

# Obsah

<b>1</b>	<b>Metodologický postup konstrukční optimalizace</b>	<b>7</b>
1.1	Úvod	7
1.2	Charakteristika návrhu konstrukce	9
1.3	Metodologický postup konstrukční optimalizace	10
1.3.1	Technická formulace konstrukčních cílů, I.–IV. fáze metodologického postupu konstrukční optimalizace	11
1.3.2	Poznání vnějších podmínek – fáze I.	12
1.3.3	Stanovení kritérií určení optima – fáze II.	12
1.3.4	Specifikace formy a volba návrhových proměnných – fáze III.	13
1.3.5	Stanovení vedlejších podmínek – fáze IV.	15
1.3.6	Sestavení matematického modelu fyzikálně zjednodušené technické úlohy – fáze V.	16
1.3.7	Vlastní optimalizace	18
1.3.8	Výběr vhodné matematické optimalizační metody a formalizace extrémální úlohy – fáze VI.	18
1.3.9	Matematické řešení formalizované extrémální úlohy – fáze VII.	19
1.3.10	Technická interpretace získaného řešení – fáze VIII.	19
<b>2</b>	<b>Základy matematické teorie optimalizace</b>	<b>21</b>
2.1	Úvod do matematické teorie optimálních procesů	21
2.1.1	Klasifikace (rozlišení) optimalizačních úloh dle charakteru	21
2.1.2	Obecně užívaná terminologie	22
2.1.3	Popis obrátů transformujících extremalizační úlohy jistého tvaru do tvaru jiného – pro výpočet vhodnějšího	23
2.2	Obecné principy výpočtu extrémů funkcí	24
<b>3</b>	<b>Iterativní metody hledání extrému</b>	<b>31</b>
3.1	Konvergence a chyba iterativních metod	32
3.1.1	Konvergence iteračních výpočetních postupů	32
3.1.2	Chyby a jejich měření	33
3.2	Iterační výpočetní postupy při vyšetřování volných extrémů	33
3.2.1	Jednorozměrná extremalizace	33
3.2.2	Vícerozměrná extremalizace	33
3.3	Iterační metody pro konvexní úlohy s vedlejšími podmínkami	36
3.3.1	Typy vedlejších podmínek	36
3.3.2	Vyhledávání vyhovujícího bodu	37
3.3.3	Konvexní programování	37

3.3.4	Penalizační a bariérové metody . . . . .	37
3.3.5	Metody přípustných směrů . . . . .	39
3.3.6	Metoda projekce gradientu . . . . .	40
3.4	Sekvenční kvadratické programování . . . . .	42
<b>4</b>	<b>Evoluční programování</b>	<b>45</b>
4.1	Genetické algoritmy . . . . .	45
4.2	Simulovaný biologický růst . . . . .	46
4.3	Simulované žíhání . . . . .	46
4.4	Optimalizace rojení částic . . . . .	46
<b>5</b>	<b>Funkční optimalizace</b>	<b>47</b>
5.1	Variační počet . . . . .	47
5.2	Ilustrační příklad . . . . .	50
<b>6</b>	<b>Maximalizace tuhosti poddajných těles</b>	<b>53</b>
6.1	Úloha o maximalizaci tuhosti . . . . .	53
6.2	Maximalizace tuhosti při nejistém zatížení . . . . .	59
<b>7</b>	<b>Maximalizace tuhosti prutových konstrukcí</b>	<b>61</b>
<b>8</b>	<b>Metody a přístupy k optimalizaci topologie</b>	<b>75</b>
8.1	Úvod do historie a názvosloví optimalizace topologie . . . . .	75
8.2	Metody zobecněné optimalizace tvaru užívající MKP . . . . .	76
8.2.1	Topologie tvořené izotropními pevnými či prázdnými elementy – ISE-topologie	76
8.2.2	Topologie tvořené anizotropními pevnými či prázdnými elementy – ASE-topologie . . . . .	77
8.2.3	Topologie tvořené izotropními pevnými, prázdnými či pórovitými elementy – ISEP-, ISEC, ISECP-topologie . . . . .	77
8.3	Metody řešení zobecněné optimalizace tvaru v případě ISE-topologií . . . . .	78
8.3.1	Metoda SIMP . . . . .	78
8.3.2	Metoda OMP . . . . .	79
8.3.3	Metoda NOM . . . . .	79
8.3.4	Metoda DDP . . . . .	79
8.3.5	Další – nouzové – metody řešení úloh zobecněné optimalizace tvaru . . . . .	79
8.3.6	Obecně . . . . .	80
8.4	Bližší k metodám řešení optimalizace ISE-topologií, jejich výhody a nevýhody . . . . .	80
8.4.1	Metoda SIMP . . . . .	80
8.4.2	Ztráta fyzikální interpretace v metodě SIMP . . . . .	81
8.4.3	Závislost výsledků metody SIMP na síti MKP . . . . .	81
8.4.4	Neexistence řešení – špatná podmíněnost úlohy . . . . .	81
8.4.5	Metoda OMP . . . . .	81
8.4.6	SIMP vs. OMP . . . . .	82
8.4.7	Metoda NOM . . . . .	82
8.5	Historie metod optimalizujících ISE-topologie . . . . .	82
8.5.1	Počátky optimalizace topologie – optimalizace dispozice . . . . .	82
8.5.2	Počátky zobecněné optimalizace tvaru . . . . .	83
8.5.3	Zrození metody SIMP . . . . .	83

8.5.4	Spojení metody SIMP a metody DCOC . . . . .	84
8.5.5	Období omezené popularity metody SIMP a její následné probuzení . . . . .	84
8.6	Optimalizace topologie, tvaru a materiálu v pohledu matematika . . . . .	84

## Seznam definic a vět

2.1	Globální extrém . . . . .	26
2.2	Lokální extrém . . . . .	27
2.3	Kompaktní množina . . . . .	28
2.4	Souřadnice bodu extrému . . . . .	28
2.5	Nutná podmínka lokálního extrému . . . . .	28
2.6	Bod není extrémem . . . . .	29
2.7	Postačující podmínka extrému funkce . . . . .	29
2.8	Metoda Lagrangeových multiplikátorů . . . . .	30
2.9	O sedlovém bodě . . . . .	31
2.10	Sedlový bod . . . . .	31
2.11	Nezáporný sedlový bod . . . . .	31
2.12	Theorem Kuhnův-Tuckerův . . . . .	32
2.13	O Lagrangeových multiplikátorech pro hladké úlohy s rovnostmi a nerovnostmi . . . . .	33
2.14	Postačující podmínka extrému pro hladké úlohy s rovnostmi a nerovnostmi . . . . .	33
3.1	Hodnotící funkce . . . . .	36
3.2	Konvergence obrazů zobrazení $P$ . . . . .	36
3.3	Lineární a superlineární konvergence . . . . .	36
3.4	Konjungované vektory . . . . .	38
3.5	Konvergence metody konjungovaných směrů . . . . .	38
3.6	Konvergence penalizační metody . . . . .	41
3.7	Přípustný směr . . . . .	43

## Seznam obrázků

1.1	Základní forma referenční oblasti . . . . .	16
1.2	Základní forma referenční oblasti s naznačením možných prvků . . . . .	19
1.3	Řešení s naznačením prvků . . . . .	23
3.1	Gradient a aktivní část hranice přípustné oblasti . . . . .	45
3.2	Ortogonální projekce v rovinném případě . . . . .	47
5.1	Zadání ilustračního příkladu . . . . .	54
5.2	Průběh vnitřních silových účinků vyvolaných daným zatížením . . . . .	55
5.3	Tvar tloušťkové funkce . . . . .	56
7.1	Základní rámec uvažované prutové soustavy . . . . .	65
7.2	Rovnováha styčného bodu . . . . .	66
7.3	Vyjádření prodloužení prvku . . . . .	72
8.1	Úloha představující IISE-topologii: (a) návrhová oblast pokrytá MKP sítí, (b) nepřípustné řešení, (c) optimální řešení, (d-f) přípustná avšak neoptimální řešení . . . . .	79
8.2	Příklad ASE-topologie . . . . .	79
8.3	Příklad ISEP-topologie s elementy tvořenými mikrolamináty druhého řádu . . . . .	80