

SADRŽAJ

PREDGOVOR.....	7
1. UVOD	9
2. PROCES ANALIZE METODOM KONAČNIH ELEMENATA.....	13
2.1. Osnovni principi na kojima se zasniva metoda konačnih elemenata.....	13
2.2. Osnove modeliranja metodom konačnih elemenata.....	15
2.3. Koncept računarske implementacije metode konačnih elemenata.....	19
3. OSNOVNE JEDNAČINE LINEARNE TEORIJE ELASTIČNOSTI	21
3.1. Veze između deformacija i pomeranja.....	21
3.2. Uslovi kompatibilnosti deformacija.....	22
3.3. Uslovi ravnoteže.....	23
3.4. Veze između napona i deformacija	25
3.5. Granični uslovi	26
3.6. Rešenje problema linearne teorije elastičnosti.....	28
3.7. Složeno opterećen prav štap.....	29
3.7.1. Uslovi ravnoteže elementa štapa	32
3.7.2. Veze između deformacija i pomeranja.....	33
3.7.3. Veze između napona i deformacija	35
3.7.4. Granični uslovi.....	35
3.7.4.1. Esencijalni granični uslovi.....	35
3.7.4.2. Prirodni granični uslovi.....	36
3.7.5. Rekapitulacija jednačina za analizu štapa	37
4. VARIJACIONI PRINCIPI.....	39
4.1. Rad spoljašnjih sila i unutrašnja energija	39
4.2. Princip virtualnog rada i komplementarnog virtualnog rada	41
4.3. Princip o minimumu potencijalne energije	45
4.4. Princip o minimumu komplementarne energije	47

4.5. Kastiljanove teoreme	48
4.6. Složeno opterećen prav štap.....	49
4.6.1. Rad spoljašnjih sila	49
4.6.2. Potencijalna energija deformacije pri aksijalnom naprezanju	50
4.6.3. Potencijalna energija deformacije pri slobodnoj torziji	51
4.6.4. Potencijalna energija deformacije pri savijanju	52
4.6.5. Potencijalna energija deformacije za opšti slučaj naprezanja.....	53
4.6.6. Princip virtualnog rada i komplementarnog virtualnog rada	54
4.6.7. Principi o minimumu potencijalne i komplementarne energije	55
5. APROKSIMATIVNE METODE	57
5.1. Aproksimativno rešenje	58
5.2. Galerkinova metoda težinskih ostataka	58
5.2.1. Primeri.....	60
5.2.1.1. Konzolni nosač. Jednako podeljeno opterećenje.....	60
5.2.1.2. Prosta greda. Jednako podeljeno opterećenje	65
5.3. Ricova metoda.....	69
5.3.1. Primeri.....	69
5.3.1.1. Konzolni nosač. Jednako podeljeno opterećenje.....	69
5.3.1.2. Prosta greda. Jednako podeljeno opterećenje	70
5.3.1.3. Prosta greda. Koncentrisana sila	71
5.4. Napomene o aproksimativnim metodama	75
6. FORMULACIJE METODE KONAČNIH ELEMENATA	77
6.1. Koncept formulacije MKE na bazi pomeranja	77
6.2. Direktna formulacija.....	78
6.2.1. Matrica krutosti štapnog KE. Aksijalno naprezanje.....	80
6.2.2. Analiza sistema konačnih elemenata	82
6.3. Formulacija metodom težinskih ostataka	87
6.3.1. Jednačina štapnog KE. Aksijalno naprezanje.....	89
6.3.2. Jednačina grednog KE. Savijanje u ravni	92

6.4. Varijaciona formulacija.....	97
6.4.1. Jednačina konačnog elementa	98
6.4.2. Matrica krutosti štapnog KE. Aksijalno naprezanje.....	100
6.4.3. Matrica krutosti štapnog KE. Slobodna torzija	102
6.4.4. Matrica krutosti grednog KE. Savijanje u ravni	103
6.4.5. Matrica krutosti grednog KE. Aksijalno naprezanje i savijanje u ravni..	107
6.4.6. Matrica krutosti linijskog KE u prostoru	109
6.4.7. Vektor ekvivalentnog opterećenja	110
6.4.8. Transformacija vektora i matrica	113
6.4.8.1. Ravanski sistem linijskih konačnih elemenata	113
6.4.8.2. Prostorni sistem linijskih konačnih elemenata	118
6.4.9. Direktno formiranje jednačina sistema konačnih elemenata	130
6.5. Rešavanje jednačina sistema konačnih elemenata	133
6.6. Određivanje kinematičkih i statičkih veličina u polju konačnog elementa	134
6.7. Statičko značenje elemenata matrice krutosti konačnog elementa	135
6.8. Osobine matrice krutosti konačnog elementa	137
6.9. Osobine matrice krutosti sistema konačnih elemenata.....	139
6.10. Algoritam primene metode konačnih elemenata	140
7. KONAČNI ELEMENTI I INTERPOLACIONE FUNKCIJE.....	143
7.1. Konačni elementi.....	143
7.2. Interpolacione funkcije	147
7.2.1. Direktan postupak.....	149
7.2.1.1. Štapni konačni element. Aksijalno naprezanje	150
7.2.1.2. Štapni konačni element. Slobodna torzija.....	153
7.2.1.3. Gredni konačni element. Savijanje u $x - y$ ravni	153
7.2.1.4. Gredni konačni element. Savijanje u $x - z$ ravni.....	156
7.2.2. Lagranžovi polinomi	160
7.2.3. Ermitovi polinomi.....	161
8. LINEARNA STATIČKA ANALIZA LINIJSKIH NOSAČA.....	163

Sadržaj

8.1. Uvod	163
8.2. Primeri.....	163
8.2.1. Konzolni nosač.....	163
8.2.2. Prosta greda	172
8.2.3. Ravanski okvir.....	178
9. STABILNOST KONSTRUKCIJA	191
9.1. Uvod	191
9.2. Matrica krutosti linijskog konačnog elementa	191
9.3. Analiza bifurkacione stabilnosti	195
9.3.1. Primeri.....	197
9.3.1.1. Konzolni nosač	197
9.3.1.2. Prosta greda	198
9.3.1.3. Ravanski okvir	202
10. KONVERGENCIJA REŠENJA PO METODI KONAČNIH ELEMENATA	211
LITERATURA	215