.1.2.	Wyniki obliczeń statycznych	133
7.1.3.	Wpływ prędkości przejazdu	136
7.1.4.	Wpływ temperatury warstw asfaltowych	138
7.2.	Nawierzchnia lotniskowa	141
7.2.1.	Wyniki obliczeń	147
7.3.	Nawierzchnia na obiekcie mostowym	151
7.3.1.	Opis wybranego mostu	152
7.3.2.	Model numeryczny mostu	153
7.3.3.	Zastosowanie submodelingu	155
7.3.4.	Wyniki obliczeń	159
8.	Podsumowanie	169
A.	Skrócone opisy programów komputerowych	175
B.	Dane materiałowe	179
	Spis rysunków	186
	Spis tablic	192
	Bibliografia	193