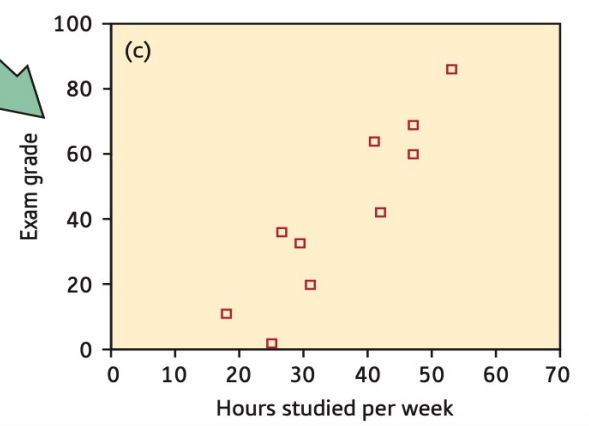
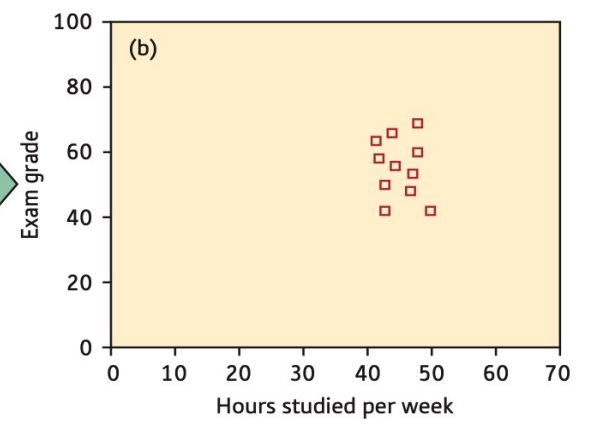
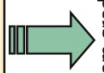
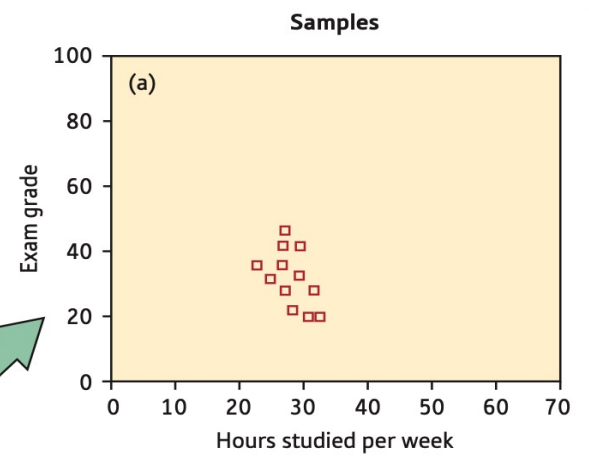
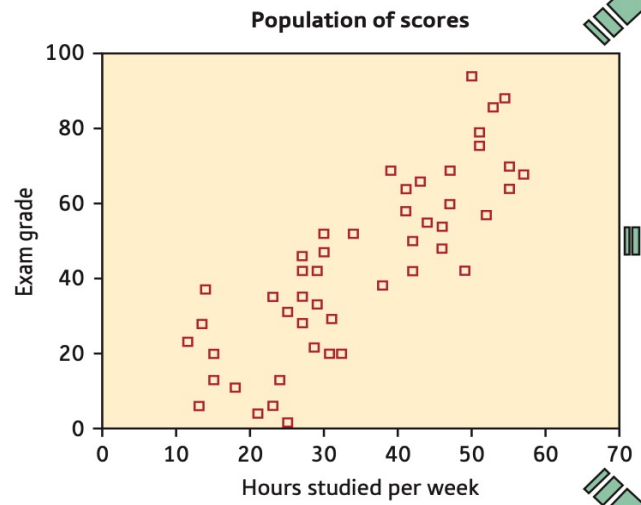


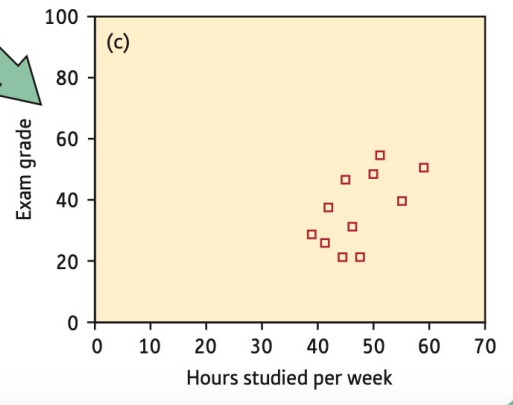
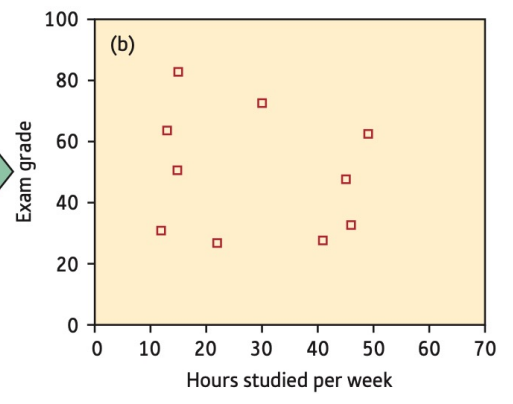
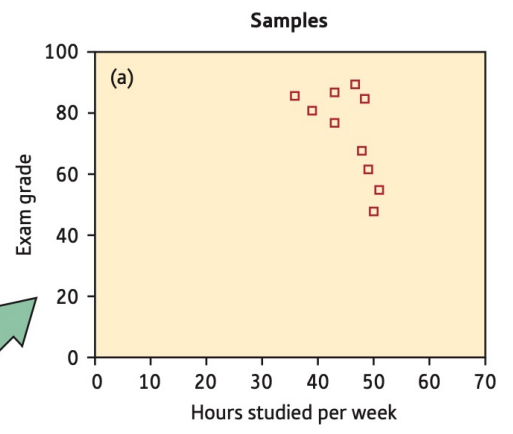
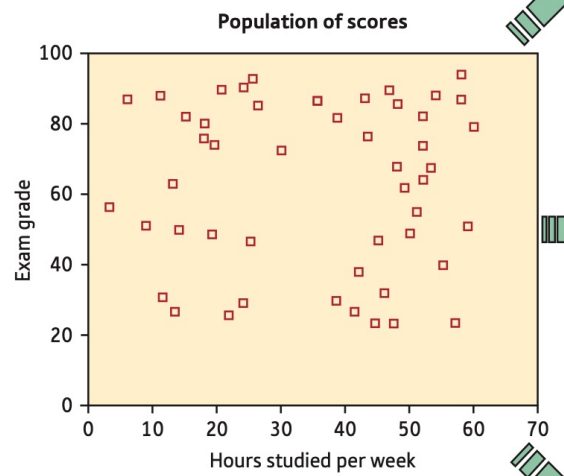
The background features a light gray gradient with several realistic water droplets of various sizes scattered across the surface. The droplets have highlights and shadows, giving them a three-dimensional appearance.

# TESTOVÁNÍ HYPOTÉZ P-HODNOTY CONFIDENCE INTERVALS

# AGENDA

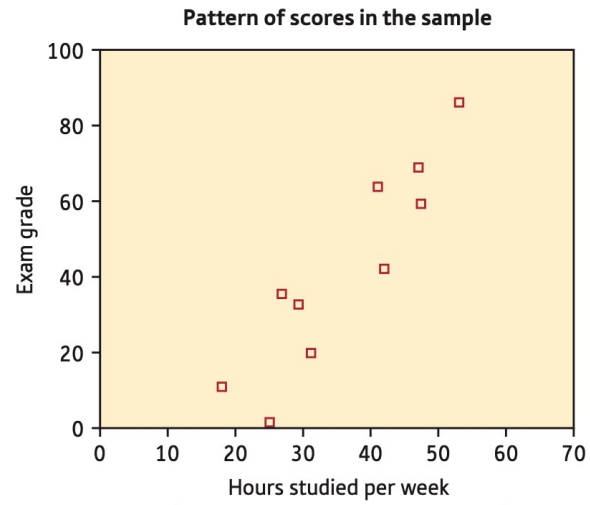
- LOGIKA TESTOVÁNÍ HYPOTÉZ
- STATISTICKÁ VÝZNAMNOST A JEJÍ VZTAH K PRAVDĚPODOBNOСТИ
- JAK ROZDĚLENÍ PRAVDĚPODOBNOСТИ TVOŘÍ ZÁKLAD STATISTICKÝCH TESTŮ
- CHYBY TYPU I A TYPU II
- JEDNOSTRANNÉ A DVOUSTRANNÉ HYPOTÉZY
- KONFIDENČNÍ INTERVALY



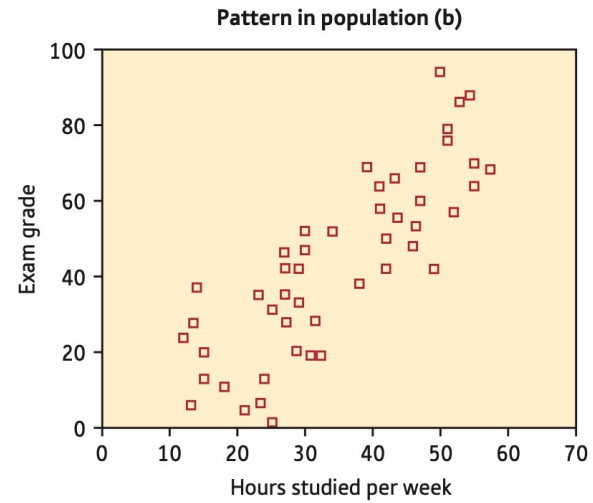
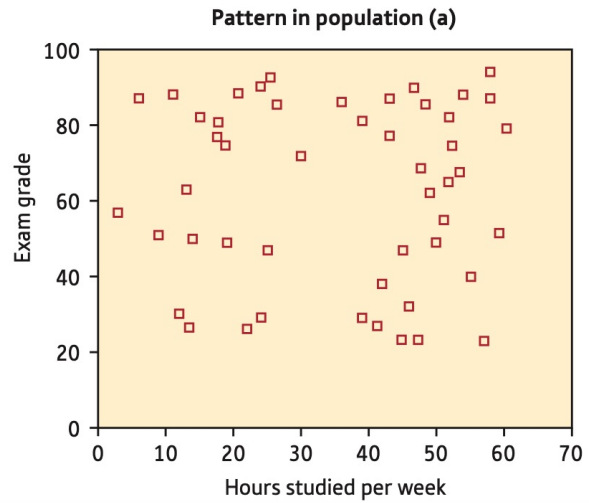


# SBĚR DAT

- NĚKDY JEN Z DŮVODU CHYB BĚHEM SBĚRU DAT MŮŽEME NAJÍT VE VZORKU SYSTÉM/ VZTAHY KTERÉ NEREPREZENTUJÍ ZKOUMANOU POPULACI
- MY ALE NEVÍME JAK “VYPADÁ“ NAŠE POPULACE
- VÝZKUM = ODHALIT / POPSAT POPULACI A VZTAHY KTERÉ V NÍ EXISTUJÍ
- SNAŽÍME SE GENERALIZOVAT ZE VZORKU NA NAŠÍ POPULACI



Which population is the sample most likely to have come from?



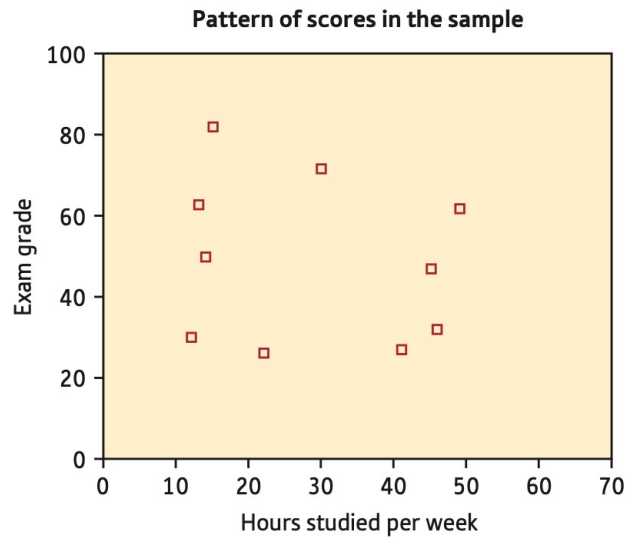
# P-HODNOTA

- P-HODNOTA JE PRAVDĚPODOBNOST ZÍSKÁNÍ VÝSLEDKŮ, KTERÉ JSME NAŠLI V NAŠÍ STUDII, POKUD MEZI PROMĚNNÝMI, O KTERÉ JSME SE V POPULACI ZAJÍMALI, NEBYL ŽÁDNÝ VZTAH
- JAK PRAVDĚPODOBNÉ JE, ŽE BY DOSAŽENÝ VÝSLEDEK MOHL VZNIKnout NÁHODOU
- PRAVDĚPODOBNOST ZAMÍTNUTÍ NULOVÉ HYPOTÉZY, KDYŽ JE SKUTEČNĚ PRAVDIVÁ. BĚŽNÉ HODNOTY JSOU 0,05, 0,01

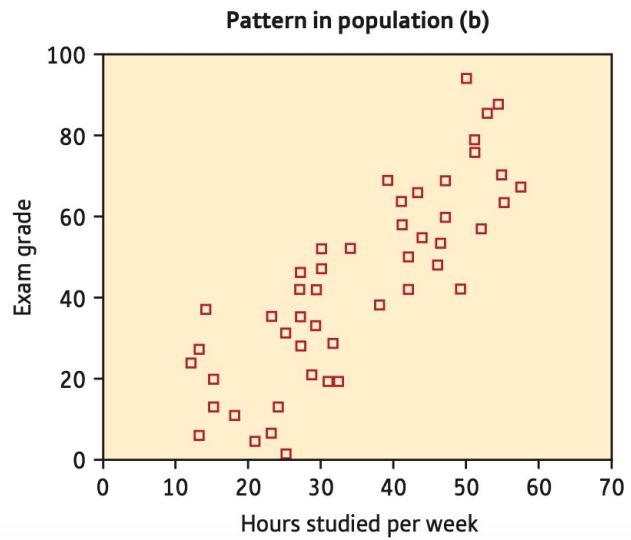
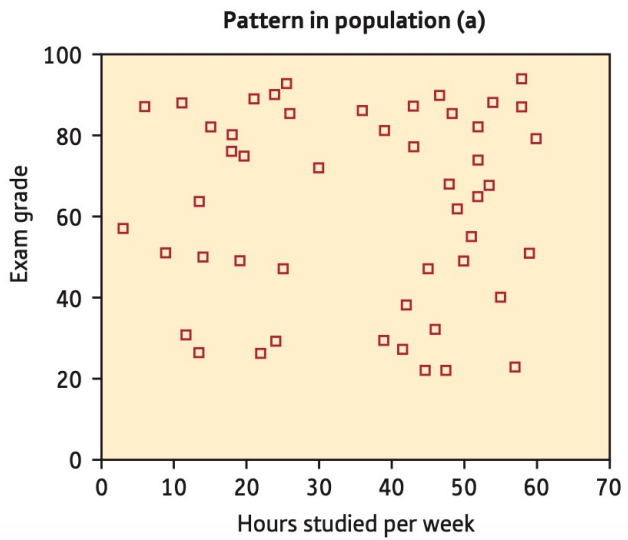
# TESTOVÁNÍ HYPOTÉZ

- „SOUTĚŽ MEZI HYPOTÉZAMI“
- STATISTICKÉ TESTY NÁM ODPOVÍDAJÍ NA OTÁZKU – JAKÁ JE PRAVDĚPODOBNOST, ŽE BYCHOM ZÍSKALI TYTO VZTAHY V NAŠICH DATECH V PŘÍPADĚ ŽE V POPULACI ŽÁDNÝ VZTAH NEEXISTUJE?
- JAKÁ JE PRAVDĚPODOBNOST ŽE BYCHOM DOSÁHLI DANÉ VÝSLEDKY V PŘÍPADĚ ŽE JE NULOVÁ HYPOTÉZA PRAVDIVÁ





Which population is the sample most likely to have come from?



# HYPOTÉZY

- NULOVÁ HYPOTÉZA  $H_0$  – TVRZENÍ, KTERÉ OBVYKLE VYJADŘUJE „ŽÁDNÝ NEBOLI NULOVÝ ROZDÍL“ MEZI TESTOVANÝMI SOUBORY DAT
- **ALTERNATIVNÍ HYPOTÉZA**  $H_1$  – OPAK NULOVÉ HYPOTÉZY  $H_0$ , MLUVÍ O EXISTENCI ROZDÍLU NEBO ZÁVISLOSTI
  - OBOUSTRANNÁ (TWO-TAILED)
  - JEDNOSTRANNÁ (ONE-TAILED)



ADHD SYMPTOMS IN ADULTS AND TIME PERSPECTIVES – FINDINGS FROM A CZECH NATIONAL  
SAMPLE

(WEISSENBERGER et al. 2020)



# NULL HYPOTHESIS TESTING

1. FORMULACE HYPOTÉZY
2. ZMĚŘENÍ PROMĚNNÝCH A INFERENCE VZTAHU MEZI PROMĚNNÝMI
3. VÝPOČET PRAVDĚPODOBNOSTI, ŽE TYTO VÝSLEDKY BYLY ZÍSKÁNY ZA PŘEDPOKLADU ŽE MEZI PROMĚNNÝMI NENÍ VZTAH ( ŽE JE NULOVÁ HYPOTÉZA PRAVDIVÁ)
4. V PŘÍPADĚ ŽE SPOČÍTANÁ PRAVDĚPODOBNOST JE MALÁ, TAK TO NAPOVÍDÁ TOMU ŽE ŽE VÝSLEDKY NEJSOU „NÁHODA“ A TENTO VZTAH EXISTUJE I V POPULACI

- NEZAMÍTNUTÍ NULOVÉ HYPOTÉZY NEDOKAZUJE, ŽE NULOVÁ HYPOTÉZA JE PRAVDIVÁ. JEDNODUŠE TO ZNAMENÁ, ŽE V DATECH NAŠEHO VZORKU NENÍ DOSTATEK DŮKAZŮ K ZAMÍTNUTÍ.
- ZAMÍTNUTÍ NULOVÉ HYPOTÉZY NEDOKAZUJE, ŽE ALTERNATIVNÍ HYPOTÉZA JE PRAVDIVÁ; POUZE NAZNAČUJE, ŽE JE VZHLEDEM K POZOROVANÝM ÚDAJŮM VĚROHODNĚJŠÍ.

- (A) VZTAH MEZI PROMĚNNÝMI MĚŘÍME Z NAŠICH VZOROVÝCH DAT. POKUD JE VELKÝ, MUSÍ V POPULACI EXISTOVAT OPRAVDOVÝ VZTAH.
- (B) ZMĚŘÍME VZTAH MEZI PROMĚNNÝMI Z NAŠEHO VZORKU A POTÉ ZJISTÍME PRAVDĚPODOBNOST, ŽE TAKOVÝ VZTAH VZNIKNE POUZE KVŮLI CHYBĚ VÝBĚRU. POKUD JE TAKOVÁ PRAVDĚPODOBNOST VELKÁ, MŮŽEME DOJÍT K ZÁVĚRU, ŽE V POPULACI EXISTUJE SKUTEČNÝ VZTAH.
- (C) ZMĚŘÍME VZTAH MEZI PROMĚNNÝMI Z NAŠEHO VZORKU A POTÉ ZJISTÍME PRAVDĚPODOBNOST ZÍSKÁNÍ TAKOVÉHO VZTAHU SAMOTNOU VÝBĚROVOU CHYBOU, POKUD BY BYLA PRAVDIVÁ NULOVÁ HYPOTÉZA. POKUD JE PRAVDĚPODOBNOST MALÁ, MŮŽEME DOJÍT K ZÁVĚRU, ŽE V POPULACI NEJSPÍŠ EXISTUJE SKUTEČNÝ VZTAH.

# KRIKA NULL HYPOTHESIS TESTING

LOFTUS (1991, 1996)

- IN FEW INSTANCES IN ANY SCIENCE WILL THERE BE NO DIFFERENCE BETWEEN TWO CONDITIONS
- PSYCHOLOGISTS USUALLY SAY VERY LITTLE ABOUT THE UNDERLYING POPULATION MEANS OF THE TWO CONDITIONS

CUMMINGS (2014)

- WE SHOULD ABANDON NULL HYPOTHESIS TESTING COMPLETELY

BRANCH (2014)

- P-VALUE PROVIDES US WITH NO EVIDENCE OF THE REPLICABILITY

# HLADINA VÝZNAMNOSTI $\alpha$

- KONVENČNÍ HLADINA 5%
- POKUD JE  $p < \alpha$ , TAK PLATNOST  $H_0$  JE VELMI MÁLO PRAVDĚPODOBNÁ A POTOM:
- $5 \% = 0,05$  NEBO  $\frac{1}{20}$   $\left(\frac{5}{100}\right)$
- P-HODNOTA PRO KONKRÉTNÍ INFERENČNÍ STATISTICKÝ TEST JE PRAVDĚPODOBNOST NALEZENÍ VZORU VÝSLEDKŮ V KONKRÉTNÍ STUDII, POKUD BY RELEVANTNÍ NULOVÁ HYPOTÉZA BYLA PRAVDIVÁ
- ALFA JEDNODUŠE NAZNAČUJE PRAVDĚPODOBNOST NALEZENÍ TAKOVÉHO VZTAHU, POKUD BY BYLA PRAVDIVÁ NULOVÁ HYPOTÉZA.



PŘEDPOKLÁDEJME, ŽE JSTE PROVEDLI STUDII, KTERÁ HLEDALA ROZDÍL MEZI MUŽI A ŽENAMI V PREFERENCI AKČNÍCH FILMŮ. VE STUDII, ZJISTÍTE, ŽE EXISTUJE PRAVDĚPODOBNOST 0,005, ŽE ROZDÍL, KTERÝ POZORUJETE, VZNIKÁ V DŮSLEDKU CHYBY VZORKU.

JAKÁ JE PRAVDĚPODOBNOST, ŽE TAKOVÝ ROZDÍL VZNIKNE POUZE NA ZÁKLADĚ VÝBĚROVÉ CHYBY?

- A) 1 Z 5 000
- (B) 1 V ROCE 2000
- (C) 1 Z 500
- (D) 1 Z 200
- (E) 1 ZE 100

PŘEDPOKLÁDEJME, ŽE PRAVDĚPODOBNOST BYLA 0,01: CO Z VÝŠE UVEDENÉHO PLATÍ V TÉTO SITUACI?

$$0,005 = \frac{5}{1000} = \frac{0,5}{100} = \frac{1}{200}$$

$$0,01 = \frac{1}{100}$$

$$0,05 < p > 0,05$$

OLSSON (2009) (P. 49):

- PAPUA NEW GUINEA, IN THE 1940S: SOME OF THE EASTERN TRIBES SPRINKLE THEIR BLOOD ON THE SOIL EACH SPRING. THEIR REASON: THEY JUST DO WHATEVER THEIR ANCESTORS DID, OTHERWISE SOMETHING TERRIBLE WILL HAPPEN. THIS RITUAL IS HARD TO ABOLISH.

MACDONALD (1997) :

- DATA SHOULD BE SEEN AS EVIDENCE TO BE USED IN PSYCHOLOGICAL ARGUMENTS AND STATISTICAL SIGNIFICANCE IS JUST ONE MEASURE OF ITS QUALITY. IT RESTRAINS RESEARCHERS FROM MAKING TOO MUCH OF FINDINGS WHICH COULD OTHERWISE BE EXPLAINED BY CHANCE.

... BEING MARRIED, HAVING A HIGH RELIABILITY ORGANISATION, AND DEPRESSION WERE SIGNIFICANT CORRELATES

*(POLSHKOVA ET AL., 2016)*

AS HYPOTHESIZED, ACADEMIC HOPE, ACADEMIC SELF-EFFICACY, AND ENGAGEMENT ALL DEMONSTRATED SIGNIFICANT ASSOCIATIONS WITH THE NUMBER OF SEMESTERS ENROLLED AND ANNUAL CUMULATIVE GPAS

*(GALLAGHER ET AL., 2016)*

AMONG THE RELATIONSHIP VARIABLES, ONLY THE NUMBER OF CLOSE FRIENDS WAS FOUND TO BE SIGNIFICANT.

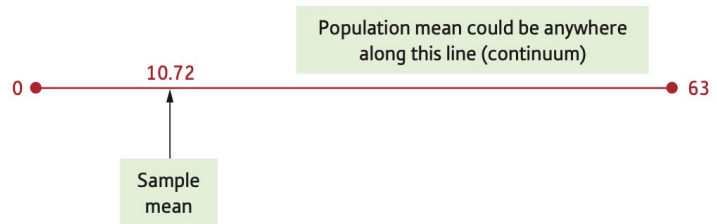
*(CHUI AND WONG, 2016)*

# CHYBY I & II

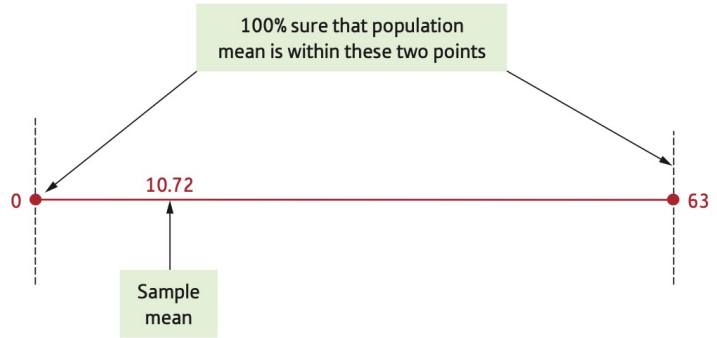
- CHYBA TYPU I JE TAM, KDE SE ROZHODNETE ZAMÍTNOUT NULOVOU HYPOTÉZU, KDYŽ JE VE SKUTEČNOSTI PRAVDIVÁ V ZÁKLADNÍ POPULACI.
- CHYBA TYPU II PŘEDSTAVUJE PŘÍPAD, KDY NULOVOU HYPOTÉZU NEODMÍTNETE, I KDYŽ BYSTE VE SKUTEČNOSTI MĚLI.



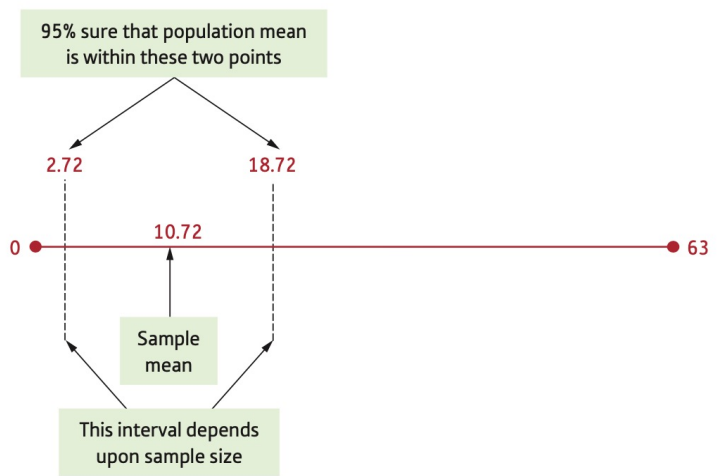
(a)



(b)



(c)



# INTERVAL SPOLEHLIVOSTI

- **ROZSAHY ODHADŮ PRO NEZNÁMÝ PARAMETR**
- BODOVÝ ODHAD JE JEDNOCIFERNÝ ODHAD NEZNÁMÉHO ČÍSLA, ZATÍMCO INTERVALOVÝ ODHAD JE ROZSAH, DO KTERÉHO SI MYSLÍME, ŽE NEZNÁMÉ ČÍSLO BUDE SPADAT. OBVYKLE ZE STATISTICKÉHO HLEDISKA JE NEZNÁMÉ ČÍSLO, KTERÉ ODHADUJEME, POPULAČNÍ PARAMETR, JAKO JE PRŮMĚR POPULACE. INTERVAL SPOLEHLIVOSTI JE STATISTICKY STANOVENÝ INTERVALOVÝ ODHAD PARAMETRU POPULACE
- $CI = \text{PRŮMĚR} \pm SEM * z$ 
  - $z = z\text{-skór}$
  - $SEM = \text{standard error of mean}$

2,5,6,7,10,12

1) PRŮMĚR =  $(2+5+6+7+10+12) / 6 = 42/6 = 7$

2) SEM =  $S / \sqrt{n}$

SMĚRODATNÁ ODCHYLKA =

$$S^2 = \frac{(2-7)^2 + (5-7)^2 + (6-7)^2 + (7-7)^2 + (10-7)^2 + (12-7)^2}{6-1} = \frac{25+4+1+0+9+25}{5} = \frac{64}{5} = 12,8$$

$$S = \sqrt{12,8} = 3,58$$

$$SEM = 3,58 / \sqrt{6} = \frac{3,58}{2,44} = 1,46$$

3) PRO 95% C.I. Z-SKÓR JE 1,96

$$4) CI = 7 \pm 1,46 * 1,96 = 7 \pm 2,86 = 4,14 \text{ \& } 9,86$$

# CO TO ZNAMENÁ ?

- PŘEDSTAVTE SI ŽE BY SE JEDNALO O BDI II VÝSLEDEK
- ODCHYLKA 3,58 ZNAMENÁ?
  - V MÉM VZORKU SE VĚTŠINA LIDÍ POHYBUJE  $7 \pm 3,58$
- SEM 1,46 ZNAMENÁ?
  - ODCHYLKA PRŮMĚRU VZORKU OD PRŮMĚRU POPULACE JE CCA 1,46
- 95% CI ZNAMENÁ
  - ŽE KDYŽ UDĚLÁME TEN SAMÝ TEST 100X V 95 PŘÍPADECH BUDE PRŮMĚR MEZI 4,14 A 9,86
- NA VELIKOSTI VZORKU ZÁLEŽÍ



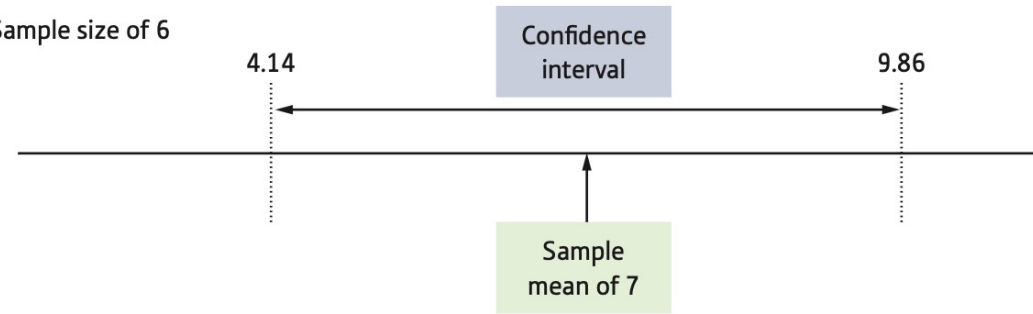
# VELIKOST VZORKU

- KDYBYCHOM MĚLI STEJNÝ PRŮMĚR A STEJNOU ODCHYLKU ALE VZOREK BY BYL  $N = 100$

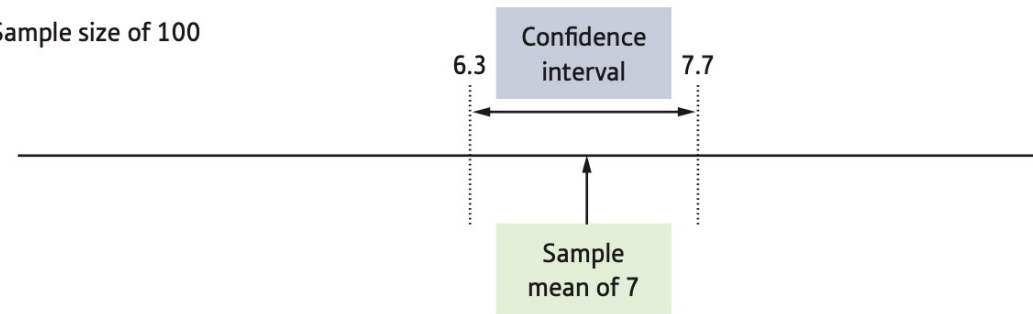
$$SEM = 3,58 / \sqrt{100} = \frac{3,58}{10} = 0,35$$

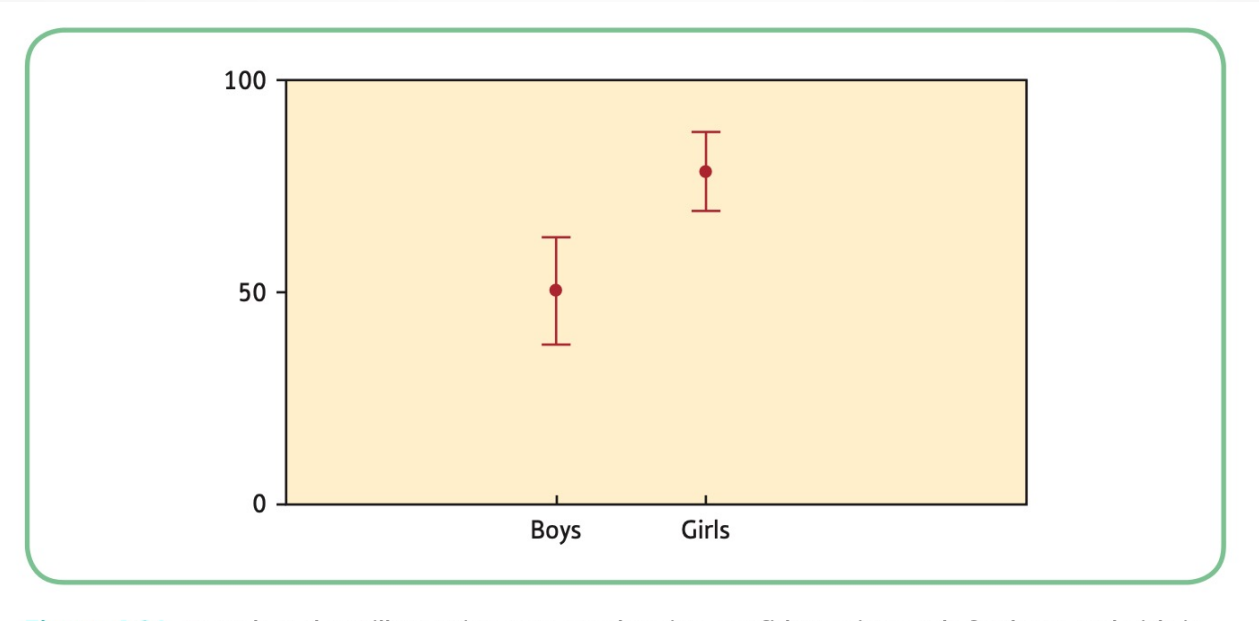
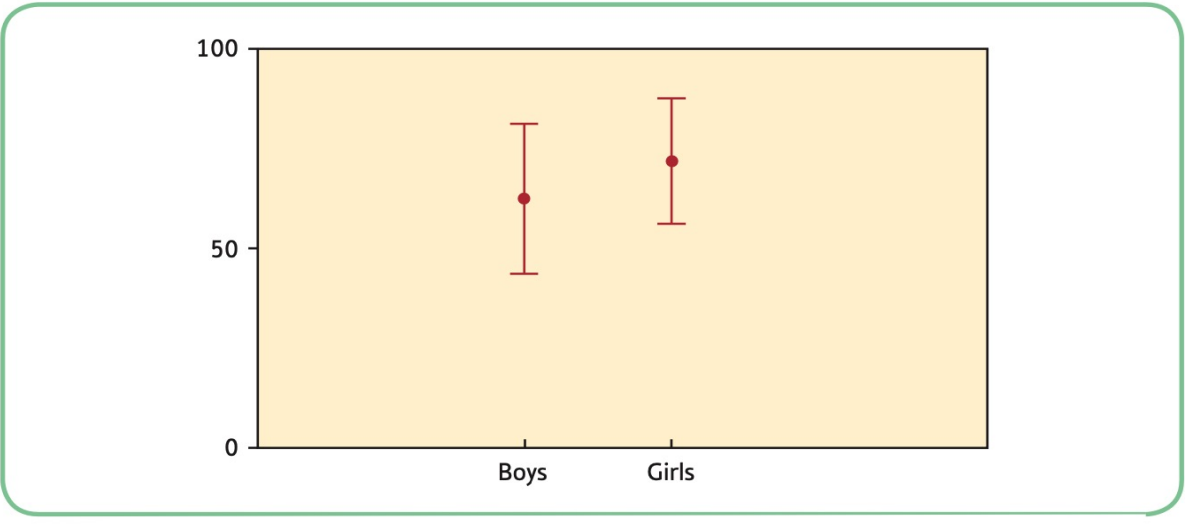
$$CI = 7 \pm 0,35 * 1,96 = 6,3 \text{ A } 7,7$$

(a) Sample size of 6

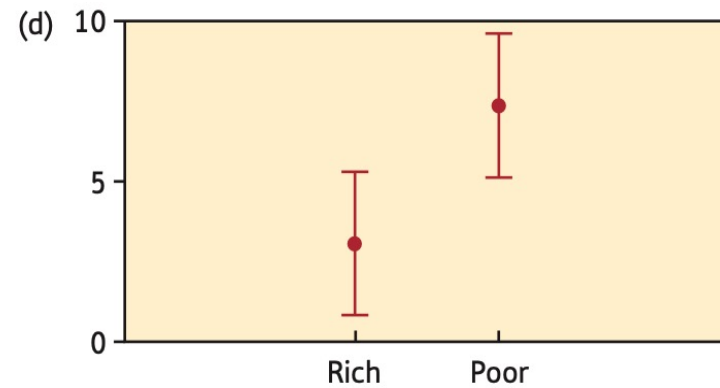
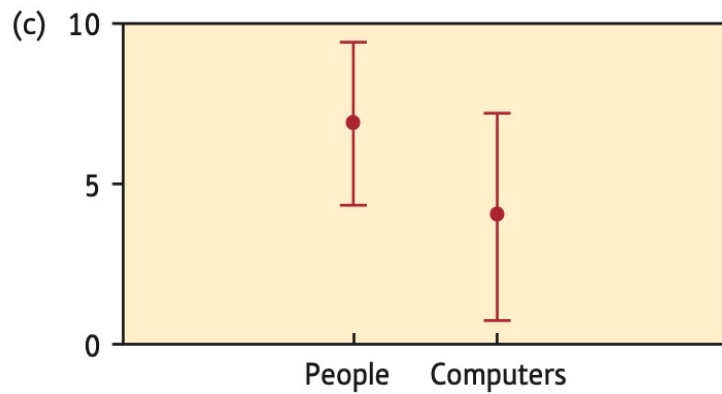
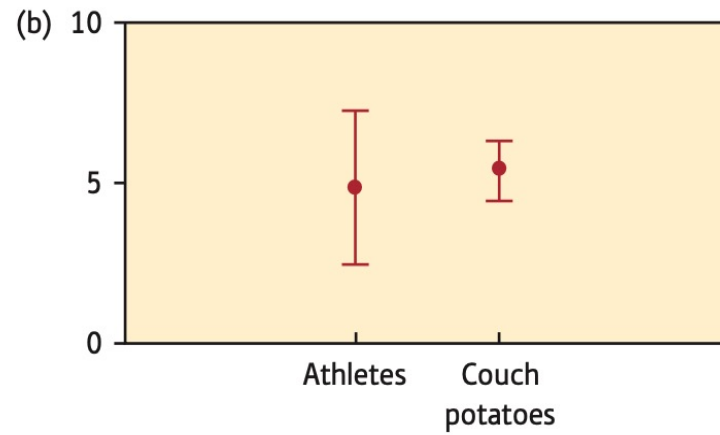
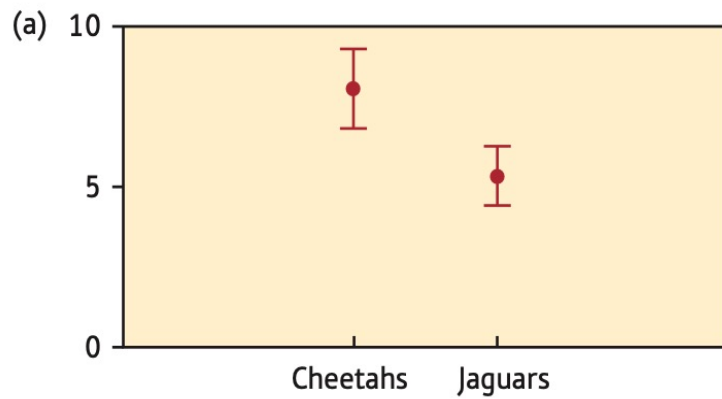


(b) Sample size of 100





In which of the following error bar charts is there likely to be a real difference between the populations from which the two groups displayed were sampled?





# P-HODNOTY NEBO KONFIDENČNÍ INTERVALY?

# EFFECT SIZE

- JE VELIKOST ROZDÍLU MEZI PODMÍNKAMI NEBO SÍLA VZTAHU

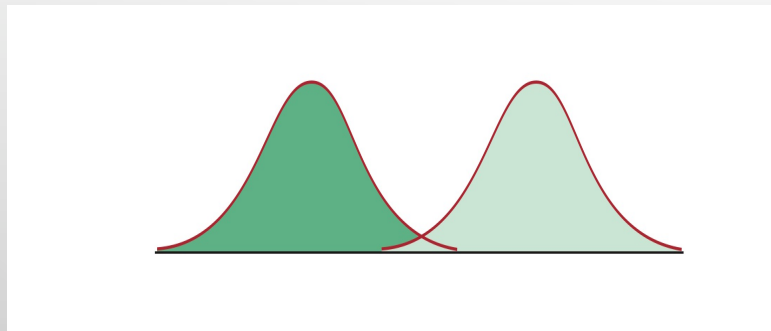
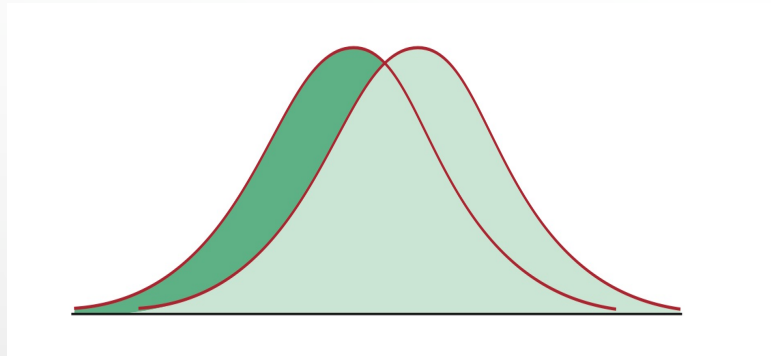
NOISE			NO NOISE		
$\bar{x}$	SD	95% CI	$\bar{x}$	SD	95% CI
7.3	2.5	5.7-8.8	13.8	2.8	12.1-15.6

$$d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\text{mean } SD}$$

$$\text{mean } SD = \frac{2,5 + 2,8}{2} = 2,65$$

$$d = \frac{7,3 - 13,8}{2,65} = \frac{6,5}{2,65} = 2,45$$

Effect size	$d$	Percentage of overlap (%)
Small	0.20	85
Medium	0.50	67
Large	0.80	53



$d$	Percentage of overlap (%)
0.1	92
0.2	85
0.3	79
0.4	73
0.5	67
0.6	62
0.7	57
0.8	53
0.9	48
1.0	45
1.1	42
1.2	37
1.3	35
1.4	32
1.5	29