

Seminář k diplomové práci I: Východiska a metodologie

Kvantitativní metodologie a statistika

David Lacko

Výuka metodologie na KISKu

- Podzim: ISKB06 Metodologie informačních studií a knihovnictví
- Jaro: ISKB15 Seminář k bakalářské práci: metodologie ISK

Doporučená literatura

- Hendl J. (2015). Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat. Praha: Portál.
- Hendl J. (2008). Kvalitativní výzkum: základní teorie, metody a aplikace. Praha: Portál.
- Reichel, J. (2009). Kapitoly metodologie sociálních výzkumů. Praha: Grada.
- Pickard, A. J. (2013). Research methods in information. London: Facet publishing.
- Novotná, H., et al. (2020). Metody výzkumu ve společenských vědách. Praha: Karlova univerzita.

Doplňující literatura

- Mareš, P., Rabušic, L., & Soukup, P. (2015). Analýza sociálněvědních dat (nejen) v SPSS. Brno: Masarykova univerzita.
- Urbánek, T., Denglerová, D., & Širůček, J. (2011). Psychometrika: měření v psychologii. Praha: Portál.
- Disman, M. (1993). Jak se vyrábí sociologická znalost. Praha: Karolinum.
- Ferjenčík, J. (2000). Úvod do metodologie psychologického výzkum. Praha: Portál.
- Švaříček, R., & Šedřová, K. (2014). Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách. Praha: Portál.

Struktura přednášky

- Kvantitativní metodologie
 - Co je to věda a metodologie
 - Kvantitativní metodologie
 - Typy kvantitativních výzkumů
 - Hodnocení metod
 - Testování hypotéz
- Úvod do statistiky
 - Popisná statistika
 - Inferenční statistika
 - Klíčové pojmy
 - Statistické testy

Část I. Kvantitativní metodologie

Poznání

- Zdroje poznání (Charles Peirce)
 - Metoda tradice
 - Metoda authority
 - Metoda a priori
 - **Metoda vědy**



- Vztah kritického myšlení a vědeckého poznání?

Věda

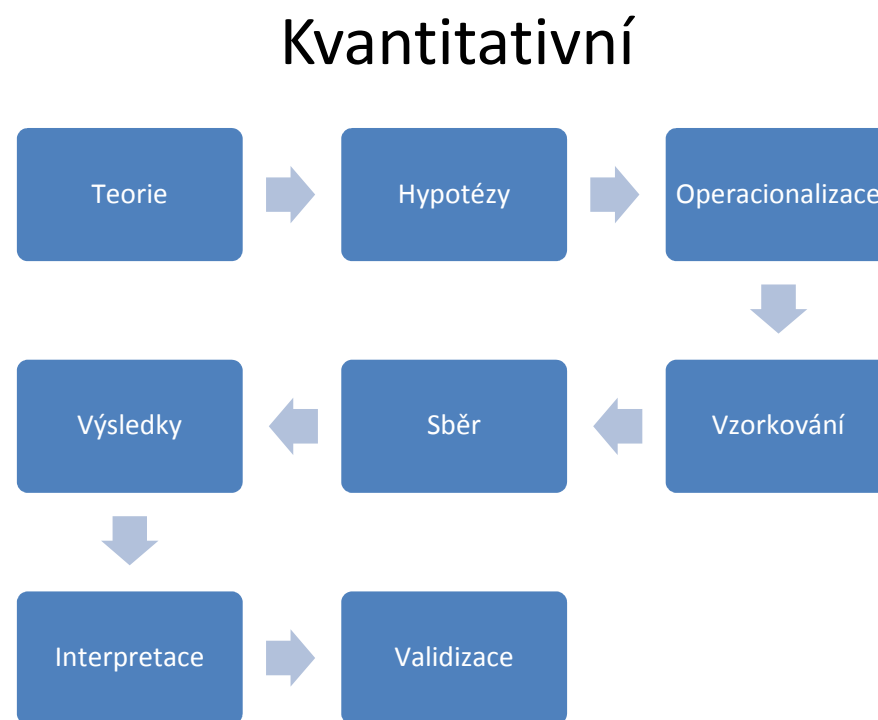
- **Vědecké poznání:** předmětné, systematické, empirické, kritické, kontrolovatelné, reprodukovatelné a sociálně a kulturně podmíněné.
- Každá věda je tvořena **metodou** a **předmětem zkoumání** (Auguste Comte)



Metodologie

- **Věda o metodách.** Předmětem jejího zkoumání je **filosofie vědy** (tj. studium metod a vědeckých postupů).
- Vědecká metoda je systematickým, promyšleným a objektivním postupem k získání poznatků a dosažení cíle.

Kvantitativní metodologie

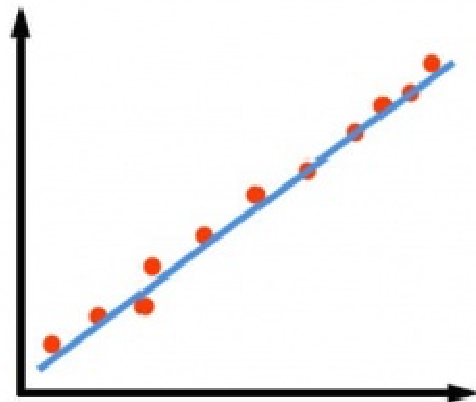


Základní typy výzkumů v kvantitativní metodologii

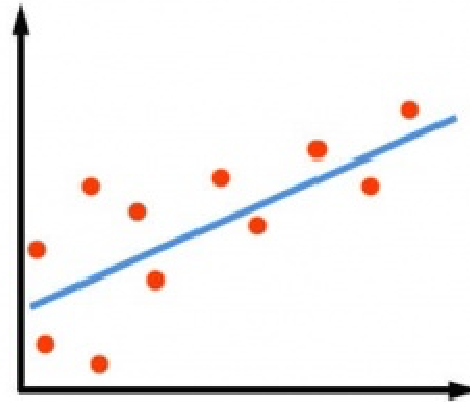
- Orientační výzkum
- Korelační výzkum
- Kvaziexperimentální výzkum
- Experimentální výzkum

Korelační výzkum

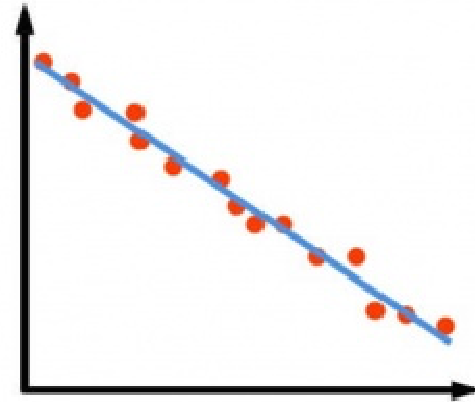
- Kvantifikace a zkoumání míry vztahů (těsnosti) mezi proměnnými.
- Odpoví nám na otázku: *Souvisí jev A s jevem B?*
- Rozvoj souvisí s rozvojem statistických procedur (korelace, regrese, faktorová analýza, strukturální modelování)
- 3 výsledky korelací
 - Mezi korelovanými proměnnými neexistuje žádný vztah.
 - Mezi proměnnými existuje kladný vztah – např. *čím více ..., tím více ...*
 - Mezi proměnnými existuje záporný vztah – např. *čím více ..., tím méně ...*



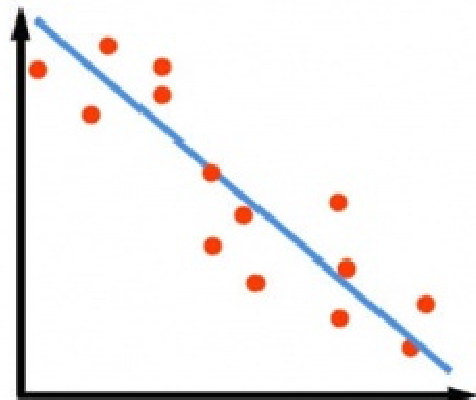
STRONG POSITIVE CORRELATION



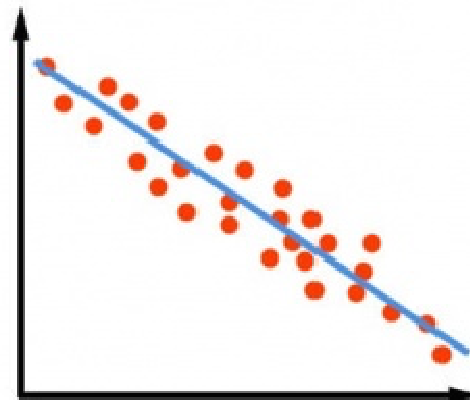
WEAK POSITIVE CORRELATION



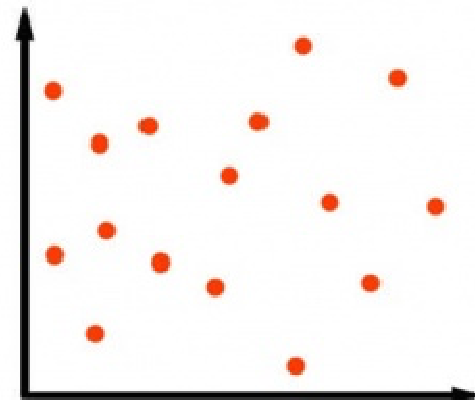
STRONG NEGATIVE CORRELATION



WEAK NEGATIVE CORRELATION

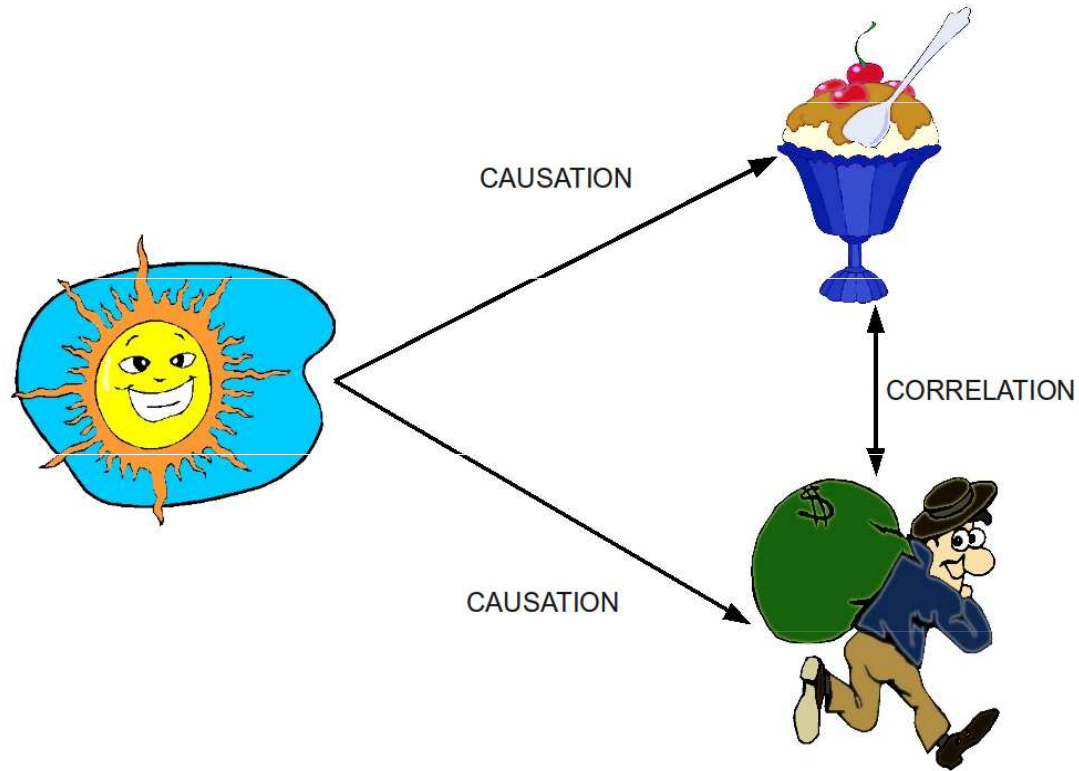


MODERATE NEGATIVE CORRELATION



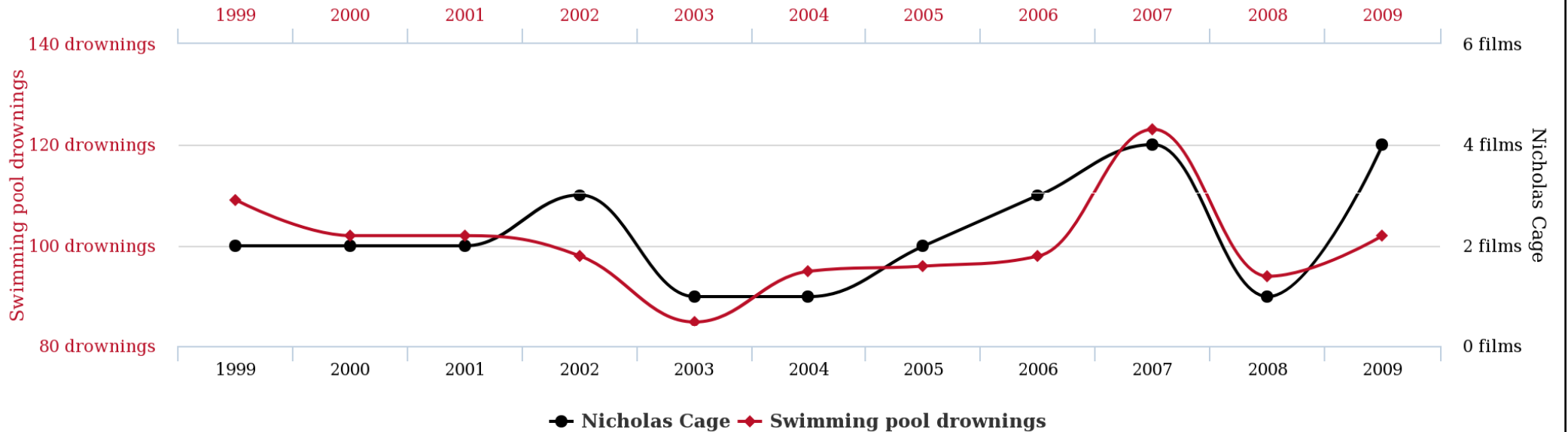
NO CORRELATION

Třetí proměnná v korelacích



Korelace \neq Kauzalita

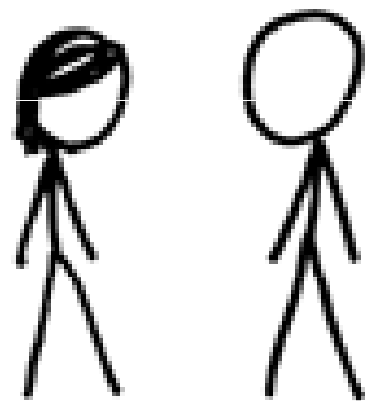
Number of people who drowned by falling into a pool
correlates with
Films Nicolas Cage appeared in



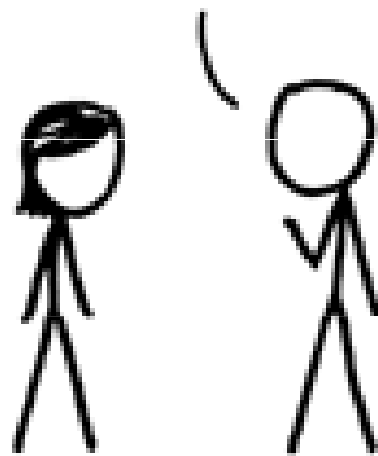
tylervigen.com

Více zde: <http://tylervigen.com/spurious-correlations>

I USED TO THINK
CORRELATION IMPLIED
CAUSATION.



THEN I TOOK A
STATISTICS CLASS.
NOW I DON'T.



SOUNDS LIKE THE
CLASS HELPED.



WELL, MAYBE.

Kvaziexperimentální výzkum

- Snaha o odhalení kauzálních vztahů
- = **Ex post facto výzkum**
- problémem je většinou faktické či z etických důvodů nemožné **náhodné** rozřazení osob do experimentální a kontrolní skupiny
- Nelze také manipulovat s nezávislou proměnnou (např. pohlaví, onemocnění)
- kvaziexperiment se často používá v přirozeném prostředí v rámci aplikovaného výzkumu
- Slabé omezení intervenujících proměnných (na rozdíl od experimentu) -> **má nižší vnitřní validitu**

Experimentální výzkum

- Hlavní nástroj empirického výzkumu – „Zlatý standard“
- Laboratorní metoda, obtížně proveditelný v kontextu „normálního života“
- Velice **vysoká interní validita**, ale může být nižší externí (ekologická) validita (na rozdíl od kvaziexperimentu)
- Etické problémy
- Slavné experimenty v sociálních vědách
 - *Zimbardo – Stanfordský vězeňský experiment (jednalo se spíše o kvazi-experiment)*
 - *Milgram – respekt k autoritě*
 - *Aschův experiment - konformita*

Hodnocení metod

- Vznikají v důsledku *nepřímosti měření*
 - Málokdy měříme daný konstrukt přímo, většinou pouze pomocí nějakých projevů -> stoupá chyba měření
- Většina metod v humanitních a sociálních oborech bude mít tzv. chyby měření kvůli nepřímosti měření
- Konstantní chyby -> **validita**
- Osobní chyby -> standardizace I (objektivita)
- Proměnné chyby -> **reliabilita**
- Interpretační chyby -> standardizace II (normalizace)
- Celý tento proces se nazývá standardizace (III) metody

Vztah validity a reliability

- Validita = odmocnina z reliability
 - Bez reliability nemůže být validita!
 - Bez validity může být reliabilita (např. frenologie)!

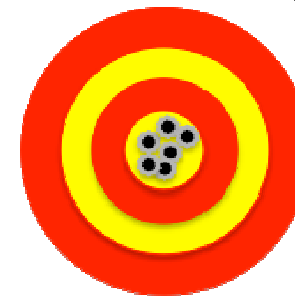
Target A
Poor Validity,
Good Reliability



Target B
Poor Validity
Poor Reliability

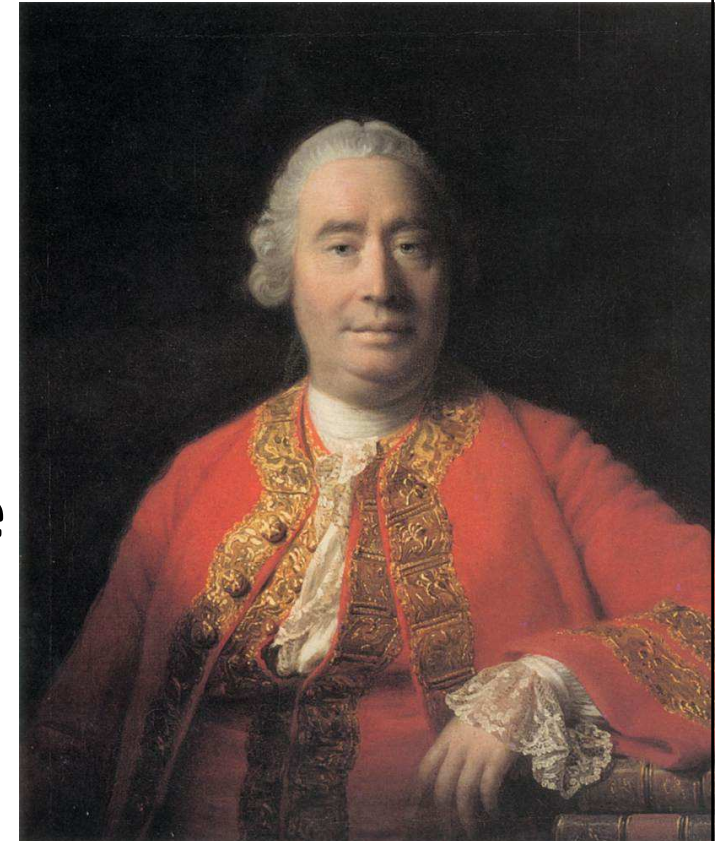


Target C
Good Validity,
Good Reliability



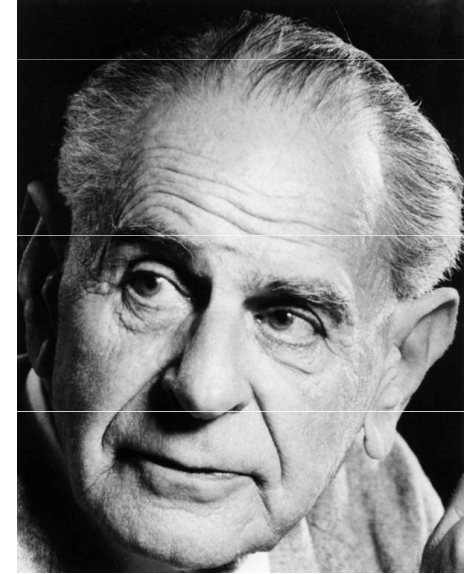
Hledání vědeckých důkazů

- Induktivní přístup: Důraz na **verifikaci**
- Problém indukce
 - Sextus Empiricus
 - Francis Bacon
 - Východ slunce
 - **David Hume – Problém indukce**
 - Bertrand Russell
 - Krocan-vědec



Snaha o „vyřešení“ problému indukce

- Karl Popper – Kritický racionalismus (hypoteticko-deduktivní metoda)
 - Černá labuť
- *Logik der Forschung*
- 1. Indukce neexistuje.
- 2. Hypotézy lze jen **falsifikovat**, nikoli verifikovat - verifikace neexistuje.
- 3. Demarkační kritérium - vědecká je jen falsifikovatelná teorie.
- 4. Smyslem vědy je falsifikace.



Hypotéza

- Z řeckého hypothesis – předpoklad, domněnka
- Je psána výrokovou formou, je velice konkrétní.
- jednoduchost, verifikovatelnost, falsifikovatelnost, srozumitelnost.

Testování hypotéz

- Proces rozhodování o tom, jestli přijmeme, nebo zamítneme hypotézu
- Podobně jako indukce, snaha o generalizaci výsledku získaného ze vzorku na populaci.
- Nulová vs. Alternativní hypotéza

Testování hypotéz

- 1. Určení statistické hypotézy
- 2. Statistická indukce (NHST, Null hypothesis significance testing)
 - 2. Určení hladiny chyby α
 - 3. Výpočet testovací statistiky
- 4. Rozhodnutí
 - 1) **Vyvrátili jsme nulovou hypotézu (reject)** -> tzn., že jsme našli podporu pro naši alternativní hypotézu! (ne úplně korektně – **potvrdili jsme alternativní/výzkumnou hypotézu**)
 - 2) **Nepodařilo se nám vyvrátit nulovou hypotézu (failed to reject)** -> nenašli jsme podporu pro alternativní hypotézu, ALE nenašli jsme ani podporu pro nulovou hypotézu! (ne úplně korektně – **nepotvrdili jsme alternativní/výzkumnou hypotézu**)

Nic jiného nemůžeme v klasickém testování hypotéz interpretovat!

- ~~nesignifikantní výsledek značí podporu nulové hypotézy (neexistenci jevu, vztahu)~~

I CAN'T BELIEVE SCHOOLS
ARE STILL TEACHING KIDS
ABOUT THE NULL HYPOTHESIS.

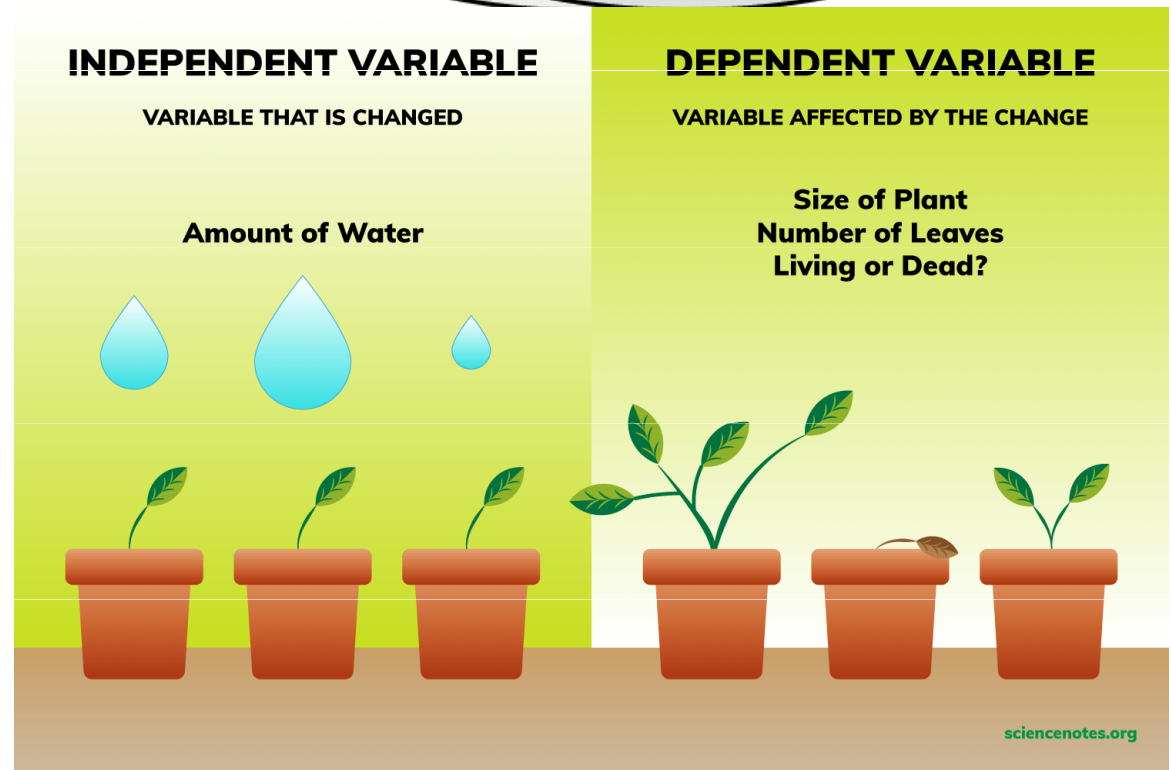
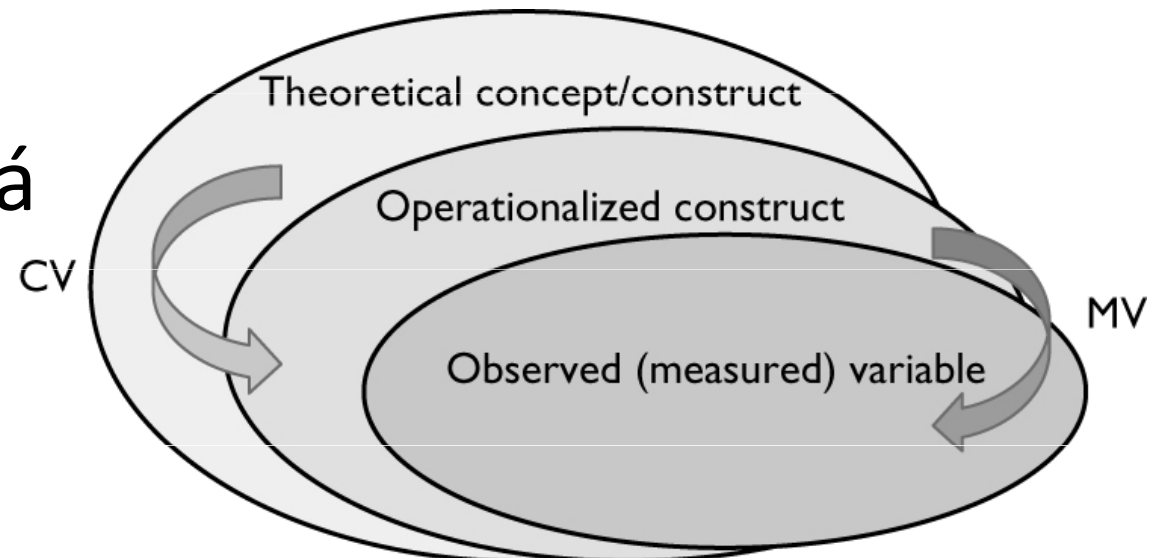
I
I REMEMBER READING A BIG
STUDY THAT CONCLUSIVELY
DISPROVED IT *YEARS* AGO.



Disproved = reject

Operacionalizace a dělení proměnných

- Nezávislá proměnná
- Závislá proměnná
- Intervenující proměnné
- Úrovně měření



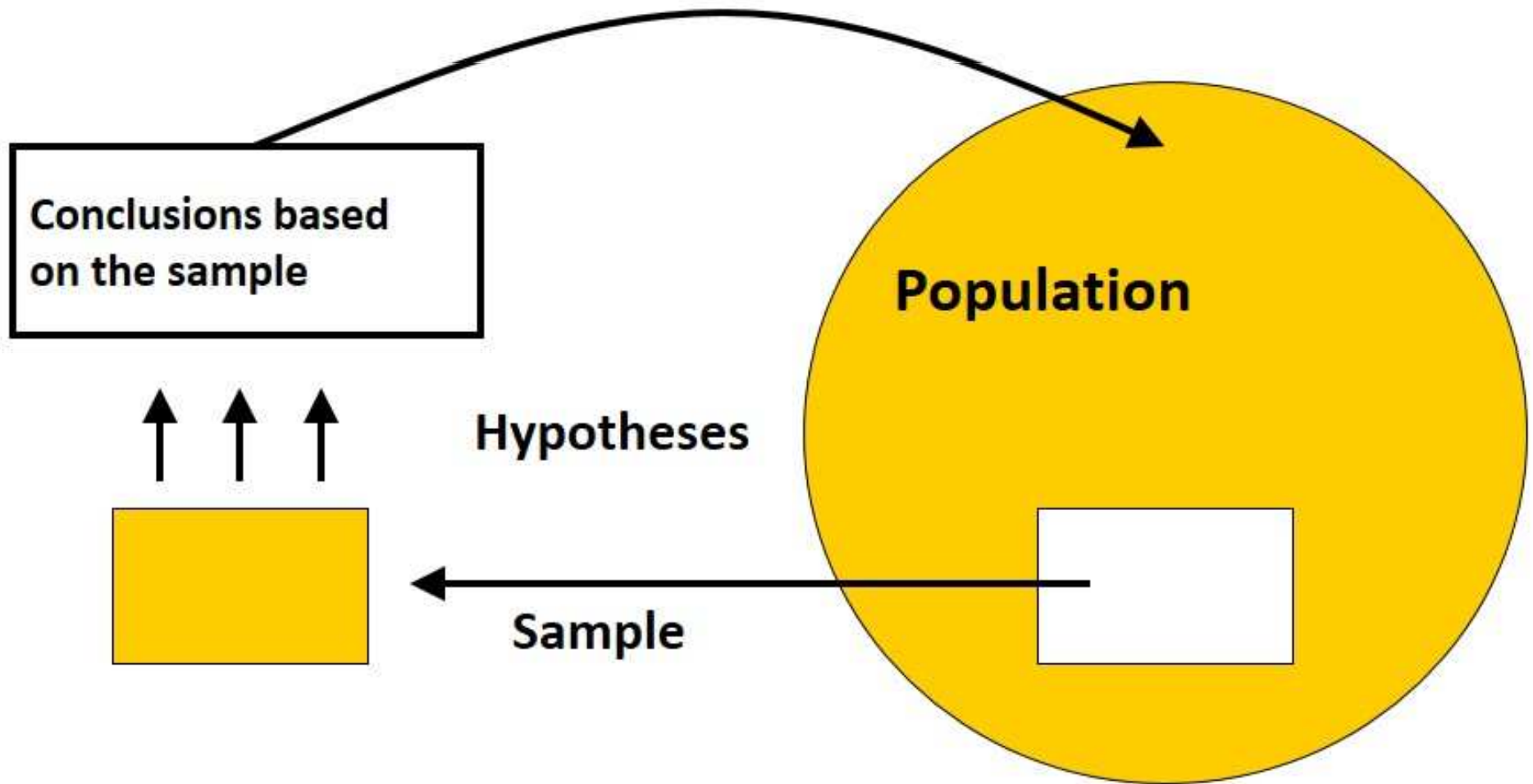
2. Část – Úvod do statistiky

3 části statistiky

- 1) Získávání dat (výběr populace)
- 2) Analýza dat (deskriptivní/popisná statistika)
 - Snaha o popis dat, jejich distribuci, atd.
- 3) Statistické usuzování (inferenční/indukční statistika)
 - Snaha rozhodnout, jestli (a s jakou pravděpodobností) platí zjištění ze vzorku na populaci
 - Testování hypotéz
 - a) Parametrická statistika
 - b) Neparametrická (a robustní) statistika

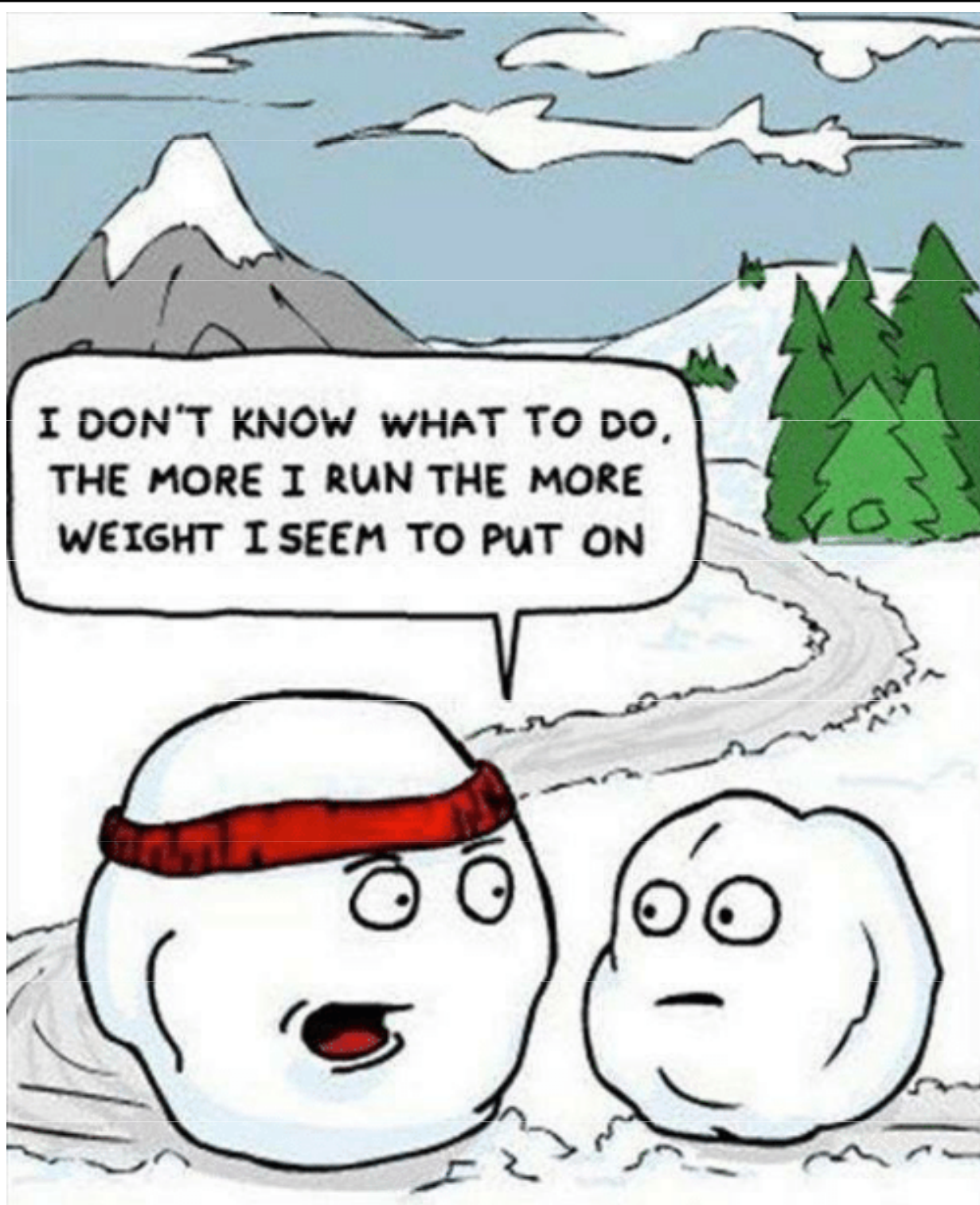
The idea of statistical inference

Generalisation to the population



Typy výběrů

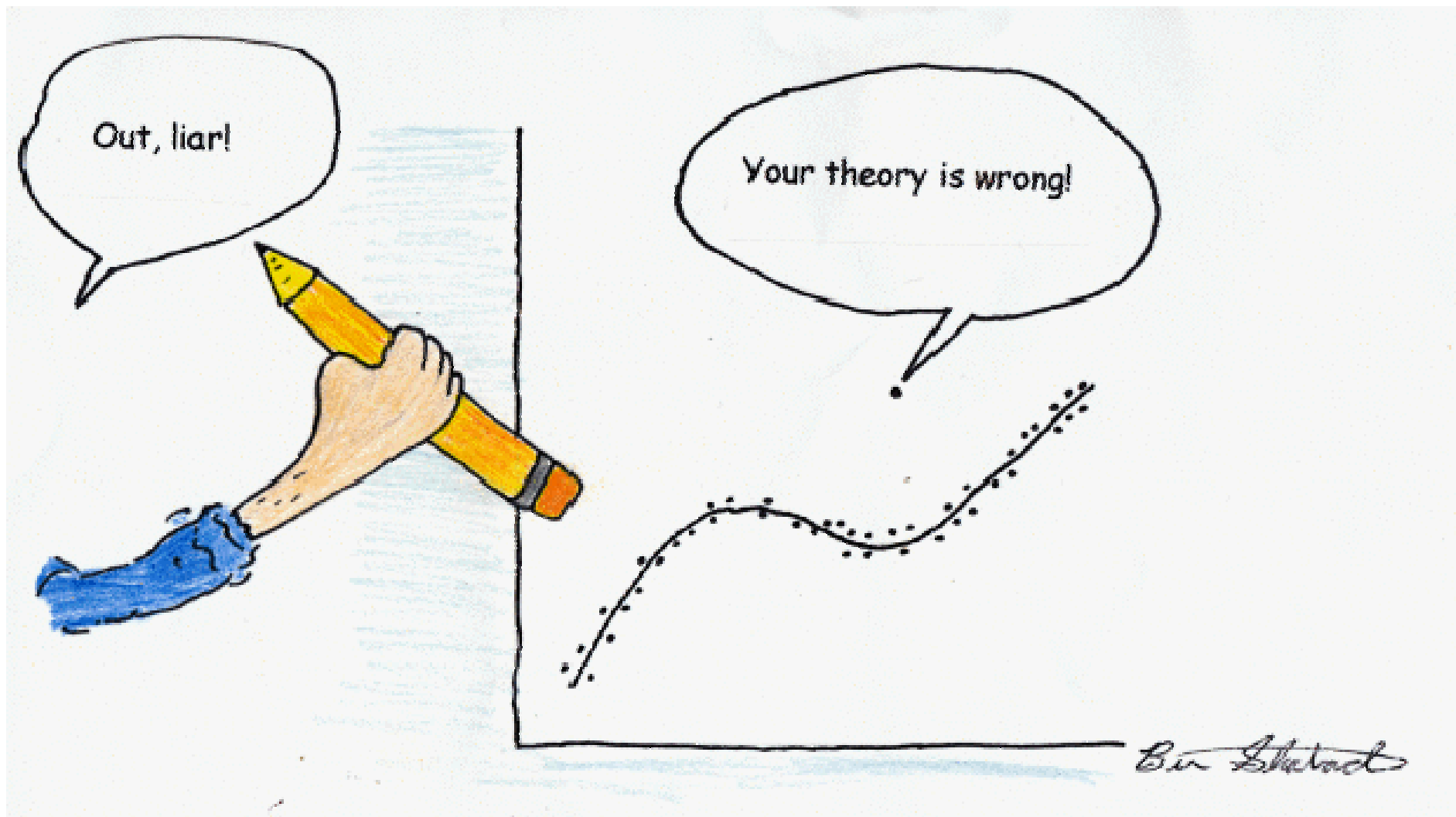
| Reprezentativní | | Nereprezentativní | |
|----------------------------|--------|---------------------------------------|--|
| Pravděpodobnostní | | Nepravděpodobnostní | |
| Prostý náhodný | Kvótní | Snowball (sněhová koule) | |
| Systematický náhodný | | Teoretický | |
| Náhodný stratifikovaný | | Výběr typických či kritických případů | |
| Náhodný skupinkový | | Příležitostný výběr | |
| Náhodný vícestupňový výběr | | Účelový výběr | |



I DON'T KNOW WHAT TO DO,
THE MORE I RUN THE MORE
WEIGHT I SEEM TO PUT ON

Příprava dat pro analýzu

- 1) Export dat
- 2) Koding a kontrola dat
- 3) Import dat
- 4) Čištění dat
- 5) Analýza outlierů



Out, liar!

Your theory is wrong!

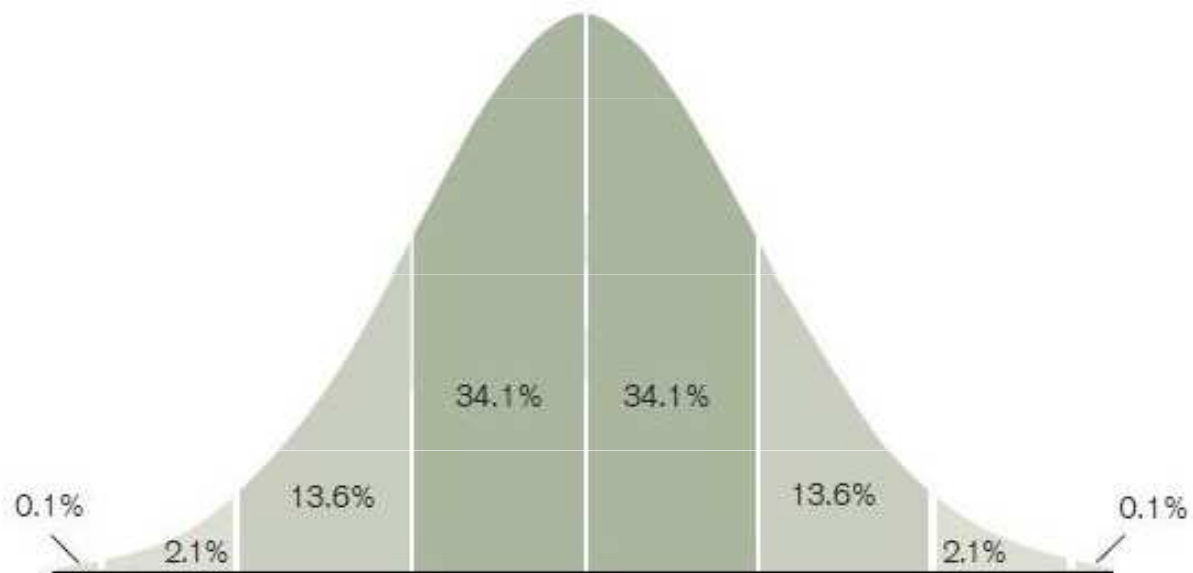
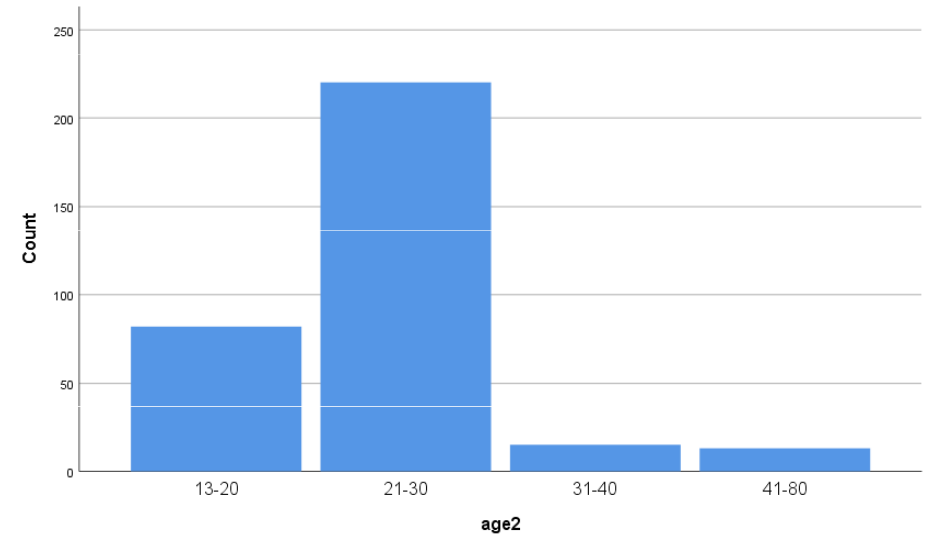
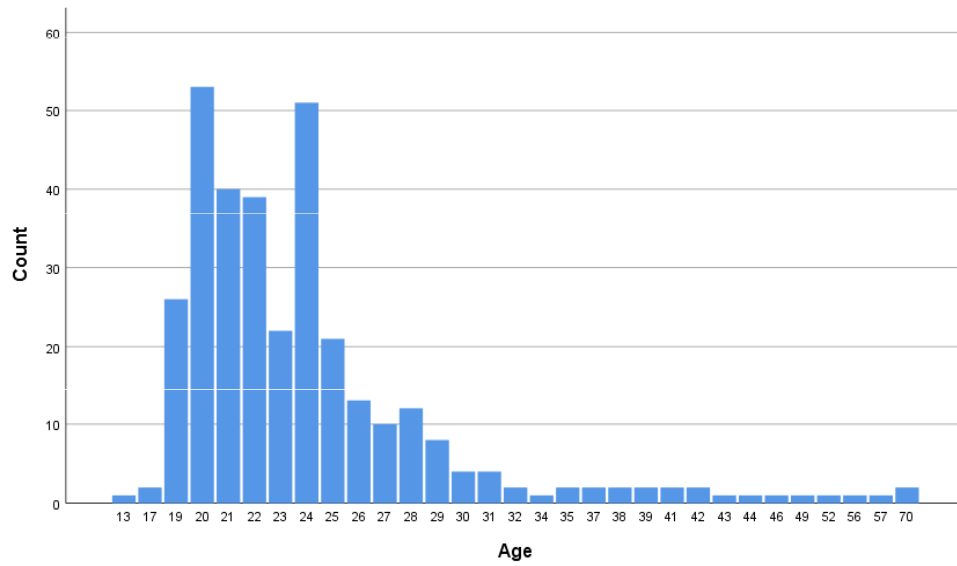
Ben Stetson

Deskripce

- Typické charakteristiky popisovaných proměnných:
 - Rozdělení hodnot
 - Míry centrální tendence
 - Míry variability
 - Grafy (vizualizace dat)

Distribuce

Graph



Míry centrální tendence

- Aritmetický průměr, medián, modus, suma, ...



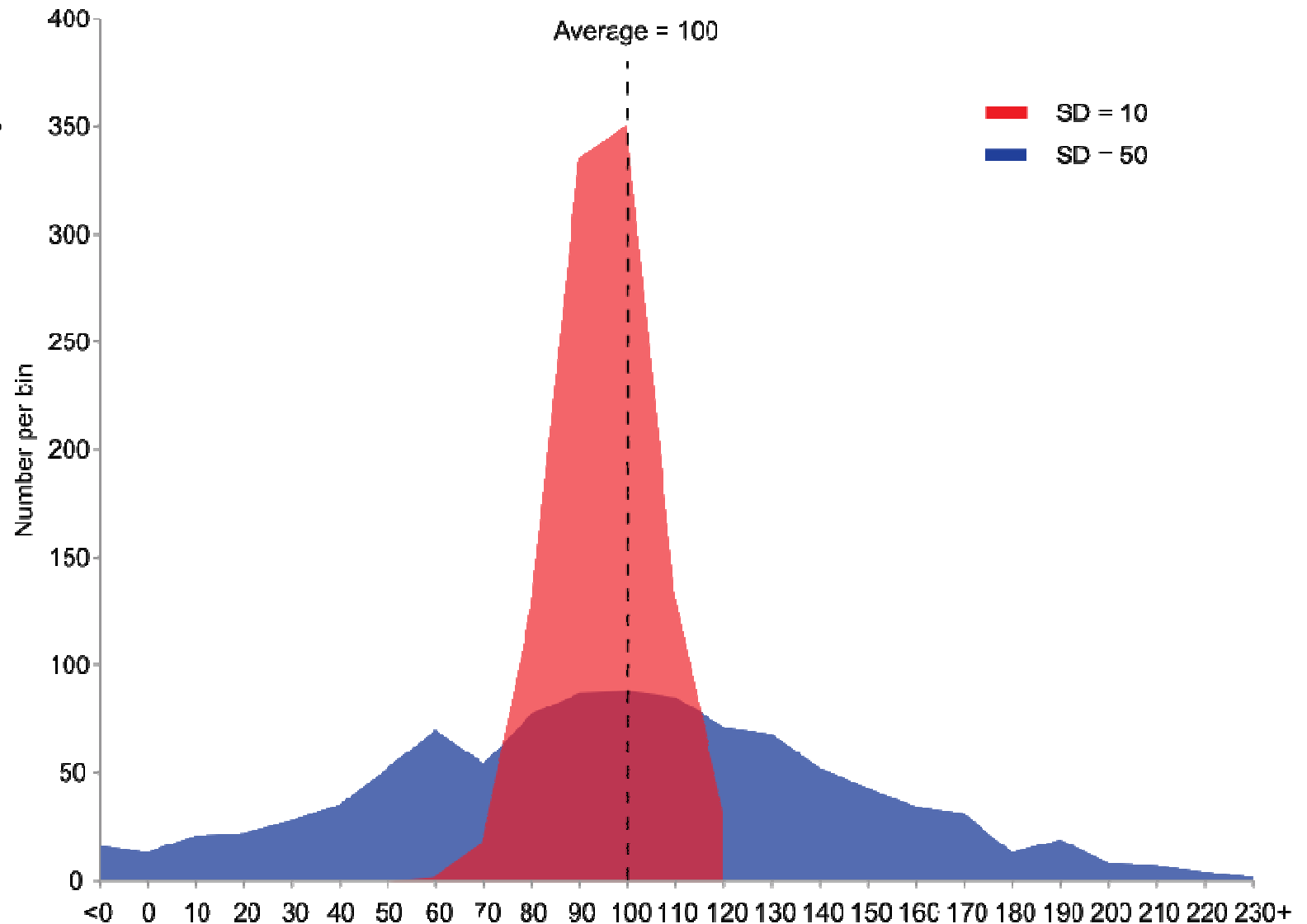
Je nepřijatelné, aby více než polovina lidí nedosáhla ani na průměrný plat. Budeme usilovat o to, aby všichni měli nadprůměrný.

Míry variability

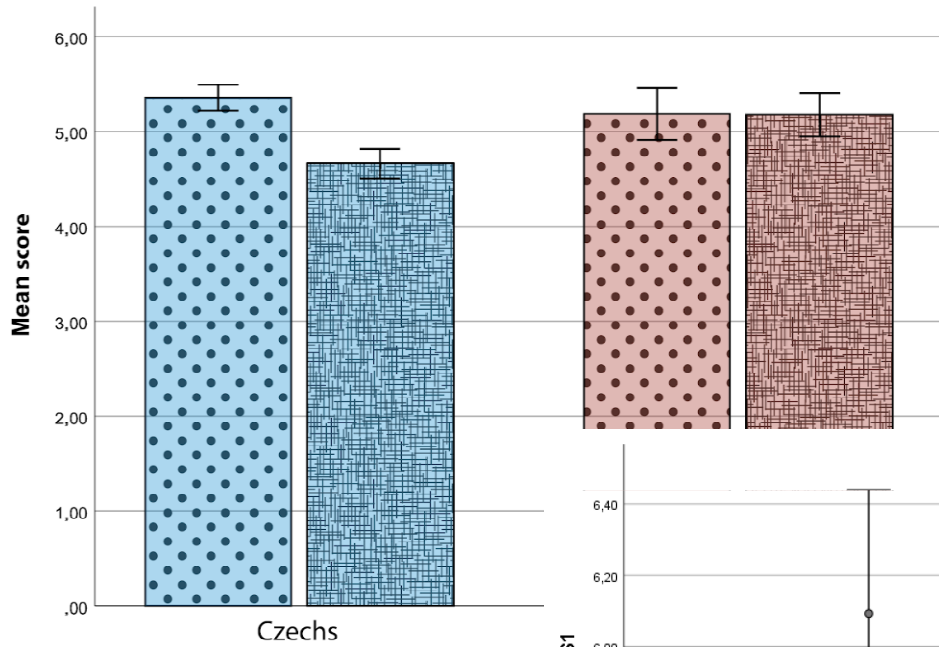
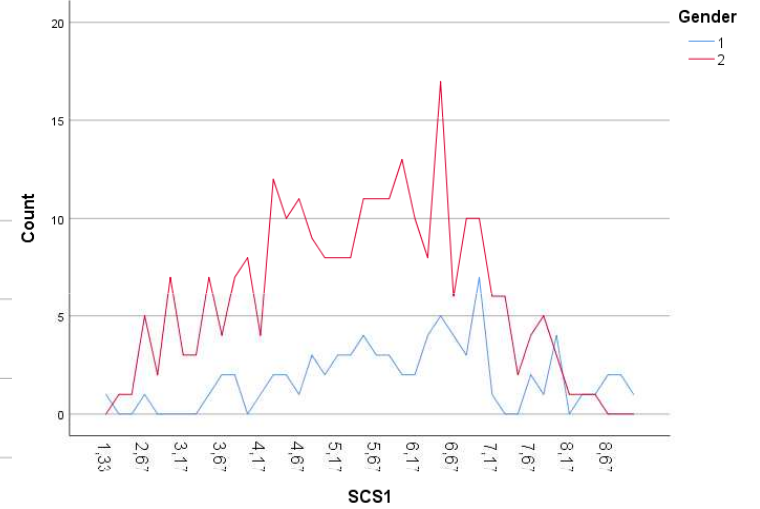
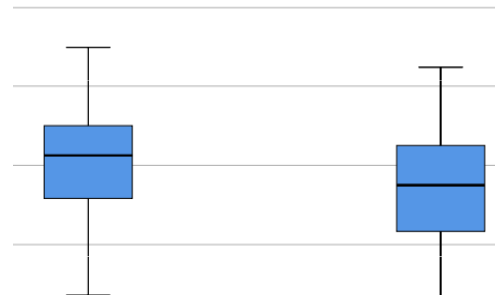
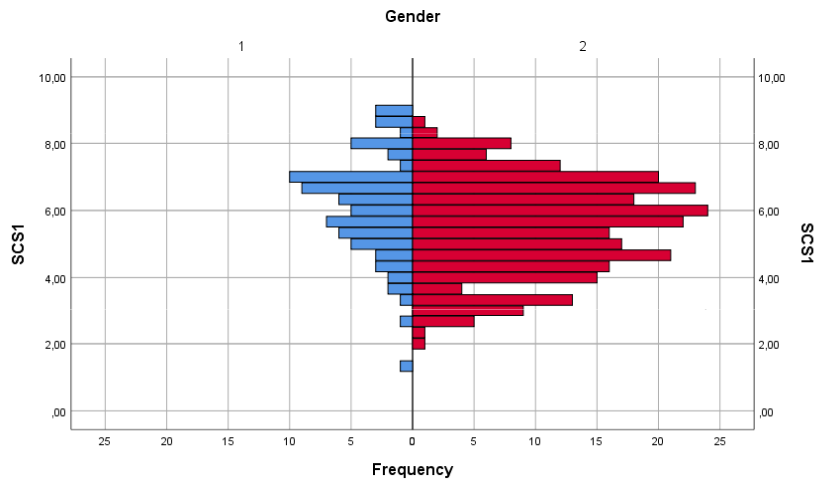
- Popisují kolísání v rozdělení hodnot
- Informace o tom, jak dalece jsou data kolem středové hodnoty nakupena či naopak rozptýlena
- **Nejčastější míry variability:** rozpětí, mezikvartilové rozpětí, rozptyl, směrodatná odchylka, medianová směrodatná odchylka, variační koeficient



Proč je důležité reportovat také míru variability?

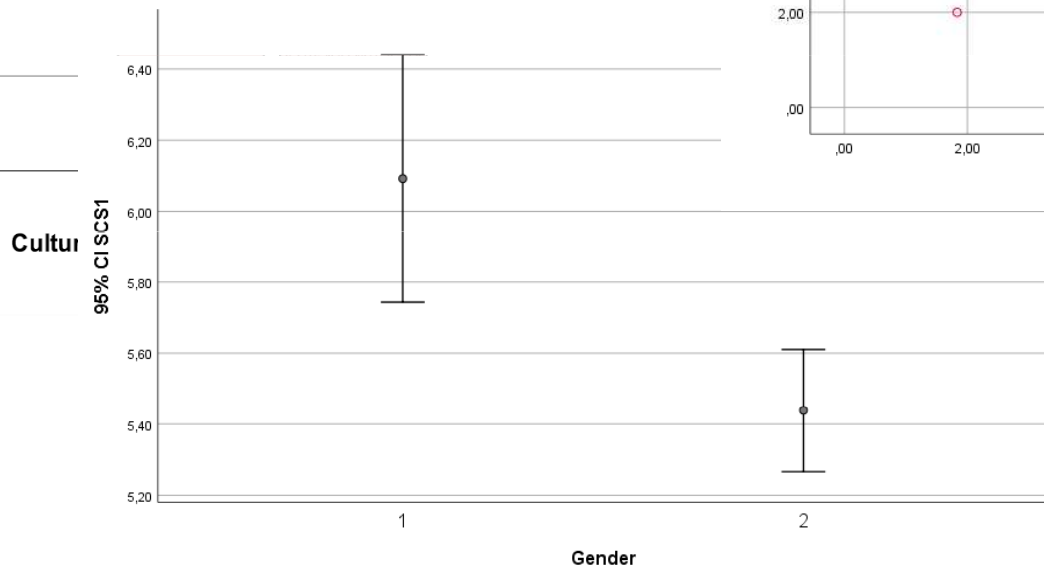
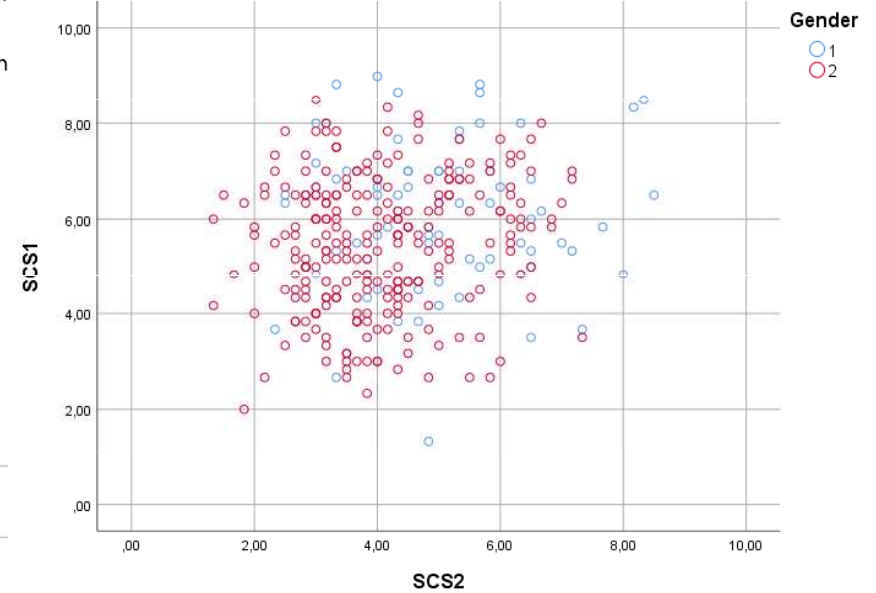
- Např.
Průměr
obou
vzorků
je
stejný,
ale SD
je jiná



Grafy



 Individualism
 Collectivism
 Error bars: 95% CI



Induktivní statistika

- cílem induktivní statistiky je odhadnout parametry populace z charakteristik vzorku (výběrového souboru)
- Umožňuje testovat hypotézy
- Snaha o generalizaci výsledků získaných ze vzorku na populaci
- Rozlišujeme parametrickou a neparametrickou statistiku
- Je založena na teorii pravděpodobnosti

Pravděpodobnost - příklady

- Jaká je šance, že padne v ruletě červená barva? (ruleta má 18 červených, 18 černých, 1 bonusové políčko)
 - $18/37 = 0,4864 = 48,64 \%$

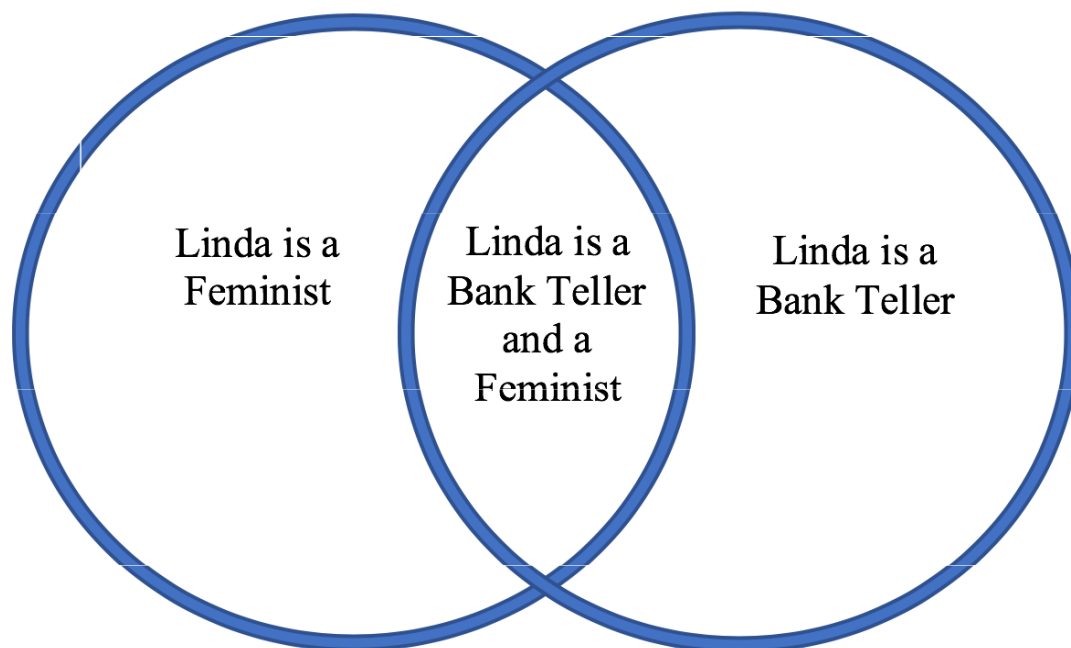


Pravděpodobnost - příklady

- Lindě je 31 let, je svobodná, upřímná a velmi bystrá. Vystudovala filosofii. Jako studentka se hluboce zajímala o problémy diskriminace a sociální spravedlnosti a také se účastnila protijaderných demonstrací.
- Co je pravděpodobnější?
 - A) Linda je bankovní úřednice.
 - B) Linda je bankovní úřednice a je aktivní ve feministickém hnutí.

Pravděpodobnost - příklady

- Z logiky Vennových diagramů -> A) je správně
- Chybují i matematici, mluví se o tzv. intuitivní statistice a heuristikách
- viz Kahneman, Myšlení pomalé a rychlé



Chyba 1. a 2. typu

| | Nulová hypotéza (H_0) je pravdivá | Nulová hypotéza (H_0) je nepravdivá |
|---|--|---|
| Zamítneme nulovou hypotézu | Chyba typu I Falešně pozitivní | Správný výsledek Pravdivě pozitivní |
| Nezamítneme nulovou hypotézu/ selžeme ve snaze zamítnout nulovou hypotézu | Správný výsledek Pravdivě negativní | Chyba typu II Falešně negativní |

1. Typ - příklad

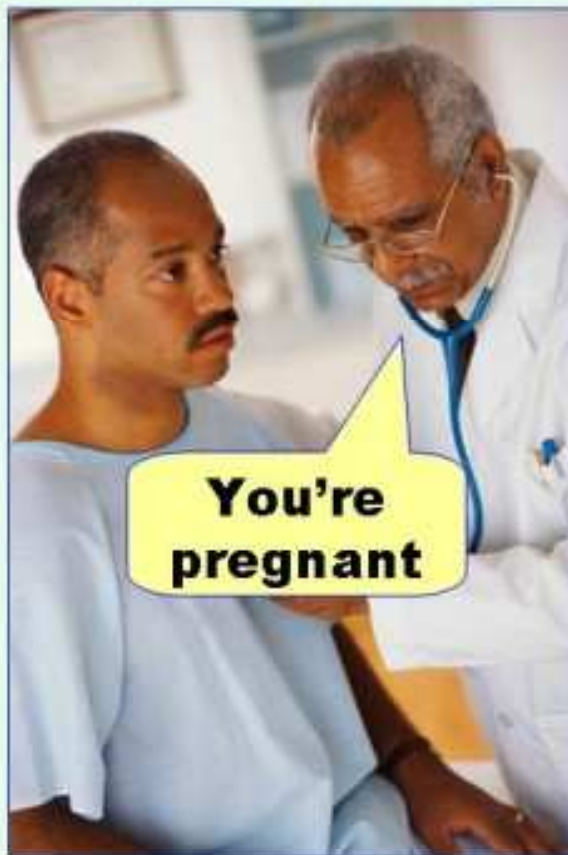
Usvědčení nevinného člověka

2. Typ - příklad

Neusvědčení viníka

Chyba 1. a 2. typu

Type I error
(false positive)



Type II error
(false negative)



Hladina významnosti

- Hladina významnosti je úroveň pravděpodobnosti, kterou používáme při rozhodování, zda zamítnout nebo přijmout nulovou
- označuje se alfa (α)
- obvyklá hladina významnosti je 5% (0,05) nebo 1% (0,01) - volíme podle vlastního uvážení hypotézu

P-hodnota

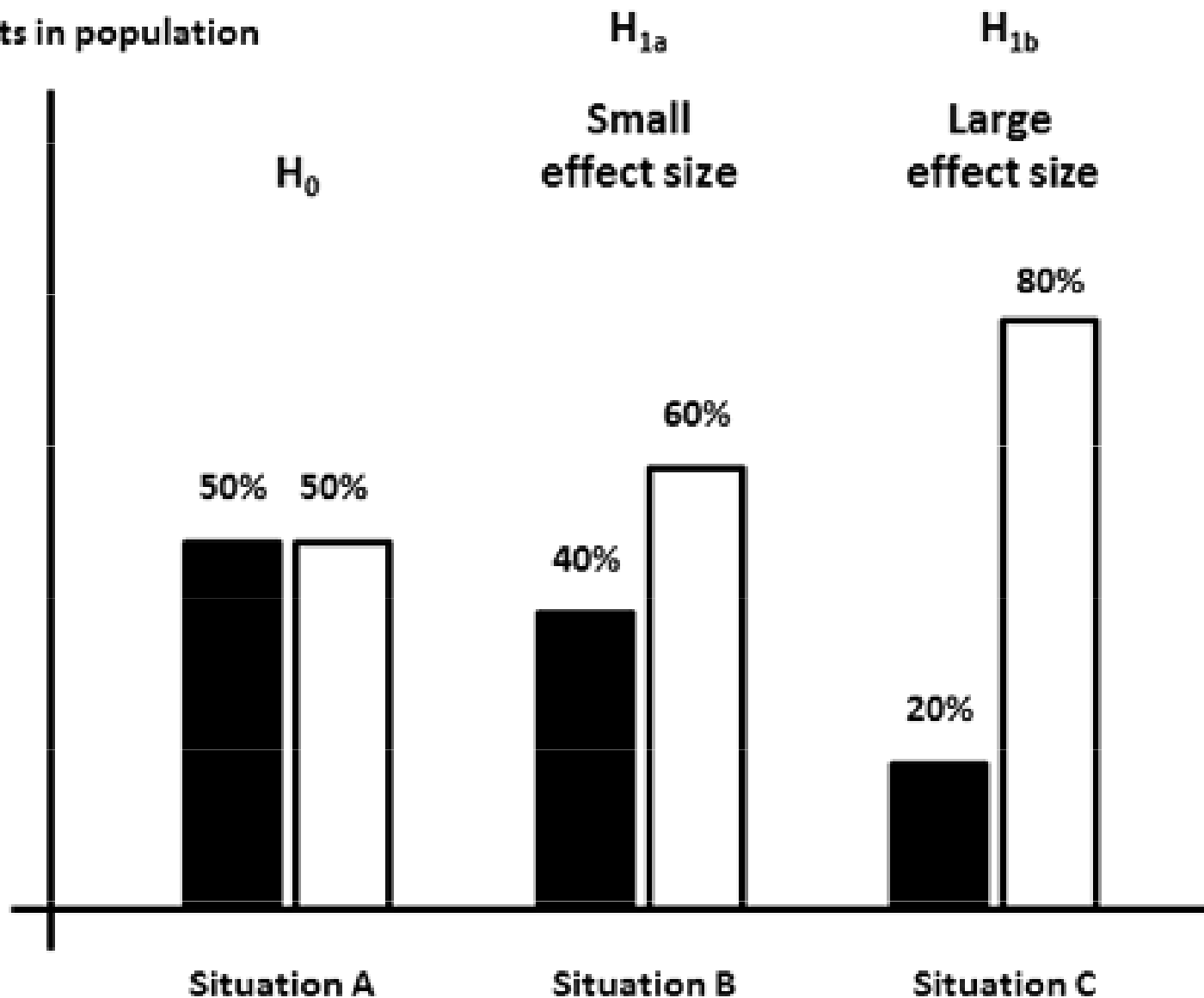
- P-hodnota je nejmenší hladina významnosti, na které zamítáme nulovou hypotézu.
- *„pravděpodobnost, že data v rámci specifického statistického modelu (...) budou stejná, nebo extrémnější než pozorovaná hodnota“*
- Ve statistických SW často označována jako sig. (=signifikance), proto se užívá terminologie, že něco je/není *statisticky signifikantní/ významné*

P-hodnota

- pokud je p menší než hladina významnosti a nebo stejná, pak můžeme nulovou hypotézu zamítnout
- **Nejčastěji (a pro nás de facto dostačující)**
 - $p < 0,05$ = zamítáme nulovou hypotézu
 - $p > 0,05$ = nezamítáme nulovou hypotézu
- Reportuje se také $p < 0,001$ (v některých SW se zobrazí pouze 0,000)
- Hodnota 0,05 = historická konvence
- Jeden z nejčastěji nepochopených termínů ve statistice – a to i odborníky!

Stejná p-hodnota, jiná velikost účinku

% of black & white dots in population



Korelace - ukázka

The screenshot displays the JASP software interface. At the top, there is a menu bar with 'File' and 'Common' options, and a toolbar with icons for Descriptives, T-Tests, ANOVA, Regression, Frequencies, and Factor. Below the toolbar is a data table with 17 rows and 5 columns. The columns are labeled 'Neuroticism', 'Extraversion', 'Openness', and 'Agreeable'. The right side of the interface features a large blue and green banner with the JASP logo and the text 'Welcome to JASP' and 'A Fresh Way to Do Statistics: Free, Friendly, and Flexible'. Below the banner, there are three bullet points describing the software's features: Free, Friendly, and Flexible. At the bottom of the banner, it says 'So open a data file and take JASP for a spin!'.

| | Neuroticism | Extraversion | Openness | Agreeable |
|----|-------------|--------------|----------|-----------|
| 1 | 2.47917 | 4.20833 | 3.9375 | 3.95833 |
| 2 | 2.60417 | 3.1875 | 3.95833 | 3.39583 |
| 3 | 2.8125 | 2.89583 | 3.41667 | 2.75 |
| 4 | 2.89583 | 3.5625 | 3.52083 | 3.16667 |
| 5 | 3.02083 | 3.33333 | 4.02083 | 3.20833 |
| 6 | 2.52083 | 3.29167 | 3.4375 | 3.70833 |
| 7 | 2.35417 | 4.41667 | 4.58333 | 3.0625 |
| 8 | 2.52083 | 3.5 | 2.89583 | 3.66667 |
| 9 | 3.10417 | 3.8125 | 4.0625 | 3.77083 |
| 10 | 2.6875 | 3.54708 | 3.78667 | 3.35417 |
| 11 | 2.625 | 3.45833 | 2.89583 | 3.45833 |
| 12 | 2.375 | 3.77083 | 3.16667 | 3.5 |
| 13 | 3.0625 | 3.41667 | 3.77083 | 3.8125 |
| 14 | 3.125 | 2.52083 | 2.64583 | 3.75 |
| 15 | 2.58333 | 3.02083 | 3.5 | 3.41667 |
| 16 | 2.97917 | 3.3125 | 3.35417 | 3.64583 |
| 17 | 2.79167 | 3.79167 | 3.375 | 3.95833 |

Version 0.8.4

JASP

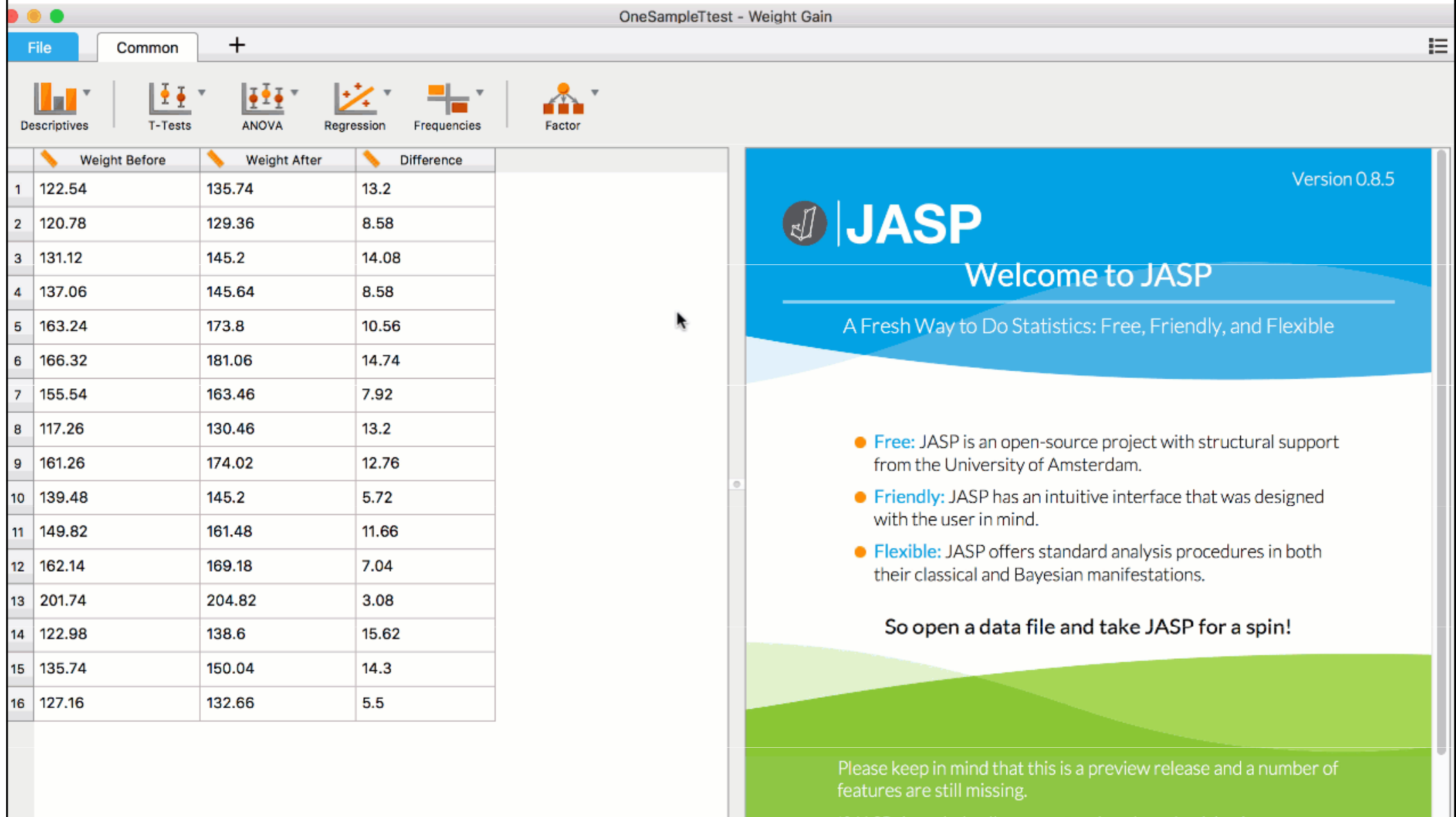
Welcome to JASP

A Fresh Way to Do Statistics: Free, Friendly, and Flexible

- **Free:** JASP is an open-source project with structural support from the University of Amsterdam.
- **Friendly:** JASP has an intuitive interface that was designed with the user in mind.
- **Flexible:** JASP offers standard analysis procedures in both their classical and Bayesian manifestations.

So open a data file and take JASP for a spin!

Jednovýběrový t-test - ukázka



OneSampleTtest - Weight Gain

File Common +

Descriptives T-Tests ANOVA Regression Frequencies Factor

| | Weight Before | Weight After | Difference |
|----|---------------|--------------|------------|
| 1 | 122.54 | 135.74 | 13.2 |
| 2 | 120.78 | 129.36 | 8.58 |
| 3 | 131.12 | 145.2 | 14.08 |
| 4 | 137.06 | 145.64 | 8.58 |
| 5 | 163.24 | 173.8 | 10.56 |
| 6 | 166.32 | 181.06 | 14.74 |
| 7 | 155.54 | 163.46 | 7.92 |
| 8 | 117.26 | 130.46 | 13.2 |
| 9 | 161.26 | 174.02 | 12.76 |
| 10 | 139.48 | 145.2 | 5.72 |
| 11 | 149.82 | 161.48 | 11.66 |
| 12 | 162.14 | 169.18 | 7.04 |
| 13 | 201.74 | 204.82 | 3.08 |
| 14 | 122.98 | 138.6 | 15.62 |
| 15 | 135.74 | 150.04 | 14.3 |
| 16 | 127.16 | 132.66 | 5.5 |

Version 0.8.5

JASP

Welcome to JASP

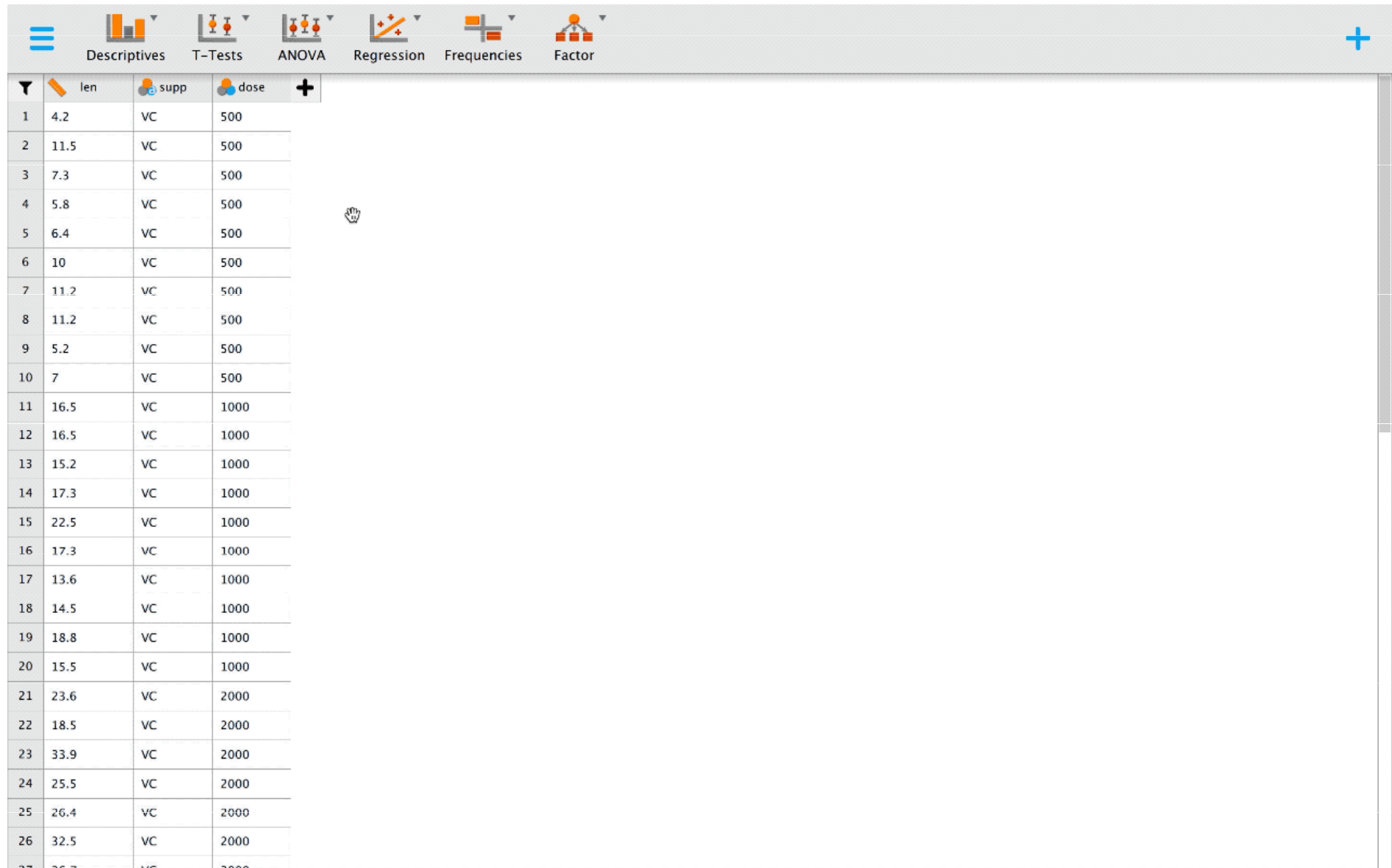
A Fresh Way to Do Statistics: Free, Friendly, and Flexible

- **Free:** JASP is an open-source project with structural support from the University of Amsterdam.
- **Friendly:** JASP has an intuitive interface that was designed with the user in mind.
- **Flexible:** JASP offers standard analysis procedures in both their classical and Bayesian manifestations.

So open a data file and take JASP for a spin!

Please keep in mind that this is a preview release and a number of features are still missing.

ANOVA – ukázka I



The image shows a screenshot of a statistical software interface. At the top, there is a menu bar with icons and labels for 'Descriptives', 'T-Tests', 'ANOVA', 'Regression', 'Frequencies', and 'Factor'. Below the menu bar is a data table with 27 rows and 4 columns. The columns are labeled 'len', 'supp', and 'dose'. The 'len' column contains numerical values, 'supp' contains categorical values ('VC'), and 'dose' contains numerical values (500, 1000, 2000). A mouse cursor is visible over the table area.

| | len | supp | dose |
|----|------|------|------|
| 1 | 4.2 | VC | 500 |
| 2 | 11.5 | VC | 500 |
| 3 | 7.3 | VC | 500 |
| 4 | 5.8 | VC | 500 |
| 5 | 6.4 | VC | 500 |
| 6 | 10 | VC | 500 |
| 7 | 11.2 | VC | 500 |
| 8 | 11.2 | VC | 500 |
| 9 | 5.2 | VC | 500 |
| 10 | 7 | VC | 500 |
| 11 | 16.5 | VC | 1000 |
| 12 | 16.5 | VC | 1000 |
| 13 | 15.2 | VC | 1000 |
| 14 | 17.3 | VC | 1000 |
| 15 | 22.5 | VC | 1000 |
| 16 | 17.3 | VC | 1000 |
| 17 | 13.6 | VC | 1000 |
| 18 | 14.5 | VC | 1000 |
| 19 | 18.8 | VC | 1000 |
| 20 | 15.5 | VC | 1000 |
| 21 | 23.6 | VC | 2000 |
| 22 | 18.5 | VC | 2000 |
| 23 | 33.9 | VC | 2000 |
| 24 | 25.5 | VC | 2000 |
| 25 | 26.4 | VC | 2000 |
| 26 | 32.5 | VC | 2000 |
| 27 | 26.7 | VC | 2000 |

ANOVA – ukázka I

Descriptives T-Tests ANOVA Regression Frequencies Factor

ANOVA

Dependent Variable: Attractiveness

Fixed Factors: FaceType, Alcohol

WLS Weights

Display

- Descriptive statistics
- Estimates of effect size
 - η^2
 - partial η^2
 - ω^2
- Vovk-Sellke maximum p-ratio

Model

Assumption Checks

Contrasts

Post Hoc Tests

Descriptives Plots

Marginal Means

ANOVA

ANOVA - Attractiveness

| Cases | Sum of Squares | df | Mean Square | F | p |
|--------------------|----------------|----|-------------|-----------|----------|
| FaceType | 21.333333 | 1 | 21.333333 | 15.582609 | < .001 |
| Alcohol | 16.541667 | 2 | 8.270833 | 6.041304 | 0.004943 |
| FaceType * Alcohol | 23.291667 | 2 | 11.645833 | 8.506522 | < .001 |
| Residuals | 57.500000 | 42 | 1.369048 | | |

Note. Type III Sum of Squares

Descriptives

Descriptives - Attractiveness

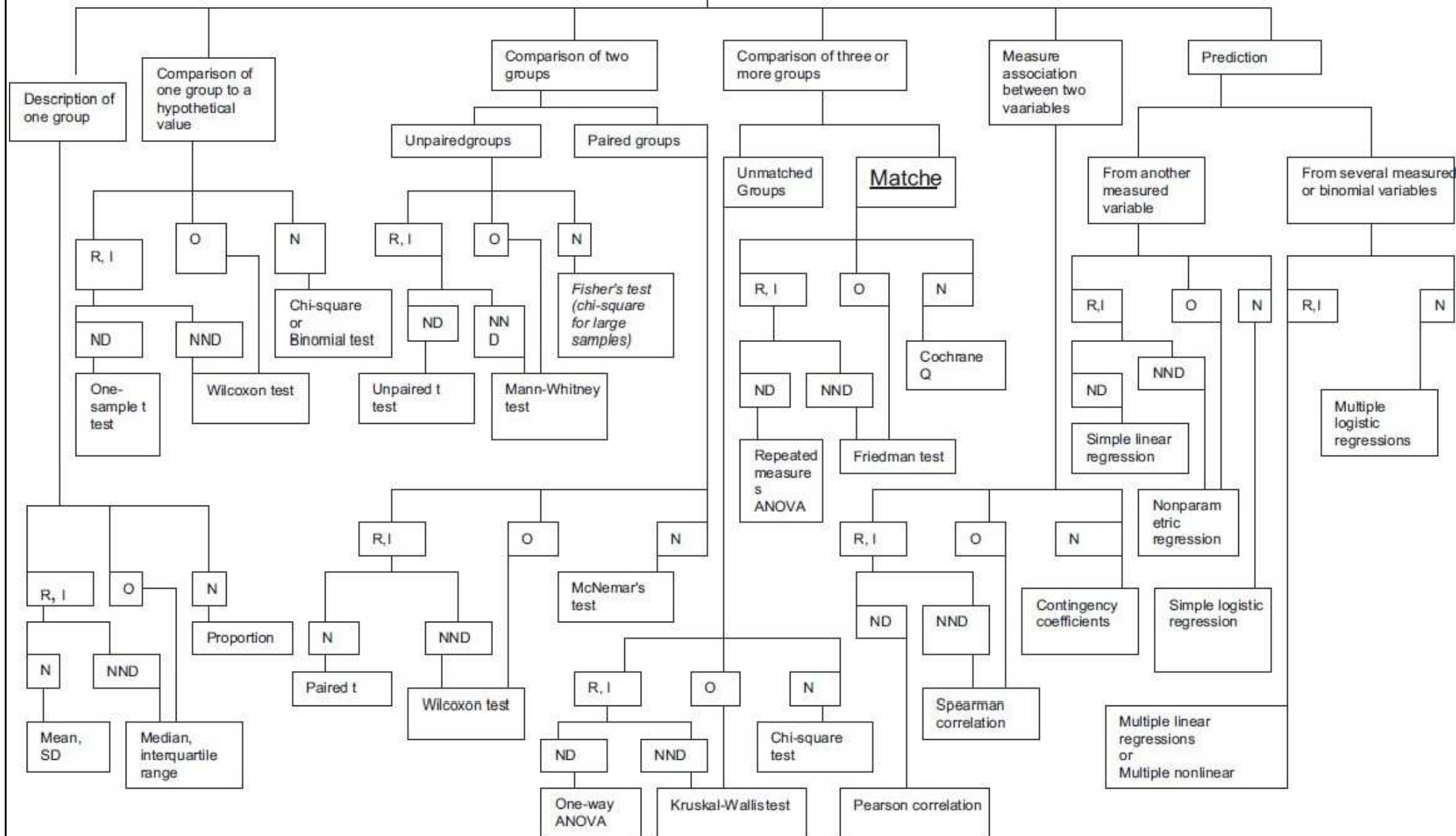
| FaceType | Alcohol | Mean | SD | N |
|--------------|-----------|----------|----------|---|
| Attractive | High-dose | 6.125000 | 1.125992 | 8 |
| | Low-dose | 6.500000 | 0.923820 | 8 |
| | Placebo | 6.375000 | 0.916125 | 8 |
| Unattractive | High-dose | 6.625000 | 1.060660 | 8 |
| | Low-dose | 4.875000 | 1.246423 | 8 |
| | Placebo | 3.500000 | 1.603567 | 8 |

Descriptives plots

Alcohol

- Placebo
- Low-dose
- High-dose

Goal



R, I = Ratio and Interval data O = Ordinal data N = Nominal data

N = Normal distribution NND = Non normal distribution

Děkuji za pozornost 😊