

# Obsah

Předmluva	13
<b>1 Úvod</b>	17
1.1 Empirický výzkum a jeho etapy	19
1.2 Význam teorie pro výzkum	23
1.2.1 Konstrukty a jejich operacionalizace	23
1.2.2 Role teorie ve výzkumu	24
1.2.3 Proces ověření hypotéz a teorií	26
1.3 Etika vědecké práce	29
1.4 Návrh výzkumného projektu	31
Souhrn	33
<b>2 Základy statistiky</b>	37
2.1 Populace, výběr a statistické usuzování	37
2.2 Typy proměnných	39
2.2.1 Závisle a nezávisle proměnné, rušivé proměnné	40
2.2.2 Proměnné podle typu použitého měřítka	43
2.2.3 Diskrétní a spojité proměnné	44
2.3 Kvalita měření	46
2.3.1 Objektivita	47
2.3.2 Spolehlivost (reliabilita)	48
2.3.3 Validita	48
2.4 Výzkumný plán	50
2.4.1 Cenzus	51
2.4.2 Výběrové šetření	51
2.4.3 Experiment	59
2.4.4 Kategorizace výzkumných plánů	74
2.5 Organizace dat a jejich kontrola, scházející údaje	76
2.6 Statistika a modelování	79
Souhrn	82

<b>3</b>	<b>Grafický a číselný popis rozložení dat</b>	85
3.1	Způsoby zobrazení dat	86
3.1.1	Metody zobrazení kvalitativních a ordinálních dat	87
3.1.2	Metody zobrazení kvantitativních dat	87
3.2	Míry centrální tendence	93
3.2.1	Aritmetický průměr	93
3.2.2	Medián a modus	94
3.2.3	Použití měr centrální tendence	95
3.3	Míry rozptýlenosti	95
3.3.1	Variační rozpětí	96
3.3.2	Rozptyl a směrodatná odchylka	96
3.3.3	Míry rozptýlenosti založené na empirických kvantilech	98
3.4	Míry špičatosti a šikmosti	99
3.5	Popis dat pomocí pěti hodnot a krabicový graf s anténami	101
3.6	Zkoumání přítomnosti odlehlých hodnot a rezistentní odhady	101
3.7	Transformace dat, standardizace	104
3.8	Explorační analýza dat	107
	Souhrn	113
<b>4</b>	<b>Počet pravděpodobnosti jako základ statistického usuzování</b>	115
4.1	Základní pojmy a výpočty	116
4.1.1	Náhodné jevy, pravděpodobnost	116
4.1.2	Podmíněná pravděpodobnost, Bayesova formule	120
4.1.3	Šance	122
4.1.4	Využití simulace pro odhad pravděpodobností	124
4.2	Náhodná proměnná, rozdělení náhodné proměnné	126
4.3	Parametry rozdělení náhodné proměnné	128
4.4	Distribuční funkce	131
4.5	Základní pravděpodobnostní rozdělení	134
4.5.1	Binomické rozdělení	134
4.5.2	Poissonovo rozdělení	137
4.5.3	Normální rozdělení	139
4.5.4	Standardizované normální rozdělení	142
4.5.5	Centrální limitní teorém	146
4.5.6	Log-normální rozdělení	148
4.6	Pojem výběrového rozdělení	150
4.6.1	Výběrové rozdělení aritmetického průměru při známém $\sigma$	150
4.6.2	Výběrové rozdělení aritmetického průměru při neznámém $\sigma$	154
4.6.3	Výběrové rozdělení relativní četnosti	156



4.6.4	Výběrové rozdělení rozdílu dvou průměrů a dvou relativních četností . . . . .	157
4.6.5	Výběrové rozdělení rozptylu . . . . .	159
4.6.6	Výběrové rozdělení poměru rozptylů . . . . .	160
Souhrn . . . . .		161
<b>5</b>	<b>Úvod do statistického usuzování . . . . .</b>	<b>165</b>
5.1	Základní koncepty statistického usuzování . . . . .	166
5.2	Spolehlivé odhadování . . . . .	168
5.2.1	Kvalita bodových odhadů . . . . .	169
5.2.2	Interval spolehlivosti pro $\mu$ . . . . .	170
5.2.3	Potřebný počet pozorování . . . . .	173
5.2.4	Výhody intervalů spolehlivosti . . . . .	174
5.3	Testy významnosti . . . . .	175
5.3.1	Kroky při testování hypotézy . . . . .	176
5.3.2	Testování průměru jednostranným z-testem . . . . .	179
5.3.3	Testování průměru dvoustranným z-testem . . . . .	181
5.3.4	Chybné interpretace testů nulové hypotézy . . . . .	183
5.3.5	Vztah testování hypotéz a intervalů spolehlivosti . . . . .	184
5.3.6	Test jako rozhodování . . . . .	185
5.3.7	Vztah mezi silou testu, počtem pozorování a významností . . . . .	187
5.3.8	Hodnocení velikosti účinku . . . . .	189
5.3.9	Přesné a asymptotické testy . . . . .	190
5.4	Neparametrické postupy statistického usuzování . . . . .	191
5.4.1	Přesný znaménkový test hodnoty mediánu . . . . .	193
5.4.2	Permutační testy . . . . .	194
5.4.3	Eficience neparametrických testů . . . . .	197
5.5	Problém simultánního statistického usuzování . . . . .	198
Souhrn . . . . .		200
<b>6</b>	<b>Základní situace statistického usuzování . . . . .</b>	<b>203</b>
6.1	Hodnocení průměru v jednom výběru . . . . .	204
6.2	Porovnání průměrů ve dvou výběrech . . . . .	207
6.2.1	Metoda 1 – Dva velké nezávislé výběry . . . . .	210
6.2.2	Metoda 2 – Dva nezávislé výběry se stejným rozptylem . . . . .	210
6.2.3	Metoda 3 – Dva nezávislé výběry, nesteré rozptyly . . . . .	211
6.2.4	Párová data – dva závislé výběry . . . . .	214
6.3	Hodnocení rozptylu . . . . .	216
6.3.1	Hodnocení rozptylu v jednom výběru . . . . .	217
6.3.2	Porovnání rozptylů ve dvou nezávislých výběrech . . . . .	219

6.4	Neparametrické posouzení středních hodnot a test normality dat	220
6.4.1	Znaménkový test střední hodnoty pro jeden výběr . . . . .	221
6.4.2	Wilcoxonův test střední hodnoty pro jeden výběr . . . . .	223
6.4.3	Znaménkový a Wilcoxonův test pro dva závislé výběry . . . . .	224
6.4.4	Konstrukce neparametrických intervalů spolehlivosti . . . . .	226
6.4.5	Mediánový test pro dva nezávislé výběry . . . . .	227
6.4.6	Wilcoxonův test pro dva nezávislé výběry . . . . .	229
6.4.7	Kolmogorovův-Smirnovův test normality a Lillieforsův test . . . . .	233
	Souhrn . . . . .	234
<b>7</b>	<b>Analýza závislosti . . . . .</b>	<b>237</b>
7.1	Zobrazení dvojrozměrných dat . . . . .	238
7.2	Korelační analýza . . . . .	240
7.2.1	Pearsonův korelační koeficient . . . . .	243
7.2.2	Pravděpodobnostní rozdělení dvou náhodných proměnných . . . . .	247
7.2.3	Odhad a testování korelačního koeficientu . . . . .	252
7.2.4	Problém třetí proměnné v korelační analýze . . . . .	254
7.2.5	Vliv dvou nezávisle proměnných na závisle proměnnou . . . . .	256
7.2.6	Spearmanův korelační koeficient pořadí . . . . .	257
7.2.7	Kendallův koeficient pořadové korelace . . . . .	259
7.2.8	Bodově biseriální korelační koeficient a koeficient $\phi$ . . . . .	262
7.2.9	Korelační koeficient v klasickém modelu teorie měření . . . . .	263
7.3	Regresní analýza . . . . .	266
7.3.1	Prokládání dat přímkou a metoda nejmenších čtverců . . . . .	268
7.3.2	Grafická analýza reziduálních hodnot . . . . .	271
7.3.3	Statistické usuzování v lineárním regresním modelu . . . . .	271
7.3.4	Ověřování předpokladů regresní analýzy . . . . .	276
7.3.5	Test náhodnosti . . . . .	279
7.3.6	Nelineární regresní analýza . . . . .	280
7.3.7	Porovnání metod měření a Blandův-Altmanův graf . . . . .	283
7.4	Regrese k průměru . . . . .	291
	Souhrn . . . . .	295
<b>8</b>	<b>Analýza kategoriálních dat . . . . .</b>	<b>297</b>
8.1	Jednoduché hodnocení četností . . . . .	298
8.1.1	Porovnání relativní četnosti s teoretickou hodnotou . . . . .	299
8.1.2	Porovnání dvou relativních četností . . . . .	301
8.1.3	Porovnání četností majících Poissonovo rozdělení . . . . .	303



8.2	$\chi^2$ -test dobré shody . . . . .	304
8.3	Závislost kategoriálních proměnných . . . . .	305
8.3.1	Posuzování závislosti v kontingenčních tabulkách . . . . .	311
8.3.2	Analýza párových dichotomických proměnných . . . . .	318
8.3.3	Cochranův test a test podle Bowkera . . . . .	321
8.3.4	Kappa koeficient shody . . . . .	322
8.4	Ordinální kategoriální data . . . . .	324
8.5	Problém třetí proměnné a Simpsonův paradox . . . . .	329
	Souhrn . . . . .	335
<b>9</b>	<b>Analýza rozptylu: porovnání více průměrů . . . . .</b>	<b>337</b>
9.1	Analýza rozptylu při jednoduchém třídění . . . . .	339
9.1.1	Ověření předpokladů analýzy rozptylu . . . . .	343
9.1.2	Simultánní porovnávání . . . . .	344
9.1.3	Velikost účinku . . . . .	346
9.1.4	Kruskalův-Wallisův test . . . . .	347
9.1.5	Jonckheere-Terpstra test . . . . .	348
9.2	Analýza rozptylu dvojného třídění . . . . .	351
9.3	Analýza rozptylu s opakováním měření . . . . .	357
9.3.1	Friedmanův test . . . . .	360
9.3.2	Vnitrotřídní koeficient korelace . . . . .	362
9.3.3	Konkordance . . . . .	365
9.4	Náhodný výběr, randomizace a analýza rozptylu . . . . .	367
	Souhrn . . . . .	370
<b>10</b>	<b>Mnohonásobná lineární regrese . . . . .</b>	<b>371</b>
10.1	Mnohonásobná regrese a metoda nejmenších čtverců . . . . .	372
10.2	Lineární model, statistické testy a intervalové odhady . . . . .	377
10.3	Hledání optimální množiny prediktorů . . . . .	380
10.4	Předpoklady lineárního modelu . . . . .	381
10.5	Aplikační problémy v regresní analýze . . . . .	382
10.6	Mnohonásobná regrese a analýza rozptylu . . . . .	383
10.7	Analýza kovariance a analýza dat typu pretest-posttest . . . . .	387
10.8	Neparametrické testy v lineárním modelu . . . . .	395
	Souhrn . . . . .	399
<b>11</b>	<b>Rozsah výběru, síla a velikost účinku . . . . .</b>	<b>401</b>
11.1	Odhad průměru nebo rozdílu průměrů . . . . .	403
11.2	Odhad relativní četnosti a rozdílu relativních četností . . . . .	404
11.3	Testování průměrů . . . . .	405

11.4	Síla testu nulové hypotézy o průměrech . . . . .	405
11.5	Rozsahy výběru odvozené na základě velikosti účinku . . . . .	407
	Souhrn . . . . .	411
<b>12</b>	<b>Volba statistické metody . . . . .</b>	<b>413</b>
	Souhrn . . . . .	418
<b>13</b>	<b>Metody vícerozměrné analýzy . . . . .</b>	<b>421</b>
13.1	Charakteristiky vícerozměrných metod . . . . .	421
13.1.1	Metody externální analýzy . . . . .	422
13.1.2	Metody internální analýzy . . . . .	423
13.1.3	Metody strukturální analýzy . . . . .	424
13.2	Model logistické regrese . . . . .	425
13.3	Modelování závislosti pomocí regresních stromů . . . . .	429
13.4	Víceúrovňové modelování závislosti . . . . .	434
13.4.1	Základní koncept analýzy víceúrovňových dat . . . . .	435
13.4.2	Analýza křivek růstu . . . . .	440
13.4.3	Problémy víceúrovňového modelování . . . . .	443
13.5	Analýza historie události . . . . .	443
13.5.1	Funkce přežití . . . . .	446
13.5.2	Odhad funkce přežití $S(t)$ . . . . .	447
13.5.3	Tabulka přežití . . . . .	450
13.5.4	Testy shody funkcí přežití . . . . .	451
13.5.5	Regresní model pro analýzu historie událostí . . . . .	454
13.6	Shluková analýza . . . . .	460
13.7	Analýza hlavních komponent . . . . .	468
13.7.1	Postup při analýze hlavních komponent . . . . .	471
13.8	Faktorová analýza . . . . .	474
13.8.1	Explorační faktorová analýza . . . . .	474
13.8.2	Konfirmační faktorová analýza . . . . .	479
13.8.3	Užití faktorové analýzy při vývoji škál . . . . .	482
13.8.4	Problémy faktorové analýzy . . . . .	484
13.9	Vícerozměrné kontingenční tabulky . . . . .	485
	Souhrn . . . . .	489
<b>14</b>	<b>Metaanalýza . . . . .</b>	<b>491</b>
14.1	Etapy metaanalýzy . . . . .	494
14.1.1	Definice problému . . . . .	495
14.1.2	Vyhledání a selekce primárních studií . . . . .	496
14.1.3	Vytváření matice dat kódováním . . . . .	497



14.1.4	Agregace výsledků jednotlivých studií . . . . .	498
14.1.5	Hledání moderujících proměnných, analýza citlivosti . . . . .	498
14.1.6	Interpretace výsledků . . . . .	499
14.1.7	Prezentace výsledků . . . . .	499
14.1.8	Alternativní schémata metaanalýzy . . . . .	500
14.2	Statistické metody metaanalýzy . . . . .	501
14.2.1	Jednoduché metody metaanalýzy . . . . .	501
14.2.2	Agregace velikosti účinku a test homogenity . . . . .	503
14.2.3	Základní modely variability velikostí účinku . . . . .	505
14.2.4	Varianty velikostí účinku . . . . .	506
14.2.5	Dopočítávání velikosti účinku . . . . .	511
14.2.6	Kódování informací o účinku . . . . .	513
14.2.7	Moderující proměnné a analýza citlivosti . . . . .	514
14.2.8	Publikační zkreslení . . . . .	515
14.2.9	Grafické metody metaanalýzy . . . . .	516
14.3	Příprava zprávy o výsledcích metaanalýzy . . . . .	521
14.3.1	Informace o procesu hledání . . . . .	521
14.3.2	Informace o základních výsledcích jednotlivých studií . . . . .	521
14.3.3	Výsledky analýzy dat . . . . .	521
14.3.4	Diskuse výsledků . . . . .	522
14.4	Výhody a nevýhody metaanalýzy . . . . .	525
	Souhrn . . . . .	528
<b>15</b>	<b>Závěrečná zpráva o výzkumu . . . . .</b>	<b>529</b>
15.1	Struktura výzkumné zprávy . . . . .	531
15.2	O roli etiky ve statistice a při zpracování výzkumné zprávy . . . . .	540
	Souhrn . . . . .	543
<b>16</b>	<b>Statistické programové systémy . . . . .</b>	<b>545</b>
<b>Přílohy . . . . .</b>		<b>551</b>
	Příloha A Struktura závěrečné zprávy . . . . .	551
	Příloha B Statistické tabulky . . . . .	554
	Příloha C Řecká abeceda . . . . .	570
<b>Použitá literatura . . . . .</b>		<b>571</b>
<b>Rejstřík . . . . .</b>		<b>576</b>