

Neparametrické testy

- parametrické a neparametrické testy
 - pořadové neparametrické testy
 - test Chí-kvadrát
 - test nezávislosti proměnných
 - test dobré shody
-

Parametrické testy

- t-testy a analýza rozptylu jsou tzv. parametrické testy
 - parametr = charakteristika populace (průměr, rozptyl)
 - parametrické testy používají při výpočtech závěry o hodnotě nějakého parametru pravděpodobnostního rozdělení
-

Parametrické testy

- např. u t-testu předpokládáme, že směrodatné odchylky výběrů mohou posloužit jako odhad pro směrodatnou odchylku populace
 - podobně počítají s normálním rozdělením měřeného znaku
 - pokud nejsou tyto předpoklady splněny, můžeme dojít k nepřesným výsledkům
-

Neparametrické testy

- neparametrické testy nezávisí na charakteristikách populace ani o nich nečiní žádné závěry
 - není vyžadováno normální rozdělení znaku
 - proto jsou tyto testy označovány také jako „distribution-free“ testy, nezávislé na rozdělení
-

Neparametrické testy

- proč potom vůbec používat parametrické testy?
 - mnoho parametrických testů je poměrně „odolných“ (tzv. robustních) vůči narušení předpokladů testu (např. menší odchylky od normálního rozdělení výsledky nezkreslí)
 - parametrické testy mají větší statistickou sílu než neparametrické (větší pravděpodobnost zjištění rozdílu, pokud skutečně existuje)
 - pro některé typy analýz neparametrické metody nejsou (např. neexistuje obecně přijímaná neparametrická faktoriální ANOVA)
-

Neparametrické testy

- hlavní **výhody** neparametrických testů
 - nejsou omezeny předpokladem normálního rozdělení
 - jsou často založeny na pořadí, dají se použít i pro ordinální data (kde můžeme spočítat pouze průměr, nikoli medián) i pro nominální (test Chí-kvadrát)
 - nejsou citlivé na extrémní hodnoty
-

Neparametrické testy

- využívají se v těchto situacích:
 - proměnné jsou měřeny na ordinální úrovni
 - velikost souboru je malá
 - hodnoty měřeného znaku nejsou rozděleny normálně
 - pro zvýšení validity závěrů z parametrických metod
-

Neparametrické testy

- přehled neparametrických ekvivalentů parametrických testů
 - t-test pro nezávislé výběry – Mann-Whitneyův U test, Wilcoxonův test
 - t-test pro závislé výběry – Wilcoxonův test
 - analýza rozptylu – Kruskal-Wallisův test
 - opakovaná měření (ANOVA) – Friedmanův pořadový test
-

Test Chí-kvadrát

- používá se při analýze **kategoriálních** dat
 - chí-kvadrát může být použit
 - pro testování rozdělení jedné proměnné (test dobré shody)
 - testování nezávislosti dvou proměnných
-

Test Chí-kvadrát

- chí-kvadrát pro testování nezávislosti proměnných se používá pro nominální nebo ordinální proměnné
 - data jsou uspořádána do tzv. kontingenční tabulky (viz příklad)
-

Příklad

- zajímá nás, jak souvisí model manželství s jeho vydařeností
 - model manželství má kategorie: dominance žena, dominance muž, kooperace
 - vydařenost má 3 kategorie – vydařené, průměrné, nevydařené
 - pozn.: jde o manželství rodičů respondentů, tak jak je posuzují oni (zdroj dat – výzkum doc. Plaňavy)
-

Příklad

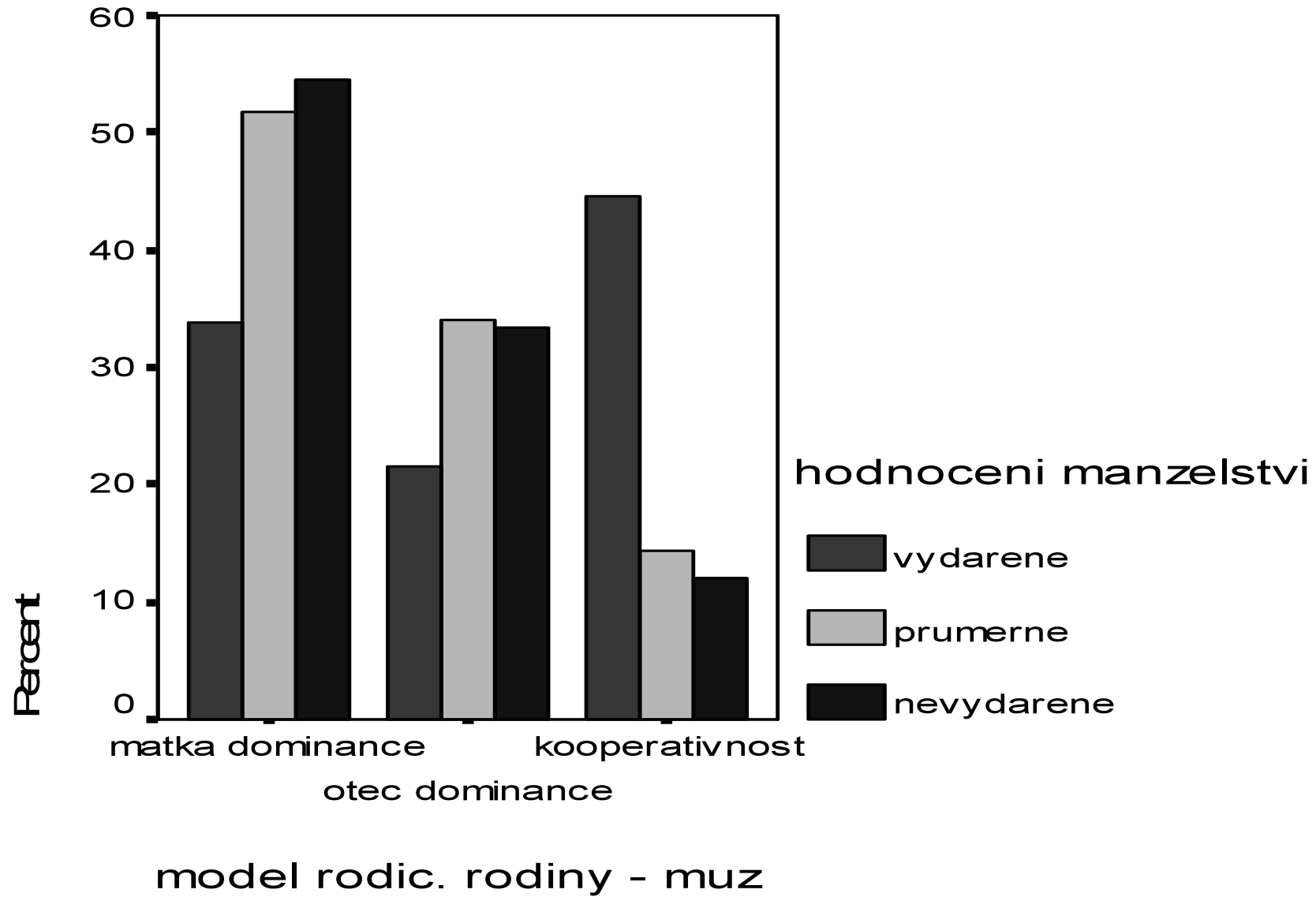
- otázka zní: liší se podíl vydařených, průměrných a nevydařených manželství u rodin, kde dominovala matka, rodin, kde dominoval otec a u rodin, kde nedominoval ani jeden z nich?
-

Kontingenční tabulka (SPSS)

model rodic. rodiny - muz * hodnoceni manzelstvi rodicu - muz Crosstabulation

Count

		hodnoceni manzelstvi rodicu - muz			Total
		vydarene	prumerne	nevydarene	
model rodic. rodiny - muz	matka dominance	22	29	18	69
	otec dominance	14	19	11	44
	kooperativnost	29	8	4	41
Total		65	56	33	154



Test Chí-kvadrát

- chí-kvadrát porovnává očekávané a pozorované četnosti
 - očekávané jsou četnosti za předpokladu, že proměnné jsou nezávislé
-

model rodic. rodiny - muz * hodnoceni manzelstvi rodicu - muz Crosstabulation

		hodnoceni manzelstvi rodicu - muz			Total	
		vydarene	prumerne	nevydarene		
model rodic. rodiny - muz	matka dominance	Count	22	29	18	69
		% within model rodic. rodiny - muz	31,9%	42,0%	26,1%	100,0%
	otec dominance	Count	14	19	11	44
		% within model rodic. rodiny - muz	31,8%	43,2%	25,0%	100,0%
	kooperativnost	Count	29	8	4	41
		% within model rodic. rodiny - muz	70,7%	19,5%	9,8%	100,0%
Total		Count	65	56	33	154
		% within model rodic. rodiny - muz	42,2%	36,4%	21,4%	100,0%



Příklad

- v našem příkladu bylo 42,2% vydařených manželství
 - pokud by proměnné (model a vydařenost manželství) byly vzájemně nezávislé, poměr vydařených manželství v jednotlivých modelech manželství by měl být přibližně stejný (a odrážet celkový podíl) – 42%
 - podobně ostatní kategorie...
-

Test Chí-kvadrát

□ očekávané četnosti – výpočet:

$$O_{ij} = (r_i s_j) / N$$

(pro každé políčko tabulky se vynásobí celkové četnosti z příslušného řádku se sloupcovými četnostmi a vydělí celkovým počtem osob)

Příklad

rodic. rodiny - muz * hodnoceni manzelstvi rodicu - muz Crosstab

Count

	hodnoceni manzelstvi rodicu - muz			Total
	vydarene	prumerne	nevydarene	
model rodic matka dominant	22	29	18	69
rodiny - muz otec dominance	14	19	11	44
kooperativnost	29	8	4	41
Total	65	56	33	154

Příklad

- pro první políčko tabulky (vydařená manželství s dominantní matkou) je očekávaná četnost

$$O_{ij} = (r_i s_j) / N$$

$$O_{11} = (r_1 s_1) / N$$

$$O_{11} = (69 * 65) / 154$$

$$\underline{O_{11}} = 29,12$$

Očekávané četnosti

model rodic. rodiny - muz * hodnoceni manzelstvi rodicu - muz Crosstabulation

			hodnoceni manzelstvi rodicu - muz			Total
			vydarene	prumerne	nevydarene	
model rodic. rodiny - muz	matka dominance	Count	22	29	18	69
		Expected Count	29,1	25,1	14,8	69,0
	otec dominance	Count	14	19	11	44
		Expected Count	18,6	16,0	9,4	44,0
	kooperativnost	Count	29	8	4	41
		Expected Count	17,3	14,9	8,8	41,0
Total	Count	65	56	33	154	
	Expected Count	65,0	56,0	33,0	154,0	

Test Chí-kvadrát

- chí-kvadrát porovná očekávané četnosti s pozorovanými

$$\chi^2 = \sum [(\text{pozor. četnosti} - \text{oček.})^2 / \text{oček.}]$$

Příklad

$$\chi^2 = \Sigma [(\text{pozor. četnosti} - \text{oček.})^2 / \text{oček.}]$$

$$\chi^2 = (-7,1)^2/29,1 + 3,9^2/25,1 + 3,2^2/14,8 +$$
$$(-4,6)^2/18,6 + 3^2/16 + 1,6^2/9,4 +$$
$$11,7^2/17,3 + (-6,9)^2/14,9 + (-4,8)^2/8,8$$

$$\chi^2 = \mathbf{18,71}$$

Test Chí-kvadrát

- pro vyhledání kritické hodnoty χ^2 v tabulce musíme vypočítat ještě počet stupňů volnosti (df)
- **df = (ř-1) (s-1)**

(tj. počet řádků -1 krát počet sloupců -1)

Příklad

□ $df = (ř-1) (s-1)$

$df = (3-1) * (3-1)$

$df = 4$

□ v tabulkách vyhledáme kritickou hodnotu χ^2 pro $df=4$ a 5% hladinu významnosti

□ $\chi^2_{\text{krit}} = \mathbf{9,49}$

Příklad

□ $\chi^2_{\text{krit}} = 9,49$

□ $\chi^2 = 18,71$

□ **závěr:** vypočítaná hodnota je větší než kritická hodnota - očekávané a pozorované četnosti se liší na 5% hladině významnosti (tj. je malá pravděpodobnost, že proměnné jsou nezávislé)

Test Chí-kvadrát v SPSS

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	18,712 ^a	4	,001
Likelihood Ratio	18,837	4	,001
Linear-by-Linear Association	11,482	1	,001
N of Valid Cases	154		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 8,79.

Chí-kvadrát pro 1 proměnnou

- tzv. test dobré shody (goodness-of-fit test)
 - testuje, zda se rozdělení hodnot blíží předpokládanému rozdělení
 - opět porovnává očekávané a pozorované četnosti
 - předpokladem očekávaných četností není tentokrát nezávislost proměnných (máme jen 1)
-

Test dobré shody

- jak určíme očekávané četnosti?
 - např.:
 - předpoklad vyplývá z teorie (např. u genetických dat – poměr osob s projevem dominantní a recesivní alely)
 - nebo můžeme předpokládat stejné rozdělení do kategorií, tzv. předpoklad homogeneity
-

Příklad

- je počet sebevražd stejný každý den v týdnu?
 - zjistíme data pro rok 2000 (ČR)
-

Příklad

pondělí	255
úterý	247
středa	240
čtvrtek	206
pátek	236
sobota	192
neděle	226

Příklad

□ **očekávané četnosti**

- stejný počet sebevražd pro každý den v týdnu
 - celkem 1602 sebevražd
 - očekávaná četnost pro každý den je 228,9
-

Příklad

sebevrazdy - den v týdnu

	Observed N	Expected N	Residual
pondeli	255	228,9	26,1
utery	247	228,9	18,1
streda	240	228,9	11,1
ctvrtek	206	228,9	-22,9
patek	236	228,9	7,1
sobota	192	228,9	-36,9
nedele	226	228,9	-2,9
Total	1602		

Příklad

- vzorec pro výpočet je stejný
 - $\chi^2 = 13,44$
 - $df = k - 1$ (počet kategorií - 1)
 - $df = 6$
 - pro $df = 6$ a 5% hladinu významnosti je $\chi^2_{krit} = 12,59$
 - **rozdíl je statisticky významný**
-

Výstup v SPSS

Test Statistics

	sebevrazdy - den v tydnu
Chi-Square ^a	13,444
df	6
Asymp. Sig.	,036

- a. 0 cells (,0%) have expected frequencies less than 5. The minimum expected cell frequency is 228,9
-

Omezení Chí-kvadrátu

- 2 potenciální problémy:
 - malý počet osob – pokud má velké % políček tabulky očekávanou četnost menší než 5 (v ideálním případě by všechna měla mít oček. četnost nejméně 5 osob)
 - příliš velký počet osob – čím vyšší N , tím vyšší χ^2 (vyjdou významné i malé rozdíly)
-

Kontrolní otázky

- výhody a nevýhody neparametrických testů
 - kdy je možno využít chí–kvadrát jako test nezávislosti proměnných? (pro jaké typy proměnných?)
 - kdy se chí–kvadrát využívá jako test dobré shody?
-

Literatura

- Hendl kapitola 8
 - příklad použití testu Chí-kvadrát v empirické studii:
 - Samuels J., Bienvenu O.J., Cullen B., Costa P.T. Jr, Eaton W.W., Nestadt G. (2004). Personality dimensions and criminal arrest. *Comprehensive Psychiatry*, 45, 275-280.
-