

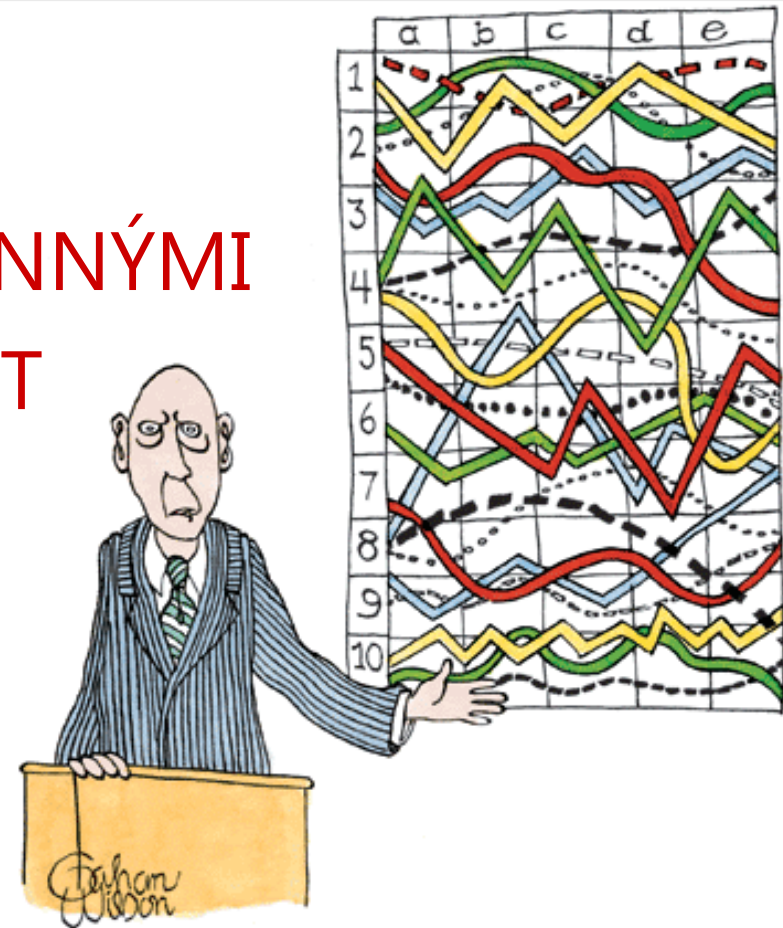
PSY117

Statistická analýza dat v psychologii

**Přednáška 5 2018**

---

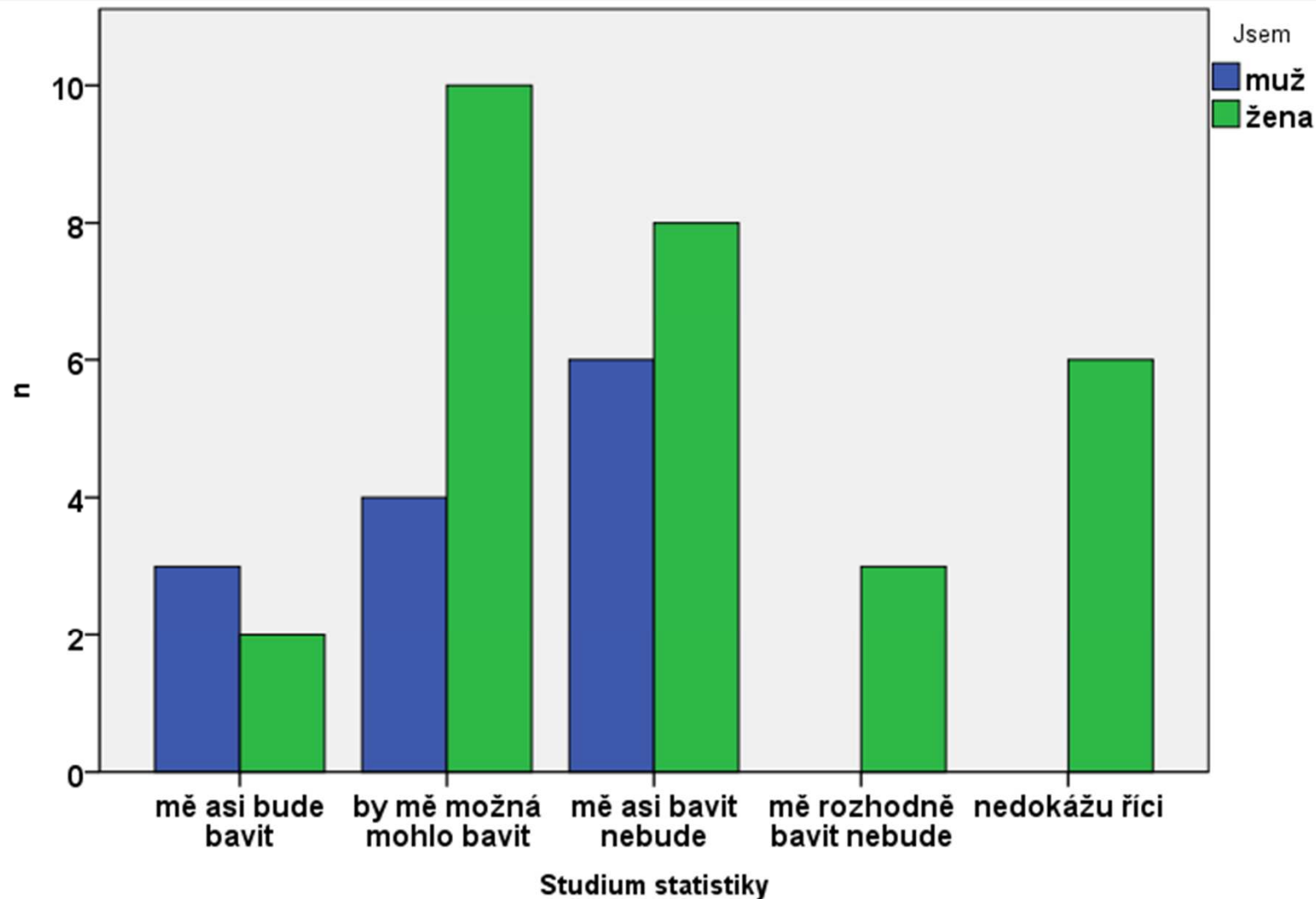
**VZTAHY MEZI PROMĚNNÝMI  
KORELAČNÍ KOEFICIENT**



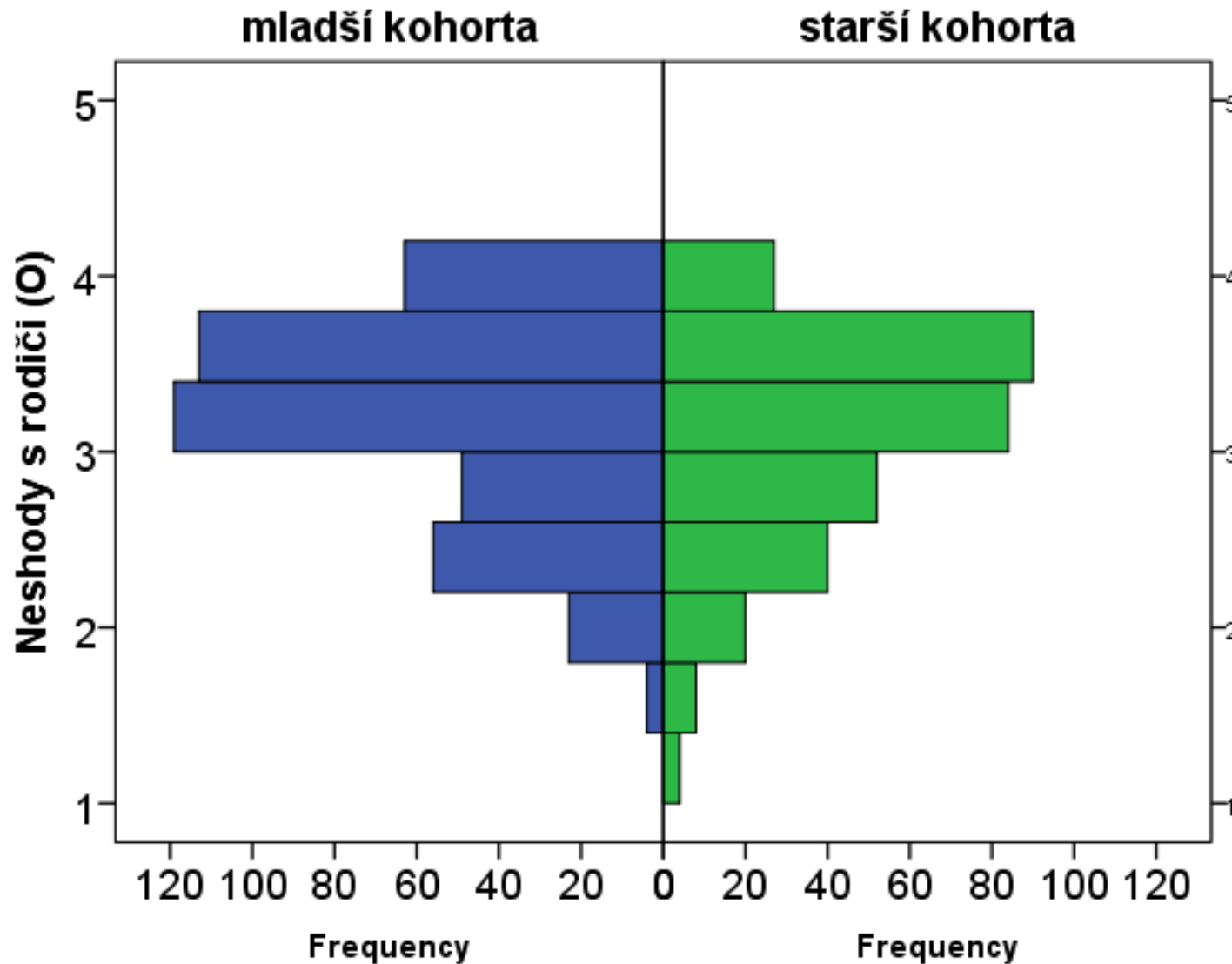
*"I'll pause for a moment so you can let this information sink in."*

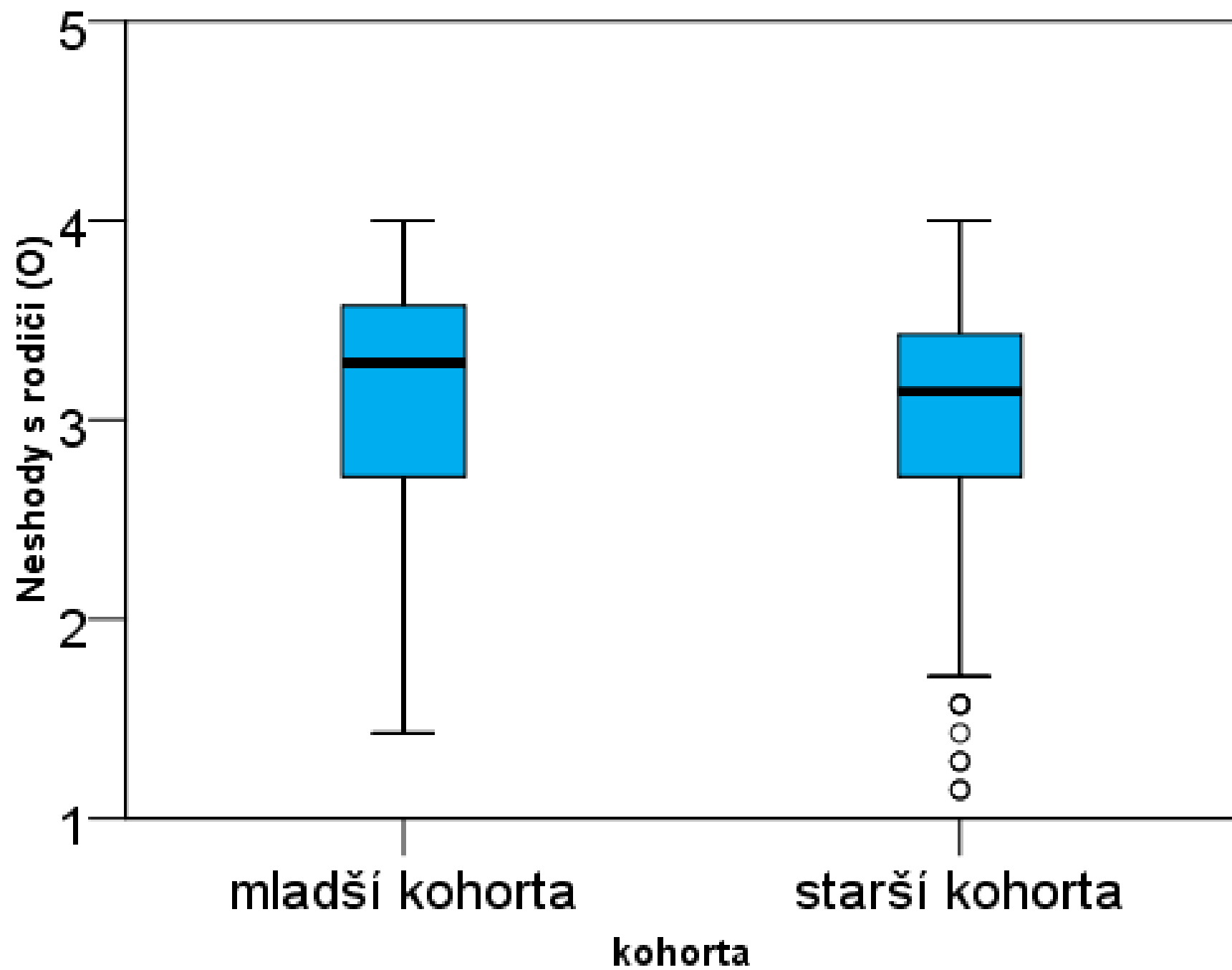
# Sloupcový diagram s tříděním

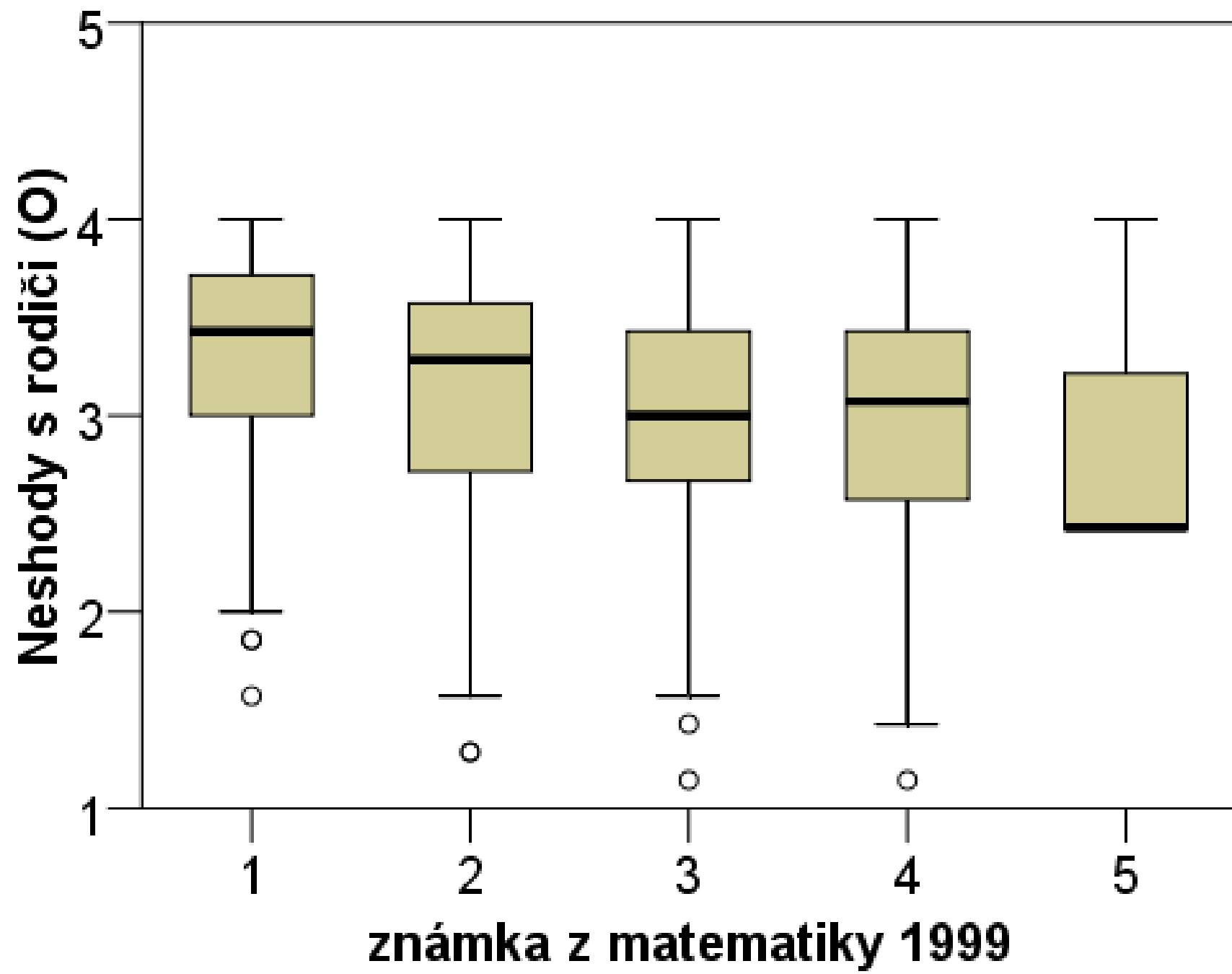
- vztah mezi dvěma kategorickými proměnnými



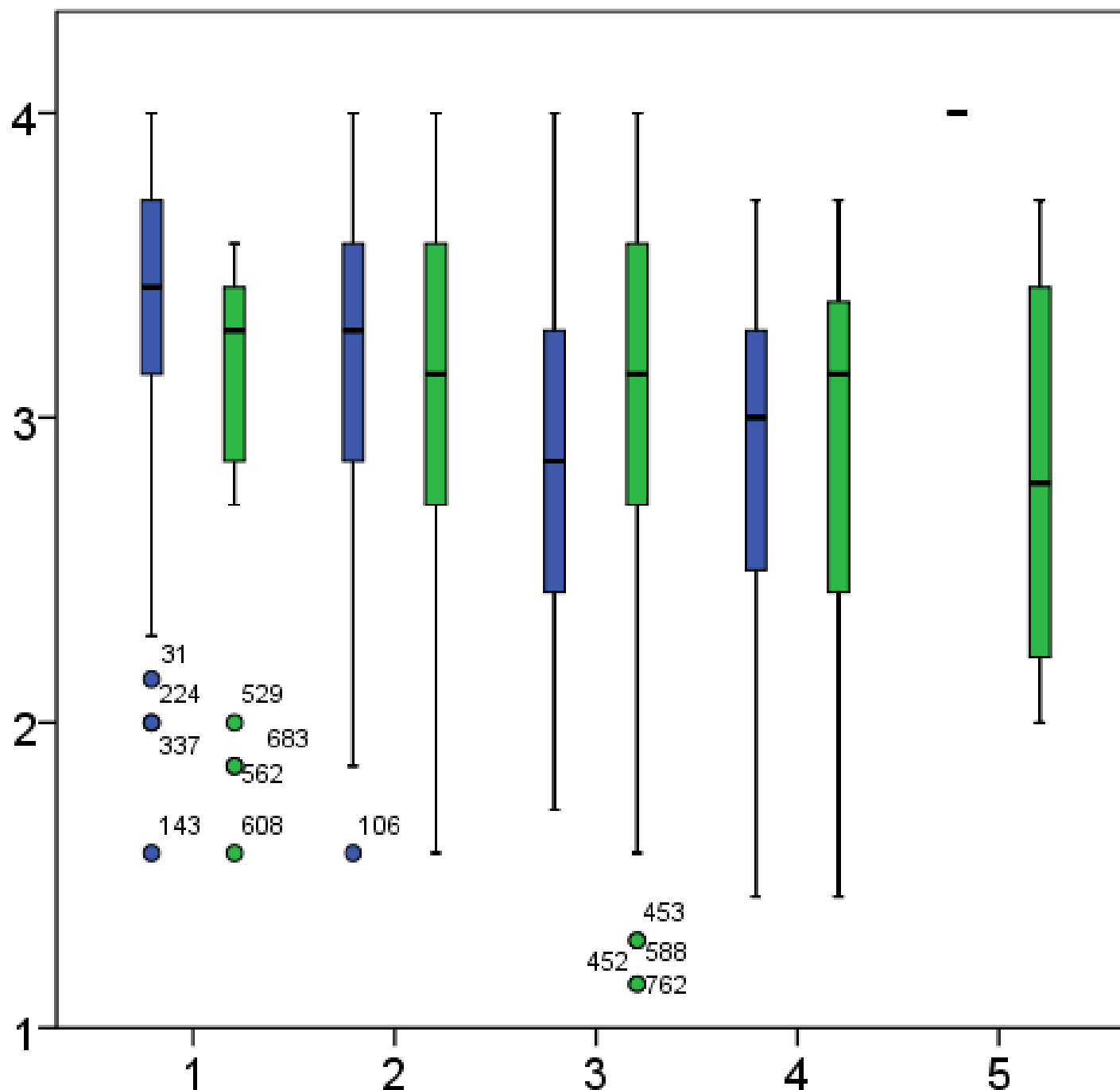
# Histogramy pro dvě skupiny – vztah mezi kategorickou a metrickou proměnnou







Neshody s rodiči (O)



známka z češtiny 1999

# Vztah mezi proměnnými

---

## Proměnné jsou ve vztahu...

- ... když z hodnot jedné proměnné lze usuzovat na možné hodnoty druhé proměnné **PRAVDĚPODOBNOST**
- ... když se rozložení (statistiky) jedné proměnné liší ve skupinách vymezených hodnotami proměnné druhé **PODMÍNĚNOST**
- ... když se určité kombinace hodnot první a druhé proměnné vyskytují častěji, než bychom čekali (=než součin pravděpodobností kombinovaných hodnot)

# Výzkumné otázky...

---

- Hypotézy o vzájemné souvislosti jevů:
    - **Predikuje** intelekt akademický úspěch?
    - Mají dobří češtináři i dobré známky z matematiky?
    - Existuje **souvislost** mezi mírou depresivní a anxiózní symptomatiky?
    - **Liší se** děti s ADHD od dětí bez ADHD v denní příjmu sacharidů?
    - Jsou různá umělecká nadání specifická, nebo vycházejí ze stejného „všeobecného“ talentu?
-



# Vztahy vs. kauzální vztahy

---

- Pozorujeme zvýšenou pravděpodobnost společného výskytu 2 jevů (hodnot) - asociace
  - Úsudek na příčinu je **problematický** – založen na teorii a výzkumném designu, který vyprodukoval data
  - Úsudek na příčinu je **potřebný**
    - tvorba teorie, úsudek o stabilitě v čase
    - rozlišování mezi náhodou a pravidelnostmi
-

# Pravděpodobnostní (statistický) vztah vs. deterministický

---

**Pravděpodobnostní**, statistický vztah – ze znalosti hodnoty jedné proměnné dokážeme přibližně usuzovat na hodnotu druhé proměnné

- Míra přesnosti tohoto usuzování je mírou síly, **těsnosti vztahu**

**Deterministický** vztah – hodnoty druhé proměnné dokážeme přesně stanovit, vypočítat (např. obsah čtverce z délky strany)

---

# Statistické zachycení vztahu

---

- ... závisí na úrovni měření vztahovaných proměnných – kategorické X metrické

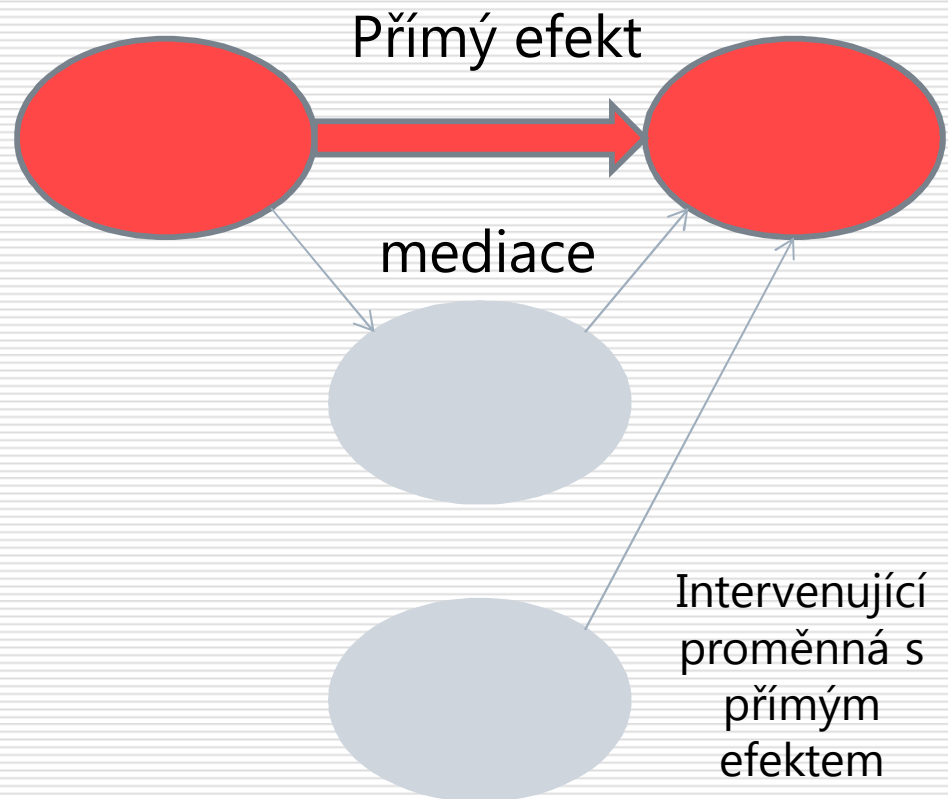
	Kategorická	Metrická
Kategorická	Kontingenční tabulka Složený sloupcový diagram  <i>Chí-kvadrát</i>	
Metrická	Složené podoby jednorozměrných zobrazení  <i>Rozdíl popisných statistik</i>	Bodový diagram  <i>Korelace</i>

---

# Klasifikace proměnných z hlediska funkce v problému

---

- Cílem výzkumu je obvykle prověřovat kauzální vztahy
  - ...na úrovni humanitních věd velmi ambiciózní 😊
  - Statistická analýza nemá potenciál ke zjištění nebo testování kauzality. To je úlohou designu výzkumu a teoretického zpracování.
  - Špatně sebraná data (nevhodný design) nelze zachránit sebelepší analýzou.
- Klasifikace proměnných:
  - Závislé, nezávislé, intervenující
  - Exogenní, endogenní, moderátory, mediátory
  - Obvykle není možné identifikovat všechny intervenující proměnné...



# Kontingenční tabulka

		známka z matematiky					celkem
		1	2	3	4	5	
známka z čj	1	82	40	8	1	0	131
	2	71	200	73	17	0	361
	3	4	75	109	25	0	213
	4	1	7	23	24	1	56
	5	0	0	2	1	2	5
celkem		158	322	215	68	3	766

## □ Kontingenční tabulka...

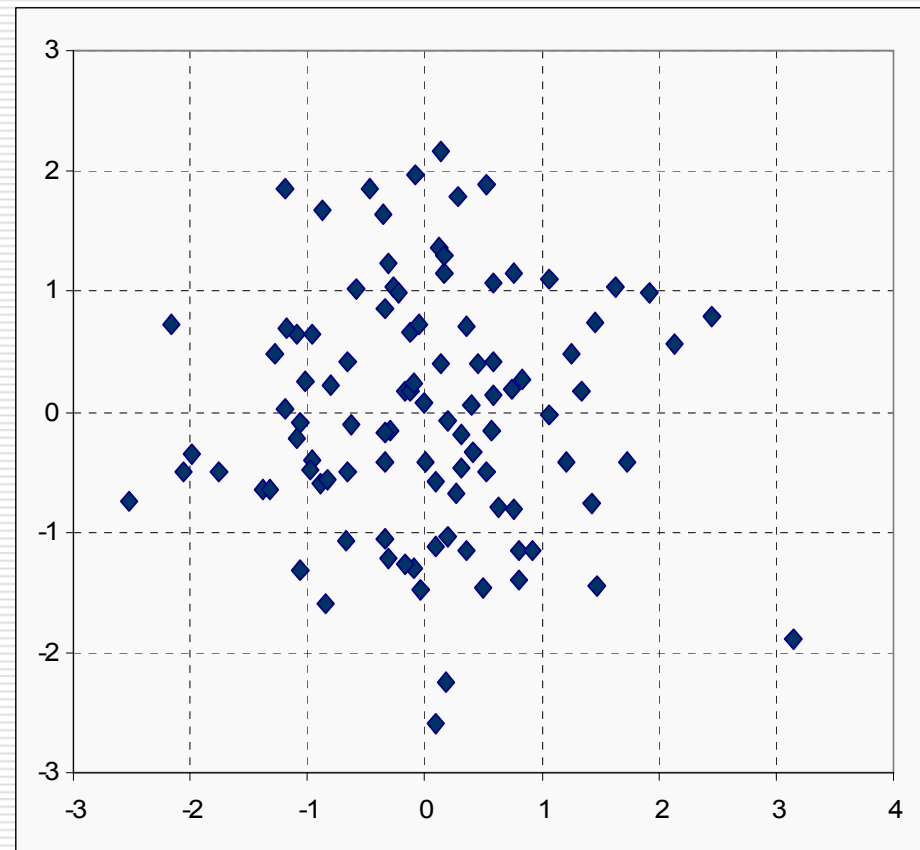
- Hodnoty je třeba přehledně uspořádat (stejně jako u tabulky četností)
- Pro data všech úrovní měření, nejvhodnější pro diskrétní prom. s málo hodnotami
- Buňky mohou obsahovat absolutní četnosti, **rel. četnosti (řádkové, sloupcové, celkové)**
- Poslední sloupec/řádek obsahuje tzv. sloupcové/řádkové **marginální (relativní) četnosti**
- Její grafickou podobou je 3D sloupcový diagram či histogram (může obsahovat i intervaly)
- Relativně vysoké četnosti v jedné z diagonál naznačují lineární provázanost proměnných

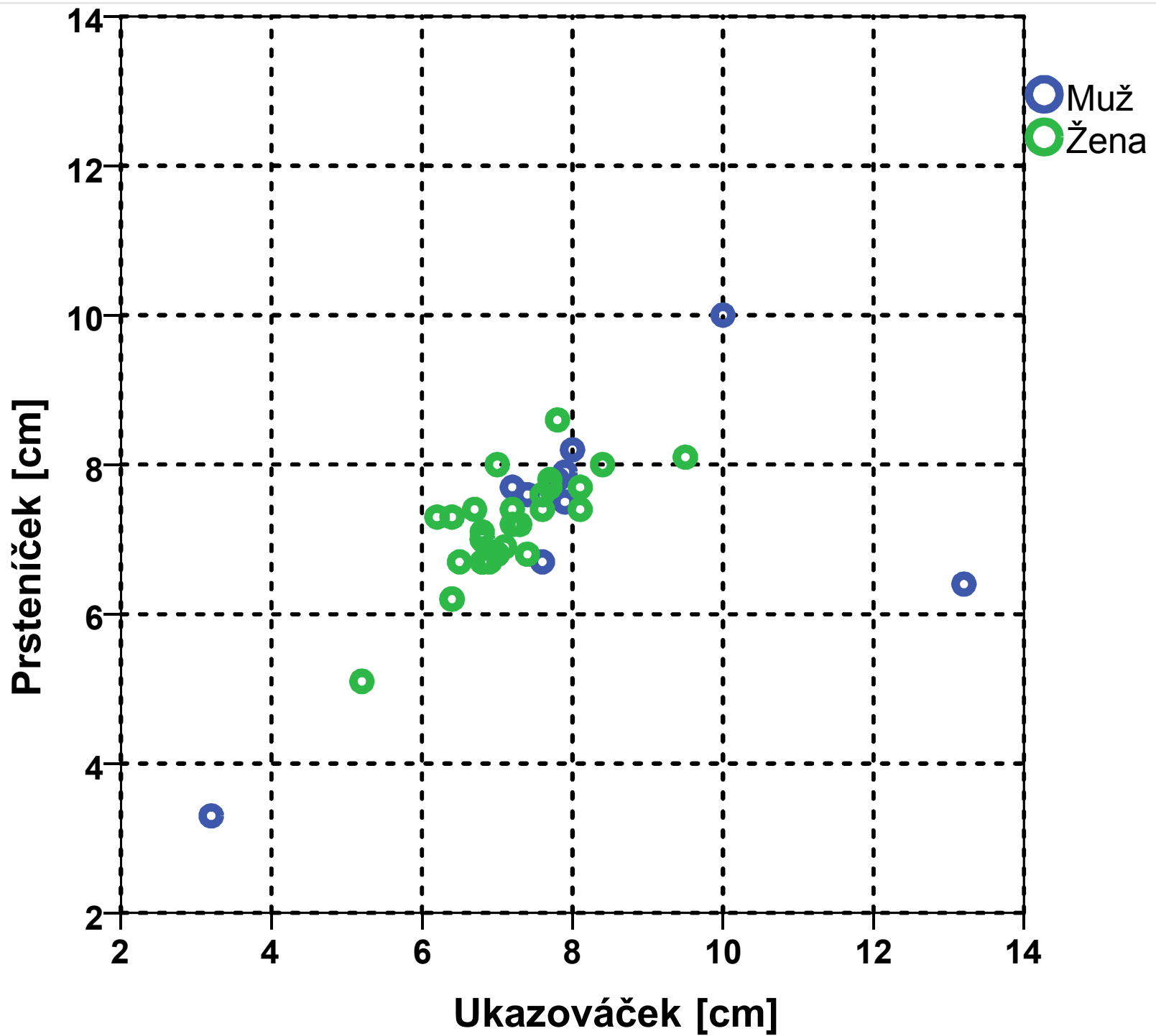
AJ: contingency table, crosstabulation, cells, row/column marginal frequencies, linear relationship (vs. curvilinear (non-linear) relationship),

			Pohlaví		Celkem
			1 muž	2 žena	
<b>Kterou z nabízených nadpřirozených schopností byste nejvíc chtěli?</b>	1 neviditelnost	n	6	16	22
		%	35,3%	48,5%	44,0%
	2 super rychlost	n	0	5	5
		%	0,0%	15,2%	10,0%
	3 super inteligenci	n	11	12	23
		%	64,7%	36,4%	46,0%
<b>Celkem</b>	n	17	33	50	
	%	100,0%	100,0%	100,0%	

# Bodový graf - scatterplot

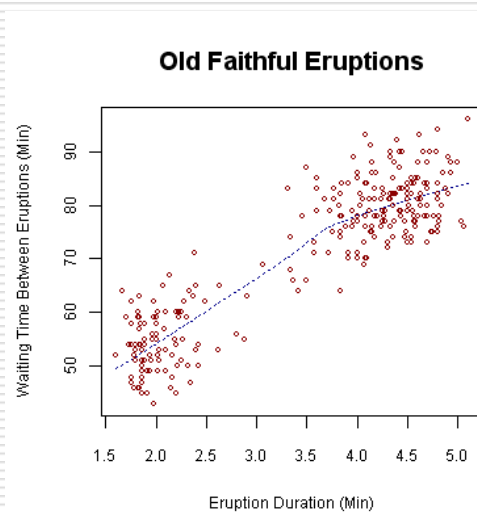
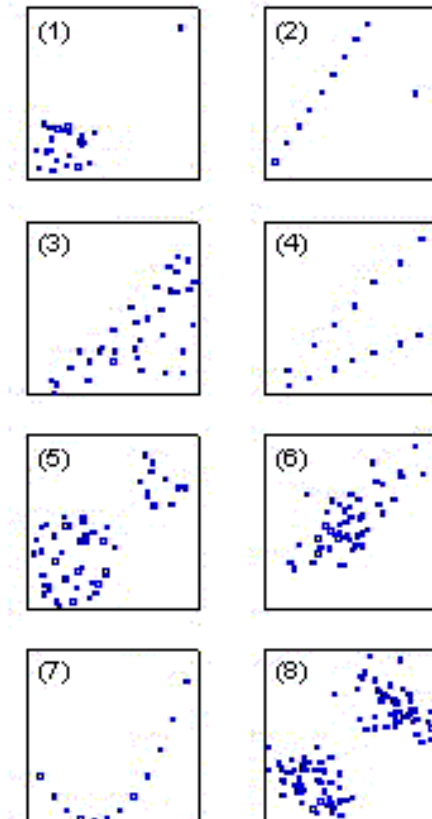
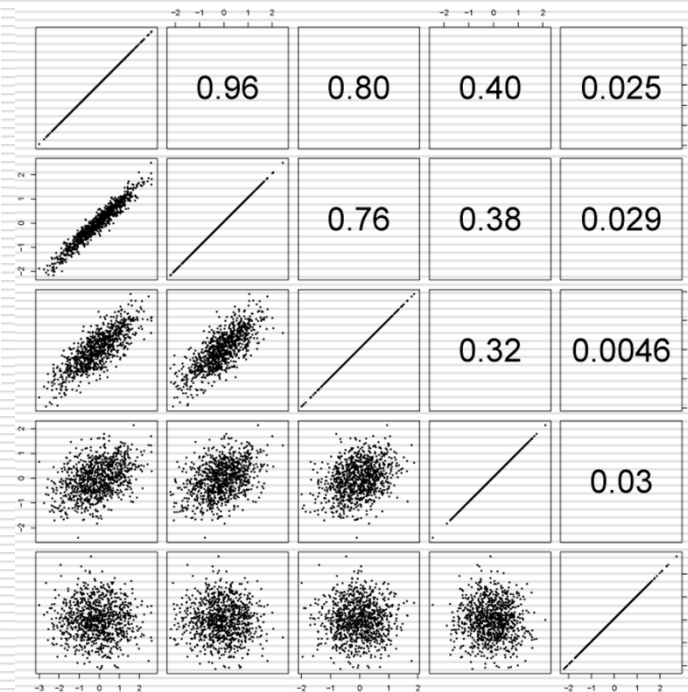
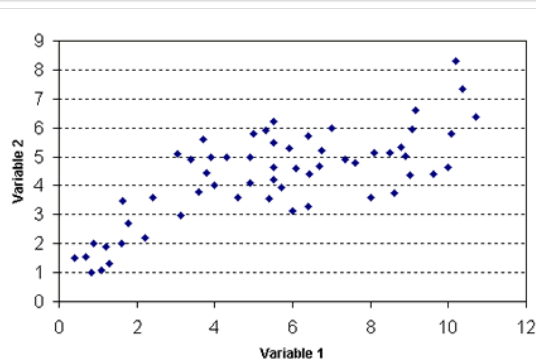
- Bodový graf – scatterplot(scattergram)
- Nahrazuje kontingenční tabulku, jsou-li obě proměnné spojité; pro proměnné s málo body měření nemá smysl
- Každá osa reprezentuje jednu proměnnou, každý bod je jedna zkoumaná osoba (jednotka)
- Poskytuje tím lepší evidenci o vztahu dvou proměnných...
  - ...čím více měření jsme provedli
  - ...čím přesnější jednotlivá měření byla
- Počet stejných měření může reprezentovat např. velikost bodu
  - Frequency scatterplot







# Různé podoby/druhy vztahu

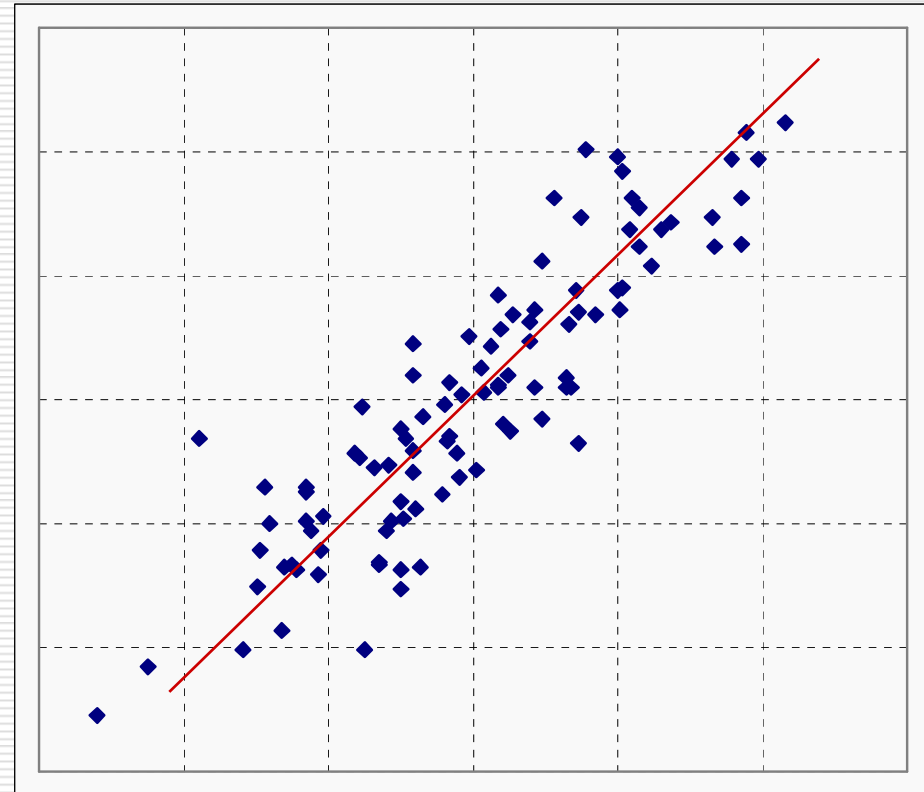


Pouze takto vypadající scattery zobrazují vztah mezi 2 proměnnými, který je lineární a dobře (=smysluplně, výstižně) popsateľný pomocí Pearsonova korelačního koeficientu. U ostatních jde buď o vztahy nelineární, nebo je problém v heterogenitě, outlierech...

# Lineární souvislost, vztah

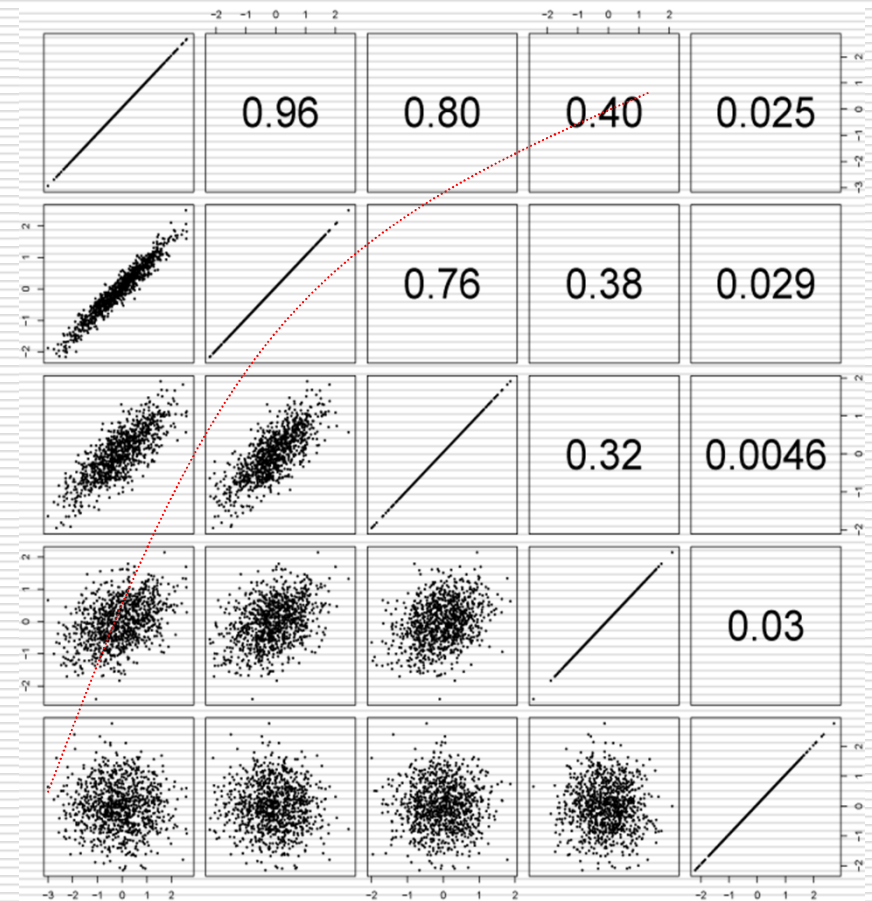
---

- Lineární vztah je to, co se obvykle míní slovem korelace.
- Je to monotónní vztah, který se dá popsat slovy čím více X, tím více/méně Y.
- Projevuje se tak, že scatterplot se dá proložit „ideální“ přímkou
  - $y = ax + b$Tato funkce/přímka popisuje strmost vztahu.  
Korelace popisuje **těsnost** vztahu.



# Těsnost vztahu

- ❑ Čím těsnější (=intenzivnější, silnější) vztah 2 proměnných je, tím jsou body více nahuštěny okolo nějaké přímky
- ❑ Těsnost nesouvisí se sklonem té přímky, ale pouze s tím, jak moc se scatterplot podobá přímce.
- ❑ Těsnost se udává bezrozměrným číslem od 0 do 1, kde 0=žádný vztah(těsnost) a 1= deterministický vztah (data na diagonále v obrázku napravo)
- ❑ Znaménko udává, zda jde o vztah čím víc, tím víc (+) nebo o vztah čím víc, tím míň (-)
- ❑ Rozsah je tedy od -1 do 1
- ❑ Těsnost -> kovariance



# Kovariance (=sdílený rozptyl)

- Míru těsnosti lineárního vztahu dvou proměnných lze vyjádřit číselně
- Kovariance vypovídá o míře „sdíleného rozptylu“

$$COV(X, Y) = c_{XY} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{n - 1}$$

Vzpomeňte si na výpočet rozptylu. Ten byl  $\sum x^2 / (n - 1)$ . Tohle je  $\sum xy / (n - 1)$ . Místo  $x^2$  je tu  $x^*y$ , proto je to ko-variance

Tato suma je tím vyšší čím máme v sadě dat více dvojic  $xy$ , u nichž je hodnota  $x$  i  $y$  nadprůměrná nebo podprůměrná. Sumu naopak snižují dvojice, kde je jedna hodnota nadprůměrná a druhá podprůměrná.

- kde  $x_i, y_i$  jsou deviační skóry, tj. odchylky od průměru
- Kovariance je stejně jako rozptyl nepraktická – výsledek je v jakýchsi „jednotkách na druhou“

# Korelace (=standardizovaný sdílený rozptyl)

---

- Chceme-li se zbavit obtížně interpretovatelných jednotek u kovariance, dosáhneme toho podobně jako při výrobě z-skórů – podělením deviačního skóru příslušnou směrodatnou odchylkou (=standardizace)

$$r_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left( \frac{X_i - m_x}{s_x} \right) \left( \frac{Y_i - m_y}{s_y} \right) = \frac{c_{xy}}{s_x s_y}$$

- Zakroužkovanou část vzorce už ale známe – to je transformace na z-skór. Korelace jednodušeji je tedy:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n z_{X_i} z_{Y_i}}{n-1}$$

# Vlastnosti popsaneho koeficientu korelace I.

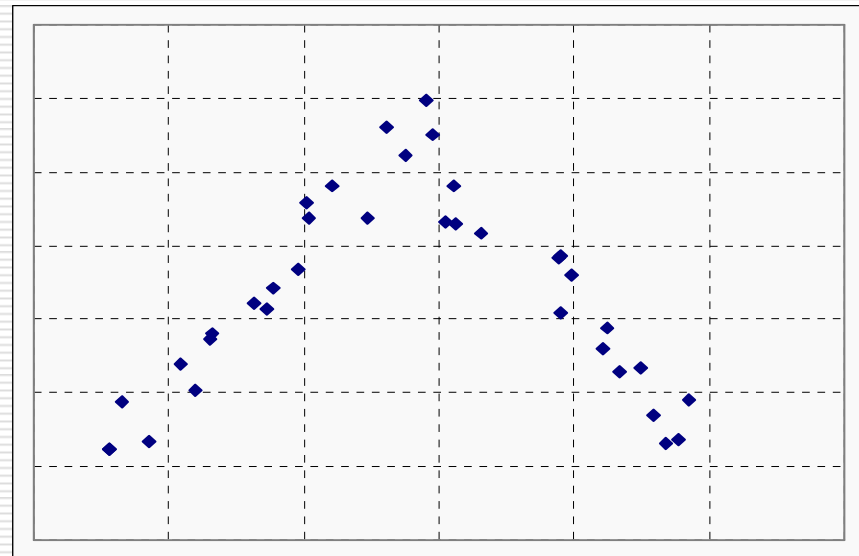
---

- Jde o tzv. Pearsonův součinnový, momentový koeficient korelace
  - patří tedy do kategorie momentových ukazatelů (viz předchozí přednáška) a platí pro něj podobné věci:
    - nutná intervalová a vyšší úroveň měření
    - velký vliv odlehlých hodnot na výsledek
    - je vhodný pro popis normálně rozložených proměnných
    - vyjadřuje pouze sílu(těsnost) lineárního vztahu
- Nabývá hodnot v rozmezí -1 až 1
  - 0 = žádný vztah
  - 1(-1) = dokonalý kladný (záporný) vztah = identita proměnných = přímá úměra
- Korelace nepopisuje funkční vztah dvou proměnných, ale pouze jeho těsnost.

# Vlastnosti Pearsonova koeficientu korelace II.

---

- $r^2$  = koeficient determinace (někdy  $D$ ,  $R^2$ )
  - = proporce sdíleného rozptylu
  - V důsledku toho:  
 $0,3-0,1 \neq 0,7-0,5$
- $r = 0$  neznamená, že mezi rozděleními proměnných není žádná souvislost, znamená pouze, že mezi nimi není *lineární* vztah.



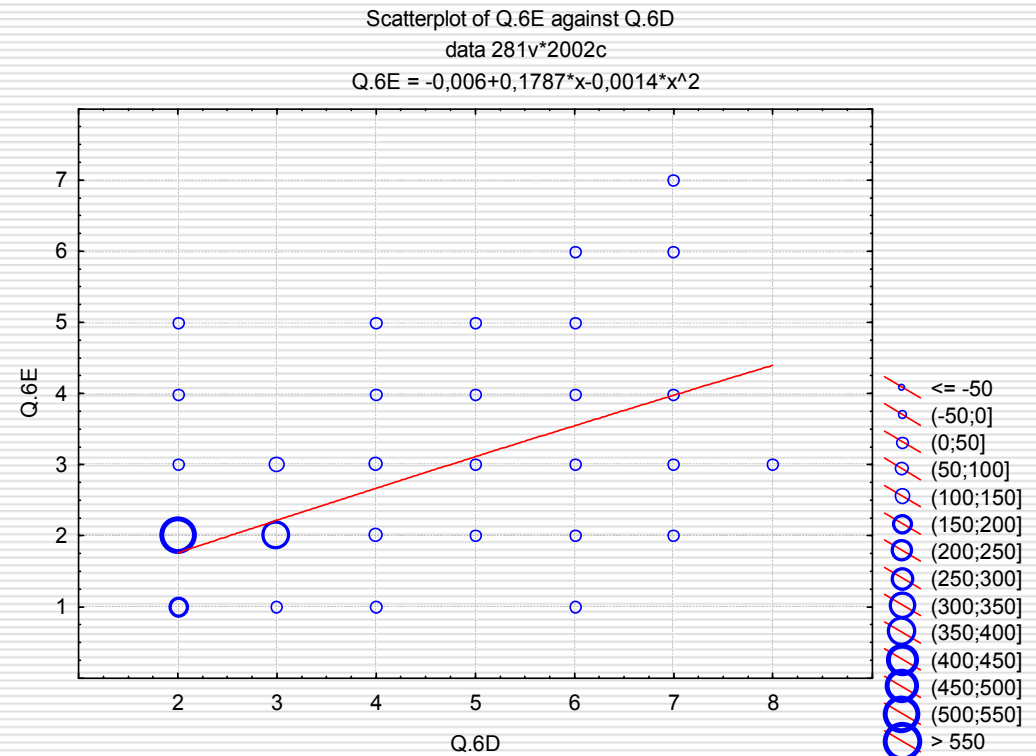
# Vlastnosti Pearsonova koeficientu korelace III.

## □ Kdy nemá korelace smysl?

- V1: Kolik hodin denně sledujete televizi?
- V2: Kolik hodin denně sledujete televizní zpravodajství?
- Proč? 😊

## □ Korelace proměnných se společnou příčinou:

- Swoboda: platy kněží a ceny vodky v průběhu doby korelují!
- IQ dětí a velikost a jejich výška prý také...
- ... kovariance proměnných se společnou příčinou je základem dalších metod analýzy dat v psychologii: analýzy reliability a faktorové analýzy.





# Korelační koeficienty pro pořadová data

(podrobněji přednáška 7)

---

- vhodné nejen pro pořadová data, ale i pro intervalová, která mají rozložení výrazně odlišné od normálního
- zachycují i nelineární monotónní vztahy (viz Hendl, s260)
- ukazatele toho, nakolik jsou pořadí podle korelovaných dvou proměnných stejná
- Spearmanův koeficient  $\rho$  –  $r_s$ 
  - založený na velikosti rozdílů v pořadí
  - ekvivalentem Pearsonova koeficientu na pořadových datech
  - lze interpretovat  $r^2$
- Kendallův koeficient tau –  $\tau$  (s variantami „b“ nebo „c“)
  - založený na počtu hodnot (prvků výběrového souboru) mimo pořadí
  - vyjadřuje spíše pravděpodobnost, že se prvky výběrového souboru uspořádají podle obou proměnných do stejného pořadí

## Korelační koeficienty další

---

- korelačních koeficientů existuje velké množství
- specifická užití – např.  $\phi$
- zjednodušení ručních výpočtů – např.  $r_{pb}$
- ještě budeme mluvit o vztazích mezi nominálními proměnnými...

**!! Korelace neznamená nutně kauzalitu, jde spíše o koincidenci !!**

---

# Shrnutí

---

	Kategorická	Metrická
Kategorická	Kontingenční tabulka Složený sloupcový diagram  <i>Chí-kvadrát</i>	
Metrická	Složené podoby jednorozměrných zobrazení  <i>Rozdíl popisných statistik</i>	Bodový diagram  <i>Korelace</i>

---