MUNI
MED

BIOSTATISTIKA

MUNI
MED

Analýza kontingenčních tabulek

Kontingenční tabulky
Pearsonův chí-kvadrát test (test dobré shody)
Fisherův exaktní test
McNemarův test

Kontingenční tabulka

- Sumarizuje **vztah** dvou **kategoriálních proměnných**.
- Řádky (r) jsou tvořeny hodnotami (kategoriemi) prvního znaku, sloupce (c) hodnotami druhého znaku.
- V příslušné buňce tabulky je uveden počet případů s hodnotou prvního znaku odpovídající příslušnému řádku a druhého znaku s hodnotou odpovídající příslušnému sloupci.

	y_1	…	y_c	
x_1	n_{11}	…	n_{1c}	$n_{1.}$
…	…	…	…	…
x_r	n_{r1}	…	n_{rc}	$n_{r.}$
	$n_{.1}$	…	$n_{.c}$	N

Marginální četnost

Absolutní četnost

Celkový počet

Marginální četnost

MUNI MED

Ukázka kontingenční tabulky

Vztah pohlaví a výskytu onemocnění

	Nemocný	Zdravý	Celkem
Muž	45	11	56
Žena	25	6	31
Celkem	70	17	87

Jsou více nemocní muži nebo ženy?

	Nemocný	Zdravý	Celkem
Muž	**a**	**b**	**a + b**
Žena	**c**	**d**	**c + d**
Celkem	**a + c**	**b + d**	**a + b + c + d**

Absolutní četnost

Marginální četnost

Celkový počet

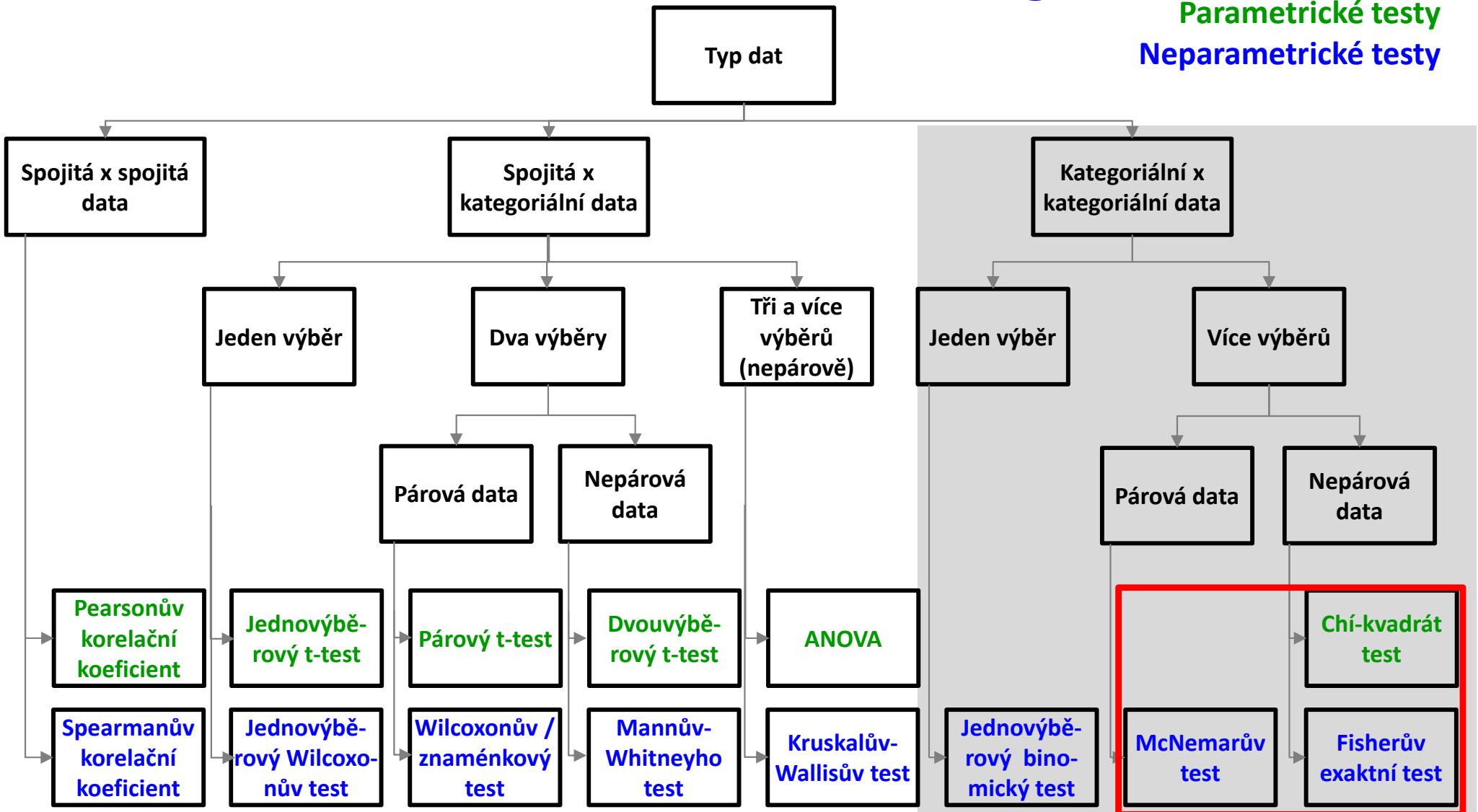
MUNI MED

Analýza kontingenčních tabulek

- Analýza kontingenčních tabulek umožňuje analyzovat **vazbu mezi dvěma kategoriálními proměnnými**. Základním způsobem testování je tzv. **chí-kvadrát test**, který **srovnává pozorované četnosti kombinací kategorií oproti očekávaným četnostem**, které vychází z teoretické situace, kdy je vztah mezi proměnnými náhodný.
- Test dobré shody je využíván také pro **srovnání pozorovaných četností proti očekávaným četnostem daným určitým pravidlem** (např. Hardy-Weinbergova rovnováha v genetice).
- Specifickým typem výstupů odvozených z kontingenčních tabulek jsou tzv. **poměry šancí** a **relativní rizika**, využívaná často v medicíně pro identifikaci rizikových skupin pacientů.

Základní statistické testy

Parametrické testy
Neparametrické testy



MUNI MED

Test dobré shody – princip

- Srovnání pozorovaných četností oproti očekávaným četnostem, které vychází z teoretické situace, kdy je vztah mezi proměnnými náhodný.
- Testová statistika

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{pozorovaná četnost} - \text{očekávaná četnost})^2}{\text{očekávaná četnost}}$$

$$\chi^2 = \underbrace{\frac{(\text{pozorovaná četnost} - \text{očekávaná četnost})^2}{\text{očekávaná četnost}}}_{\text{1. jev}} + \underbrace{\frac{(\text{pozorovaná četnost} - \text{očekávaná četnost})^2}{\text{očekávaná četnost}}}_{\text{2. jev}} + \ldots$$

MUNI MED

Test dobré shody – příklad

- **Příklad:** 10 000 lidí hází mincí. V 4 000 případech padne rub a v 6 000 případech padne líc. Lze výsledek považovat za statisticky významně odlišný od očekávaného poměru 1 : 1?
- H_0: Výskyt jevů rub a líc nastává v poměru 1 : 1.
  H_A: Výskyt jevů rub a líc nenastává v poměru 1 : 1.

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{pozorovaná četnost} - \text{očekávaná četnost})^2}{\text{očekávaná četnost}}$$

$$\chi^2 = \frac{(4000 - 5000)^2}{5000} + \frac{(6000 - 5000)^2}{5000} = 400$$

Tabulková hodnota:

$$\chi^2_{(0,95)}(1) = 3,84$$

- Vypočítaná hodnota $\chi^2 \geq \chi^2_{(0,95)}(1)$ ➡ zamítáme H_0.

MUNI MED

Analýza kontingenčních tabulek

1. **Hypotéza o nezávislosti**

   test: Pearsonův chí-kvadrát test, Fisherův exaktní test

   – Jeden výběr, 2 charakteristiky – obdoba nepárového uspořádání
   – *Příklad:* existence vztahu mezi krevní skupinou a výskytem nemoci

2. **Hypotéza o shodě struktury** (tzv. test homogenity)

   test: Pearsonův chí-kvadrát test, Fisherův exaktní test

   – Více výběrů, jedna charakteristika – obdoba nepárového uspořádání
   – *Příklad:* věková struktura pacientů s diabetem v *K* nemocnicích

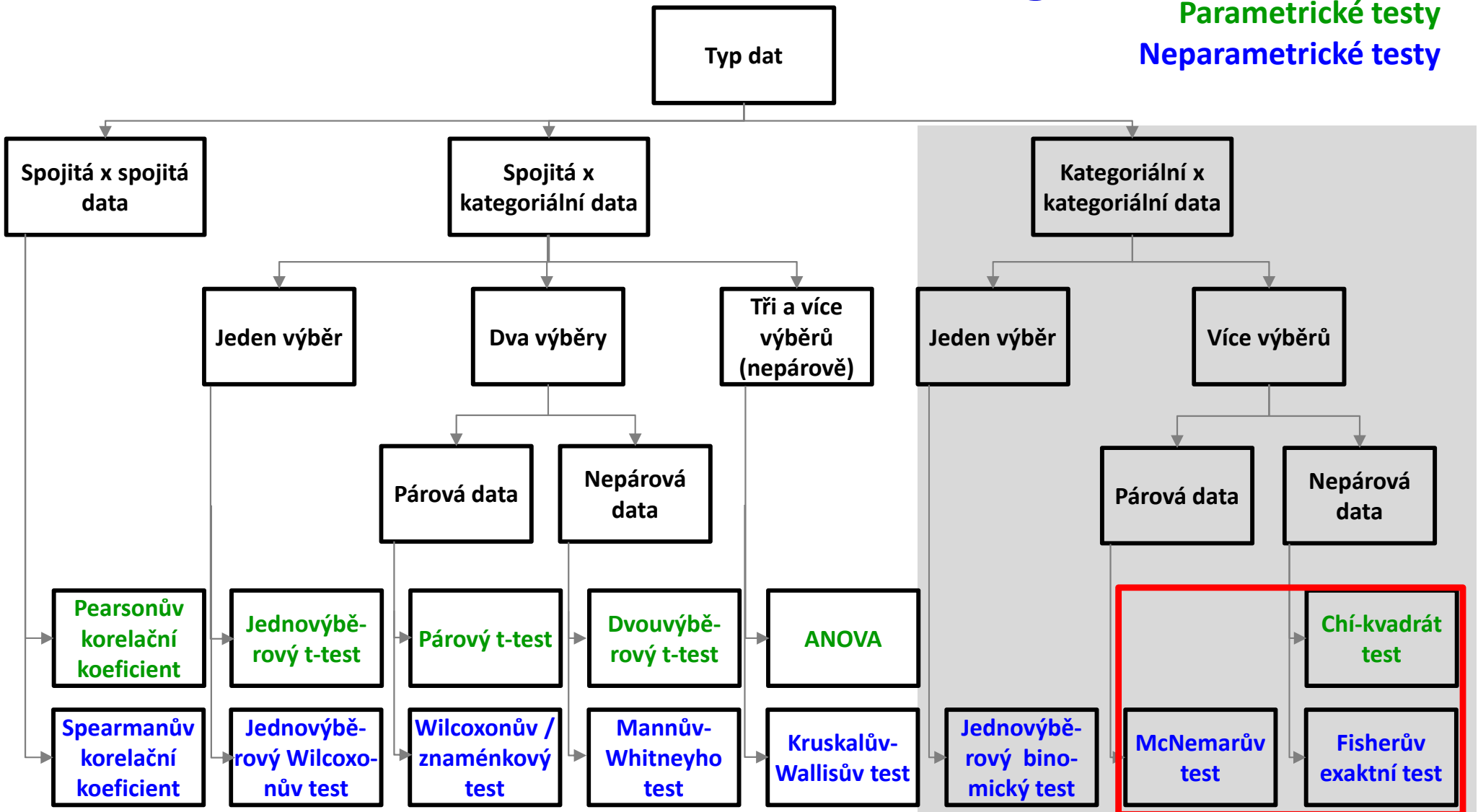
3. **Hypotéza o symetrii** – McNemarův test

   – Jeden výběr, opakovaně měřena jedna charakteristika – obdoba párového uspořádání
   – *Příklad:* posouzení výskytu bolesti před a po léčbě

MUNI MED

Základní statistické testy

Parametrické testy
Neparametrické testy



MUNI MED

Testování nezávislosti – Pearsonův chí-kvadrát test

- **Hypotéza o nezávislosti:** Souvisí spolu výskyt dvou nominálních znaků měřených na jediném výběru?
  Příklad: *Barva očí (modrá, zelená, hnědá) a barva vlasů (hnědá, černá, blond) u vybraných 95 studentů jsou nezávislé.*
- **H_0:** Znaky X a Y jsou nezávislé náhodné veličiny.
- **H_A:** Znaky X a Y jsou závislé náhodné veličiny.
- Test: **Pearsonův chí-kvadrát**

$$K = \sum_{j=1}^{r}\sum_{k=1}^{c}\frac{(n_{jk}-e_{jk})^2}{e_{jk}} \approx \chi^2\left((r-1)(c-1)\right)$$

Očekávané teoretické četnosti: $e_{jk} = \frac{n_{j.}n_{.k}}{n}$

- H_0 zamítáme na hladině významnosti α, pokud

$$K \geq \chi^2_{1-\alpha}\left((r-1)(c-1)\right)$$

MUNI MED

Testování nezávislosti – Pearsonův chí-kvadrát test

Předpoklady Pearsonova chí-kvadrát testu:

1. **Jednotlivá pozorování jsou nezávislá** (tj. každý prvek patří jen do jedné buňky kontingenční tabulky)
2. **Podmínka dobré aproximace**
   Očekávané (teoretické) četnosti jsou aspoň v 80 % případů větší nebo rovné 5 a ve 100 % případů nesmí být pod 2 (pokud není tento předpoklad splněn, je vhodné sloučit kategorie s nízkými četnostmi).

Měření síly závislosti: Cramérův koeficient

Význam hodnot: 0 – zanedbatelná závislost ..... 1 – silná závislost

Testování nezávislosti – příklad

- **Příklad:** Souvisí pohlaví s výskytem nemoci?
- H_0: Pohlaví a výskyt nemoci jsou nezávislé veličiny.
  H_A: Pohlaví a výskyt nemoci nejsou nezávislé veličiny.

Pozorované četnosti

	Nemocný	Zdravý	
Muž	45	11	56
Žena	25	6	31
	70	17	87

Očekávané četnosti

	Nemocný	Zdravý	
Muž	45,1 70*56/87	10,9 17*56/87	56
Žena	24,9 70*31/87	6,1 17*31/87	31
	70	17	87

$\chi^2 = 0,001 \quad df = 1 \quad p = 0,974$ ➡ nezamítáme H_0

MUNI MED

Testování shody struktury – Pearsonův chí-kvadrát test

- **Hypotéza o shodě struktury:** Zajímá nás výskyt nominálního znaku u *r* nezávislých výběrů.
  Příklad: *Je zájem o sport stejný u děvčat jako u chlapců?*
- **H_0:** Pravděpodobnostní rozdělení kategoriální proměnné je stejné v různých populacích.
- Test: **Pearsonův chí-kvadrát test**.

	Zájem o sport ANO	**Zájem o sport NE**	**Celkem**
Dívky	a	b	a + b
Chlapci	c	d	c + d
Celkem	a + c	b + d	N

Některé marginální četnosti (buď sloupcové nebo řádkové) jsou předem pevně stanoveny

MUNI MED

Fisherův exaktní test

- Využití ve čtyřpolní tabulce s nízkými četnostmi, které znemožňují použití Pearsonova chí-kvadrát testu.
- Patří mezi **neparametrické testy** pracující s daty na nominální škále, v nejjednodušší podobě ve dvou třídách: pozitivní/negativní, úspěch/neúspěch apod.
- Nulová hypotéza $\mathbf{H_0}$ předpokládá rovnoměrné zastoupení sledovaného znaku u dvou nezávislých souborů.
- Slovo exaktní (přímý) znamená, že se přímo vypočítává pravděpodobnost odmítnutí, resp. platnosti nulové hypotézy.

Fisherův exaktní test

– Výpočet přesné p-hodnoty jako pravděpodobnosti, s jakou dostaneme za předpokladu platnosti nulové hypotézy tabulku stejně nebo více odlišnou od nulové hypotézy.

Sledovaný jev	Kontrolní skupina	Experimentální skupina	Celkem
Ano	a	b	a + b
Ne	c	d	c + d
Celkem	a + c	b + d	N

1. Spočítá se parciální pravděpodobnost čtyřpolní tabulky p_1
2. Spočítá se p_a všech možných tabulek při zachování marginálních četností (řádkové a sloupcové součty). Výsledná p-hodnota je součtem p_a menších nebo stejných jako p_1, která přísluší pozorované tabulce.

MUNI MED

Testování symetrie – McNemarův test

- **Hypotéza o symetrii:** Opakovaně sledujeme binární proměnnou a zajímá nás, zda došlo ke změně jejího rozdělení.
  Příklad: *Výskyt bolesti před a po užití léku.*
- **H_0:** $n_{ij} = n_{ji}$ (pokus nemá vliv na výskyt daného znaku)

Četnost	Po: ANO	Po: NE	
Před: ANO	a	b	a + b
Před: NE	c	d	c + d
	a + c	b + d	N

Teoretická pravděpodobnost	Po: ANO	Po: NE	
Před: ANO	n_{11}	n_{12}	$n_{1.}$
Před: NE	n_{21}	n_{22}	$n_{2.}$
	$n_{.1}$	$n_{.2}$	

- Testová statistika: $\chi^2 = \frac{(|b - c| - 1)^2}{b + c}$ Pokud je větší než kritická hodnota χ^2 rozdělení o jednom stupni volnosti (vhodné pro počty údajů b + c > 8), pak nulovou hypotézu zamítáme.

MUNI MED

MUNI
MED

Praktické cvičení v programu Statistica

Datový soubor

Rehabilitace po mozkovém infarktu

Data: 02_Biostatistika_Data02.sta* (24v by 407c)

Rehabilitace po mozkovem infarktu: data

	1 ID	2 Pohlavi	3 Vek	4 Etiologie	5 Lokalizace	6 Terapie	7 Komorbid	8 Barthel_inc	9 Kategorie_zavislosti_p	10 Ukoncen
1	1	muž	82	okluze neb	mozkové tepny	jiná farmakolog	0	25	vysoce závislý	propuště
2	2	žena	81	embolie	mozkové tepny	jiná farmakolog	2	20	vysoce závislý	přeložen
3	3	muž	55	okluze neb	mozkové tepny	jiná farmakolog	0	35	vysoce závislý	propuště
4	4	žena	46	embolie	mozkové tepny	intravenózní tro	0	20	vysoce závislý	propuště
5	5	muž	76	okluze neb	mozkové tepny	jiná farmakolog	0	45	částečně soběstačný	propuště
6	6	muž	72	okluze neb	mozkové tepny	jiná farmakolog	0	25	vysoce závislý	přeložen
7	7	muž	62	trombóza	mozkové tepny	jiná farmakolog	0	40	vysoce závislý	propuště
8	8	muž	64	trombóza	přívodní tepny	jiná farmakolog	0	15	vysoce závislý	propuště
9	9	žena	82	okluze neb	mozkové tepny	jiná farmakolog	0	10	vysoce závislý	přeložen
10	10	muž	58	trombóza	mozkové tepny	jiná farmakolog	0	25	vysoce závislý	propuště
11	11	muž	84	okluze neb	mozkové tepny	jiná farmakolog	0	40	vysoce závislý	propuště
12	12	žena	92	okluze neb	mozkové tepny	jiná farmakolog	0	30	vysoce závislý	propuště
13	13	žena	79	embolie	mozkové tepny	jiná farmakolog	1	40	vysoce závislý	propuště
14	14	muž	69	trombóza	mozkové tepny	jiná farmakolog	3	45	částečně soběstačný	propuště

MUNI MED

Rehabilitace po mozkovém infarktu

- Cvičný datový soubor obsahuje záznamy o **celkem 407 pacientech hospitalizovaných pro mozkový infarkt** na neurologickém oddělení akutní péče, kde jim byla poskytnuta terapie pro obnovu krevního oběhu v postižené části mozku.
- Po zvládnutí akutní fáze byl u pacientů vyhodnocen stupeň soběstačnosti v základních denních aktivitách (ADL) pomocí tzv. **indexu Barthelové** (BI) a byli přeloženi na **rehabilitační oddělení**.
- Po dvou týdnech byl opět dle BI vyhodnocen stupeň soběstačnosti a pacienti byli buď propuštěni do ambulantní péče, nebo přeloženi na oddělení následné péče.

Rehabilitace po mozkovém infarktu

Sbírané informace:

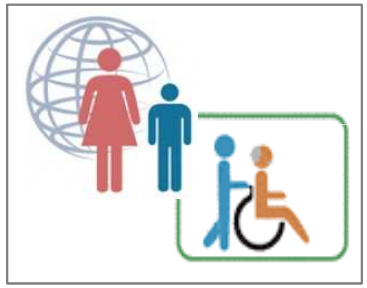
- základní demografické údaje (**pohlaví** a **věk**),
- informace o samotné diagnóze mozkové příhody (**etiologie** a **lokalizace uzávěru cévy**),
- informace o léčbě (typ indikované **terapie** a **výskyt komplikací**)
- informace o **způsobu ukončení rehabilitace**.
- Stupeň soběstačnosti před rehabilitací byl dodatečně zjištěn z neurologie a na konci rehabilitace byl vyplněn nový dotazník pro určení výsledného **indexu Barthelové**.

MUNI MED

MUNI
MED

Úkol 1. Pearsonův chí-kvadrát test

Úkol č. 1 – Pearsonův chí-kvadrát test



Zadání: „Stupeň soběstačnosti pacientů po mozkovém infarktu lze pomocí indexu Barthelové vyjádřit také kategoriálně. Např. pro definici vysoce závislých pacientů bylo stanoveno rozmezí 0 až 40 bodů. Zjistěte, zda je u žen a můžu stejné procento alespoň částečně soběstačných pacientů (45 až 100 bodů) a zda je tento rozdíl statisticky významný.“

MUNI MED

Úkol č. 1 – Pearsonův chí-kvadrát test

Postup:

1. Na hladině významnosti α = 0,05 testujeme hypotézu
   H_0: „Stupeň soběstačnosti nezávisí na pohlaví“ proti
   H_A: „Stupeň soběstačnosti a pohlaví jsou závislé veličiny.“
2. Vypočítáme očekávané a pozorované četnosti v kategoriích.
3. Vypočítáme **testovou statistiku *K*** a odpovídající **p-hodnotu**:

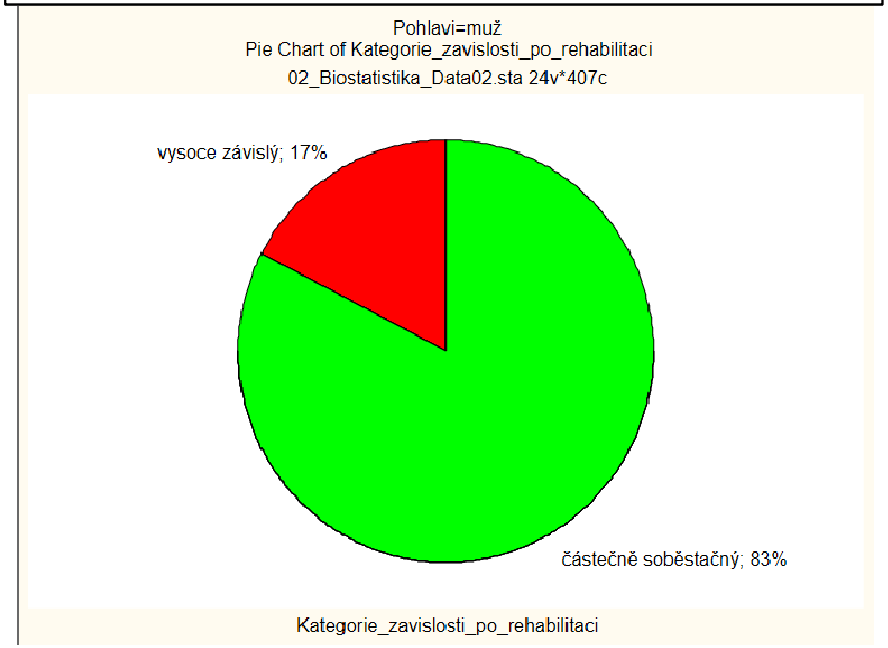
$$K = \sum_{j=1}^{r}\sum_{k=1}^{s}\frac{(n_{jk}-e_{jk})^2}{e_{jk}} = \frac{(205-200)^2}{200}+\frac{(123-128)^2}{128}+\frac{(43-48)^2}{48}+\frac{(36-31)^2}{31} = 1{,}74 \Rightarrow p = 0{,}187$$

4. Testovou statistiku porovnáme s kritickou hodnotou nebo porovnáme p-hodnotu s hladinou významnosti α = 0,05.
5. Je-li **p-hodnota > α** ➡ **nezamítáme H_0. Stupeň soběstačnosti nezávisí na pohlaví (tj. výsledná míra soběstačnosti se u žen a u mužů neliší).**

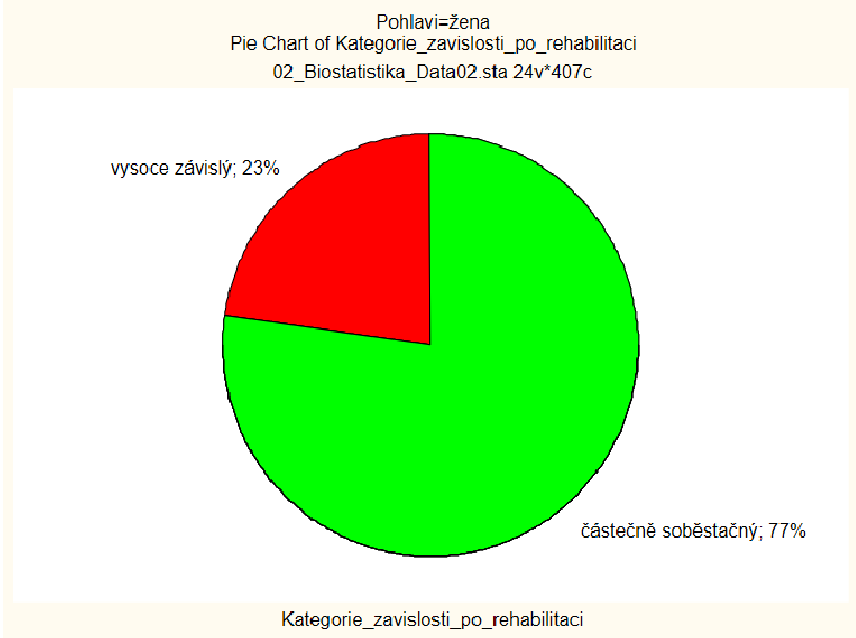
MUNI MED

Úkol č. 1 – Popis dat

Zastoupení částečně soběstačných a vysoce závislých mužů



Zastoupení částečně soběstačných a vysoce závislých žen

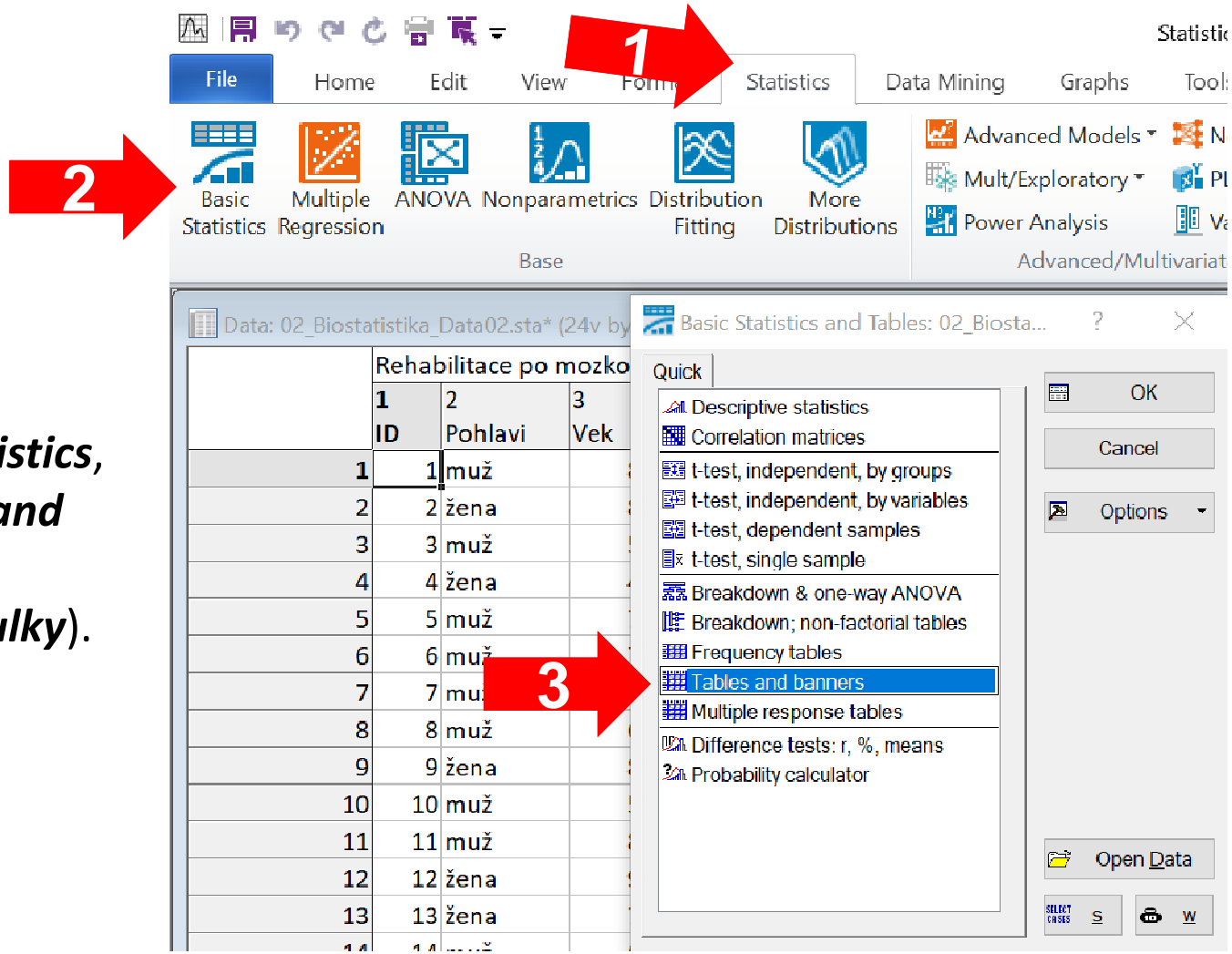


① Ze základního popisu je patrný mírný rozdíl v procentu částečně soběstačných pacientů na konci hospitalizace. U žen je podíl těchto pacientů 77 % oproti 83 % u mužů.

MUNI MED

Úkol č. 1 – Řešení v programu Statistica

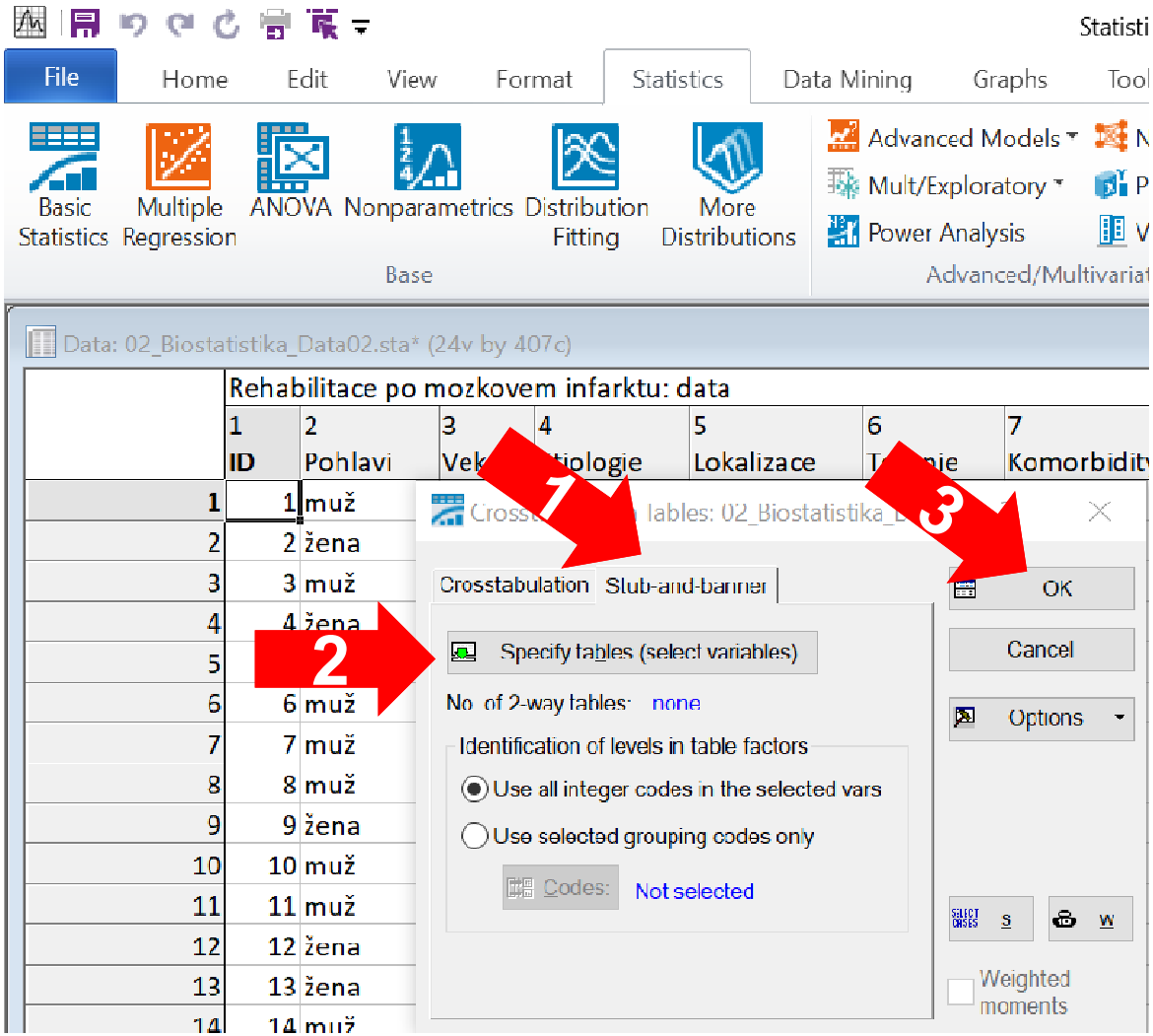
- V menu ***Statistics*** zvolíme ***Basic statistics***, vybereme ***Tables and banners*** (v češtině ***Kontingenční tabulky***).



MUNI MED

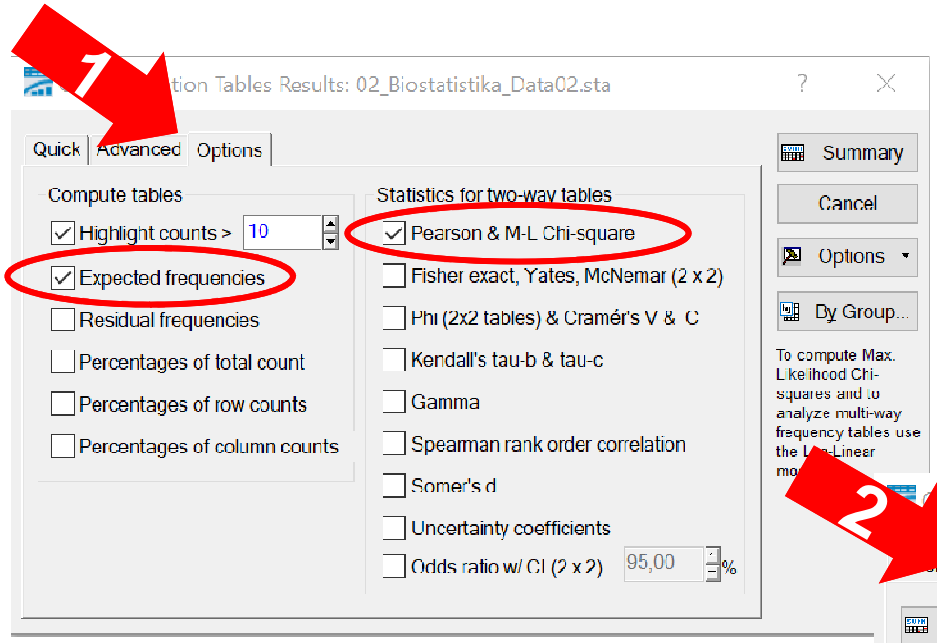
Úkol č. 1 – Řešení v programu Statistica

- Na záložce ***Stub-and-banner*** vybereme **proměnné**, které chceme testovat, a potvrdíme ***OK***.

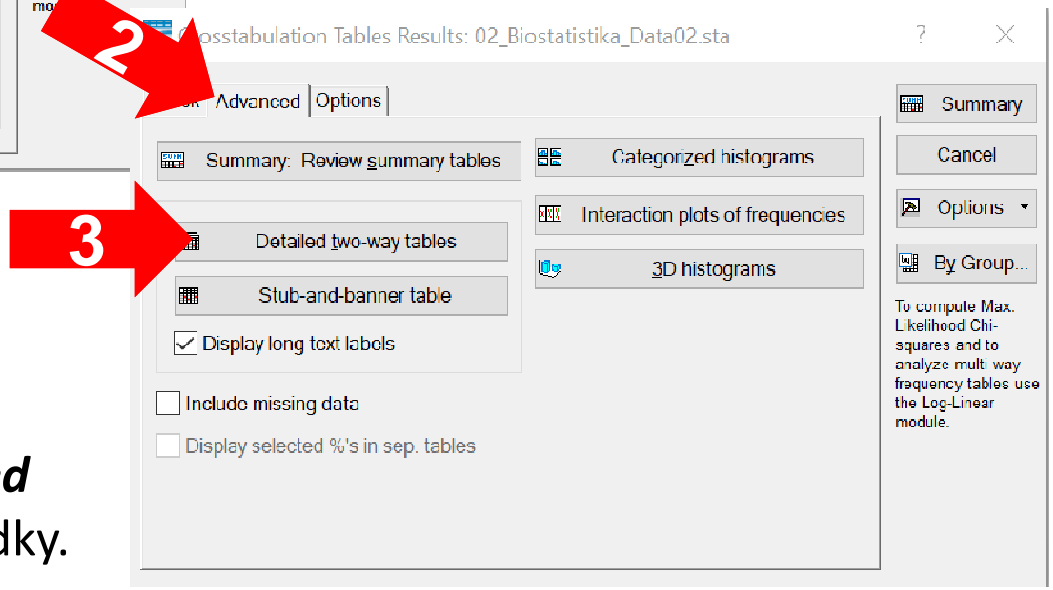


MUNI MED

Úkol č. 1 – Řešení v programu Statistica



- Na záložce ***Options*** zaškrtneme ***Expected frequencies*** (***Očekávané četnosti*** potřebné k ověření podmínek dobré aproximace) a ***Pearsonův chí-kvadrát***.



- Poté se vrátíme na záložku ***Advanced*** a přes volbu ***Detailed two-way tables*** získáme výsledky.

MUNI MED

Úkol č. 1 – Výsledky v Statistica

Pozorované četnosti

2-Way Summary Table: Observed Frequencies (02_Biostat
Marked cells have counts > 10

Pohlavi	**Kategorie_zavislosti_po_rehabilitaci částečně soběstačný**	Kategorie_zavislosti_po_rehabilitaci vysoce závislý	Row Totals
muž	205	43	248
žena	123	36	159
Totals	328	79	407

Očekávané četnosti

2-Way Summary Table: Expected Frequencies (02_Biostat
Marked cells have counts > 10

Pohlavi	**Kategorie_zavislosti_po_rehabilitaci částečně soběstačný**	Kategorie_zavislosti_po_rehabilitaci vysoce závislý	Row Totals
muž	199,8624	48,13759	248,0000
žena	128,1376	30,86241	159,0000
Totals	328,0000	79,00000	407,0000

① Z předchozího popisu je patrný mírný rozdíl mezi muži a ženami (u žen je podíl částečně soběstačných pacientů 77 % oproti 83 % u mužů).

Statistics: Pohlavi(2) x Kategorie_za

Statistic	**Chi-square**	df	p
Pearson Chi-square	1,741617	df=1	p=,18693
M-L Chi-square	1,720067	df=1	p=,18668

p-hodnota Pearsonova chí-kvadrát testu

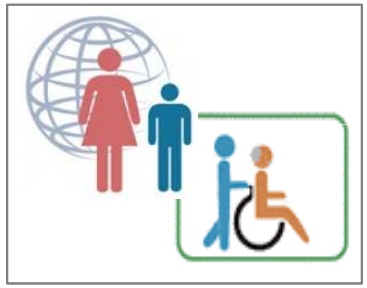
Očekávané četnosti jsou 200, 48, 128 a 31, což jsou dostatečně vysoké počty a podmínka dobré aproximace pro použití chí-kvadrát testu je tedy splněna.

P-hodnota statistické významnosti pozorované závislosti je p = 0,187, což na hladině významnosti 0,05 značí **nevýznamný výsledek** a ze získaných dat tedy **nelze říct, že by míra soběstačnosti souvisela s pohlavím.**

MUNI
MED

Úkol 2. Fisherův exaktní test

Úkol č. 2 – Fisherův exaktní test



Zadání: „Stupeň soběstačnosti pacientů po mozkovém infarktu lze pomocí indexu Barthelové vyjádřit také kategoriálně. Např. pro definici vysoce závislých pacientů bylo stanoveno rozmezí 0 až 40 bodů. Zjistěte, zda je u žen a můžu léčených mechanickou trombektomií stejné procento alespoň částečně soběstačných pacientů (45 až 100 bodů) a zda je tento rozdíl statisticky významný.“

MUNI MED

Úkol č. 2 – Fisherův exaktní test

Postup (po nemožnosti použít Pearsonův chí-kvadrát test):

1. Na hladině významnosti α = 0,05 testujeme hypotézu
   H_0: „Stupeň soběstačnosti nezávisí na pohlaví“ proti
   H_A: „Stupeň soběstačnosti a pohlaví jsou závislé veličiny.“
2. Spočítá se parciální pravděpodobnost (p_a) všech možných tabulek při zachování marginálních četností. Výsledná p-hodnota je součtem p_a menších nebo stejných jako pravděpodobnost, která přísluší námi pozorované tabulce.

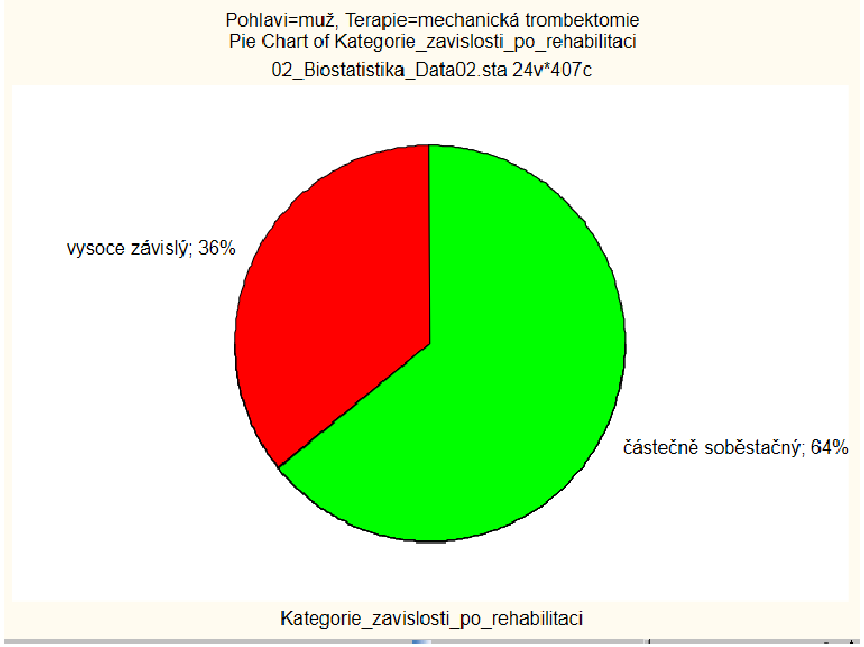
   $$\Rightarrow \quad p = 0{,}700$$

3. Vypočítané p porovnáme s hladinou významnosti α = 0,05.
4. Je-li **p-hodnota > α** ➡ **nezamítáme H_0. Stupeň soběstačnosti nezávisí na pohlaví (tj. výsledná míra soběstačnosti se u žen a u mužů podstupujících mechanickou trombektomii neliší).**

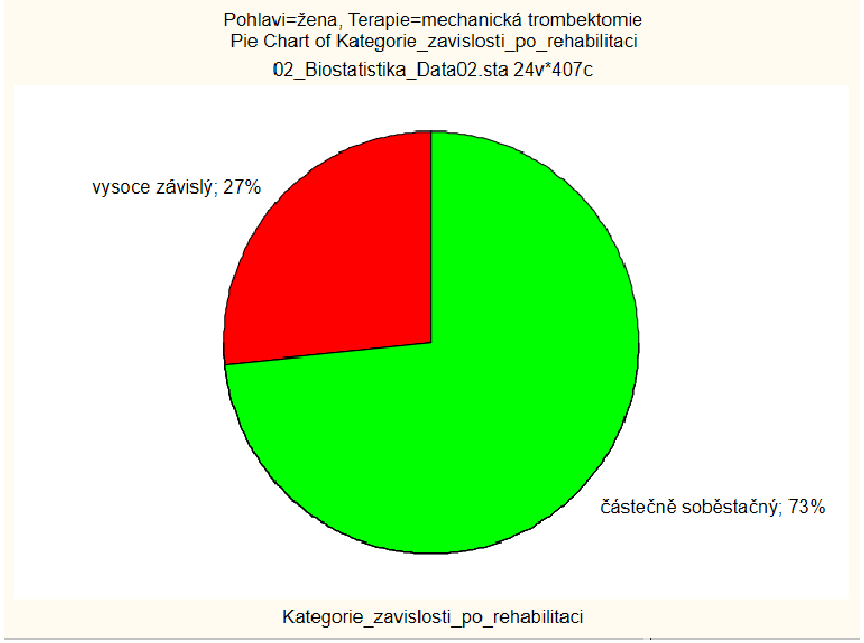
MUNI MED

Úkol č. 2 – Popis dat

Zastoupení částečně soběstačných a vysoce závislých mužů



Zastoupení částečně soběstačných a vysoce závislých žen

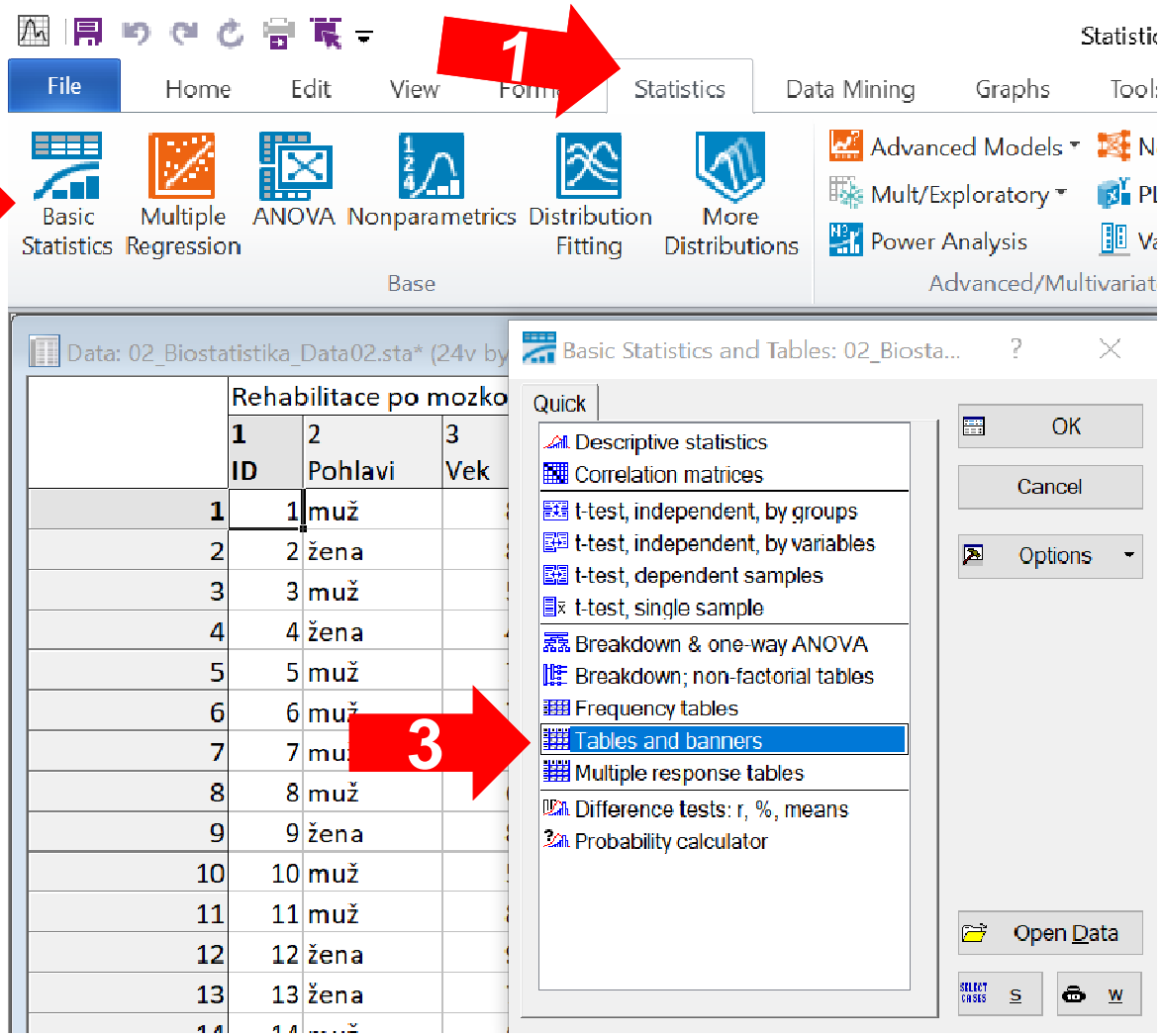


① Ze základního popisu je patrný mírný rozdíl v procentu částečně soběstačných pacientů na konci hospitalizace. U žen je podíl těchto pacientů 73 % oproti 64 % u mužů.

MUNI MED

Úkol č. 2 – Řešení v programu Statistica

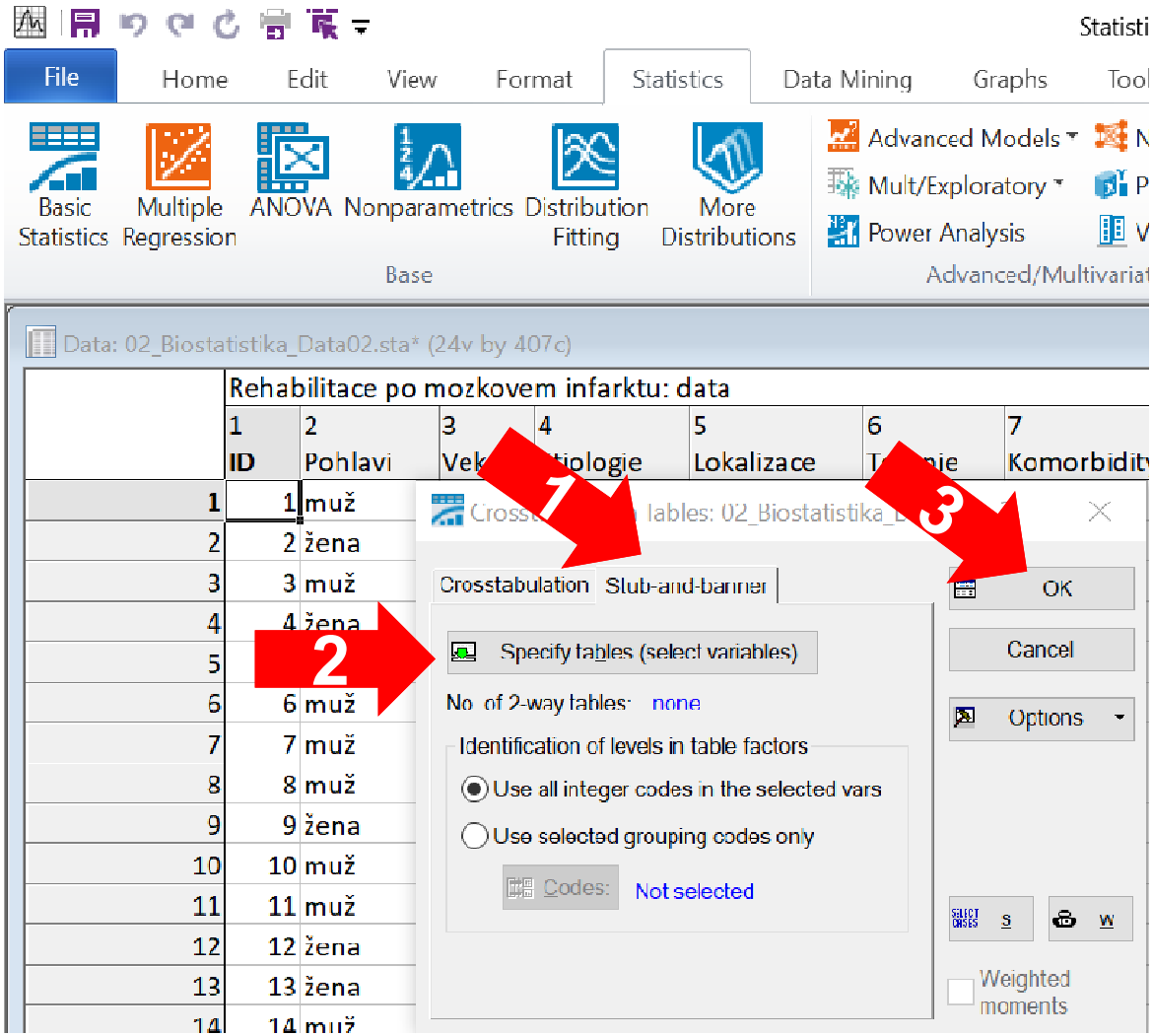
- V menu ***Statistics*** zvolíme ***Basic statistics***, vybereme ***Tables and banners*** (v češtině ***Kontingenční tabulky***).



MUNI MED

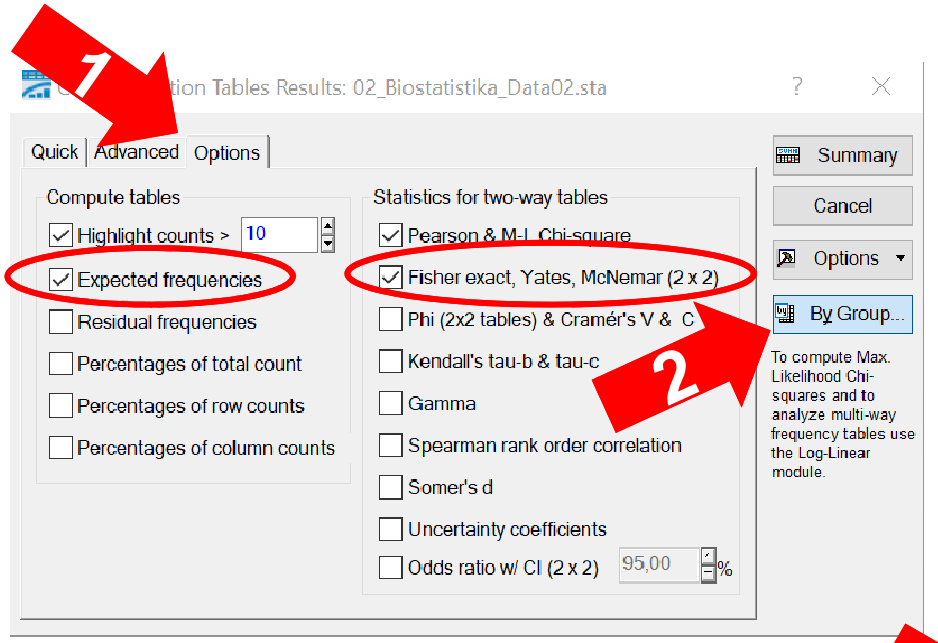
Úkol č. 2 – Řešení v programu Statistica

- Na záložce ***Stub-and-banner*** vybereme **proměnné**, které chceme testovat, a potvrdíme ***OK***.



MUNI MED

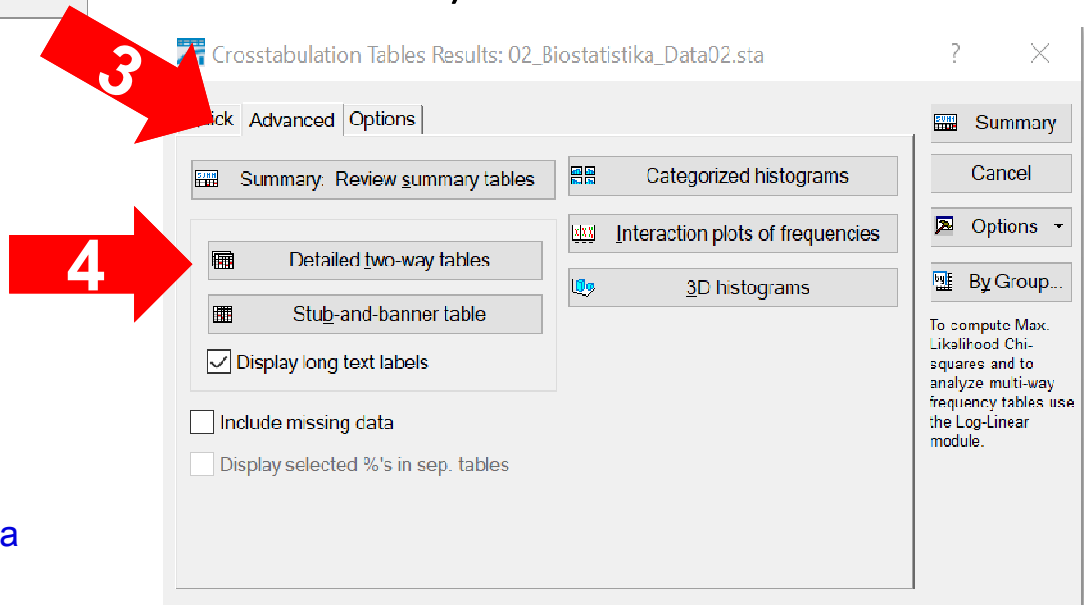
Úkol č. 2 – Řešení v programu Statistica



- Na záložce ***Options*** zaškrtneme ***Expected frequencies*** (***Očekávané četnosti*** potřebné k ověření podmínek dobré aproximace) a ***Fisher exact***.

- V nastavení ***By Group*** vybereme jako třídící proměnnou terapii (analýza se tak provede pro všechny druhy terapie samostatně).

- Poté se vrátíme na záložku ***Advanced*** a přes volbu ***Detailed two-way tables*** získáme výsledky.



Úkol č. 2 – Výsledky v Statistica

Pozorované četnosti

Terapie=mechanická trombektomie
2-Way Summary Table: Observed Frequencies (02_Biosta
Marked cells have counts > 10

Pohlavi	**Kategorie_zavislosti_ po_rehabilitaci vysoce závislý**	Kategorie_zavislosti_ po_rehabilitaci částečně soběstačný	Row Totals
muž	5	9	14
žena	4	11	15
Totals	9	20	29

Očekávané četnosti

Terapie=mechanická trombektomie
2-Way Summary Table: Expected Frequencies (02_Biostati
Marked cells have counts > 10

Pohlavi	**Kategorie_zavislosti_ po_rehabilitaci vysoce závislý**	Kategorie_zavislosti_ po_rehabilitaci částečně soběstačný	Row Totals
muž	4,344828	9,65517	14,00000
žena	4,655172	10,34483	15,00000
Totals	9,000000	20,00000	29,00000

① Z předchozího popisu je patrný mírný rozdíl mezi muži a ženami (u žen je podíl částečně soběstačných pacientů 73 % oproti 64 % u mužů).

Terapie=mechanická trombektomie
Statistics: Pohlavi(2) x Kategorie_za

Statistic	**Chi-square**	df	p
Pearson Chi-square	,2769577	df=1	p=,59870
M-L Chi-square	,2771859	df=1	p=,59855
Yates Chi-square	,0155357	df=1	p=,90081
Fisher exact, one-tailed			p=,44998
two-tailed			p=,69985
	1,562500	df=1	p=,21130
	1,230769	df=1	p=,26726

p-hodnota Fisherova exaktního testu

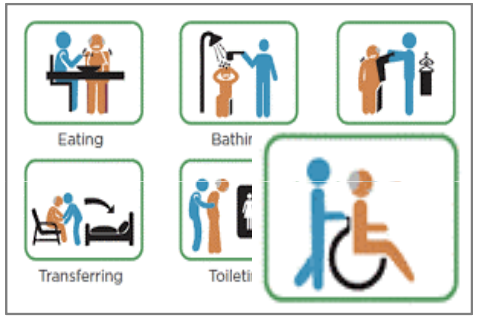
Očekávané četnosti jsou 4, 10, 5 a 10, což nejsou dostatečně vysoké počty a místo chí-kvadrát testu je tedy vhodné použít Fisherův exaktní test.

P-hodnota statistické významnosti pozorované závislosti je p = 0,700, což na hladině významnosti 0,05 značí **nevýznamný výsledek** a ze získaných dat tedy **nelze říct, že by míra soběstačnosti souvisela s pohlavím.**

MUNI
MED

Úkol 3. McNemarův test

Úkol č. 3 – McNemarův test



Zadání: „Pacientům hospitalizovaným s mozkovým infarktem byla na lůžku akutní péče poskytnuta terapie pro obnovu krevního oběhu v postižené části mozku. Po zvládnutí akutní fáze byl u pacientů vyhodnocen stupeň soběstačnosti pomocí indexu Barthelové (BI) jako *vysoce závislý* (0 až 40 bodů) nebo *částečně soběstačný* (45 až 100 bodů) a byli přeloženi na rehabilitační oddělení. Po dvou týdnech byl stejně vyhodnocen stupeň soběstačnosti dle BI. Zjistěte, zda poskytnutá rehabilitační péče vedla ke zvýšení podílu alespoň částečně soběstačných pacientů.“

MUNI MED

Úkol č. 3 – McNemarův test

Postup:

1. Na hladině významnosti α = 0,05 testujeme hypotézu **H_0**: „Počet zhoršených případů je stejný jako počet zlepšení“ proti **H_A**: „Počet zhoršených případů není stejný jako počet zlepšení.“
2. Vypočítáme pozorované četnosti měnících se stavů.
3. Vypočítáme **testovou statistiku *K*** a odpovídající **p-hodnotu**:

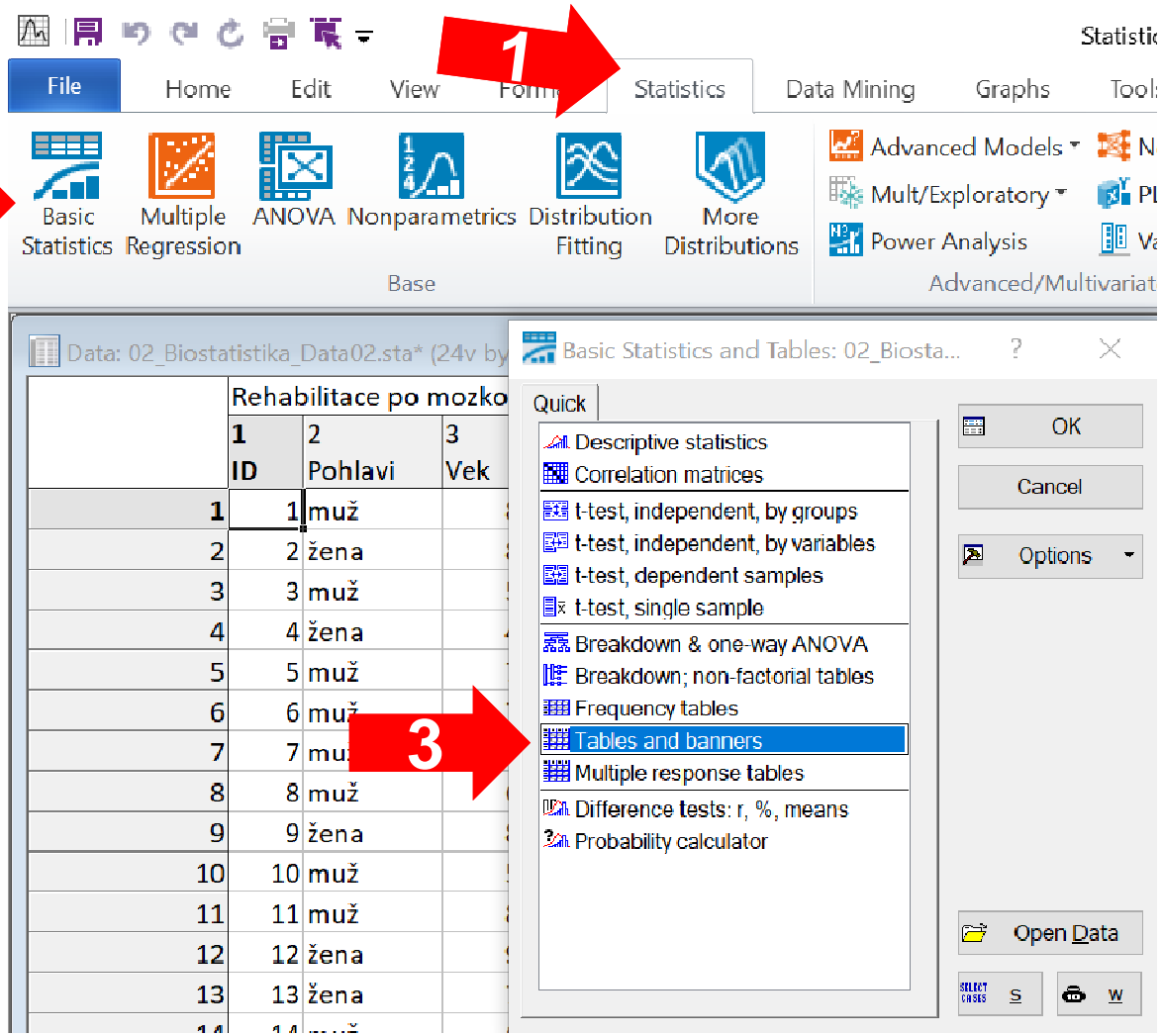
$$\chi^2 = \frac{(|b-c|-1)^2}{b+c} = \frac{(|280-0|-1)^2}{280+0} = 278 \quad \Rightarrow \quad p < 0{,}001$$

4. Testovou statistiku porovnáme s kritickou hodnotou nebo porovnáme p-hodnotu s hladinou významnosti α = 0,05.
5. Je-li **p-hodnota ≤ α** ➡ **zamítáme H_0**. **Během rehabilitace se podařilo změnit míru soběstačnosti pacientů.**

MUNI MED

Úkol č. 3 – Řešení v programu Statistica

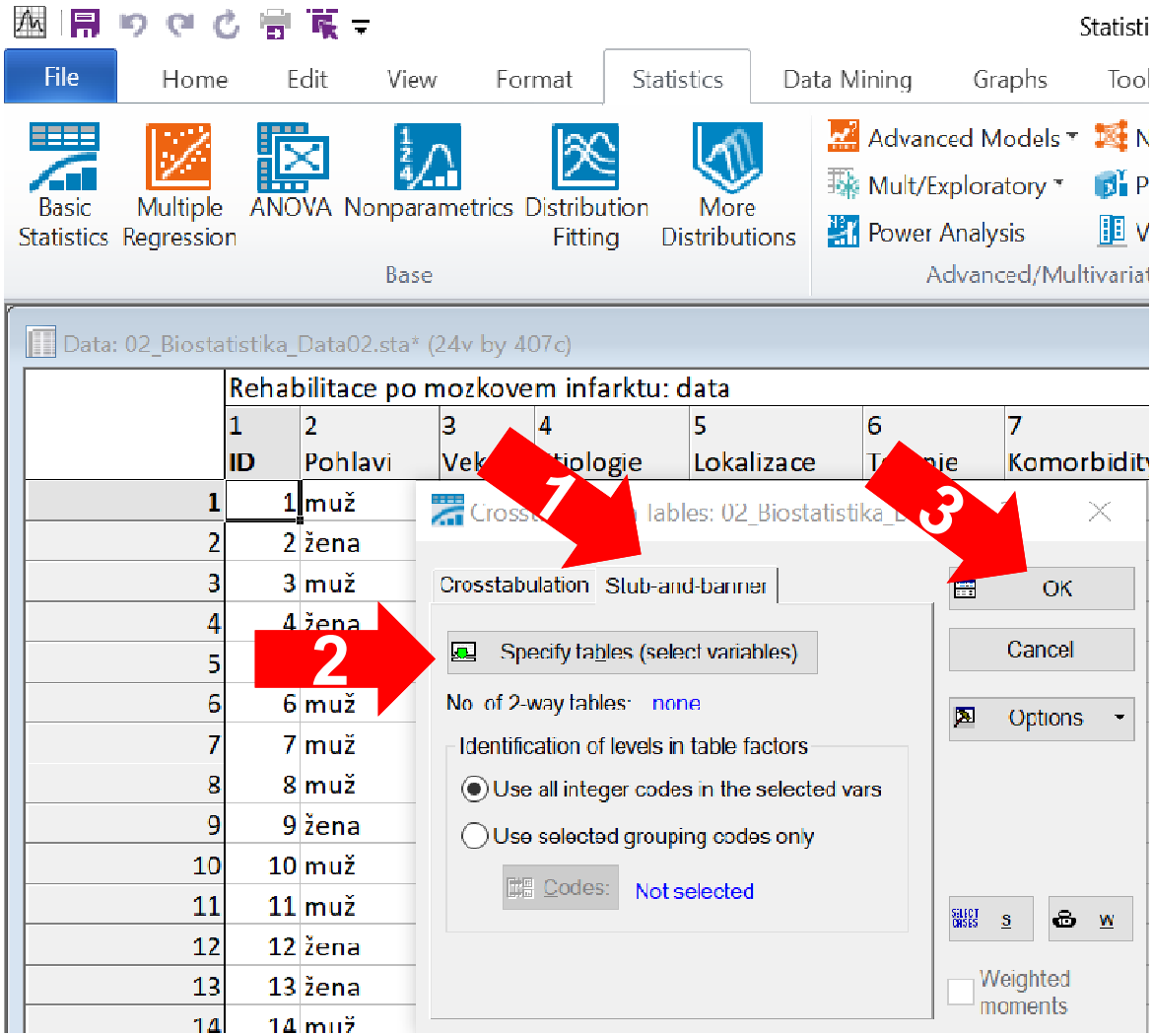
- V menu ***Statistics*** zvolíme ***Basic statistics***, vybereme ***Tables and banners*** (v češtině ***Kontingenční tabulky***).



MUNI MED

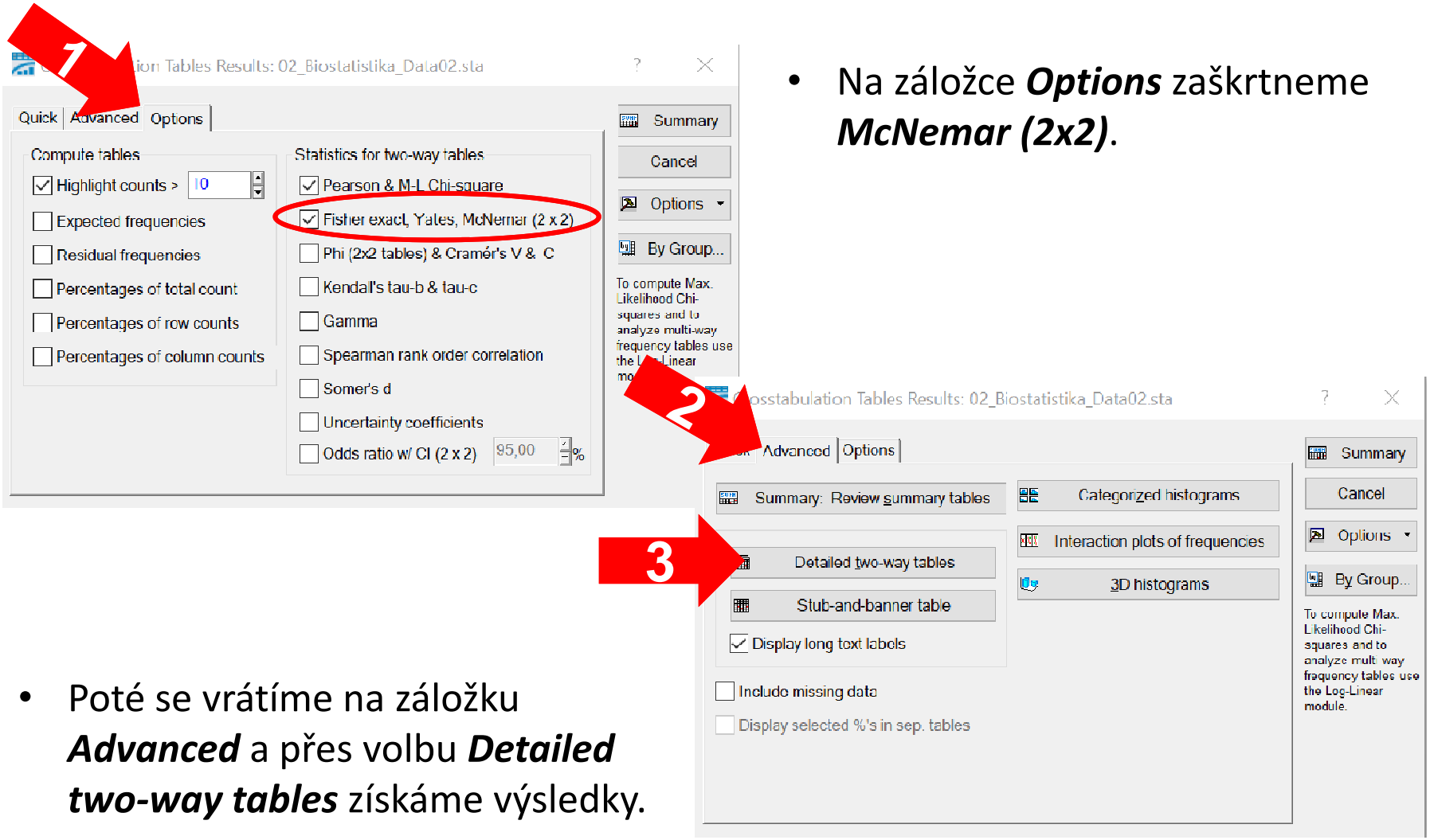
Úkol č. 3 – Řešení v programu Statistica

- Na záložce ***Stub-and-banner*** vybereme **proměnné**, které chceme testovat, a potvrdíme ***OK***.



MUNI MED

Úkol č. 3 – Řešení v programu Statistica



- Na záložce ***Options*** zaškrtneme ***McNemar (2x2)***.

- Poté se vrátíme na záložku ***Advanced*** a přes volbu ***Detailed two-way tables*** získáme výsledky.

MUNI MED

Úkol č. 3 – Výsledky v Statistica

Pozorované četnosti

2-Way Summary Table: Observed Frequencies (02_Biostatis
Marked cells have counts > 10

Kategorie_zavislosti_pred_rehabilitaci	**Kategorie_zavislosti_po_rehabilitaci částečně soběstačný**	Kategorie_zavislosti_po_rehabilitaci vysoce závislý	Row Totals
vysoce závislý	**A** 280	**B** 79	359
částečně soběstačný	**C** 48	**D** 0	48
Totals	328	79	407

Statistics: Kategorie_zavislosti_pred

Statistic	**Chi-square**	df	p
Pearson Chi-square	13,10673	df=1	p=,00029
M-L Chi-square	22,21371	df=1	p=,00000
Yates Chi-square	11,73772	df=1	p=,00061
Fisher exact, one-tailed			p=,00002
two-tailed			p=,00002
McNemar Chi-square (A/D)	278,0036	df=1	p=0,0000
(B/C)	7,086614	df=1	p=,00777

p-hodnota McNemarova testu

① Počet pacientů, u kterých došlo ke změně z vysoce závislého stavu do částečně soběstačného je 280. Naopak ke zhoršení nedošlo u žádného pacienta. Počty změn jsou v kontingenční tabulce na pozicích A a D.

Dvě hodnoty testových statistik a p-hodnoty podle toho, kde jsou ve výstupní kontingenční tabulce uloženy četnosti, u kterých jsme při opakovaném měření zaznamenali rozdílné výsledky (A/D nebo B/C).

② P-hodnota statistické významnosti pozorované změny je $p < 0,001$, což na hladině významnosti 0,05 značí **významný výsledek** a ze získaných dat jsme **prokázali, že během rehabilitace se podařilo změnit míru soběstačnost pacientů v denních aktivitách.**