

# Obsah

Úvod	i
Historie statistiky	1
<b>1 Průzkumová analýza jednorozměrných dat, diagnostické grafy</b>	<b>5</b>
1.1 Motivace . . . . .	5
1.2 Funkcionální charakteristiky datového souboru . . . . .	5
1.2.1 Označení . . . . .	5
1.2.2 Bodové rozložení četností . . . . .	6
1.2.3 Intervalové rozložení četností . . . . .	8
1.3 Číselné charakteristiky datového souboru . . . . .	9
1.3.1 Znaky nominálního typu . . . . .	9
1.3.2 Znaky ordinálního typu . . . . .	9
1.3.3 Znaky intervalového a poměrového typu . . . . .	11
1.4 Diagnostické grafy . . . . .	13
1.4.1 Krabicový diagram (Box plot) . . . . .	13
1.4.2 Normal probability plot (N-P plot) . . . . .	14
1.4.3 Quantile - quantile plot (Q-Q plot) . . . . .	15
1.4.4 Probability - probability plot (P-P plot) . . . . .	16
1.4.5 Histogram . . . . .	16
1.4.6 Vzhled diagnostických grafů pro rozložení s různou šikmostí	16
1.5 Příklady . . . . .	18
<b>2 Úvod do indexní analýzy</b>	<b>19</b>
2.1 Motivace . . . . .	19
2.2 Ukazatel a jeho druhy . . . . .	19
2.2.1 Rozlišení ukazatelů z věcného hlediska . . . . .	19
2.2.2 Rozlišení ukazatelů z hlediska stejnorodosti . . . . .	20
2.3 Indexy, difference a jejich typy . . . . .	20
2.3.1 Typy srovnávání hodnot ukazatelů . . . . .	20
2.3.2 Druhy srovnávání hodnot ukazatelů . . . . .	20
2.3.3 Rozlišení indexů z hlediska věcného obsahu . . . . .	21
2.3.4 Rozlišení indexů z hlediska stejnorodosti . . . . .	21

2.3.5	Rozlišení indexů z hlediska prostorového vymezení . . . . .	22
2.4	Individuální indexy a diference . . . . .	22
2.4.1	Jednoduché individuální indexy a diference . . . . .	22
2.4.2	Bazické a řetězové indexy . . . . .	23
2.4.3	Složené individuální indexy a diference . . . . .	23
2.5	Souhrnné indexy a diference . . . . .	25
2.5.1	Souhrnné indexy množství . . . . .	25
2.5.2	Souhrnné indexy úrovně (ceny) . . . . .	26
2.6	Příklady . . . . .	27
<b>3</b>	<b>Popis časových řad . . . . .</b>	<b>29</b>
3.1	Motivace . . . . .	29
3.2	Časové řady . . . . .	29
3.2.1	Pojem časové řady . . . . .	29
3.2.2	Druhy časových řad . . . . .	29
3.2.3	Grafické znázornění časové řady . . . . .	30
3.3	Popisné charakteristiky časových řad . . . . .	31
3.3.1	Průměr okamžikové časové řady . . . . .	31
3.3.2	Průměr intervalové časové řady . . . . .	32
3.4	Dynamické charakteristiky časových řad . . . . .	32
3.4.1	Absolutní přírůstky . . . . .	32
3.4.2	Relativní přírůstek . . . . .	33
3.4.3	Koeficient růstu (tempo růstu) . . . . .	33
3.5	Odhad trendu časové řady pomocí regrese . . . . .	34
3.5.1	Aditivní model časové řady . . . . .	34
3.5.2	Cíl regresní analýzy trendu . . . . .	34
3.5.3	Nejdůležitější typy trendových funkcí . . . . .	35
3.5.4	Orientační ověření kvality modelu . . . . .	35
3.6	Odhad trendu časové řady pomocí klouzavých průměrů . . . . .	37
3.6.1	Podstata klouzavých průměrů . . . . .	37
3.6.2	Šířka vyhlazovacího okénka . . . . .	37
3.7	Příklady . . . . .	39
<b>4</b>	<b>Průzkumová analýza vícerozměrných dat . . . . .</b>	<b>41</b>
4.1	Motivace . . . . .	41
4.2	Vizualizace vícerozměrných dat . . . . .	41
4.3	Podstata metody hlavních komponent . . . . .	42
4.3.1	Označení . . . . .	42
4.3.2	Základní pojmy . . . . .	42
4.3.3	Získání hlavních komponent . . . . .	43
4.4	Shluková analýza . . . . .	44
4.4.1	Cíl shlukové analýzy . . . . .	44
4.4.2	Podobnost objektů . . . . .	44
4.4.3	Hierarchické shlukování . . . . .	44
4.5	Příklady . . . . .	49

<b>5</b>	<b>Základní pojmy matematické statistiky</b>	<b>51</b>
5.1	Motivace . . . . .	51
5.2	Náhodný výběr a statistiky odvozené z náhodného výběru . . . . .	52
5.2.1	Pojem náhodného výběru . . . . .	52
5.2.2	Pojem statistiky, příklady důležitých statistik . . . . .	52
5.3	Bodové a intervalové odhady parametrů a parametrických funkcí . . . . .	53
5.3.1	Typy bodových odhadů . . . . .	54
5.3.2	Vlastnosti důležitých statistik . . . . .	55
5.3.3	Pojem intervalu spolehlivosti . . . . .	56
5.3.4	Postup při konstrukci intervalu spolehlivosti . . . . .	56
5.3.5	Šířka intervalu spolehlivosti . . . . .	58
5.4	Plánování pokusů . . . . .	58
5.4.1	Jednoduché pozorování . . . . .	59
5.4.2	Dvojné pozorování . . . . .	59
5.4.3	Mnohonásobné pozorování . . . . .	59
5.5	Úvod do testování hypotéz . . . . .	60
5.5.1	Nulová a alternativní hypotéza . . . . .	60
5.5.2	Chyba 1. a 2. druhu . . . . .	61
5.5.3	Testování pomocí kritického oboru . . . . .	61
5.5.4	Testování pomocí intervalu spolehlivosti . . . . .	62
5.5.5	Testování pomocí $p$ -hodnoty . . . . .	63
5.5.6	Příklad . . . . .	63
5.6	Příklady . . . . .	66
<b>6</b>	<b>Parametrické úlohy o jednom náhodném výběru</b>	<b>71</b>
6.1	Náhodný výběr z normálního rozložení . . . . .	71
6.1.1	Rozložení statistik odvozených z výběrového průměru a výběrového rozptylu . . . . .	71
6.1.2	Intervaly spolehlivosti pro parametry $\mu, \sigma^2$ . . . . .	73
6.1.3	Testování hypotéz o parametrech $\mu, \sigma^2$ . . . . .	75
6.1.4	Provedení testů o parametrech $\mu, \sigma^2$ pomocí kritického oboru . . . . .	75
6.2	Náhodný výběr z dvourozměrného normálního rozložení . . . . .	76
6.2.1	Interval spolehlivosti pro parametr $\mu$ . . . . .	76
6.2.2	Párový $t$ -test . . . . .	77
6.3	Náhodný výběr z alternativního rozložení . . . . .	77
6.3.1	Rozložení statistiky odvozené z výběrového průměru . . . . .	77
6.3.2	Asymptotický interval spolehlivosti pro parametr $\theta$ . . . . .	78
6.3.3	Testování hypotézy o parametru $\theta$ . . . . .	78
6.4	Příklady . . . . .	79
<b>7</b>	<b>Parametrické úlohy o dvou nezávislých náhodných výběrech</b>	<b>83</b>
7.1	Dva nezávislé náhodné výběry z normálních rozložení . . . . .	83
7.1.1	Rozložení statistik odvozených z výběrových průměrů a výběrových rozptylů . . . . .	83

7.1.2	Intervaly spolehlivosti pro parametrické funkce $\mu_1 - \mu_2, \sigma_1^2/\sigma_2^2$ . . . . .	85
7.1.3	Testování hypotéz o parametrických funkcích $\mu_1 - \mu_2, \sigma_1^2/\sigma_2^2$ . . . . .	88
7.1.4	Provedení testů o parametrických funkcích $\mu_1 - \mu_2, \sigma_1^2/\sigma_2^2$ pomocí kritického oboru . . . . .	88
7.2	Dva nezávislé náhodné výběry z alternativních rozložení . . . . .	90
7.2.1	Rozložení statistiky odvozené z výběrových průměrů . . . . .	90
7.2.2	Asymptotický interval spolehlivosti pro parametrickou funkci $\theta_1 - \theta_2$ . . . . .	90
7.2.3	Testování hypotézy o parametrické funkci $\theta_1 - \theta_2$ . . . . .	91
7.3	Příklady . . . . .	92
<b>8</b>	<b>Parametrické úlohy o více nezávislých náhodných výběrech</b>	<b>95</b>
8.1	Více nezávislých náhodných výběrů z normálních rozložení . . . . .	95
8.1.1	Motivace . . . . .	95
8.1.2	Označení . . . . .	96
8.1.3	Testování hypotézy o shodě středních hodnot . . . . .	96
8.1.4	Bartlettův a Levenův test shody rozptylů . . . . .	98
8.2	Metody mnohonásobného porovnávání . . . . .	98
8.2.1	Tukeyova metoda . . . . .	99
8.2.2	Scheffého metoda . . . . .	99
8.3	Příklad . . . . .	99
8.4	Význam předpokladů v analýze rozptylu . . . . .	100
8.5	Více nezávislých náhodných výběrů z alternativních rozložení . . . . .	100
8.5.1	Test homogenity binomických rozložení . . . . .	100
8.5.2	Test homogenity binomických rozložení založený na arkus- sinusové transformaci . . . . .	102
8.5.3	Mnohonásobné porovnávání . . . . .	102
8.6	Příklady . . . . .	103
<b>9</b>	<b>Neparametrické testy o mediánech</b>	<b>107</b>
9.1	Motivace . . . . .	107
9.2	Uspořádaný náhodný výběr, vektor pořadí a jeho vlastnosti . . . . .	107
9.3	Jednovýběrové pořadové testy . . . . .	108
9.3.1	Znaménkový test . . . . .	108
9.3.2	Jednovýběrový Wilcoxonův test . . . . .	110
9.4	Dvouvýběrové pořadové testy . . . . .	111
9.4.1	Dvouvýběrový Wilcoxonův test . . . . .	111
9.4.2	Waldův – Wolfowitzův test . . . . .	112
9.4.3	Dvouvýběrový Kolmogorovův – Smirnovův test . . . . .	113
9.5	Kruskalův – Wallisův test a mediánový test . . . . .	114
9.5.1	Formulace problému . . . . .	114
9.5.2	Kruskalův – Wallisův test . . . . .	114
9.5.3	Mediánový test . . . . .	115

9.5.4	Metody mnohonásobného porovnávání . . . . .	115
9.6	Příklady . . . . .	116
<b>10</b>	<b>Porovnání empirického a teoretického rozložení</b>	<b>119</b>
10.1	Motivace . . . . .	119
10.2	Kolmogorovův – Smirnovův test . . . . .	119
10.3	Shapiroův – Wilkův test normality . . . . .	121
10.4	Testy dobré shody . . . . .	121
10.5	Příklady . . . . .	123
<b>11</b>	<b>Analýza závislosti dvou veličin</b>	<b>125</b>
11.1	Motivace . . . . .	125
11.2	Testování nezávislosti nominálních veličin . . . . .	125
11.2.1	Popis testu . . . . .	125
11.2.2	Podmínky dobré aproximace . . . . .	126
11.2.3	Měření síly závislosti . . . . .	126
11.2.4	Čtyřpolní tabulky . . . . .	127
11.3	Testování nezávislosti ordinálních veličin . . . . .	128
11.4	Testování nezávislosti intervalových či poměrových veličin . . . . .	130
11.4.1	Pearsonův koeficient korelace . . . . .	130
11.4.2	Výběrový koeficient korelace . . . . .	130
11.4.3	Koeficient korelace dvourozměrného normálního rozložení . . . . .	131
11.4.4	Testování hypotézy o nezávislosti . . . . .	131
11.4.5	Porovnání koeficientu korelace s danou konstantou . . . . .	133
11.4.6	Porovnání dvou koeficientů korelace . . . . .	133
11.4.7	Interval spolehlivosti pro koeficient korelace . . . . .	134
11.5	Příklady . . . . .	136
<b>I</b>	<b>Statistické tabulky</b>	<b>139</b>
	Distribuční funkce standardizovaného normálního rozložení . . . . .	141
	Kvantily standardizovaného normálního rozložení . . . . .	143
	Kvantily Pearsonova rozložení . . . . .	144
	Kvantily Studentova rozložení . . . . .	146
	Kvantily Fisherova – Snedecorova rozložení pro $\alpha = 0,95$ . . . . .	147
	Kvantily Fisherova – Snedecorova rozložení pro $\alpha = 0,975$ . . . . .	151
	Kritické hodnoty studentizovaného rozpětí . . . . .	155
	Kritické hodnoty znaménkového testu . . . . .	156
	Kritické hodnoty jednovýběrového Wilcoxonova testu . . . . .	157
	Kritické hodnoty dvouvýběrového Wilcoxonova testu . . . . .	158
	Kritické hodnoty dvouvýběrového Kolmogorovova – Smirnovova testu . . . . .	159
	Kritické hodnoty Neményiho metody . . . . .	160
	Kritické hodnoty a modifikované kritické hodnoty Kolmogorovova – Smirnovova testu . . . . .	161
	Kritické hodnoty pro Spearmanův koeficient pořadové korelace . . . . .	162

---

<b>Rejstřík</b>	<b>163</b>
<b>Označení</b>	<b>167</b>
<b>Seznam použité literatury</b>	<b>169</b>