

OBSAH

1	Úvod	7
2	INTERAKCE ZÁKLADU A ZÁKLADOVÉ PŮDY	8
3	MODELÝ DESKOVÝCH KONSTRUKCÍ	9
3.1	KRITÉRIA PRO REDUKCI ÚLOHY	9
3.2	MINDLINOVA TLUSTÁ DESKA	9
3.2.1	GEOMETRICKO-DEFORMAČNÍ ROVNICE	9
3.2.2	FYZIKÁLNÍ ROVNICE	10
3.2.3	VYJÁDRĚNÍ SMYKOVÉHO SOUČINITELE B	11
3.2.4	MĚRNÉ VNITŘNÍ SÍLY	12
3.2.5	PODMÍNKY ROVNOVÁHY	14
3.2.6	ZÁKLADNÍ ROVNICE DESKY S VLIVEM SMYKU	15
3.3	KIRCHHOFFOVA TENKÁ DESKA	16
3.3.1	GEOMETRICKO-DEFORMAČNÍ ROVNICE	16
3.3.2	FYZIKÁLNÍ ROVNICE	17
3.3.3	MĚRNÉ VNITŘNÍ SÍLY	17
3.3.4	PODMÍNKY ROVNOVÁHY	18
3.3.5	ZÁKLADNÍ ROVNICE TENKÉ DESKY	18
3.4	KRUHOVÉ DESKY	19
3.4.1	TRANSFORMACE Z KARTÉZSKÝCH DO POLÁRNÍCH SOUŘADNIC	19
3.5	DIFERENCIÁLNÍ ROVNICE TENKÉ DESKY V POLÁRNÍCH SOUŘADNICÍCH	22
3.5.1	ROTAČNÉ SYMETRICKÉ ZATÍŽENÍ	23
4	MODELÝ PODLOŽÍ	24
4.1	POŽADAVKY NA MODEL PODLOŽÍ	24
4.2	PRUŽNÝ POLOPROSTOR	24
4.2.1	PODSTATA BUSSINESQOVA ŘEŠENÍ	24
4.2.2	OBCENÉ ZATÍŽENÍ NA HRANICI POLOPROSTORU	31
4.2.3	ZATÍŽENÍ BODOVOU SILOU PŮSOBÍCÍ KOLMO K HRANICI	35
4.3	ROVINNÁ ÚLOHA	51
4.3.1	ROVINNÁ NAPJATOST	51
4.3.2	ROVINNÁ DEFORMACE	52
4.3.3	STATICKÉ ROVNICE	54
4.3.4	GEOMETRICKO – DEFORMAČNÍ ROVNICE	54
4.3.5	AIRYHO FUNKCE NAPĚTÍ	56
4.3.6	MĚRNÉ VNITŘNÍ SÍLY	58
4.4	PRŮBĚH NAPĚTÍ V PODZÁKLADÍ PODLE PAPADOPULOSE	59
4.4.1	PODMÍNKY ROVNOVÁHY	59
4.4.2	ŘEŠENÍ HOMOGENNÍ ROVNICE	60
4.4.3	METODA VARIACE KONSTANT	60
4.5	MEZNÍ HLOUBKA STLAČENÍ ZÁKLADOVÉ PŮDY	62
4.5.1	ŘEŠENÍ PODLE ALTESE	62
4.5.2	ŘEŠENÍ PODLE ČSN 73 1001	64

4.6	MODIFIKOVANÝ PRUŽNÝ POLOPROSTOR.....	64
4.6.1	VÝPOČET DEFORMACE PODLOŽÍ PODLE ČSN 73 1001.....	65
4.6.2	VZTAH MEZI MODULY PŘETVÁRNOSTI E_{DEF} A E_{OED}	66
4.6.3	VLIV HLoubKY ZALOŽENÍ.....	68
4.6.4	VLIV NESTLAČITELNÉ VRSTVY.....	68
4.6.5	VLIV VRSTEVNATOSTI PODLOŽÍ.....	68
4.6.6	TUHOST SYSTÉMU ZÁKLADOVÁ PŮDA - PLOŠNÝ ZÁKLAD.....	69
4.7	WINKLEROVO PODLOŽÍ.....	69
4.8	PASTERNAKOVÉ PODLOŽÍ.....	71
4.8.1	PODMÍNKY ROVNOVÁHY.....	71
4.8.2	STANOVENÍ PARAMETRŮ C_{1z} , C_{2x} A C_{2y}	72
5	DESKY NA PRUŽNÉM PODKLADĚ.....	74
5.1	TLUSTÁ DESKA NA PASTERNAKOVÉ PODLOŽÍ.....	74
5.2	TLUSTÁ DESKA NA WINKLEROVÉ PODLOŽÍ.....	75
5.3	TENKÁ DESKA NA PASTERNAKOVÉ PODLOŽÍ.....	75
5.4	TENKÁ DESKA NA WINKLEROVÉ PODLOŽÍ.....	76
5.5	KRUHOVÉ DESKY NA PODLOŽÍ.....	76
5.6	DESKY NA PRUŽNÉM POLOPROSTORU.....	76
5.7	METODA KONEČNÝCH PRVKŮ.....	77
6	POTENCIÁLNÍ ENERGIE DEFORMACE.....	78
6.1	POTENCIÁLNÍ ENERGIE DEFORMACE VNĚJŠÍCH SIL.....	78
6.2	POTENCIÁLNÍ ENERGIE DEFORMACE VNITŘNÍCH SIL.....	78
6.3	POTENCIÁLNÍ ENERGIE DEFORMACE PODLOŽÍ.....	79
6.4	CELKOVÁ POTENCIÁLNÍ ENERGIE.....	80
7	IZOPARAMETRICKÉ PRVKY.....	81
7.1	FUNKCE TVARU.....	81
7.2	TVAROVÉ FUNKCE ČTYŘ UZLOVÉHO PRVKU.....	82
7.3	TVAROVÉ FUNKCE OSMI UZLOVÉHO PRVKU.....	83
7.4	APROXIMACE POLE POSUNUTÍ.....	85
7.5	JACOBIÁN TRANSFORMACE.....	86
7.5.1	DERIVACE TVAROVÝCH FUNKCÍ 4-UZLOVÉHO PRVKU.....	86
7.5.2	DERIVACE TVAROVÝCH FUNKCÍ 8-MI UZLOVÉHO PRVKU.....	87
8	GAUSSOVA NUMERICKÁ INTEGRACE.....	89
8.1	LAGRANGEŮV INTERPOLAČNÍ POLYNOM.....	89
8.1.1	LEGENDROVY POLYNOMY.....	89
8.1.2	INTERPOLAČNÍ KVADRATURNÍ VZORCE.....	89
8.2	GAUSSOVY KVADRATURNÍ VZORCE.....	90
8.2.1	VLASTNOSTI GAUSSOVÝCH KVADRATURNÍCH VZORCŮ.....	91
8.2.2	GAUSSOVY KVADRATURNÍ VZORCE PRO INTERVAL $<-1,1>$	91
8.3	ODVOZENÍ UZLŮ A VÁHOVÝCH KOEFICIENTŮ GAUSSOVÝCH VZORCŮ.....	91

8.3.1	VYJÁDRĚNÍ LEGENDROVÝCH POLYNOMŮ	91
8.3.2	VYŘEŠENÍ KOŘENŮ LEGENDROVÝCH POLYNOMŮ	92
8.3.3	VYJÁDRĚNÍ LEGENDROVÝCH INTERPOLAČNÍCH POLYNOMŮ	92
8.3.4	VYJÁDRĚNÍ KOEFICIENTŮ GAUSSOVÝCH KVADRATURNÍCH VZORCŮ	93
8.4	TRANSFORMACE KOEFICIENTŮ A UZLŮ	94
8.5	ROZŠÍŘENÍ NA FUNKCE DVOU A VÍCE PROMĚNNÝCH	94
9	PODLOŽÍ PRVKU	96
9.1	VÝPOČET NAPĚTÍ V LINEÁRNĚ PRUŽNÉM POLOPROSTORU	96
9.1.1	ZATÍŽENÍ POLOPROSTORU OBEČNÝM ZATÍŽENÍM	96
9.1.2	OBDELNÍKOVÁ ZATĚŽOVACÍ PLOCHA	98
9.1.3	NUMERICKÁ INTEGRACE	100
9.2	PŘÍKLADY VÝPOČTU NAPĚTÍ NUMERICKOU INTEGRACÍ	102
9.2.1	NAPĚTÍ POD ROHEM OBDELNÍKU	102
9.2.2	NAPĚTÍ POD ROHEM TROJÚHELNÍKU	104
9.2.3	NAPĚTÍ POD STŘEDEM KRUHU	104
9.3	VÝPOČET DEFORMACE PRUŽNÉHO POLOPROSTORU	106
10	SESTAVENÍ ROVNIC MKP	107
10.1	MATICE TUHOSTI PRVKU	107
10.2	MATICE TUHOSTI PODLOŽÍ	109
10.3	VEKTOR ZATÍŽENÍ PRVKU	111
10.4	VÝSLEDNÁ SOUSTAVA ROVNIC	112
10.5	VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL	112
10.6	VÝPOČET KONTAKTNÍHO NAPĚTÍ	113
11	SMYKOVÉ ZAMYKÁNÍ PRVKU	114
11.1	NUTNÝ ŘÁD KVADRATURNÍHO VZORCE	114
11.2	REDUKOVANÁ INTEGRACE	114
11.3	ÚPRAVA SMYKOVÉHO SOUČiniteLE	115
11.4	KOREKCE INTERPOLAČNÍCH FUNKCÍ	115
11.5	SROVNÁVACÍ PŘÍKLADY DESKY	115
11.5.1	PROSTÉ PODEPŘENÁ DESKA ZATÍŽENÁ OSAMĚLOU SILOU	115
11.5.2	PROSTÉ PODEPŘENÁ DESKA ROVNOMĚRNĚ ZATÍŽENÁ	119
12	ŘEŠENÍ Nelineární ÚLOHY	123
12.1	ITERAČNÍ METODA	123
12.2	ŘEŠENÉ ÚLOHY	125
12.2.1	ČTVERCOVÁ DESKA ROVNOMĚRNĚ ZATÍŽENÁ	125
12.2.2	TUHÝ RAZNÍK ZATÍŽENÝ OSAMĚLÝM BŘEMENEM	129
12.2.3	ČTVERCOVÁ DESKA ZATÍŽENÁ V ROZÍCH	134
12.2.4	ČTVERCOVÁ DESKA S OTVOREM ZATÍŽENÁ V ROZÍCH	138
12.2.5	OBDELNÍKOVÝ PAS ZATÍŽENÝ NA KONCÍCH	143
12.2.6	KRUHOVÁ DESKA ROVNOMĚRNĚ ZATÍŽENÁ	148
12.2.7	ZÁKLADOVÁ DESKA S TUHÝMI STĚNAMI	154

12.3 KONVERGENCE K PŘESNÉMU ŘEŠENÍ.....	158
13 ZÁVĚR.....	160
14 SEZNAM POUŽITÝCH TECHNICKÝCH NOREM A LITERATURY	162
14.1 TECHNICKÉ NORMY	162
14.2 LITERATURA.....	163
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	173
SEZNAM TABULEK.....	175