

OBSAH

Předmluva	13
Část 1	
Základní problémy pružnosti a jejich řešení variačními metodami	
DOC. ING. DR. VLADIMÍR KOLÁŘ, DrSc.	
1.1. Úvod	15
1.2. Napětí	18
1.2.1. Složky napětí	18
1.2.2. Součtové podmínky rovnováhy	22
1.2.3. Momentové podmínky rovnováhy	24
1.2.4. Vektor napětí	26
1.2.5. Rovnováha tělesa	28
1.3. Deformace	30
1.3.1. Složky posunutí	31
1.3.2. Složky deformace tělesa	32
1.3.3. Podmínky spojitosti deformace tělesa	34
1.4. Fyzikální vztahy mezi napětím a deformací	36
1.4.1. Obecný Hookeův zákon	36
1.4.2. Rovnice Laméovy a Beltramiho	37
1.5. Problémy pružnosti	39
1.5.1. Okrajové podmínky	39
1.5.2. První problém pružnosti	41
1.5.3. Druhý problém pružnosti a jiné problémy	42
1.5.4. Singulární body a čáry	43
1.6. Potenciální energie a princip virtuálních prací	45
1.6.1. Potenciální energie deformace tělesa	45
1.6.2. Potenciální energie vnějších sil tělesa	46

1.6.3. Vztah mezi potenciální energií deformace a potenciální energií vnějších sil tělesa	47
1.6.4. Jednoznačnost řešení problémů pružnosti	49
1.6.5. Princip virtuálních prací	50
1.6.6. Variační rovnice Lagrangeova a Castiglianova	52
1.6.7. Bettiho teorém o vzájemnosti virtuálních prací	58
1.6.8. Singulární část vnějších sil	60
1.7. Přibližné řešení problémů pružnosti variačními metodami	63
1.7.1. O souvislosti variačních úloh a diferenciálních rovnic	63
1.7.2. Variační úlohy teorie pružnosti	66
1.7.3. Přibližné řešení Lagrangeovy variační rovnice	70
1.7.4. Přibližné řešení Castiglianovy variační rovnice	76
1.7.5. Galerkinova metoda	79
1.7.6. Přibližné splnění okrajových podmínek	81
1.7.7. Funkce vyhovující homogenním rovnicím rovnováhy	82
1.7.8. Singulární část vnějších sil	84

Část 2

Nosné stěny

DOC. ING. DR. VLADIMÍR KOLÁŘ, DrSc.

2.1. Rovinná napjatost a rovinné přetvoření	87
2.1.1. Úvod	87
2.1.2. Rovinná napjatost	93
2.1.3. Funkce napětí $F(x, y, z)$ při rovinné napjatosti	96
2.1.4. Rovinné přetvoření	97
2.1.5. Funkce napětí $F(x, y)$ při rovinném přetvoření	102
2.2. Základní vztahy pro přibližná řešení nosných stěn	103
2.2.1. Zobecněná rovinná napjatost a její souvislost s rovinným přetvořením	103
2.2.2. Potenciální energie a variační rovnice	107
2.2.3. Castiglianova variační rovnice pro Airyho funkci $F(x, y)$	108
2.3. Přibližné řešení Castiglianovy variační rovnice	110
2.3.1. Řešení obecného případu	110
2.3.2. Řešení obdélníkových stěn	115
2.3.3. Spojitě podepřená stěna. <i>Příklad 1</i>	121
2.3.4. Nosná stěna podepřená dvěma sloupy. <i>Příklad 2</i>	128
<i>Tabulka I, II</i>	132
2.4. Přibližné řešení Lagrangeovy variační rovnice	134
2.4.1. Řešení obecného případu a Galerkinova metoda	134
2.4.2. Vlasovova metoda řešení nosných stěn	136
2.4.3. Nosné stěny proměnné tloušťky. <i>Tabulka III</i>	141
2.4.4. <i>Příklad 3</i> . Výpočet stěny zesílené v dolní polovině. <i>Tabulka IV</i>	146

2.5. Přibližné řešení biharmonické rovnice	148
2.5.1. Základní funkce. <i>Tabulka V—VIII</i>	148
2.5.2. Aplikace na řešení nosných stěn	152
2.6. Metoda sítí	156
2.6.1. Diferenční vyjádření biharmonické rovnice	156
2.6.2. Diferenční vyjádření okrajových podmínek	163
2.6.3. Řešení lineárních rovnic metody sítí	167
2.6.4. <i>Příklad 4. Tabulka IX—XI</i>	173
2.6.5. Čtvercová stěna zatížená souměrně nebo antimetricky. <i>Tabulka XII—XV. Příklad 5</i>	177
<i>Tabulka XVI—XVIII</i>	185
2.7. Nepřímá metoda	190
2.7.1. Elementární stavy napětí	190
2.7.2. Biharmonické polynomy	191
2.7.3. Praktické příklady. <i>Příklad 6—8</i>	194
2.7.4. Spojitá nosná stěna. <i>Příklad 9—11. Tabulka XIX—XXIII</i>	198
2.7.5. Průhyby nosných stěn. <i>Příklad 12, 13</i>	206

Část 3

Desky

DOC. ING. DR. VLADIMÍR KOLÁŘ, DrSc.

3.1. Napětí a přetvoření desek	212
3.1.1. Předpoklady teorie desek	212
3.1.2. Vnitřní síly	214
3.1.3. Základní rovnice	218
3.1.4. Okrajové podmínky	221
3.2. Přibližná řešení desek variačními metodami	224
3.2.1. Potenciální energie u desek	224
3.2.2. Lagrangeova variační rovnice	225
3.2.3. Ritzova metoda	228
3.2.4. Galerkinova metoda	230
3.2.5. Castiglianova variační rovnice	231
3.2.6. Jiné metody	233
3.3. Obdélníkové desky	236
3.3.1. Elementární stavy obdélníkových desek	236
3.3.2. Dlouhá obdélníková deska. <i>Příklad 14</i>	238
3.3.3. Krátká obdélníková deska. <i>Příklad 15</i>	243
3.3.4. Obdélníková deska s libovolnými okrajovými podmínkami	247
3.3.5. Číselný výpočet obdélníkových desek rovnoměrně zatížených s různými okrajovými podmínkami. <i>Příklad 16—18</i>	253

3.4. Některé zvláštní případy zatížení obdélníkových desek	260
3.4.1. Stropní deska zatížená příčkou. Studie momentových ploch	260
3.4.2. Hřibová deska. <i>Příklad 19</i>	266
3.4.3. Mostní desky. <i>Příklad 20</i>	270
3.4.4. Příčinkové plochy mostních desek. <i>Příklad 21</i>	275
3.5. Metoda sítí	280
3.5.1. Diferenční vztahy	280
3.5.2. Okrajové podmínky	281
3.5.3. Čtvercová deska vetknutá na celém obvodu. <i>Příklad 22, 23</i>	285
3.5.4. Marcusova úprava metody sítí. <i>Příklad 24, 25</i>	287
3.5.5. Desky s proměnnou tuhostí N	292
3.6. Kruhové a mezikruhové desky	294
3.6.1. Základní rovnice	294
3.6.2. Okrajové podmínky	299
3.6.3. Zdrojová funkce kruhových desek	300
3.6.4. Rotačně symetrické zatížení. <i>Příklad 26, 27</i>	305
3.6.5. Účinek osamělého břemena	312
3.7. Desky na pružném podkladě	314
3.7.1. Kruhové desky. <i>Příklad 28</i>	314
3.7.2. Obdélníkové desky. <i>Příklad 29</i>	320
3.8. Ortotropní desky	324
3.8.1. Základní vztahy	324
3.8.2. Obdélníkové desky. <i>Příklad 30</i>	328
3.8.3. Technická ortotropie a úprava základních vztahů	332
3.9. Desky tvaru kosodélníka (šikmé desky)	334
Literatura k části 1 až 3	342

Část 4

Navrhování nosných desek

ING. JIŘÍ BENEŠ

4.1. Nosné desky v praxi	345
4.1.1. Možnosti užití desek jako nosných prvků stavebních konstrukcí	345
4.1.2. Výhody a nevýhody rovinných nosných desek	345
4.1.3. Vhodnost různých způsobů navrhování rovinných desek	346
4.1.4. Zhodnocení teoretických výsledků pro praktické navrhování	348
a) Desky pravouhlé	348
b) Desky kosoúhlé	352
c) Desky spojitě	354
d) Desky kruhové	355
e) Zvláštní případy desek	355

4.2. Desky pravoúhlé	356
4.2.1. Statické veličiny pro navrhování deskových silničních mostů	356
4.2.2. Ohybové momenty	357
a) Způsob a předpoklady výpočtu tabulek	357
b) Zatížení stálé	357
c) Zatížení pohyblivé	358
d) Uspořádání tabulek	358
e) Způsob použití tabulek	359
f) Grafy	360
4.2.3. Posouvající síly	360
a) Uspořádání tabulek	360
b) Způsob použití tabulek	361
c) Způsob výpočtu tabulkových hodnot	362
d) Grafy	362
4.3. Desky kosohlé	362
4.3.1. Statické poměry	362
4.3.2. Šikmá deska po obvodě volně uložena	363
4.3.3. Šikmá deska prostě podepřená na dvou protilehlých stranách	364
a) Předběžný odhad statických veličin	364
b) Odhad ohybových momentů analogií k trámovému roštu	366
c) Odhad ohybových momentů analogií k pravoúhlé desce	367
d) Jiné přibližné určení momentů uprostřed desky	368
e) Přesné určení průhybů, ohybových momentů a reakcí	368
f) Momenty u desek úzkých	369
g) Celkové posouzení pro dimenzování	370
h) Vyšetření podporových sil	371
4.3.4. Výztuž šikmých železobetonových desek	372
4.4. Tabulky	
4.4.1. Desky pravoúhlé	375
1. Zatížení rovnoměrně plné. Ohybové momenty a průhyby	375
2. Zatížení trojúhelníkové plné. Extrémní ohybové momenty a průhyby	377
3. Zatížení rovnoměrně plné. Ohybové momenty uprostřed desky	380
4. Zatížení rovnoměrně plné. Ohybové momenty uprostřed desky $\mu = 0,15$..	381
5. Uložení volné po obvodě. Zatížení rovnoměrně plné	382
6. Zatížení rovnoměrně plné. Kotevní síla a krouticí moment v rohu	383
7. Uložení volné po obvodě. Zatížení bodové a pásové	384
8. Uložení volné po obvodě. Zatížení rovnoměrně částečné	386
9. Deska čtvercová, po obvodě vetknutá. Zatížení bodové uprostřed	389
10. Uložení volné dvoustranné. Zatížení bodové	391
11. Uložení volné dvoustranné. Zatížení rovnoměrně plné, pásové a bodové ..	392
12. Desky čtvercové, uložené po dvou stranách. Zatížení rovnoměrně plné, přím- kové a bodové	394
13. Uložení volné dvoustranné. Pořadnice příčinkových ploch	397
14. Uložení volné dvoustranné. Zatížení na volném okraji	439
15. Průběh ohybových momentů pro různá uložení desky	440
16–24. Ohybové momenty a posouvající síly pro deskové mosty	446
25. Desky ortotropní, prostě podepřené. Příčinkové plochy	460

4.4.2. Desky kosohéle (prostě podepřené po dvou stranách).....	474
26. Zatížení rovnoměrné plné a bodové. $\varphi = 30^\circ$, $l/b = 2$	474
27. Zatížení rovnoměrné plné a nahodilé. Hlavní momenty.....	476
28. Desky úzké. Zatížení rovnoměrné plné. Hlavní momenty.....	480
29. Zatížení rovnoměrné plné, přímkové a bodové. $\varphi = 50^\circ$	484
30. Podporové síly. Zatížení rovnoměrné plné a bodové.....	489
31. Dimenzování výztuže železobetonových desek.....	493
Literatura.....	496

Část 5

Desky za plastického stavu

DOC. ING. ZDENĚK SOBOTKA, DrSc.

5.1. Všeobecné zákony mezního stavu plastické únosnosti desek.....	500
5.1.1. Různé druhy plastického přetváření desek a jeho význam.....	500
5.1.2. Vnitřní síly na mezi plastické únosnosti.....	501
5.1.3. Různé metody řešení plastické únosnosti desek.....	502
5.2. Silová metoda.....	502
5.2.1. Kloubově podepřené mnohoúhelníkové desky zatížené osamělým břemenem..	502
5.2.2. Kloubově podepřené desky s rovnoměrným zatížením, jejichž obvod je opsán kružnicí.....	504
5.3. Kinematická metoda.....	505
5.4. Mnohoúhelníkové a kruhové desky kloubově podepřené po obvodě a zatížené osamělým břemenem a rovnoměrným zatížením.....	506
5.4.1. Nepravidelné mnohoúhelníkové desky.....	506
5.4.2. Pravidelné mnohoúhelníkové desky.....	508
5.4.3. Kruhová deska s rovnoměrným zatížením a osamělým břemenem uprostřed... ..	510
5.4.4. Kruhová deska s rovnoměrným zatížením a mimostředně působícím osamělým břemenem.....	511
5.4.5. Eliptická deska s rovnoměrným zatížením a osamělým břemenem uprostřed... ..	512
5.4.6. Ortotropické mnohoúhelníkové, kruhové a eliptické desky s rovnoměrným a osamělým břemenem.....	513
5.5. Pravidelné mnohoúhelníkové a kruhové desky na bodových podporách s rovnoměrným zatížením a osamělým břemenem uprostřed.....	519
5.5.1. Pravidelné mnohoúhelníkové desky podepřené v rozích.....	519
5.5.2. Ortotropické pravidelné mnohoúhelníkové desky s rovnoměrným zatížením a osamělým břemenem uprostřed, podepřené bodově v rozích.....	522
5.5.3. Obdélníkové a čtvercové desky podepřené v rozích.....	522
5.5.4. Kruhové desky, bodově podepřené na obvodě, s rovnoměrným zatížením a osamělým břemenem uprostřed.....	523
5.5.5. Ortotropické kruhové desky, podepřené na obvodě, s rovnoměrným zatížením a osamělým břemenem uprostřed.....	526

5.6. Obdélníkové desky s rovnoměrným zatížením	526
5.6.1. Isotropická obdélníková deska s rovnoměrným zatížením, kloubově podepřená na obvodě	526
5.6.2. Ortotropické obdélníkové desky s rovnoměrným zatížením	529
5.6.3. Rovnoměrně zatížené obdélníkové desky, kloubově podepřené podél tří stran a na jedné straně volné	533
5.6.4. Rovnoměrně zatížená obdélníková deska podepřená na dvou protějších stranách	536
5.7. Šikmé desky s rovnoměrným zatížením	537
5.7.1. Isotropické šikmé desky	537
5.7.2. Anisotropická šikmá deska	537
5.7.3. Ortotropická šikmá deska	538
5.7.4. Šikmé desky kloubově podepřené na třech stranách	539
5.7.5. Šikmá deska podepřená na dvou protilehlých stranách	541
5.8. Obdélníkové desky s rovnoměrným zatížením a osamělými břemeny	541
5.8.1. Ortotropická obdélníková deska s rovnoměrným zatížením a osamělým břemenem uprostřed	541
5.8.2. Isotropické a ortotropické desky kloubově podepřené na dvou protějších stranách	546
5.9. Vetknuté desky	546
5.9.1. Pravidelné vetknuté mnohoúhelníkové desky s rovnoměrným zatížením	546
5.9.2. Vetknuté pravidelné mnohoúhelníkové desky s rovnoměrným zatížením a osamělým břemenem uprostřed	548
5.9.3. Vetknuté isotropické a ortotropické obdélníkové desky	550
5.10. Desky na poddajném podkladě	553
5.10.1. Všeobecné statické působení na mezi plastické únosnosti	553
5.10.2. Tenké isotropické a ortotropické obdélníkové desky na poddajném podkladě	553
5.10.3. Tlusté desky na poddajném podkladě	554
5.11. Hřibové desky	555
5.12. Spojité desky s obdélníkovými poli na souvislých podporách	556
5.12.1. Statické působení na mezi únosnosti	556
5.12.2. Výpočet mezní plastické únosnosti	556
5.12.3. Návrh spojité ortotropické desky s obdélníkovými poli	559
5.13. Snížení mezní únosnosti desek účinkem smyku	560
5.13.1. Základní vztahy	560
5.13.2. Vetknutá kruhová deska s rovnoměrným zatížením	561
5.13.3. Mezikružná deska vetknutá na vnějším obvodě	562
5.13.4. Mezikružná deska vetknutá na vnitřním obvodě	563
5.14. Obecný pružnoplastický stav desek	563
Literatura	567
Rejstřík	569