2	Dvoufaktorová analýza rozptylu (dvojné třídění)	72
2.1	Pevné efekty bez opakování	72
2.2	Pevné efekty s opakováním – vyvážené modely	74
2.3	Pevné efekty s opakováním – nevyvážené modely	74
2.4	Modely se smíšenými efekty	75
2.5	Modely s náhodnými efekty	75
3	Vícefaktorová analýza rozptylu	76
4	Testování souborů nesplňujících požadavek normality	76
4.1	Kruskalův – Wallisův test	76
4.2	Friedmanův test	77
5	Použití lineární regrese	77
	Příklad 1. Snížení počtu faktorů	78
	Příklad 2. Porovnání analýzy rozptylu s interakcemi a bez interakcí	78
	Literatura	79
VII	METODA REGRESE	81
	Úvod	81
1	Princip regresní metody	81
2	Metoda nejmenších čtverců	82
2.1	Výpočet parametrů regresní závislosti	83
2.2	Předpoklady použití MNČ	85
2.3	Testování rozptylu okolo regresní závislosti	85
3	Typy regresních modelů	87
	Literatura	87
VIII	DIAGNOSTIKA LINEÁRNÍ REGRESE	89
	Úvod	89
1	Projekční matice	89
2	Definice různých typů reziduí	89
2.1	Klasická rezidua $\hat{e}_i$	90
2.2	Normovaná rezidua $\hat{e}_{Ni}$	90
2.3	Standardizovaná rezidua $\hat{e}_{Si}$	90
2.4	Jack-knife rezidua $\hat{e}_{Ji}$	90
2.5	Predikovaná rezidua $\hat{e}_{Pi}$	90
2.6	Rekurzivní rezidua	91
3	Další diagnostické nástroje	91
3.1	Cookova vzdálenost D_i	91
3.2	Atkinsonova vzdálenost	91
3.3	Věrohodnostní vzdálenost	91
3.4	Souhrnné charakteristiky vlastností celého souboru reziduí	91
4	Grafy identifikace vlivných bodů	92
4.1	Graf predikovaných reziduí	92
4.2	Williamsův graf	93
4.3	Pregibonův graf	93
4.4	McCullohův-Meeterův graf	94
4.5	L – R graf	94
4.6	Rankitové Q – Q grafy	94
4.7	Indexové grafy	95
	Literatura	96

OBSAH

	Seznam zkratek a symbolů	9
I	MĚŘENÍ A JEJICH CHYBY	11
	Úvod	11
1	Chyby instrumentálních měření	11
2	Slovní charakteristika výsledků	12
3	Numerická charakteristika výsledků	13
3.1	Počet platných číslic	14
3.2	Pravidla pro zaokrouhlování:	14
3.3	Počítání s výsledky měření a stanovení počtu desetinných míst	15
4	Nejistoty měření	15
4.1	Nejistoty typu A	15
4.2	Nejistoty typu B	16
4.3	Kombinovaná nejistota	17
4.4	Rozšířená nejistota	17
4.5	Uvádění výsledků měření a jejich nejistot	17
5	Přesnost měřicích přístrojů	18
6	Modely měření	18
7	Odhad nejistoty výsledků instrumentálních měření	18
8	Pravidla pro počítání s nejistotami	20
	Literatura	20
II	PRŮZKUMOVÁ ANALÝZA DAT	23
	Úvod	23
1	Opakovaná měření	23
2	Průzkumová analýza dat	24
2.1	Kvantilový graf	26
2.2	Diagram rozptýlení	26
2.3	Krabicový graf	27
2.4	Graf polosum	28
2.5	Graf šikmosti (symetrie)	29
2.6	Graf špičatosti	29
2.7	Diferenční kvantilový graf	29
2.8	Graf rozptýlení s kvantily	31
2.9	Jádrový odhad hustoty pravděpodobnosti	33
2.10	Histogram	33
2.11	Kvantil – kvantilový graf (Q – Q graf)	34
2.12	Rankitový graf	35
2.13	Pravděpodobnostní graf (P – P graf)	37
2.14	Kruhový graf	37
3	Některé numerické charakteristiky	37
	Literatura	39
III	NUMERICKÉ TESTY NORMALITY	41
	Úvod	41
1	Parametrické testy	41
1.1	Pearsonův χ^2 test dobré shody	41
1.2	Test normality podle Shapira a Wilka	42
1.3	Testy koeficientů šikmosti a špičatosti	42
1.4	Test výběrové šikmosti a špičatosti	43
1.5	Test Andersonův – Darlingův	43

2	Neparametrické testy	44
2.1	Znaménkový test	44
2.2	Iterační test	44
2.3	Wilcoxonův pořadový test	44
2.4	U-test podle Manna a Whitneye	44
2.5	Test podle Kolmogorova – Smirnova	45
3	Vylučování odlehlých hodnot	45
3.1	Cochranův test	46
3.2	Grubbsův test	46
3.3	Deanův – Dixonův test	47
3.4	Dornbosův test	47
	Literatura	47
IV	BODOVÉ ODHADY	49
	Úvod	49
1	Data s normálním rozdělením	49
1.1	Bodové odhady parametru polohy	49
1.2	Bodové odhady parametru rozptýlení	50
1.3	Další bodové odhady	52
1.4	Intervalové odhady parametru polohy	52
1.5	Intervalový odhad parametru rozptýlení	53
2	Data nemající normální rozdělení	53
2.1	Bodové odhady parametrů polohy	53
2.2	Bodové odhady parametrů rozptýlení	55
2.3	Transformace	55
2.4	Intervaly spolehlivosti	57
	Literatura	57
V	TESTOVÁNÍ STATISTICKÝCH HYPOTÉZ	59
	Úvod	59
1	Statistické hypotézy	59
2	Testování shody rozptylů	60
2.1	Klasický Fisherův – Snedecorův test	60
2.2	Modifikovaný Fisherův – Snedecorův test	61
2.3	Jackknife test	61
3	Test shody dvou středních hodnot	62
3.1	Studentův *t* - test pro shodné rozptyly	62
3.2	Studentův *t* - test pro rozdílné rozptyly	63
3.3	Testy v případě nenormality dat	63
3.4	Test Brownův - Forsythův	63
3.5	Robustní testy	64
3.6	Párový test	65
4	Testování malých souborů	65
4.1	Hornův postup pivotů	65
4.2	Hornův postup bipivotů	66
	Literatura	67
VI	ANALÝZA ROZPTYLU	69
	Úvod	69
1	Jednofaktorová analýza rozptylu (jednoduché třídění)	69
1.1	Duncanova metoda	71
1.2	Kramerova metoda	71

IX	TESTOVÁNÍ VÝSLEDKŮ REGRESE	97
	Úvod	97
1	Problémy testování modelů	97
2	Testování korelačních koeficientů	98
3	Testování parametrů	99
4	Test vhodnosti celého modelu	100
5	Test vhodnosti modelu podle Uttsové	100
6	Testy složených hypotéz	100
7	Test shody více modelů	101
8	Chowův test shody dvou lineárních modelů	101
9	Souhrnné testy modelů	102
	Příklad	102
10	Multikolinearita	103
10.1	Zjišťování multikolinearity	105
10.2	Řešení multikolinearity	106
11	Ortogonální regrese	108
12	Passingova – Bablokova metoda	109
	Literatura	110
X	NELINEÁRNÍ REGRESE	111
	Úvod	111
1	Formulace regresní funkce	111
2	Volba počátečního odhadu parametrů	114
3	Testování vlastností modelu	115
4	Verifikace výsledků	116
5	Metody nelineární regrese	119
5.1	Gradientní metody	119
5.1.1	Výpočet derivací	119
5.1.2	Určení směrového vektoru	120
5.1.3	Gaussovy – Newtonovy metody	121
5.1.4	Marquardtovy metody	122
5.1.6	Porovnání algoritmů a metod	123
5.2	Negradientní metody	124
5.2.1	Metody využívající náhodných čísel	124
5.2.2	Speciální postupy pro MNČ	125
6.2.3	Metody přímého hledání	125
5.2.4	Metody simplexů	127
5.2.5	Porovnání metod a algoritmů	129
6	Analýza VIS spekter	131
6.1	Princip metody	131
6.2	Určení počtu barevných částic	132
6.3	Postup výpočtu a verifikace algoritmů	133
6.4	Přesnost a správnost výsledků	134
6.5	Dostupné algoritmy a jejich testování	134
6.5.1	Experimentální data	134
6.5.2	Simulace dat	136
	Literatura	137
XI	PLÁNOVÁNÍ EXPERIMENTŮ	139
	Úvod	139
1	Transformace dat	139

2	Modely bez interakce faktorů	139
2.1	Latinské čtverce	140
2.2	Řecko – latinské čtverce	141
2.3	Latinské kostky	141
3	Modely s interakcemi	142
3.1	Úplný dvojúrovňový experiment	142
3.2	Vyhodnocení regresní metodou	144
3.3	Dílčí dvojúrovňový experiment	145
3.4	Plackettovy – Burmanovy experimenty	146
4	Tříúrovňové experimenty	147
5	Centrální kompozitní plány	148
6	Box – Behnkenovy návrhy	149
7	Hierarchické návrhy	150
8	Optimální návrhy	150
	Příklad 1. Použití latinských čtverců	151
	Příklad 2. Dvouúrovňový experiment bez opakování	152
	Příklad 3. Dvouúrovňový experiment s opakováním	154
	Příklad 4. Vyšší faktorový pokus	155
	Příklad 5. Slučování ve faktorových pokusech	157
	Literatura	160