

# SADRŽAJ

PREDGOVOR .....	1
I. poglavlje .....	5-30
<b>UVOD</b>	
1. OPĆENITO .....	5
1.1. Mehanika čvrstog deformabilnog tijela .....	5
1.2. Rubne zadaće .....	6
1.3. Razvitak mehanike kontinuuma .....	7
2. ZAPIS .....	9
2.1. Indeksni i invarijantni zapis .....	9
2.2. Zapis u kosokutnom koordinatnom sustavu .....	10
2.3. Zapis u krivocrtnom koordinatnom sustavu .....	17
II. poglavlje .....	31-44
<b>MATERIJALNI KONTINUUM</b>	
1. ČVRSTO DEFORMABILNO TIJELO .....	31
1.1. Model materijalnog kontinuuma .....	31
1.2. Položaj tijela .....	33
1.3. <i>Lagrangeov</i> pristup .....	34
1.4. <i>Eulerov</i> pristup .....	36
1.5. Ravnoteža .....	39
III. poglavlje .....	45-74
<b>POLJE POMAKA I DEFORMACIJE</b>	
1. KONAČNA DEFORMACIJA .....	45
1.1. Deformacija okoliša točke .....	45
1.2. Tenzor konačne deformacije .....	47
1.3. Polarna dekompozicija gradijenata konačne deformacije .....	51

2. MALA DEFORMACIJA .....	55
2.1. Tenzor male deformacije .....	55
2.2. Aditivni rastav gradjenata male deformacije .....	56
2.3. Deformacija u krivocrtnom sustavu .....	59
3. SVOJSTVA TENZORA DEFORMACIJE .....	63
3.1. Svojstva tenzora konačne deformacije .....	63
3.2. Svojstva linearnog tenzora deformacije .....	65
4. UVJETI NEPREKINUTOSTI .....	67
4.1. Jednadžbe kompatibilnosti .....	67
4.2. Kompatibilnost toplinske deformacije .....	72
IV. poglavlje .....	75-106

## **POLJE NAPREZANJA**

1. VANJSKE SILE .....	75
1.1. Površinske sile .....	75
1.2. Volumenske sile .....	76
2. POLJE UNUTARNJIH SILA .....	77
2.1. Vektor totalnog naprezanja .....	77
2.2. Tenzor naprezanja .....	79
2.2.1. Stanje naprezanja u okolišu točke .....	79
2.2.2. Statička dopustivost polja naprezanja .....	82
2.2.3. Nepravi tenzori naprezanja .....	86
3. OSOBITOSTI TENZORA NAPREZANJA .....	88
3.1. Transformacija komponenti .....	88
3.2. Glavna naprezanja .....	90
3.3. Najveće posmično naprezanje .....	99
3.4. Devijator tenzora i oktaedarsko posmično naprezanje .....	101
4. TENZOR NAPREZANJA U KRIVOCRTNOM SUSTAVU .....	105
4.1. Jednadžbe ravnoteže .....	105
V. poglavlje .....	107-170

## **ZAKONI KONSTITUCIJE**

1. NELINEARNO ELASTIČNO TIJELO .....	107
1.1. Opće postavke .....	107
1.2. <i>Lagrangeov</i> konstitucijski stavak .....	108
1.3. <i>Castiglianov</i> konstitucijski stavak .....	109
2. LINEARNO ELASTIČNO TIJELO .....	111
2.1. Koeficijenti materijalne krutosti anizotropnog tijela .....	111

2.2. Koeficijenti materijalne popustljivosti anizotropnog tijela .....	113
2.3. Elastične simetrije .....	115
2.4. Izotropno linearno elastično tijelo .....	118
2.5. Potencijal linearno elastičnoga tijela .....	121
2.6. Utjecaj promjene temperature .....	123
3. VISKOZNO-ELASTIČNO TIJELO .....	124
3.1. Operatori konstitucijskih zakona .....	124
3.2. Zakoni konstitucije nasljedne elastičnosti .....	134
3.3. Jezgre općenitog tipa .....	143
3.4. Potencijali naprezanja i deformacije .....	145
3.5. Nelinearna teorija viskozne elastičnosti .....	147
4. ELASTO-PLASTIČNO TIJELO .....	
4.1. Plastične pojave .....	148
4.2. Plastično ponašanje izotropnih i anizotropnih materijala .....	152
4.3. <i>Von Misesov</i> princip maksimuma i <i>Druckerov</i> postulat .....	158
4.4. Prikaz općih kriterija tečenja .....	161
4.5. Plastičnost s očvrnućem .....	165
4.6. Zakoni konstitucije plastičnog tijela .....	167
VI. poglavlje .....	171-184
<b>RUBNE ZADAĆE</b>	
1. VRSTE ZADAĆA .....	171
1.1. Osnovne zadaće .....	171
2. FORMULACIJA ZADAĆA .....	173
2.1. Diferencijalna formulacija .....	173
2.2. Varijacijska formulacija zadaće .....	175
3. FORMULACIJA RJEŠENJA .....	175
3.1. Rješenje u pomacima .....	175
3.2. Rješenje u napreznjima .....	180
3.3. Postupci rješavanja zadaća .....	182
3.4. <i>Saint-Venantov</i> princip .....	183
VII. poglavlje .....	185-222
<b>PRINCIPI I TEOREMI VARIJACIJSKE FORMULACIJE</b>	
1. PRINCIP VIRTUALNOG RADA .....	185
1.1. Općenito .....	185
1.2. Princip virtualnih pomaka .....	186
2. POTENCIJALNA ENERGIJA SUSTAVA .....	186
2.1. Teorem o minimumu ukupne potencijalne energije sustava .....	188

2.2. <i>Lagrangeov</i> varijacijski princip .....	192
3. DOPUNSKA POTENCIJALNA ENERGIJA SUSTAVA .....	194
3.1. Teorem o minimumu ukupne dopunske potencijalne energije sustava .....	194
3.2. <i>Castiglianov</i> varijacijski princip .....	197
4. OPĆI VARIJACIJSKI PRINCIPI .....	199
4.1. <i>Hu-Washizuov</i> varijacijski princip .....	199
4.2. <i>Reissner-Hellingerov</i> varijacijski princip .....	202
4.3. <i>Betti-Maxwellov</i> teorem uzajamnosti .....	204
4.4. <i>Clapeyronov</i> teorem o radu deformacije .....	207
5. VARIJACIJSKI PRINCIPI VISKOZNE ELASTIČNOSTI .....	208
5.1. Linearne promjene polja .....	208
5.2. Brzine deformacije kao nezavisni parametri .....	212
6. EKSTREMALNI TEOREMI TEORIJE PLASTIČNOSTI .....	215
6.1. Ekstremalna svojstva graničnih stanja plastičnosti .....	215
6.2. Ekstremalni teoremi s generaliziranim silama i pomacima .....	218
VIII. poglavlje .....	223-282

## POTENCIJALI NEKIH ZADAĆA

1. TORZIJA PRIZMATIČNIH TIJELA .....	223
1.1. Postavka zadaće .....	223
1.2. Statička dopustivost rješenja .....	224
1.3. Jednadžba potencijala .....	225
1.4. Rubni uvjeti .....	225
1.5. Svojstva rješenja .....	229
1.6. Višestruko suvislo povezani presjek .....	232
1.7. Deformacija i krutost .....	233
1.8. Teorem o cirkulaciji posmičnog naprezanja .....	238
1.9. Analogna rješenja zadaće .....	240
1.10. Osobitosti poprečnih presjeka .....	242
2. RAVNINSKE ZADAĆE .....	256
2.1. Osobitosti ravninskih zadaća .....	256
2.2. Ravninska zadaća deformacije .....	265
2.3. Ravninska zadaća naprezanja .....	260
2.4. Poopćeno ravninsko stanje naprezanja .....	263
2.5. Potencijal ravninskih zadaća .....	265
3. ZADAĆE VISKOZNE ELASTIČNOSTI .....	278
3.1. <i>Volterrin</i> princip .....	278
3.2. Rubna zadaća za osnovne konstitucije .....	280

IX. poglavlje .....	283-322
---------------------	---------

## MODELI PRIMIJENJENE TEORIJE ELASTIČNOSTI

1. MODEL TANKE PLOČE .....	283
1.1. Svojstva modela .....	283
1.2. Polja deformacije i naprezanja ploče .....	286
1.3. Diferencijalna jednadžba ploče .....	290
1.4. Unutarnje sile u presjecima ploče .....	291
1.5. Sveza naprezanja i presječnih sila .....	295
1.6. Jednadžbe ravnoteže u silama .....	299
1.7. Rubni uvjeti .....	302
1.8. Zakrivljenost tanke ploče .....	307
2. VELIKI PROGIBI PLOČE .....	315
2.1. Membranske sile .....	315
2.2. Jednadžba ploče velikih progiba .....	318

X. poglavlje .....	323-378
--------------------	---------

## METODE TEORIJE ELASTIČNOSTI

1. POSTAVKA RJEŠENJA .....	323
1.1. Izbor harmonijskih funkcija .....	323
1.2. Izbor biharmonijskih funkcija .....	326
1.3. Prikaz polja naprezanja i pomaka analitičkim funkcijama .....	329
1.4. Oblik kompleksnih potencijala .....	337
1.5. Krivocrtne koordinate .....	343
1.6. Rješenje zadaje pomoću integrala <i>Cauchyjeva</i> tipa .....	351
2. DISKRETIZACIJA ZADAĆE .....	356
2.1. Matematička i fizička diskretizacija .....	356
2.2. <i>Lagrangeova</i> interpolacijska formula .....	359
2.3. Konačne razlike .....	360
2.3.1. Opći pristup .....	360
2.3.2. Primjena konačnih razlika u rješenju <i>Dirichletove</i> zadaje..	363
2.3.3. Rješenjne ravninske zadaje u naprezanjima s konačnim razlikama .....	367
2.4. Postavka rješenja s konačnim elementima .....	371

XI. poglavlje .....	379-446
---------------------	---------

## PARAMETRI MEHANIKE LOMA

1. ZADAĆE MEHANIKE LOMA .....	379
1.1. Općenito .....	379
1.2. Osnovna stanja širenja pukotine .....	380

2. FAKTOR INTENZITETA NAPREZANJA .....	383
2.1. Polja u okolišu vrha pukotine .....	383
2.2. Faktor intenziteta naprezanja za stanja uzdužnog posmika .....	385
2.3. Faktor intenziteta naprezanja za rascjepna stanja .....	388
2.4. Faktor intenziteta naprezanja za stanja poprečnog posmika .....	393
3. POTENCIJALNA ENERGIJA I <i>RICEOV J</i> INTEGRAL .....	394
3.1. Brzina promjene energije kod širenja pukotine .....	394
3.2. <i>Riceov J</i> integral .....	398
4. POVRŠINSKA ENERGIJA .....	400
4.1. <i>Griffithova</i> sila razvoja pukotine .....	400
4.2. Sveza pukotinskih parametara .....	402
5. ODREĐIVANJE PUKOTINSKIH PARAMETARA .....	406
5.1. Analitičke i numeričke metode .....	406
5.2. Eksperimentalna istraživanja .....	411
6. PUKOTINA U ELASTO-PLASTIČNOJ SREDINI .....	414
6.1. Plastifikacija u okolišu vrha pukotine .....	414
6.2. <i>Dugdaleov</i> model plastične zone .....	416
7. PARAMETRI PRIMIJENJENE MEHANIKE LOMA .....	419
7.1. Kritične vrijednosti parametara mehanike loma .....	419
7.2. Lomna energija .....	427
7.3. Učinak mjerila .....	434
8. PUKOTINA I ZAMORNI LOM .....	438
8.1. Zamorni razvitak pukotine .....	438
8.2. Granica umora .....	442
8.3. Preostala čvrstoća .....	443
LITERATURA .....	447
KAZALO IMENA .....	451
KAZALO POJMOVA .....	455