

# PSY717 - Statistická analýza dat

## VYUČUJÍCÍ

**Mgr. Stanislav Ježek, PhD.** – garance kurzu, přednášky, semináře  
[jezek@fss.muni.cz](mailto:jezek@fss.muni.cz), 549494616, konzultační hodiny: úterý 13 – 15, FSS 2.47

**Mgr. Jan Širůček** – přednášky, semináře  
[sirucek@fss.muni.cz](mailto:sirucek@fss.muni.cz), 549498263, konzultace po dohodě emailem, FSS 2.47

## CHARAKTERISTIKA KURZU

Cílem kurzu je seznámit studenty se základy statistiky používané v psychologickém výzkumu. Studenti získají porozumění základním prvkům statistiky a dovednost je aktivně i pasivně používat. Studenti získají dovednost připravit data pro statistické zpracování, spočítat základní statistiky, otestovat běžné typy hypotéz. Kurz klade důraz i na komunikaci, tj. slovní popis výsledků i schopnost porozumět takto popsaným výsledkům v empirických kvantitativních studiích. V rámci kurzu jsou studenti seznamováni paralelně s českou i anglickou terminologií, aby byli po skončení kurzu schopni dále studovat a používat internetové zdroje.

### Návaznosti kurzu

Kurz úzce souvisí s výukou metodologie. Mnoho problémů v metodologii má statistický základ a naopak mnohé problémy či omezení statistiky je potřeba zohledňovat v metodologii. Studijním programem stanovené pořadí absolvování kurzů je statistika – metodologie a v souladu s tím je koncipován obsah těchto povinných kurzů. Toto propojení je nezbytné pro vypracování diplomové práce a je součástí požadavků při státní bakalářské zkoušce.

Na statistice stojí také značná část psychometrie a tvoří tak přirozený základ pro studium psychodiagnostiky na magisterském stupni.

Předpokladem pro studium základů statistiky je běžné středoškolské vzdělání.

## ORGANIZACE KURZU

Počet kreditů: 5

Ukončení kurzu: zkouška

## PROGRAM

Během semestru proběhnou 3 setkání.

Program prvního setkání.

Konzultace k problémovým okruhům 1 – 3.

Průběžný test 1

Zadání seminární práce

Program druhého setkání

Konzultace k problémovým okruhům 4 – 6.

Průběžný test 2

Program třetího setkání

Konzultace k problémovým okruhům 7 – 10.

Průběžný test 3

Zpětná vazba na seminární práci

## INFORMAČNÍ SYSTÉM MU

V informačním systému MU části Studijní materiály k předmětu PSY717 najdou studenti podklady k tématům uvedeným v sylabu především v podobě prezentací z přednášek a odkazů na další zdroje informací. Na stejném místě jsou též k dispozici pokyny nezbytné k plnění písemných úkolů, popř. doplňky k tomuto sylabu. Studijní materiály jsou společné s prezenčními variantami tohoto kurzu.

## KOMUNIKACE S VYUČUJÍCMI

Preferovaným komunikačním kanálem pro osobní komunikaci týkající se kurzu je email. Používejte prosím „PSY717“ v předmětu svých emailů. Urychlíte tím jejich vyřízení. Emaily adresujte dr. Ježkovi.

V případě dotazů týkajících se látky kurzu, využijte prosím v maximální možné míře předmětové diskuzní fórum. Je pravděpodobné, že odpověď na Váš dotaz by mohl zajímat i Vaše spolužáky, a byla by proto škoda uzavřít takovou komunikaci do soukromí emailů. Všichni vyučující kurzu diskuzní fóra pravidelně sledují a přispívají do nich.

K důležitým ohlášením používáme hromadný email studentům.

## POŽADAVKY NA UKONČENÍ KURZU

V průběhu semestru mají studenti za úkol pracovat na níže uvedených úkolech. Jejich realizace je podmínkou pro to, aby se student mohl přihlásit ke zkoušce. Seminární úkoly jsou zadávány na seminářích a v případě potřeby doplňovány informacemi v IS.

Práce se se odevzdávají v *odevzdávací* ve studijních materiálech předmětu. Jméno vkládaného souboru s první seminární prací musí být **S1.doc** (resp. **S2.doc** pro případnou druhou)<sup>1</sup> a nic víc; IS k němu automaticky přidá jméno vkládajícího studenta. Komentář/popisek nechejte nevyplněný.

Seminární práce jsou hodnoceny na následující škále: **přijata (10b)**, **nepřijata (0b)**. „Nepřijetím“ je míněno vrácení k přepracování. Na přepracování má autor týden ode dne vrácení. Vynikajícím pracím může být uděleno ještě 5 bodů jako bonus. Opravené práce vkládejte do ISu do stejné odevzdávací jako práce původní. Jako jméno vkládaného souboru nyní použijte **S1o.doc**. Přijaté opravené práce budou hodnoceny **5 body**.

Stanovené rozsahy prací jsou záměrné a závazné. Práce nedosahující minima i práce překračující maximum budou automaticky vráceny bez komentářů jako nepřijaté.

### Seminární práce 1: Popularizační sdělení (detaily budou ještě doplněny)

Cílem tohoto nového úkolu je získat aktivní zkušenost s prezentací statistik v popularizačním mediálním sdělení. Tento úkol vyžaduje zamyslet se nad tím, jak jednotlivým statistikám rozumí obecně středoškolsky a vysokoškolsky vzdělaní lidé a jak je vnímají. Úkolem studenta je zvolit si jeden z dodaných výzkumných článků a na jeho základě vytvořit krátké sdělení, jaké by se mohlo objevit na blogu, ve sloupku v nedělní příloze novin apod. Mělo by být zachováno jádro zjištění a závěrů původní studie a čtenář by měl dostat do rukou i informace, které by mu umožnily kriticky přemýšlet o předkládaných zjištěních (tj. vybrané a vhodně prezentované statistiky; minimálně jedno grafické zobrazení výsledků). Často je vhodné si o dané studii a tématu zjistit více. To proto, že bývá zvykem výsledky prezentované studie přiblížit laickému čtenáři i vhodnou aplikací do praxe/života: „Kdyby to byla pravda, pak...“.

Seminární práci lze zpracovat i na jiné téma, např. z oblasti historické provázanosti statistiky a psychologie, vizualizace dat či kontroverzí kolem statistického testování hypotéz. Lze uvažovat i o jiném formátu sdělení, než eseji či úvaze. Pokud chcete zpracovávat nějaké takové téma, učiňte prosím písemnou nabídku emailem svému vedoucímu seminární skupiny, a to do **31.3**. Nabídka by měla na několika řádcích obsahovat základní tezi a navrhovaný způsob/formát zpracování. Zvolené téma lze zpracovat pouze po odsouhlasení vedoucími seminární skupiny (nejde o cenzuru, jen chceme předejít zbytečným zklamáním).

Závazný rozsah práce je **2500 - 3500** znaků vč. mezer.

Termín: **6.5**.

<sup>1</sup> Práce lze odevzdávat ve všech běžných editovatelných formátech textových dokumentů – doc, rtf, odt apod. Prosím, neodevzdávejte práce v obtížně editovatelných formátech, jako je např. pdf, djvu.

### Průběžné hodnocení

V průběhu semestru bude na každém setkání zařazen krátký průběžný desetiminutové testy. V každém bude možné získat 10b.

Množství bodů z průběžných testů, které se bude počítat do celkového hodnocení, se počítá podle následujícího excelovského vzorce:  $ZAOKROUHLIT((SUMA(P1;P2;P3)-MIN(P1;P2;P3))*1,5;0)$ . Tento výpočet eliminuje jedno zakolísání směrem dolů (včetně případné absence).

Na průběžné písemky se náhradní termíny poskytují pouze výjimečně.

### Zkouška

Kurz je zakončen zkouškou. Zkouška má písemnou podobu a je možné za ni získat **50b**. K úspěšnému složení zkoušky je nutné získat minimálně **30b**.

Zkouší se v rozsahu látky, který je vymezen v tomto sylabu k předmětu PSY717.

### Celkové hodnocení

Celkem lze v průběhu kurzu získat 40b; za závěrečnou zkoušku lze získat 50b.

Celkové hodnocení bude používat následující stupnici

**A: 90 - 80b    B: 79 – 72b    C: 71 – 64b    D: 63 – 56b    E: 55 – 48b    F: 47 a méně bodů.**

### Uznávání dříve absolvovaných kurzů statistiky

1. **Ekvivalentní kurzy dříve absolvované na katedře psychologie FSS** budou uznávány v plné míře (tj. hodnocení „U“ do ISu). Své žádosti o uznání v takovém případě směrujte sekretářce katedry psychologie.

2. **Kurz SOC108/708** uznáváme v plné míře, pokud jej student absolvuje s hodnocením A. V ostatních případech viz bod 3.

3. **Kurzy absolvované jinde než na katedře psychologie FSS** budou uznávány tou formou, že jejich absolventi nebudou povinni plnit požadavky na práci v semestru (seminární práce, průběžné písemky) a bude jim za ně započítán plný počet bodů (10b). I nadále jsou však povinni absolvovat závěrečnou zkoušku. Žádosti o uznání v tomto případě zasílejte na mail [jezek@fss.muni.cz](mailto:jezek@fss.muni.cz). V předmětu zprávy použijte „uznání PSY717“ (bez diakritiky). V textu stačí uvést kód absolvovaného předmětu na FSS. V případě žádosti o uznání kurzů z jiné fakulty či univerzity, uveďte též odkaz na sylaby absolvovaných kurzů, popř. sylaby přímo přiložte. **Žádosti zasílejte do konce 2. týdne semestru.** Později zasláným žádostem nebude vyhověno.

### Omluvy

Omluvy jsou přijímány pouze předem. Pozdější omluvy budou akceptovány, pouze pokud šlo o nepředvídatelné případy. Víte-li o tom, že budete mít ze závažných důvodů problémy s dodržением některého z termínů, informujte o tom některého z vyučujících co nejdříve.

### ÚČAST NA VÝZKUMU V RÁMCI KURZU

V rámci účasti kurzu mohou být studenti požádáni o účast na výzkumech jak pro zlepšení kvality kurzu samotného, tak i pro další účely spojené s výzkumným zaměřením katedry. Účast v těchto výzkumech je ryze dobrovolná a nemá vliv na úspěšné ukončení kurzu či získané hodnocení.

### LITERATURA

#### Základní zdroje

Hendl, J. [*JH*]: *Přehled statistických metod zpracování dat. Analýza a metaanalýza dat*. Brno: Portál 2004.

Howitt D., Cramer, D.[*HC*]: *Introduction to statistics in psychology, 5th*. Pearson, 2011. Online materiály pro studenty na [http://wps.pearsoned.co.uk/ema\\_uk\\_he\\_howitt\\_statpsych\\_5/175/44877/11488739.cw/index.html](http://wps.pearsoned.co.uk/ema_uk_he_howitt_statpsych_5/175/44877/11488739.cw/index.html)

Glass, G. V., Hopkins, K. D. [GH]: *Statistical methods in education and psychology, 3rd Ed.* Allyn and Bacon, 1996.<sup>2</sup>

**Doplňující zdroje** (některé jsou ve studijních materiálech)

- Abelson, R.: *Statistics as a principled argument.* Hillsdale: LEA, 1995.
- Arbuthnott, J.: An argument for Divine Providence taken from the constant regularity observ'd in the birth of both sexes. *Philosophical Transactions*, 1710 (27), 186 – 190.
- Baron, J.[1]: Hypotheses testing. Kapitola 7 v J. Baron: *Thinking and deciding, 4<sup>th</sup>*, s. 161- 182. Cambridge: CUP, 2008.
- Baron, J.[2]: Judgement of correlation and contingency. Kapitola 8 v J. Baron: *Thinking and deciding, 4<sup>th</sup>*, s. 183 - 198. Cambridge: CUP, 2008.
- Cohen, J.: The Earth is round ( $p < .05$ ). *American psychologist*, 1994 (49), 12, 997 – 1003.<sup>3</sup>
- Cohen, J.: A Power primer. *Psychological Bulletin*, 1992 (112), 1, 155 – 159.<sup>3</sup>
- Cowles, M.: *Statistics in psychology. An historical perspective, 2<sup>nd</sup> Ed.* Mahwah: LEA, 2001.
- Emerson, J. D., Hoaglin, D. C.: Stem-and-leaf displays. In D. C. Hoaglin, F. Mosteller, J. W. Tukey (Eds.), *Understanding Robust and Exploratory Data Analysis*, 7 – 32. New York: Wiley, 1983.
- Field, A.: *Discovering statistics using SPSS, 3<sup>rd</sup> Ed.* Sage, 2009. (popř. 4. vydání z r 2013 nebo 2. vydání z r. 2005)<sup>3</sup>
- Freeman, J., Walters, S.J., Campbell, M.J.: *How to display data.* Blackwell, 2008.<sup>4</sup>
- Gaito, J.: Measurement Scales and Statistics: Resurgence of an Old Misconception. *Psychological Bulletin*, 1986, 87 (3), 564 – 567.
- Gigerenzer, G.: In the year 2054: Innumeracy defeated. In P. Sedlmeier, T. Betsch (Eds.), *etc.: Frequency processing and cognition*, 55 – 66. Oxford: Oxford University Press, 2002.
- Good, P. I., Hardin, J. W.: *Common errors in statistics (and how to avoid them).* Wiley-Interscience 2003.
- Gupta, V.: *Statistical analysis with Excel.* VJ Books, 2002.<sup>5</sup>
- Huck, S.: *Reading statistics and research*, 6<sup>th</sup>. Pearson, 2012.
- Lord, F. M.: On the statistical treatment of football numbers. *American Psychologist*, 1953, 8, s. 750-751.
- Morgan, G. A. et al: Chapter 2 - Data coding, entry and checking. In G. A. Morgan et al: *SPSS for introductory statistics. Use and interpretation, 2<sup>nd</sup> ed*, 15 – 22. LEA, 2004.
- Morgan, S. E., Reichert, T., Harrison, T. R.: *From numbers to words. Reporting statistical results for the social sciences.* Allyn & Bacon, 2002.
- Nickerson, R. S.: Null hypothesis significance testing: a review of an old and continuing controversy. *Psychological methods*, 2000 (5), 2, 241 – 301.
- Osecká, L., Osecký, P.: *Receptář jednoduchých metod statistické indukce.* Brno, AV ČR 1996.<sup>6</sup>
- Savage, S., Wainer, H.: Until Proven Guilty: False Positives and the War on Terror. *Chance*, 2008 (21), 1, 59 – 62.
- Scholten, A. Z., Borsboom, D.: A reanalysis of Lord's statistical treatment of football numbers. *Journal of Mathematical Psychology*, 2009 (53), 69 – 75.
- Swoboda, H.: *Moderní statistika.* Praha: Svoboda, 1977.<sup>7</sup>
- Tversky, A., Kahneman, D.: Belief in the law of small numbers. In D. Kahneman, P. Slovic, A. Tversky (Eds.), *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*, 23 – 31. Oxford: Oxford University Press, 1982. Více též v přednášce při přebírání Nobelovy ceny na [http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/economics/laureates/2002/kahneman-lecture.html](http://nobelprize.org/nobel_prizes/economics/laureates/2002/kahneman-lecture.html).
- Urbánek, T.: K prezentaci výsledků statistických analýz, 1. část. *ČsPsych*, 2007 (51), 6, 601 – 609.
- Urbánek, T.: K prezentaci výsledků statistických analýz, 2. část. *ČsPsych*, 2008 (52), 1, 70 – 79.
- Urbánek, T., Denglerová, D., Širůček, J.[UDŠ]: *Psychometrika - měření v psychologii.* Praha: Portál 2011.
- Utts, J.: What educated citizens should know about statistics and probability. *American Statistician*, 2003 (57), 2, 74 – 79.

<sup>2</sup> Původní hlavní ideový zdroj kurzu, mohu zapůjčit. Výňatky (co nenajdu v [HC]) budou v ISu.

<sup>3</sup> Velmi ceněná učebnice. Přeskakuje základy a jde přímo na věc se SPSS. V knihovně je třetí vydání nejméně v 5 výtiscích prezenčně. Hlavní učebnice navazujícího kurzu PSY252.

<sup>4</sup> Vynikající, jednoduchý zdroj o grafickém zobrazování dat.

<sup>5</sup> Příručka k tomu, jak dělat statistiku v Excelu.

<sup>6</sup> Dostupné ve studijních materiálech

<sup>7</sup> Starý, ale čtivý text. Dobrý jako popularizační úvod do statistiky. Je v několika výtiscích v knihovně FSS.

de Vaus, D.: How to prepare data for analysis. In D. de Vaus, *Analyzing social science data: 50 key problems in data analysis*, 1 – 16. Sage, 2002

Wainer, H.: The most dangerous equation: Ignorance of how sample size affects statistical variation has created havoc for nearly a millenium. *American Scientist*, 2007, 95 (3), 249 – 256.

### Statistický populár pro rozšíření obzorů

Mlodinow, L.: *Život je jen náhoda. Jak náhoda ovlivňuje naše životy*. Praha: Slovart, 2009.

Best, J.: *Damn lies and statistics: untangling numbers from the media, politicians and activists*. Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 2001.

Best, J.: *More damn lies and statistics: how numbers confuse public issues*. Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 2004.

Cowles, M.: *Statistics in psychology – an historical perspective, 2<sup>nd</sup>*. LEA, 2001<sup>8</sup>.

Huff, D.: *How to lie with statistics*. New York: W.W. Norton & Company, Inc., 1954.

Hooke, R.: *How to tell the liars from the statisticians*. New York: Marcel Dekker, 1983.<sup>9</sup>

Salsburg, D.: *The lady tasting tea: how statistics revolutionized science in the twentieth century*. W. H. Freeman and Company, 2001.

Woolfson, M. M.: *Everyday probability and statistics. Health, elections, gambling and war*. London: Imperial College Press, 2008.

### Internetové zdroje

Zdroj o zdrojích, online kalkulačkách apod.: <http://statpages.org/>

Bohatá doplňující stránka k Huck (2012): <http://www.readingstats.com>

Vynikající zdroj o statistice, spíše pro pokročilé. <http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html>

Online učebnice: <http://en.wikibooks.org/wiki/Statistics>

### Software

Pro procvičování statistiky je nutná zejména zručnost v používání tabulkového kalkulátoru, např. MS Office Excel či OpenOffice.org Calc. Většinu základních statistik je možné spočítat v tabulkovém kalkulátoru. Stejně tak správa dat je v malých výzkumných projektech podstatně pohodlnější v tabulkových kalkulátorech než specializovaném statistickém software.

Na univerzitách jsou běžně využívány obecné statistické softwarové balíky, u nás SPSS a Statistica. Ty jsou však velmi drahé a pro běžnou neakademickou praxi obsahují spoustu nepotřebných funkcí. Univerzální a drahý software lze dnes snadno nahradit použitím malých specializovaných aplikací na internetu. Jejich přehled naleznete např. na <http://statpages.org/>.

I když práce se statistickým software není těžištěm tohoto kurzu, doporučujeme studentům, aby se SPSS v průběhu kurzu zkusili pracovat a naučili se číst jeho výstupy.

G\*Power (<http://www.psych.uni-duesseldorf.de/aap/projects/gpower/>) je program pro kalkulace související se silou testu. Zvláště vhodný pro odhad potřebné velikosti vzorku při plánování výzkumu.

## PROBLÉMOVÉ OKRUHY

Níže uvedené problémové okruhy jsou součástí přednášek předmětu PSY117. Jedná se o relativně rozsáhlé okruhy, takže některé pojmy a přístupy uvedené v sylabu se na přednáškách objeví pouze v podobě odkazu na literaturu k samostudiu.

### 1. Proměnné, výzkumný kontext

Data, proměnné, úrovně měření, kvalita měření, organizace dat, kontrola dat. Tvorba datové matice (v Excelu a SPSS), kódování proměnných.

Literatura: [HC] kap 1; 43–50; [UDŠ] 59–66; [JH] 81–85; Morgan at al; de Vaus

<sup>8</sup> Příběh toho, jak se psychologie a statistika společně vyvíjely.

<sup>9</sup> Jedno až dvoustránková zamyšlení nad statistikou v každodenním životě. Zdaleka není tak stará, jak vypadá.

## 2. Zobrazování dat, četnosti, distribuce

Tabelace dat, šíře intervalů, minimum, maximum, odlehlá hodnota (outlier), absolutní a relativní četnosti (frekvence), kumulativní absolutní a relativní četnosti, rozložení (rozdělení) četností (dat), tvary rozložení (normální, bimodální, uniformní, pozitivně zešikmené, negativně zešikmené), normální (Gaussovo) rozložení, velikosti oblastí pod křivkou normálního rozložení, Poissonovo rozložení, graf absolutních a relativních četností, sloupcový graf, histogram

Literatura: [HC] kap 2 a 4; [JH] kap 3; [GH] kap. 6; Good, Hardin (2003) 107–125; stonkolist: Emerson, Hoaglin (2003), Gaussova křivka: Swoboda 73–87.

## 3. Míry centrální tendence a variability, transformace

Modus, medián, průměr, vážený průměr, vhodnost použití různých měr centrální tendence, (variační) rozpětí, kvartilové rozpětí, směrodatná odchylka (populační, výběrová), rozptyl, vliv přičítání konstanty a násobení konstantou na  $m$  a  $s$ ,  $z$ -skóry a další standardní skóry ( $T$ ,  $IQ$ ), normalizované skóry, percentily, šikmost, špičatost, krabicový graf s anténami

Literatura: [HC] kap 3 a 5; [JH] kap 3; [UDŠ] 245 – 254; [GH] 94.

## 4. Pravděpodobnost a pravděpodobnostní rozložení

Pojetí pravděpodobnosti, počítání s pravděpodobnostmi, náhodné jevy, náhodné proměnné, podmíněné pravděpodobnosti, Bayesův teorém, pravděpodobnostní rozložení náhodné proměnné, (standardizované) normální pravděpodobnostní rozložení a další běžná rozložení.

Literatura: [JH] kap 4 (121–140), 139-145; [GH] kap. 6 a 9; Swoboda 29 – 33; [HC] kap 15

## 5. Vztahy mezi proměnnými, korelace

Korelace – Pearsonův, Spearmanův, Kendallův koeficient a jejich vlastnosti. Koeficient determinace, kovariance. Kontingenční tabulka, marginální četnosti. Lineární vztah, monotónní vztah, pozitivní a negativní vztah. Těsnost vztahu. Bodový graf. Parciální a semiparciální korelace. Korelace mezi položkami, Cronbachovo  $\alpha$ .

Literatura: [HC] kap 6, 7, 36 a v druhé půli semestru 10 ; [JH] 247–276; Baron[2]

## 6. Lineární regrese

Statistická predikce, lineární vs. nelineární regrese, lineární a kvadratická funkce, odhad, modelování, regrese, reziduum, prediktor, závislá a nezávislá proměnná, zdroje variability, stanovení regresní přímky metodou nejmenších čtverců, regresní rozptyl a reziduální rozptyl, koeficient determinace jako ukazatel úspěšnosti regrese, homoskedascita, mnohočetná (mnohonásobná) regrese, logistická regrese

Literatura: [HC] kap 8; [JH] 277 – 290

## 7. Statistická indukce, intervalové odhady

Vzorek(výběr), statistiky vs. parametry, estimační vlastnosti popisných statistik, výběrová rozložení, centrální limitní teorém, směrodatná chyba (průměru), výběrové rozložení průměru, relativní četnosti, rozptylu, bodové vs. intervalové odhady.

Literatura: [HC] kap 9, 11, 37; Hendl 156–181

## 8. Testování hypotéz

Statistická (nulová) hypotéza, výzkumná (alternativní) hypotéza, jednostranná vs. oboustranná hypotéza (test); Bayesovský přístup k testování hypotéz vs. Fisher-Pearson-Neymanovský (tradiční) přístup, úroveň (hladina) statistické významnosti, chyba I. a II. typu a jejich pravděpodobnost, (statistická) síla testu, jednovýběrový  $t$ -test, dvouvýběrový  $t$ -test (pro nezávislé výběry), párový  $t$ -test ( $z$ -test), Levenův test, testování korelačního koeficientu, velikost efektu, Cohenovo  $d$ , transformace z  $d$  na  $r$  a naopak.

Literatura: [HC] kap 10, 12, 13, 16, 17, 34; Hendl 181–196; 213–230; 245; 417–441; 252–253; 413–419; Osečtí 1-36; Cohen 1992, 1994; Arbuthnott; Baron[1]

## 9. Testy pro nominální a ordinální proměnné

Parametrické vs. neparametrické testy, znaménkový test, test relativních četností, test dobré shody ( $\chi^2$ ), závislost kategoriálních proměnných ( $\chi^2$ , Cramerovo  $V$ , koeficient shody pozorovatelů  $\kappa$ ), Wilcoxonovy testy (jednovýběrový, dvouvýběrový), Mann-Whitney  $U$ .

Literatura: [HC] kap 14,18; Hendl 197–204; 230–244, 307–338

## 10. Analýza rozptylu

Problém s prováděním většího počtu testů, rybaření v datech, Bonferroniho korekce, princip analýzy rozptylu, rozptyl mezi skupinami (SS, MS), rozptyl uvnitř skupin (SS, MS), statistika  $F$  ( $F$  test), analýza rozptylu s jedním faktorem (one-way), předpoklady analýzy rozptylu, post-hoc testy (S-N-K, Scheffe, LSD), velikost účinku ( $\eta^2$ ,  $\omega^2$ ), interakce faktorů

Literatura: [HC] kap 19, 20 Hendl 204–206, 347–360