

Metodologie pro ISK II

Testování hypotéz a zobecňování na populaci

Na začátek opakování z minula:

- Zlaté pravidlo pro indukční statistiku:
- **vysoká hodnota testu signifikance (tj. naměřená hodnota $> 0,05$) \rightarrow držíme nulovou hypotézu**
- **nízká hodnota testu signifikance (tj. naměřená hodnota $\leq 0,05$) \rightarrow zamítáme nulovou hypotézu**

Co znamená **naměřená hodnota**? Jaká je pravděpodobnost, že by testovací kritérium dosáhlo své hodnoty, případně hodnot ještě více svědčících proti, pokud by opravdu platila.



Testovací kritéria pro hypotézy

- Řada testovacích kritérií – pro různé druhy hypotéz různé testy

My nejčastěji upotřebíme:

- Porovnávání průměrů
 - Dvou populačních průměrů
 - Více populačních průměrů
- Porovnávání očekávaných a naměřených hodnot kategorizovaných proměnných (zobecnění Crosstabs)

Porovnávání více populačních průměrů

- Např. zkoumáme vztah mezi vzděláním a počtem dětí

Nulová a alternativní hypotéza:

- H_0 : Neexistuje rozdíl mezi počtem dětí u jednotlivých vzdělanostních skupin.
- H_a : Existuje rozdíl mezi počtem dětí u jednotlivých vzdělanostních skupin.

Porovnávání více populačních průměrů

- Nejprve si zjistíme rozdíly v naměřených průměrech
- Analyze – **Compare Means**

Porovnání průměrů ukazuje, že v naměřených hodnotách jsou rozdíly. Jsou však rozdíly i v populaci?

Q73_0 / počet dětí

Q27 / Jaké je Vaše ...	Mean	N	Std. Deviation
základní, bez vyučení	1,19	48	1,214
střední s vyučením	1,07	316	,978
střední bez maturity	,80	104	,885
střední s maturitou	,97	386	,921
vyšší odborné (pomaturitní studium)	,89	36	,854
wysokoškolské bakalářské	,75	36	,806
wysokoškolské magisterské, inženýrské	,71	86	,824
wysokoškolské doktorské	,89	9	1,054
Total	,96	1021	,944

Porovnávání více populačních průměrů - ANOVA

- 1. krok: Analyze – One way ANOVA
- Options: Descriptives

Descriptives

Q73_0 / počet dětí

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
základní, bez vyučení	48	1,19	1,214	,175	,83	1,54	0	4
střední s vyučením	316	1,07	,978	,055	,96	1,18	0	4
střední bez maturity	104	,80	,885	,087	,63	,97	0	3
střední s maturitou	386	,97	,921	,047	,87	1,06	0	3
vyšší odborné (pomaturitní studium)	36	,89	,854	,142	,60	1,18	0	3
vyšší odborné bakalářské	36	,75	,806	,134	,48	1,02	0	2
vyšší odborné magisterské, inženýrské	86	,71	,824	,089	,53	,89	0	3
vyšší odborné doktorské	9	,89	1,054	,351	,08	1,70	0	3
Total	1021	,96	,944	,030	,90	1,02	0	4

Porovnávání více populačních průměrů

■ 2. krok: statistika F a její signifikance

ANOVA

Q73_0 / počet dětí

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	16,466	7	2,352	2,669	,010
Within Groups	892,887	1013	,881		
Total	909,354	1020			

Podíl variability mezi skupinami (between groups) a variability uvnitř skupin (within groups), konkrétně jejich průměrů součtu druhých mocnin směrodatných odchylek. Pokud platí nulová hypotéza, že rozdíly mezi průměry jsou nulové, musí být obě průměrné hodnoty druhých mocnin podobné a jejich vzájemný poměr (F) tedy musí být blízko 1.

Hodnota je signifikantní (menší než 0,05). Pravděpodobnost podržet nulovou hypotézu je nízká (0,01) → **zamítáme** (tj. průměry v populaci nejsou stejné)

Porovnávání více populačních průměrů

- 3. krok: Chceme vědět, mezi kterými skupinami **statisticky významný rozdíl** existuje

Post Hoc Tests

		Multiple Comparison			
		Q73_0 / počet dětí Bonferroni			
(I) Q27 / Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?	(J) Q27 / Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?	Mean Difference (I-J)			
základní, bez vyučení	střední s vyučením	,115			
	střední bez maturity	,389			
	střední s maturitou	,221			,67
	vyšší odborné (pomaturitní studium)	,299	,2	-,35	,95
	vysokoškolské bakalářské	,438	,7	-,21	1,09
	vysokoškolské magisterské, inženýrské	,478	,134	-,05	1,01
	vysokoškolské doktorské	,299	1,000	-,77	1,37
střední s vyučením	základní, bez vyučení	-,115	1,000	-,57	,34
	střední bez maturity	,275	,6	-,06	,61
	střední s maturitou	,106	,71	-,12	,33
	vyšší odborné (pomaturitní studium)	,184	,165	-,33	,70
	vysokoškolské bakalářské	,323	,165	-,19	,84
	vysokoškolské magisterské, inženýrské	,363*	,114	,042	,72
	vysokoškolské doktorské	,184	,317	-,81	1,18
střední bez maturity	základní, bez vyučení	-,389	,164	-,90	,12
	střední s vyučením	-,275	,106	-,61	,06

SPSS potvrdilo statisticky významný rozdíl pouze mezi skupinou SŠ s vyučením a VŠ mgr/ing. U ostatních skupin nemůžeme s jistotou říci, že rozdíl existuje i v populaci



Hypotéza o shodě dvou populačních průměrů – T-test

- Speciální případ analýzy rozptylu
- Typicky u pohlaví (porovnáváme dva průměry)
- **Studentův t-test** (William Gosset)
 - *směrodatná odchylka (s), která sama podléhá variabilitě výběru, již nemusí být spolehlivým odhadem populační směrodatné odchylky ([zdroj](#))*
- Pro nás relevantní: Independent Samples T-test

Hypotéza o shodě dvou populačních průměrů – T-test

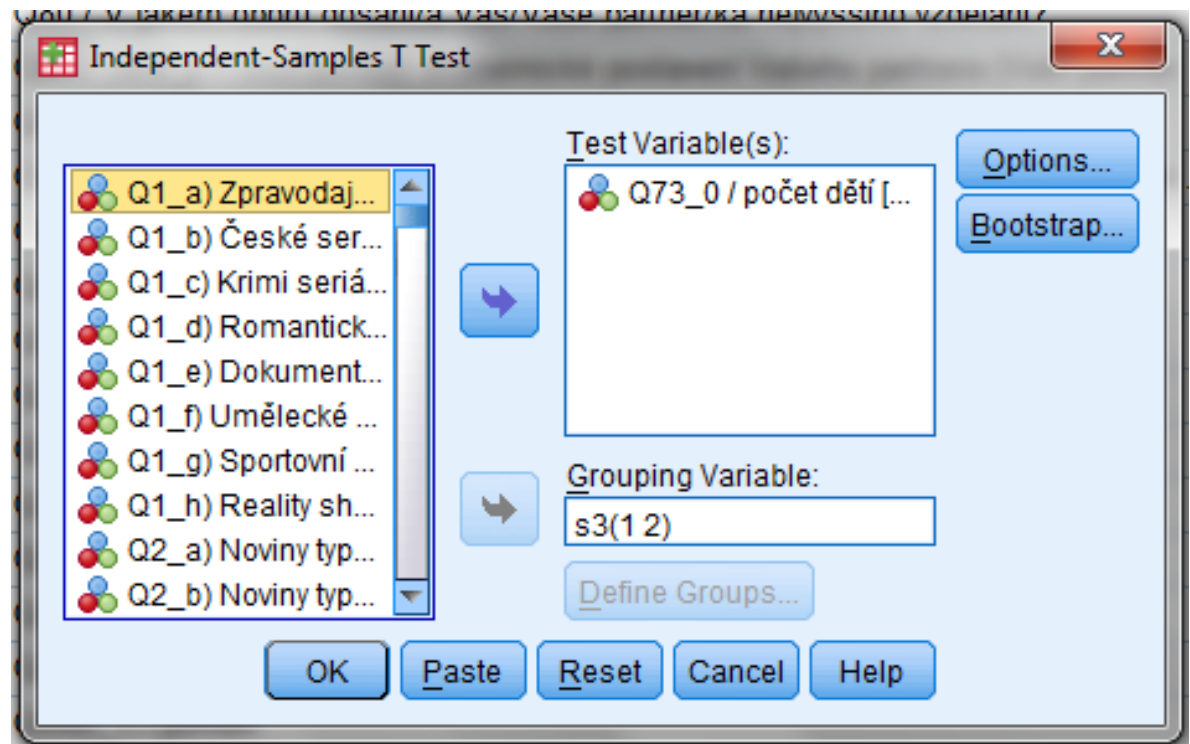
- Např. zkoumáme vztah mezi pohlavím a počtem dětí (v populaci třicátníků)

Nulová a alternativní hypotéza:

- H_0 : Neexistuje rozdíl mezi počtem dětí u skupin podle pohlaví.
- H_a : Existuje rozdíl mezi počtem dětí u skupin podle pohlaví.

Hypotéza o shodě dvou populačních průměrů – T-test

- Krok 1: Analyze – Compare Means – Independent Samples T-test



Hypotéza o shodě dvou populačních průměrů – T-test

- Krok 2: Podíváme se, jaké rozdíly jsme naměřili na vzorku

Group Statistics

	pohlaví	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Q73_0 / počet dětí	muž	492	,78	,915	,041
	žena	529	1,13	,939	,041

Existují rozdíly i v populaci?

Hypotéza o shodě dvou populačních průměrů – T-test

- Krok 3: Interpretujeme test ve dvou krocích:
 - 1. podíváme se na výsledky F testu o shodě variací
 - Signifikance u $F > 0,05 \rightarrow$ použijeme T-testu pro případ EQUAL VARIANCES ASSUMED
 - Signifikance u $F < 0,05 \rightarrow$ použijeme T-testu pro případ EQUAL VARIANCES NOT ASSUMED
 - 2. v příslušném sloupci čteme významnost

Je-li menší než 0,05, nulovou hypotézu o shodě populačních průměrů lze zamítnout – rozdíl pravděpodobně existuje i v populaci

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances	t-test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Q73_0 / počet dětí	Equal variances assumed Equal variances not assumed	,531	,467	-6,091	1019	,000	-,354	,058	-,468	-,240
				-6,097	1016,790	,000	-,354	,058	-,468	-,240

Crosstabs – zobecňování rozdílů u kategoriálních proměnných

- Crosstabs už umíme 😊
- Např: Jak se liší frekvence čtení u skupin podle vzdělání?

Opět formulujeme nulovou a alternativní hypotézu:

- H_0 : Neexistuje rozdíl ve frekvenci čtení mezi skupinami třicátníků s různým vzděláním.
- H_a : Existuje rozdíl ve frekvenci čtení mezi skupinami třicátníků s různým vzděláním.

Crosstabs – zobecňování rozdílů u kategoriálních proměnných

- Analyze – Descriptive Statistics – Crosstabs
- 1. krok: nová tabulka četností

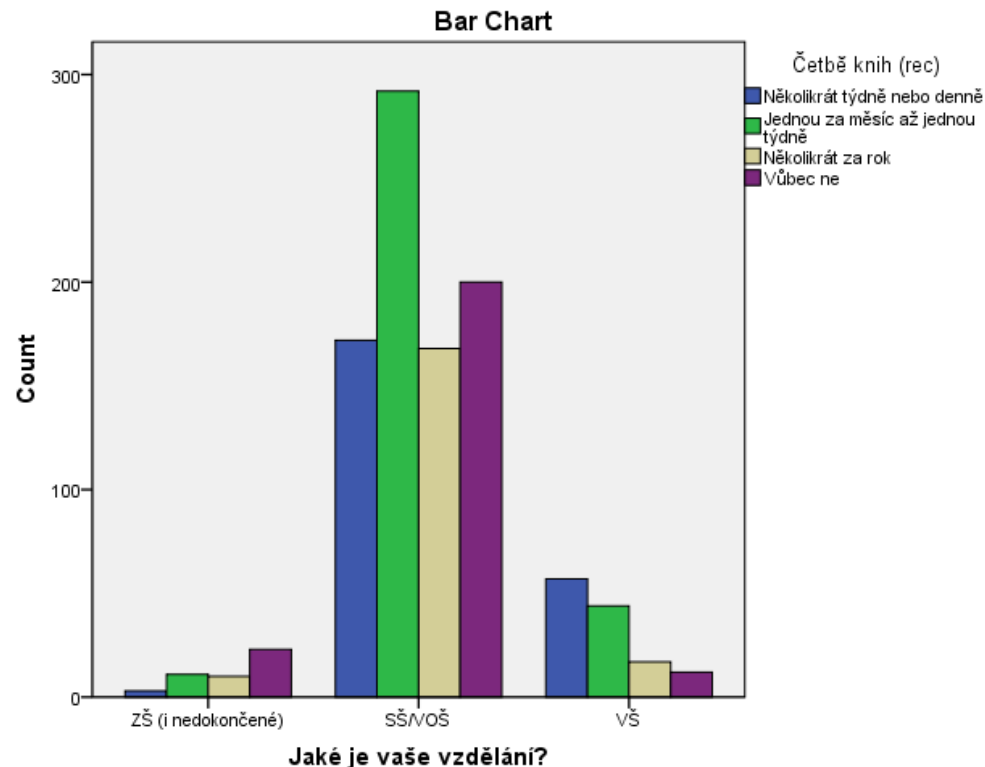
Vidíme poměrně zajímavé rozdíly! Můžeme je zobecnit?

Jaké je vaše vzdělání? * Četbě knih (rec) Crosstabulation

			Četbě knih (rec)				Total
			Několikrát týdně nebo denně	Jednou za měsíc až jednou týdně	Několikrát za rok	Vůbec ne	
Jaké je vaše vzdělání?	ZŠ (i nedokončené)	Count	3	11	10	23	47
		% within Jaké je vaše vzdělání?	6,4%	23,4%	21,3%	48,9%	100,0%
	SŠ/MOŠ	Count	172	292	168	200	832
		% within Jaké je vaše vzdělání?	20,7%	35,1%	20,2%	24,0%	100,0%
	VŠ	Count	57	44	17	12	130
		% within Jaké je vaše vzdělání?	43,8%	33,8%	13,1%	9,2%	100,0%
Total		Count	232	347	195	235	1009
		% within Jaké je vaše vzdělání?	23,0%	34,4%	19,3%	23,3%	100,0%

Crosstabs – zobecňování rozdílů u kategoriálních proměnných

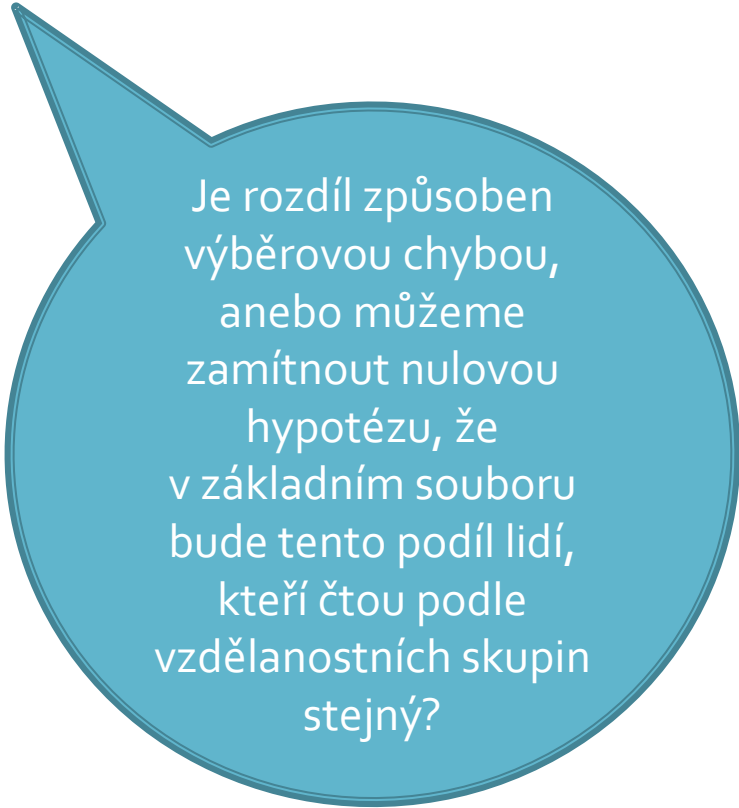
- Analyze – Descriptive Statistics – Crosstabs
- 1. krok: nová tabulka četností a graf



Crosstabs – zobecňování rozdílů u kategoriálních proměnných

- 2. krok: provedeme **Test nezávislosti chí-kvadrát (χ^2)**

1. Zhodnotíme H_0 pomocí sig. Chí kvadrátu
2. Podíváme se na adjustované reziduály naměřených četností



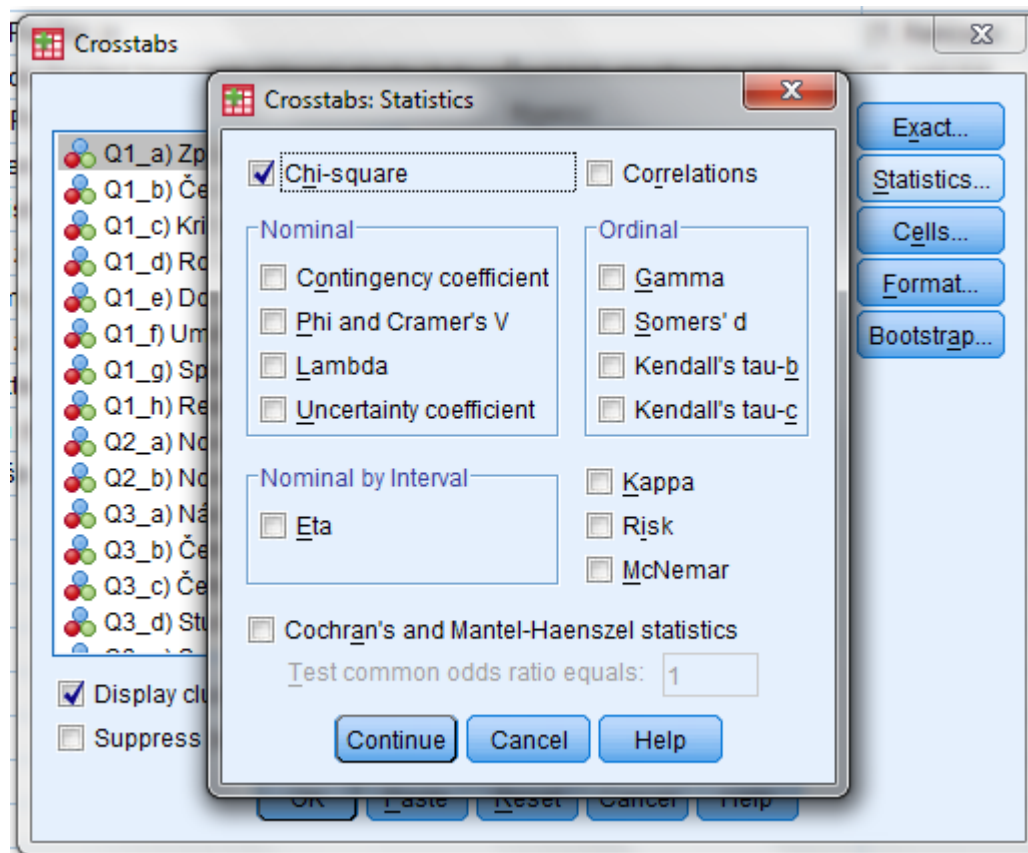
Je rozdíl způsoben výběrovou chybou, anebo můžeme zamítnout nulovou hypotézu, že v základním souboru bude tento podíl lidí, kteří čtou podle vzdělanostních skupin stejný?

Crosstabs – zobecňování rozdílů u kategoriálních proměnných

- **Chí-kvadrát** – založený na srovnávání naměřených a očekávaných proměnných
 - **Očekávaná četnost:** počet jednotek, který by do dané kategorie spadl při náhodném rozložení
 - **Naměřená četnost:** počet jednotek, které jsme v dané kategorii ve vzorku naměřili
 - **Reziduál:** rozdíl mezi OČ a NČ
 - **Adjustované reziduály:** koeficient determinace (AR mají přibližně normální rozložení s průměrem 0 a standardní odchylkou 1)

Crosstabs – zobecňování rozdílů u kategoriálních proměnných

- **Chí-kvadrát** – Analyze – Crosstabs: Statistics



Crosstabs – zobecňování rozdílů u kategoriálních proměnných

■ Chí-kvadrát – Analyze – Crosstabs: Statistics

Chi-Square Tests

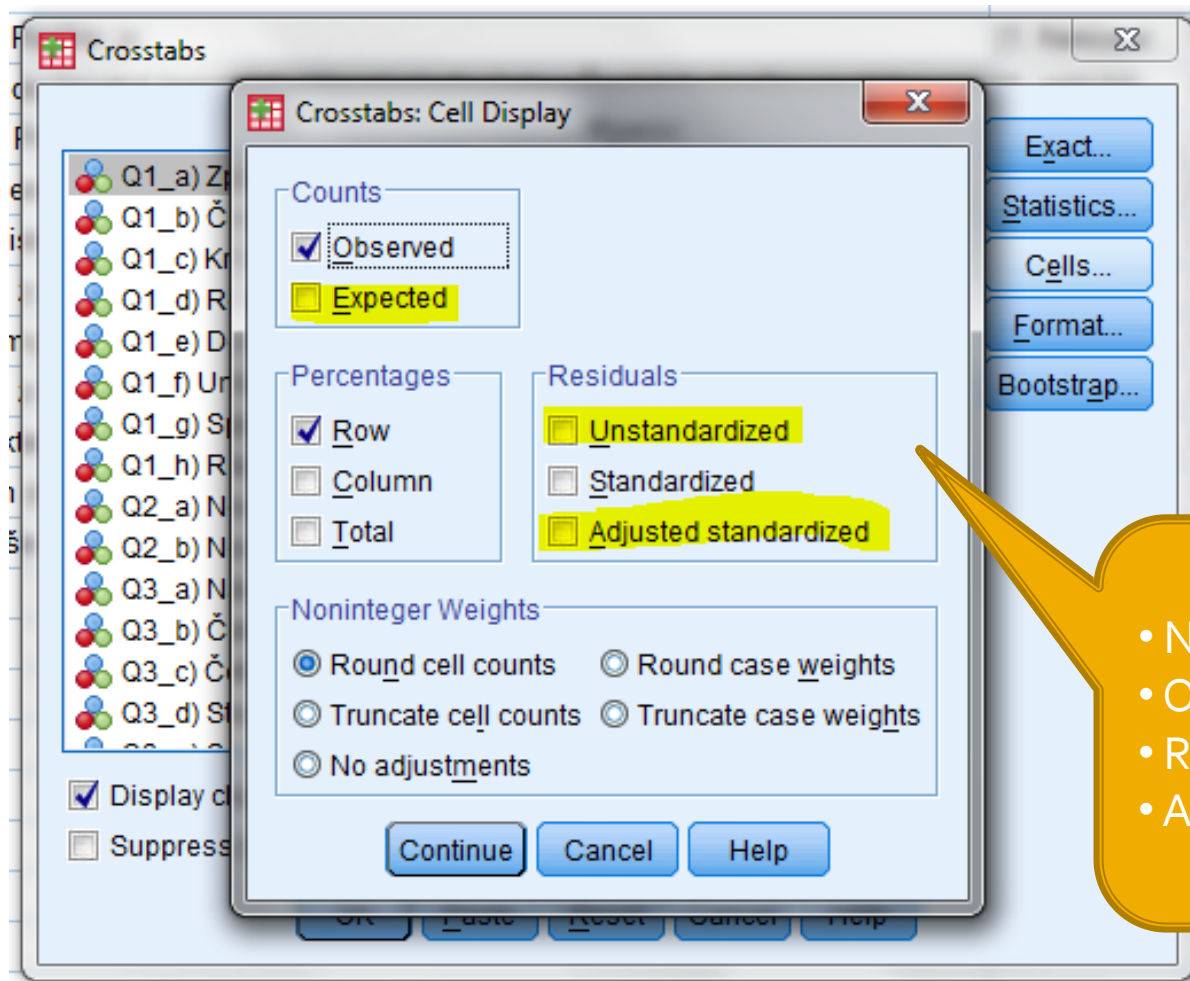
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	61,503 ^a	6	,000
Likelihood Ratio	59,263	6	,000
Linear-by-Linear Association	54,887	1	,000
N of Valid Cases	1009		

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9,08.

Hodnota významnosti $\alpha \rightarrow$ zamítáme hypotézu o neexistenci rozdílu v populaci

Pozor! Chí-kvadrát se dá použít jen pokud více než 20 % políček má očekávanou četnost menší než 5 a minimální očekávaná četnost nesmí být menší než 1

Crosstabs – zobecňování rozdílů u kategoriálních proměnných



- Naměřené hodnoty
- Očekávané hodnoty
- Reziduály
- Adjustované reziduály

Crosstabs – zobecňování rozdílů u kategoriálních proměnných

Jaké je vaše vzdělání? * Četbě knih (rec) Crosstabulation

			Četbě knih (rec)				Total
			Několikrát týdně nebo denně	Jednou za měsíc až jednou týdně	Několikrát za rok	Vůbec ne	
Jaké je vaše vzdělání? ZŠ (i nedokončené)	Count	3	11	10	23	47	
	Expected Count	10,8	16,2	9,1	10,9	47,0	
	% within Jaké je vaše vzdělání?	6,4%	23,4%	21,3%	48,9%	100,0%	
	Residual	-7,8	-5,2	,9	12,1		
	Adjusted Residual	-2,8	-1,6	,3	4,3		
Střední odborná škola	Count	172	292	168	200	832	
	Expected Count	191,3	286,1	160,8	193,8	832,0	
	% within Jaké je vaše vzdělání?	20,7%	35,1%	20,2%	24,0%	100,0%	
	Residual	-19,3	5,9	7,2	6,2		
	Adjusted Residual	-3,8	1,0	1,5	1,2		
Vysoká škola	Count	57	44	17	12	130	
	Expected Count	29,9	44,7	25,1	30,3	130,0	
	% within Jaké je vaše vzdělání?	43,8%	33,8%	13,1%	9,2%	100,0%	
	Residual	27,1	-,7	-8,1	-18,3		
	Adjusted Residual	6,1	-,1	-1,9	-4,1		
Total	Count	232	347	195	235	1009	
	Expected Count	232,0	347,0	195,0	235,0	1009,0	
	% within Jaké je vaše vzdělání?	23,0%	34,4%	19,3%	23,3%	100,0%	

Pokud je hodnota AR vyšší než 2,00, můžeme si být s 95% pravděpodobností jisti, že v daném políčku je rozdíl mezi empirickou a očekávanou četností významný a že tedy nevznikl výběrovou chybou → vyskytuje se i v populaci

Úkol

- Jak se liší počet dětí u skupin podle velikosti místa bydliště?
- Zhodnoťte nulové hypotézy:
 - Neexistuje rozdíl mezi čtením bulvárních deníků u různých skupin dle vzdělání
 - Neexistuje rozdíl mezi názorem na používání lehkých drog u skupin podle pohlaví
 - Neexistuje rozdíl mezi současným ekonomickým postavením a nejvyšším dosaženým vzděláním.
 - Plus jednu hypotézu z vašich dle vlastního výběru