

# Obsah

<b>Předmluva</b> . . . . .	17
<b>1 Úvod</b> . . . . .	21
1.1 Empirický výzkum a jeho etapy . . . . .	23
1.2 Význam teorie pro výzkum . . . . .	27
1.2.1 Konstrukty a jejich operacionalizace . . . . .	27
1.2.2 Role teorie ve výzkumu . . . . .	28
1.2.3 Proces ověření hypotéz a teorií . . . . .	30
1.3 Etika vědecké práce . . . . .	33
1.4 Návrh výzkumného projektu . . . . .	35
Souhrn . . . . .	37
<b>2 Základy statistiky</b> . . . . .	41
2.1 populace, výběr a statistické usuzování . . . . .	41
2.2 Typy proměnných . . . . .	43
2.2.1 Závisle a nezávisle proměnné, rušivé proměnné . . . . .	44
2.2.2 Proměnné podle typu použitého měřítka . . . . .	47
2.2.3 Diskrétní a spojité proměnné . . . . .	48
2.3 Kvalita měření . . . . .	50
2.3.1 Přesnost, správnost, nejistota . . . . .	52
2.3.2 Objektivita, reliabilita, validita . . . . .	52
2.4 Výzkumný plán . . . . .	55
2.4.1 Cenzus . . . . .	56
2.4.2 Výběrové šetření . . . . .	56
2.4.3 Experiment . . . . .	65
2.4.4 Kategorizace výzkumných plánů . . . . .	79
2.5 Organizace dat a jejich kontrola, scházějící údaje . . . . .	81
2.6 Statistika a modelování . . . . .	85
Souhrn . . . . .	89

<b>3</b>	<b>Grafický a číselný popis rozložení dat</b>	91
3.1	Způsoby zobrazení dat	92
3.1.1	Metody zobrazení kvalitativních a ordinálních dat	93
3.1.2	Metody zobrazení kvantitativních dat	93
3.2	Míry centrální tendence	99
3.2.1	Aritmetický průměr	99
3.2.2	Medián a modus	100
3.2.3	Použití měr centrální tendence	101
3.3	Míry rozptýlenosti	101
3.3.1	Variační rozpětí	102
3.3.2	Rozptyl a směrodatná odchylka	102
3.3.3	Míry rozptýlenosti založené na empirických kvantilech	104
3.4	Míry špičatosti a šikmosti	105
3.5	Popis dat pomocí pěti hodnot a krabicový graf s anténami	107
3.6	Zkoumání přítomnosti odlehklých hodnot a rezistentní odhady	107
3.7	Transformace dat, standardizace	110
3.8	Explorační analýza dat	113
	Souhrn	119
<b>4</b>	<b>Počet pravděpodobnosti jako základ statistického usuzování</b>	121
4.1	Základní pojmy a výpočty	122
4.1.1	Náhodné jevy, pravděpodobnost	122
4.1.2	Podmíněná pravděpodobnost, Bayesova věta	126
4.1.3	Šance	128
4.1.4	Využití simulace pro odhad pravděpodobností	130
4.2	Náhodná proměnná, rozdělení náhodné proměnné	132
4.3	Parametry rozdělení náhodné proměnné	134
4.4	Distribuční funkce	137
4.5	Základní pravděpodobnostní rozdělení	140
4.5.1	Binomické rozdělení	140
4.5.2	Poissonovo rozdělení	143
4.5.3	Normální rozdělení	145
4.5.4	Standardizované normální rozdělení	148
4.5.5	Centrální limitní teorém	152
4.5.6	Log-normální rozdělení	154
4.6	Pojem výběrového rozdělení	156
4.6.1	Výběrové rozdělení aritmetického průměru při známém $\sigma$	156
4.6.2	Výběrové rozdělení aritmetického průměru při neznámém $\sigma$	160
4.6.3	Výběrové rozdělení relativní četnosti	162

4.6.4	Výběrové rozdělení rozdílů dvou průměrů a dvou relativních četností . . . . .	163
4.6.5	Výběrové rozdělení rozptylu . . . . .	165
4.6.6	Výběrové rozdělení poměru rozptylů . . . . .	166
Souhrn . . . . .		167
<b>5</b>	<b>Úvod do statistického usuzování . . . . .</b>	<b>171</b>
5.1	Základní koncepty statistického usuzování . . . . .	172
5.2	Spolehlivé odhadování . . . . .	174
5.2.1	Kvalita bodových odhadů . . . . .	175
5.2.2	Interval spolehlivosti pro $\mu$ . . . . .	176
5.2.3	Potřebný počet pozorování . . . . .	179
5.2.4	Vlastnosti intervalů spolehlivosti . . . . .	180
5.3	Testy významnosti . . . . .	181
5.3.1	Kroky při testování hypotézy . . . . .	182
5.3.2	Testování průměru jednostranným z-testem . . . . .	185
5.3.3	Testování průměru dvoustranným z-testem . . . . .	187
5.3.4	Chybné interpretace testů nulové hypotézy . . . . .	189
5.3.5	Vztah testování hypotéz a intervalů spolehlivosti . . . . .	190
5.3.6	Test jako rozhodování . . . . .	191
5.3.7	Vztah mezi charakteristikami testu . . . . .	193
5.3.8	Hodnocení velikosti účinku . . . . .	195
5.3.9	Přesné a asymptotické testy . . . . .	196
5.4	Neparametrické postupy statistického usuzování . . . . .	197
5.4.1	Přesný znaménkový test hodnoty mediánu . . . . .	199
5.4.2	Permutační testy . . . . .	200
5.4.3	Eficiency neparametrických testů . . . . .	203
5.5	Problém simultánního statistického usuzování . . . . .	204
5.6	Odhad a testování hypotéz pomocí funkce věrohodnosti . . . . .	206
Souhrn . . . . .		210
<b>6</b>	<b>Základní situace statistického usuzování . . . . .</b>	<b>213</b>
6.1	Hodnocení průměru v jednom výběru . . . . .	214
6.2	Porovnání průměrů ve dvou výběrech . . . . .	217
6.2.1	Metoda 1 – Dva velké nezávislé výběry . . . . .	220
6.2.2	Metoda 2 – Dva nezávislé výběry se stejným rozptylem . . . . .	220
6.2.3	Metoda 3 – Dva nezávislé výběry, nestejně rozptily . . . . .	221
6.2.4	Párová data – dva závislé výběry . . . . .	224
6.3	Hodnocení rozptylu . . . . .	226
6.3.1	Hodnocení rozptylu v jednom výběru . . . . .	227
6.3.2	Porovnání rozptylů ve dvou nezávislých výběrech . . . . .	229

6.4	Neparametrické posouzení středních hodnot a test normality dat	230
6.4.1	Znaménkový test střední hodnoty pro jeden výběr	231
6.4.2	Wilcoxonův test střední hodnoty pro jeden výběr	233
6.4.3	Znaménkový a Wilcoxonův test pro dva závislé výběry	234
6.4.4	Konstrukce neparametrických intervalů spolehlivosti	236
6.4.5	Mediánový test pro dva nezávislé výběry	237
6.4.6	Wilcoxonův test pro dva nezávislé výběry	239
6.4.7	Kolmogorovův-Smirnovův test normality a Lillieforsův test	243
Souhrn		244
<b>7</b>	<b>Analýza závislosti</b>	247
7.1	Zobrazení dvojrozměrných dat	248
7.2	Korelační analýza	250
7.2.1	Pearsonův korelační koeficient	253
7.2.2	Pravděpodobnostní rozdělení dvou náhodných proměnných	257
7.2.3	Odhad a testování korelačního koeficientu	262
7.2.4	Problém třetí proměnné v korelační analýze	264
7.2.5	Vliv dvou nezávisle proměnných na závisle proměnnou	266
7.2.6	Spearmanův korelační koeficient pořadí	268
7.2.7	Kendallův koeficient pořadové korelace	271
7.2.8	Bodově biseriální korelační koeficient a koeficient $\phi$	273
7.2.9	Korelační koeficient v klasickém modelu teorie měření	274
7.3	Regresní analýza	277
7.3.1	Prokládání dat přímkou a metoda nejmenších čtverců	279
7.3.2	Grafická analýza reziduálních hodnot	282
7.3.3	Statistické usuzování v lineárním regresním modelu	282
7.3.4	Ověřování předpokladů regresní analýzy	287
7.3.5	Test náhodnosti	290
7.3.6	Nelineární regresní analýza	291
7.3.7	Porovnání metod měření a Blandův-Altmanův graf	294
7.4	Régrese k průměru	302
Souhrn		306
<b>8</b>	<b>Analýza kategoriálních dat</b>	307
8.1	Jednoduché hodnocení četností	308
8.1.1	Porovnání relativní četnosti s teoretickou hodnotou	309
8.1.2	Porovnání dvou relativních četností	311
8.1.3	Porovnání četností majících Poissonovo rozdělení	313
8.2	$\chi^2$ -test dobré shody	314

8.3	Závislost kategoriálních proměnných	315
8.3.1	Posuzování závislosti v kontingenčních tabulkách	321
8.3.2	Analýza párových dichotomických proměnných	328
8.3.3	Cochranův test a test podle Bowkera	331
8.3.4	Kappa koeficient shody	332
8.4	Ordinální kategoriální data	334
8.5	Problém třetí proměnné a Simpsonův paradox	339
	Souhrn	345
<b>9</b>	<b>Analýza rozptylu: porovnání více průměrů</b>	<b>347</b>
9.1	Analýza rozptylu při jednoduchém třídění	349
9.1.1	Ověření předpokladů analýzy rozptylu	353
9.1.2	Simultánní porovnávání	354
9.1.3	Velikost účinku	356
9.1.4	Kruskalův-Wallisův test	357
9.1.5	Jonckheerův-Terpstrův test	358
9.2	Analýza rozptylu dvojnásobného třídění	361
9.3	Analýza rozptylu s opakováním měření	367
9.3.1	Friedmanův test	370
9.3.2	Vnitrotřídní koeficient korelace	372
9.3.3	Konkordance	375
9.3.4	Další přístupy k analýze opakovaných měření	377
9.4	Náhodný výběr, randomizace a analýza rozptylu	377
	Souhrn	381
<b>10</b>	<b>Mnohonásobná lineární regrese</b>	<b>383</b>
10.1	Mnohonásobná regrese a metoda nejmenších čtverců	384
10.2	Lineární model, statistické testy a intervalové odhady	389
10.3	Hledání optimální množiny prediktorů	392
10.4	Předpoklady lineárního modelu	393
10.5	Aplikační problémy v regresní analýze	394
10.6	Mnohonásobná regrese a analýza rozptylu	395
10.7	Analýza kovariance a analýza dat typu pretest-posttest	399
10.8	Porovnávání vnořených modelů	410
10.9	Neparametrické testy v lineárním modelu	411
	Souhrn	415
<b>11</b>	<b>Rozsah výběru, síla a velikost účinku</b>	<b>417</b>
11.1	Odhad průměru nebo rozdílu průměrů	419
11.2	Odhad relativní četnosti a rozdílu relativních četností	420
11.3	Testování průměrů	421

11.4	Síla testu nulové hypotézy o průměrech . . . . .	421
11.5	Rozsahy výběru odvozené na základě velikosti účinku . . . . .	423
11.6	Typy analýzy síly testu . . . . .	426
	Souhrn . . . . .	428
<b>12</b>	<b>Volba statistické metody . . . . .</b>	<b>429</b>
12.1	Klasifikace statistických metod . . . . .	429
12.2	Problémy testů statistické významnosti . . . . .	434
12.2.1	Analýza chybných interpretací a nedostatků . . . . .	435
12.2.2	Obrana a metody odstranění nedostatků . . . . .	438
12.3	Bayesovský přístup ke statistickému usuzování . . . . .	441
12.4	Výpočetně intenzivní metody . . . . .	447
12.4.1	„Bootstrap“ . . . . .	448
12.4.2	„Jackknife“ . . . . .	448
12.4.3	Křížová validizace . . . . .	448
12.4.4	Grafická analýza . . . . .	449
	Souhrn . . . . .	449
<b>13</b>	<b>Metody vícerozměrné analýzy . . . . .</b>	<b>451</b>
13.1	Charakteristiky vícerozměrných metod . . . . .	451
13.1.1	Metody externální analýzy . . . . .	452
13.1.2	Metody internální analýzy . . . . .	453
13.1.3	Metody strukturální analýzy . . . . .	454
13.2	Logistická regresní analýza . . . . .	455
13.3	Modelování závislosti pomocí regresních stromů . . . . .	459
13.4	Víceúrovňové modelování závislosti . . . . .	464
13.4.1	Základní koncept analýzy víceúrovňových dat . . . . .	465
13.4.2	Analýza křivek růstu . . . . .	470
13.4.3	Plány výzkumu vhodné pro víceúrovňovou regresi . . . . .	473
13.4.4	Problémy víceúrovňového modelování . . . . .	473
13.5	Analýza historie události . . . . .	475
13.5.1	Funkce přežití . . . . .	478
13.5.2	Odhad funkce přežití $S(t)$ . . . . .	479
13.5.3	Tabulka přežití . . . . .	481
13.5.4	Testy shody funkcí přežití . . . . .	483
13.5.5	Coxův regresní model . . . . .	486
13.6	Shluková analýza . . . . .	491
13.7	Analýza hlavních komponent . . . . .	499
13.8	Explorační faktorová analýza . . . . .	505
13.9	Kanonická korelační analýza . . . . .	512

13.10	Diskriminační analýza a klasifikace . . . . .	518
13.11	Mnohorozměrné škálování . . . . .	529
13.12	Modelování pomocí latentních proměnných . . . . .	533
13.12.1	Grafické vyjádření modelů . . . . .	535
13.12.2	Analýza korelačních cest – úseková analýza . . . . .	535
13.12.3	Konfirmační faktorová analýza . . . . .	538
13.12.4	Metody odhadu a posuzování vhodnosti modelů . . . . .	545
13.12.5	Užití faktorové analýzy při vývoji škál . . . . .	549
13.12.6	Analýza pomocí modelu LISREL . . . . .	552
13.12.7	Sběr dat a chybějící hodnoty . . . . .	560
13.12.8	Problém identifikace modelů . . . . .	561
13.12.9	Formativní a efektové latentní proměnné . . . . .	562
13.12.10	Proces modelování latentními proměnnými . . . . .	565
13.12.11	Aplikace modelů s latentními proměnnými . . . . .	569
13.12.12	Problémy modelování pomocí latentních proměnných . . . . .	572
13.13	Vícerozměrné kontingenční tabulky . . . . .	573
13.14	Analýza latentních tříd . . . . .	577
13.15	Analýza pomocí IRT modelů . . . . .	582
13.16	Korespondenční analýza . . . . .	588
13.17	Zobecněný lineární regresní model . . . . .	592
13.18	Korelační koeficient v analýze časových řad . . . . .	600
	Souhrn . . . . .	607
<b>14</b>	<b>Metaanalýza . . . . .</b>	<b>609</b>
14.1	Etapy metaanalýzy . . . . .	612
14.1.1	Definice problému . . . . .	613
14.1.2	Vyhledání a selekce primárních studií . . . . .	614
14.1.3	Vytváření matice dat kódováním . . . . .	615
14.1.4	Agregace výsledků jednotlivých studií . . . . .	616
14.1.5	Hledání moderujících proměnných, analýza citlivosti . . . . .	616
14.1.6	Interpretace výsledků . . . . .	617
14.1.7	Prezentace výsledků . . . . .	617
14.1.8	Alternativní schémata metaanalýzy . . . . .	618
14.2	Statistické metody metaanalýzy . . . . .	619
14.2.1	Jednoduché metody metaanalýzy . . . . .	619
14.2.2	Agregace velikosti účinku a test homogenity . . . . .	621
14.2.3	Základní modely variability velikostí účinku . . . . .	623
14.2.4	Varianty velikostí účinku . . . . .	624
14.2.5	Dopočítávání velikosti účinku . . . . .	629
14.2.6	Kódování informací o účinku . . . . .	631

14.2.7	Moderující proměnné a analýza citlivosti . . . . .	632
14.2.8	Publikační zkreslení . . . . .	633
14.2.9	Grafické metody metaanalýzy . . . . .	634
14.3	Příprava zprávy o výsledcích metaanalýzy . . . . .	639
14.3.1	Informace o procesu hledání . . . . .	639
14.3.2	Informace o základních výsledcích jednotlivých studií . . . . .	639
14.3.3	Výsledky analýzy dat . . . . .	639
14.3.4	Diskuse výsledků . . . . .	640
14.4	Mnohorozměrné metody v metaanalýze . . . . .	643
14.5	Výhody a nevýhody metaanalýzy . . . . .	645
	Souhrn . . . . .	648
<b>15</b>	<b>Závěrečná zpráva o výzkumu . . . . .</b>	<b>649</b>
15.1	Struktura výzkumné zprávy . . . . .	651
15.2	O roli etiky ve statistice a při zpracování výzkumné zprávy . . . . .	660
	Souhrn . . . . .	663
<b>16</b>	<b>Statistické programové systémy . . . . .</b>	<b>665</b>
16.1	Statistické systémy – charakteristiky a příklady . . . . .	665
16.2	Volné statistické systémy . . . . .	667
16.3	Statistický systém a jazyk R . . . . .	669
	Souhrn . . . . .	681
<b>Přílohy . . . . .</b>		<b>683</b>
Příloha A	Struktura závěrečné zprávy . . . . .	683
Příloha B	Statistické tabulky . . . . .	686
Příloha C	Základní pojmy a vztahy vektorového a maticového počtu . . . . .	702
Příloha D	Jednodimenzionální faktorové modely měření . . . . .	709
Příloha E	Řecká abeceda . . . . .	711
Příloha F	Zápis speciálních symbolů . . . . .	711
Příloha G	Popis vybraných příkazů v jazyku R . . . . .	712
<b>Použitá literatura . . . . .</b>		<b>719</b>
<b>Rejstřík . . . . .</b>		<b>726</b>