

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