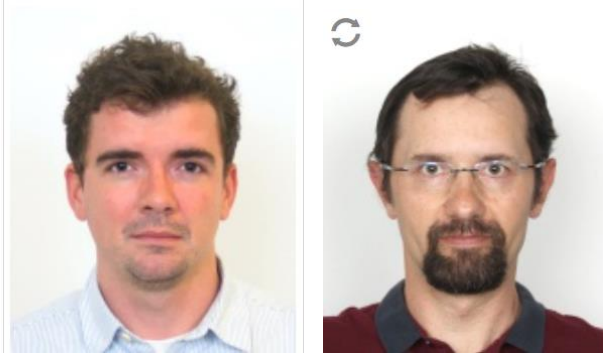


# Metody antropologie I

podzim 2023



podmínky zápočtu:

všechny odevzdané protokoly = všechny splněné úkoly

absence nad jedno cvičení musejí být omluveny na SO

9 průběžných testů (5 b) + jeden závěrečný (55 b) – suma > 66 bodů

# Metody antropologie I

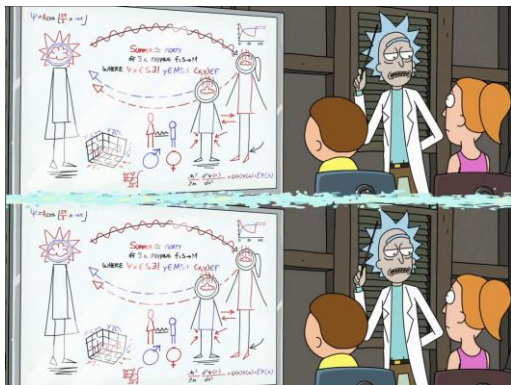
podzim 2023



## Metody a chyba měření

Mgr. Mikoláš Jurda, Ph.D.

# Kvantitativní přístup



**Identifikace vědeckého problému**

**Rešerše příslušné literatury**

**Podchycení problému konceptuálně**

**Formulace hypotézy**

**Volba metodiky výzkumu**

**Identifikace populace a určení vzorku**

**Výběr a testování metodiky pro měření proměnných**

**Etika výzkumu**

**Výzkumný plán**

**Sběr dat**

**Analýza dat**

**Interpretace výsledků**

**Zveřejnění výsledků (prezentace, publikace)**

**Šíření výsledného produktu (výuka, monografie)**

# Smysly, uvažování a kognitivní zkreslení

**Smysly jsou chybové – specializované a efektivní – ale účelem je přežít a rozmnožit se, nikoliv objektivně poznávat realitu**



**kognitivní zkreslení**

**základní atribuční chyba**

**kotvení**

**haló efekt**

**apofenie**

**potvrzovací zkreslení**

**klam přeživších**

**klam dostupnosti**

**problém zpětného pohledu**

**zkreslení sloužící sobě**

**efekt nadměrné sebedůvěry**

**sklon eliminovat jedno riziko**

**efekt nejednoznačnosti**

# Nároky na metody

## Metody (postupy) musejí být:

**exhaustivní** – vyčerpávající, tj. aplikovatelné na všechny myslitelné formy

**exklusivní** – výlučné, tj. při aplikaci na jednu formu by neměly poskytovat více různých výsledků

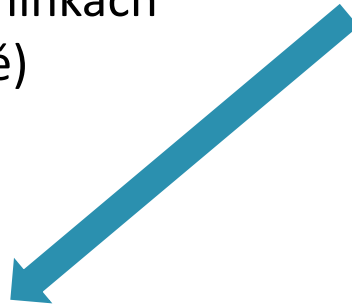
**independentní** – nezávislé na okolních podmínkách (pokaždé musejí hodnotit daný případ stejně)



umožnit testovat hypotézu

umožnit ověření výsledků

získat hodnověrná data



kvalitní teorie

nezatížené vzorkování –  
způsob získávání dat

Metoda zajišťuje, aby byly výsledky validní:

- dávají smysl
- ostatní nám věří a berou výsledky vážně
- studii přijmou k publikaci
- bude možné na výzkum navázat
- výsledky budou fungovat v praxi



# Vzorek

**vzorek** (studovaný soubor) – výběr ze studované populace

**jedinec** (*specimen*) = **proband** (zkoumaný jedinec v antropologii živého člověka)

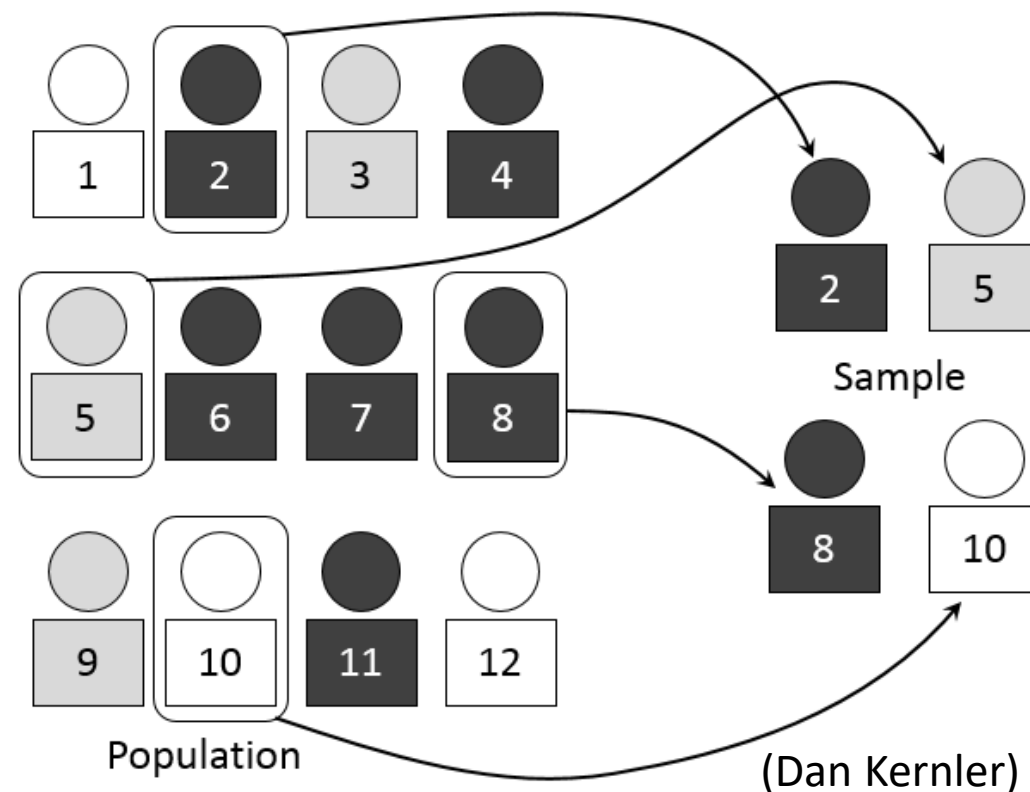
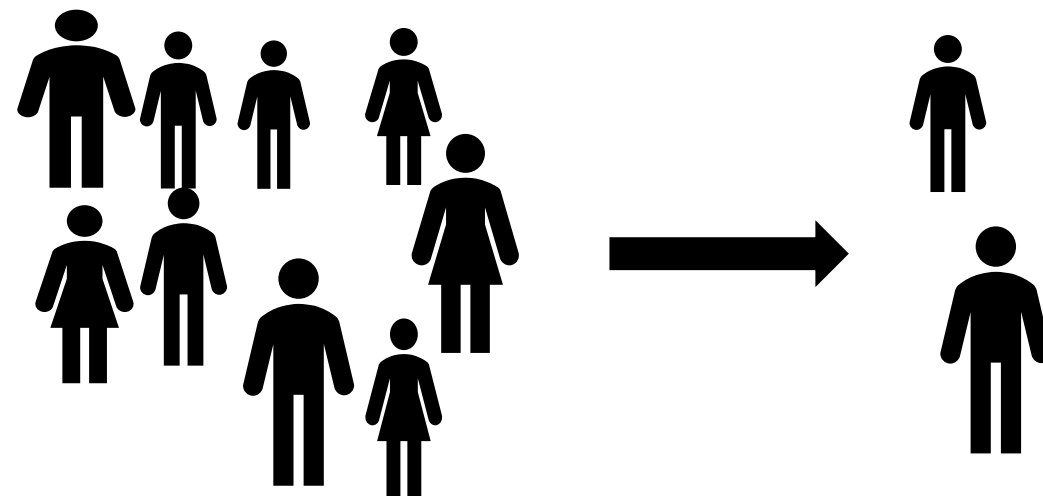
## Jak ho získat?

**výběr** (*sampling*) – **kontrolovaný** výběr z populace vs. **náhodný** výběr z populace

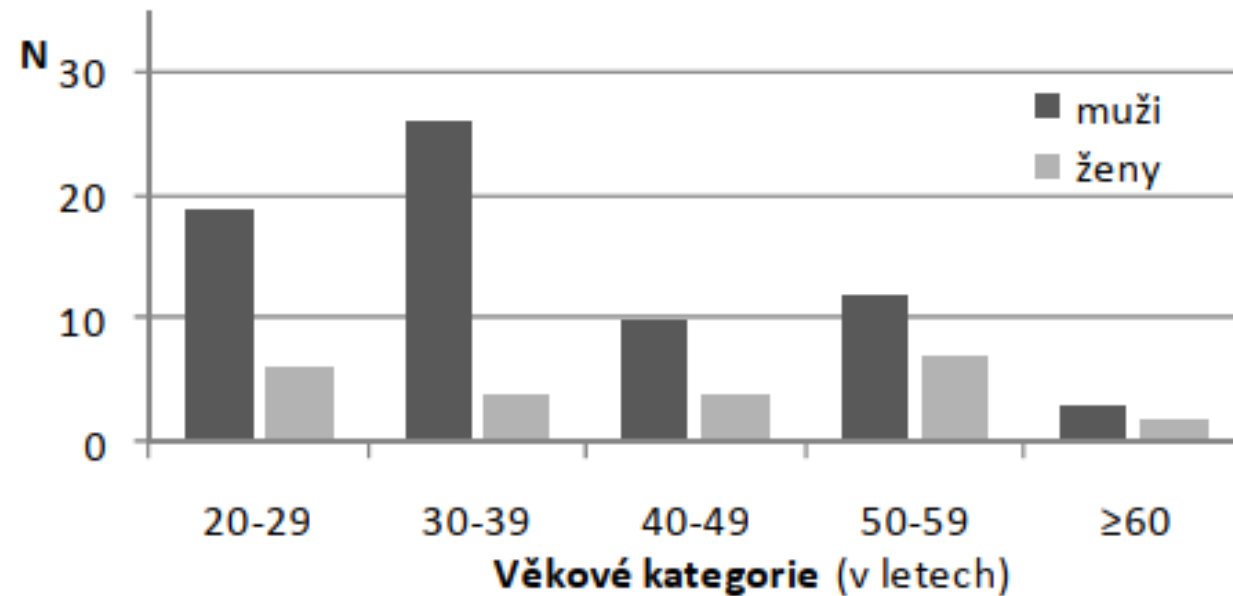
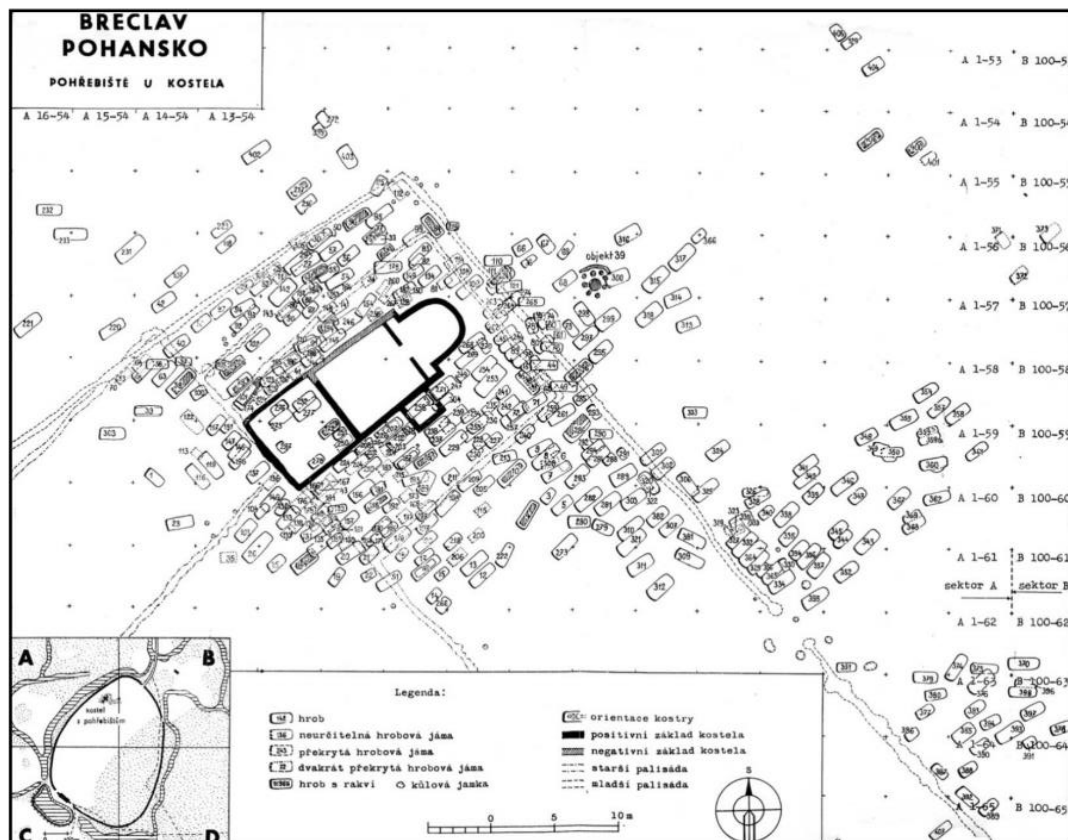
dostupnost      ochota      otázka validity

## Jak má být vzorek velký?

optimálně pro malou až střední studii 50–100 jedinců (statistická významnost)



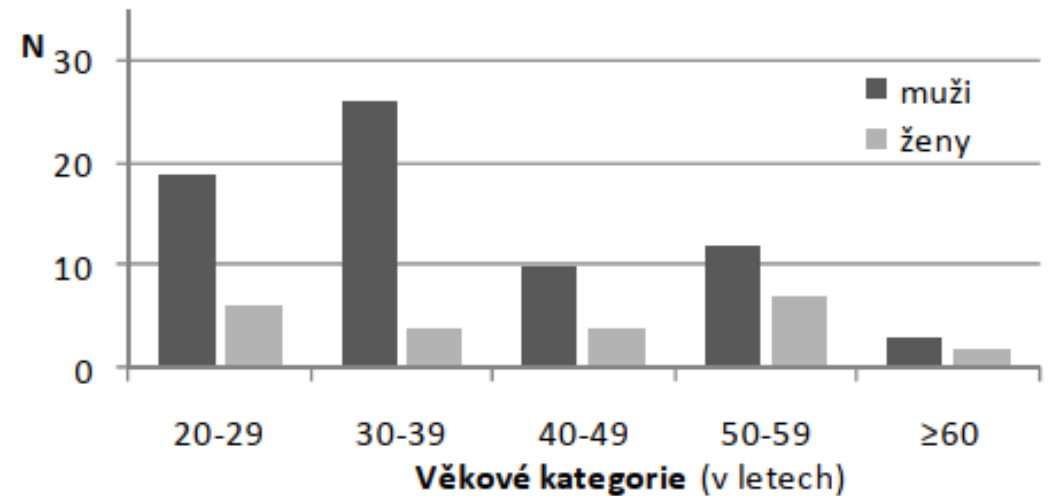
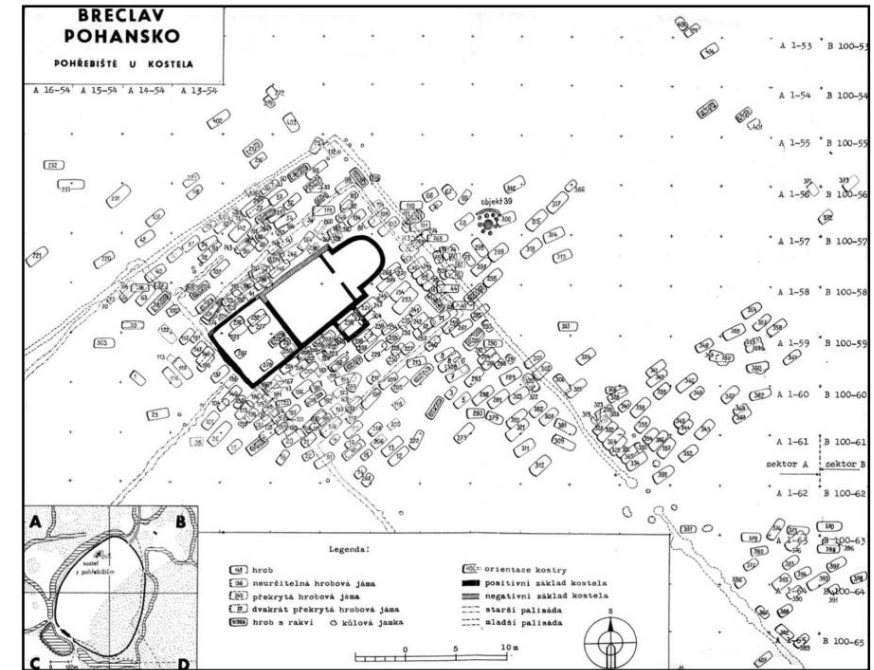
# Reprezentativnost vzorku – kosterní pozůstatky



Graf ukazuje počet zachovalých lebek.  
Jak si vysvětlit pozorovanou variabilitu?

# Reprezentativnost vzorku – kosterní pozůstatky

- fragmentární, **závislé na odolnosti vůči tafonomickým procesům**
- jenom vlastnosti zemřelých lidí
- nejednotný vznik vzorků – pohřby všech nebo subpopulace...?
- ignorování posloupnosti pohřbů

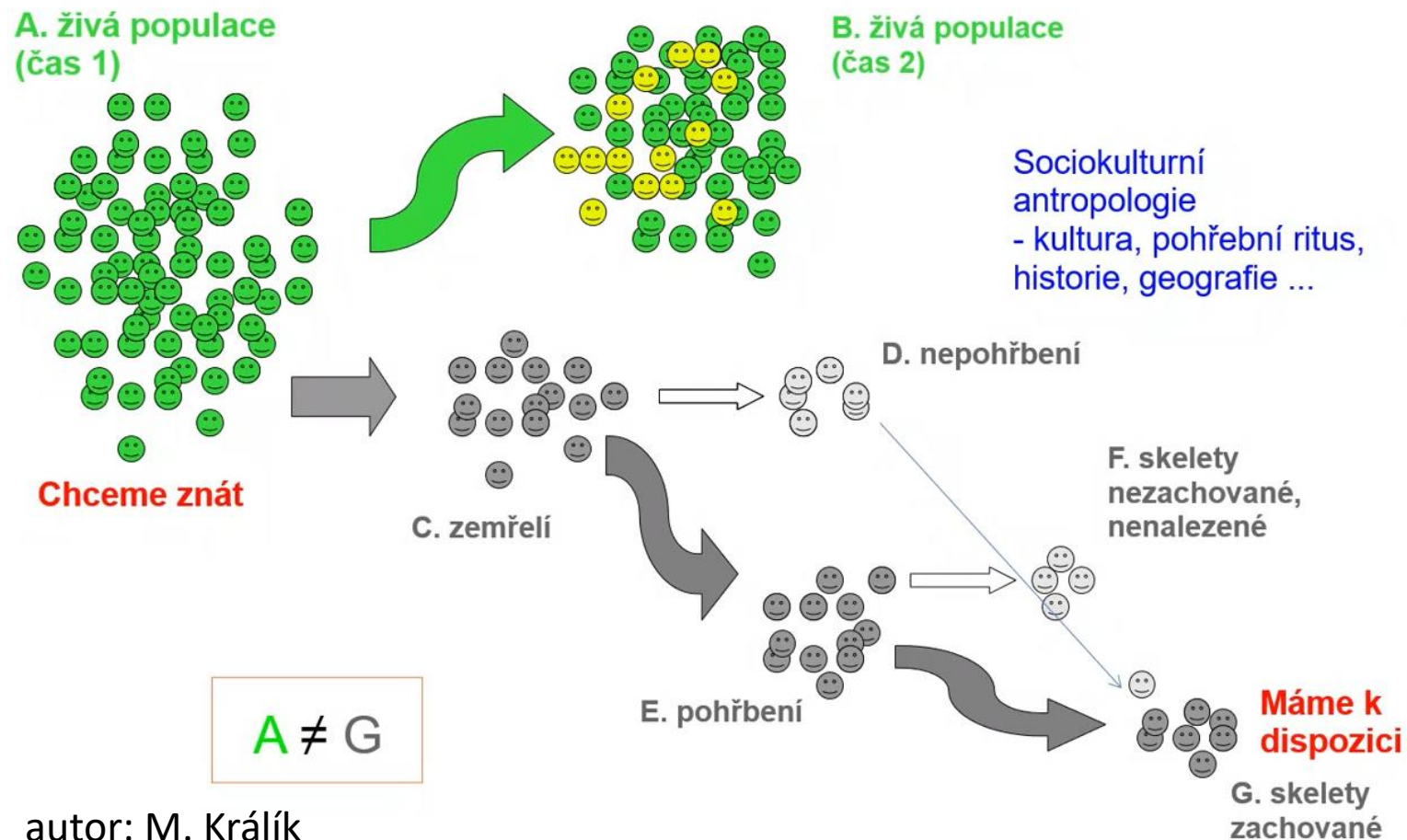


*„Zdraví je stav úplné tělesné, duševní a sociální pohody a nejen nepřítomnost nemoci nebo vady.“*



# Reprezentativní vzorek – osteologický paradox (Wood et al. 1992)

Kosterní nálezy poskytují informaci o těch, kteří **zemřeli**. Nelze podle nich určit, kolik jedinců bylo stresu vystaveno, ale přežilo, a jak vůbec lidé vypadali, než zemřeli.



# Vzorek – kosterní pozůstatky – osteologický paradox

## demografická nestabilita

- i při stejné mortalitě (podílu úmrtí nedospělých) můžeme pozorovat variabilitu v zastoupení dětí v závislosti na porodnosti (pokud se daří a rodí se, bude jich najednou v záznamu přibývat)



**1) nízká mortalita**

**2) vysoká mortalita, ale nízká natalita**



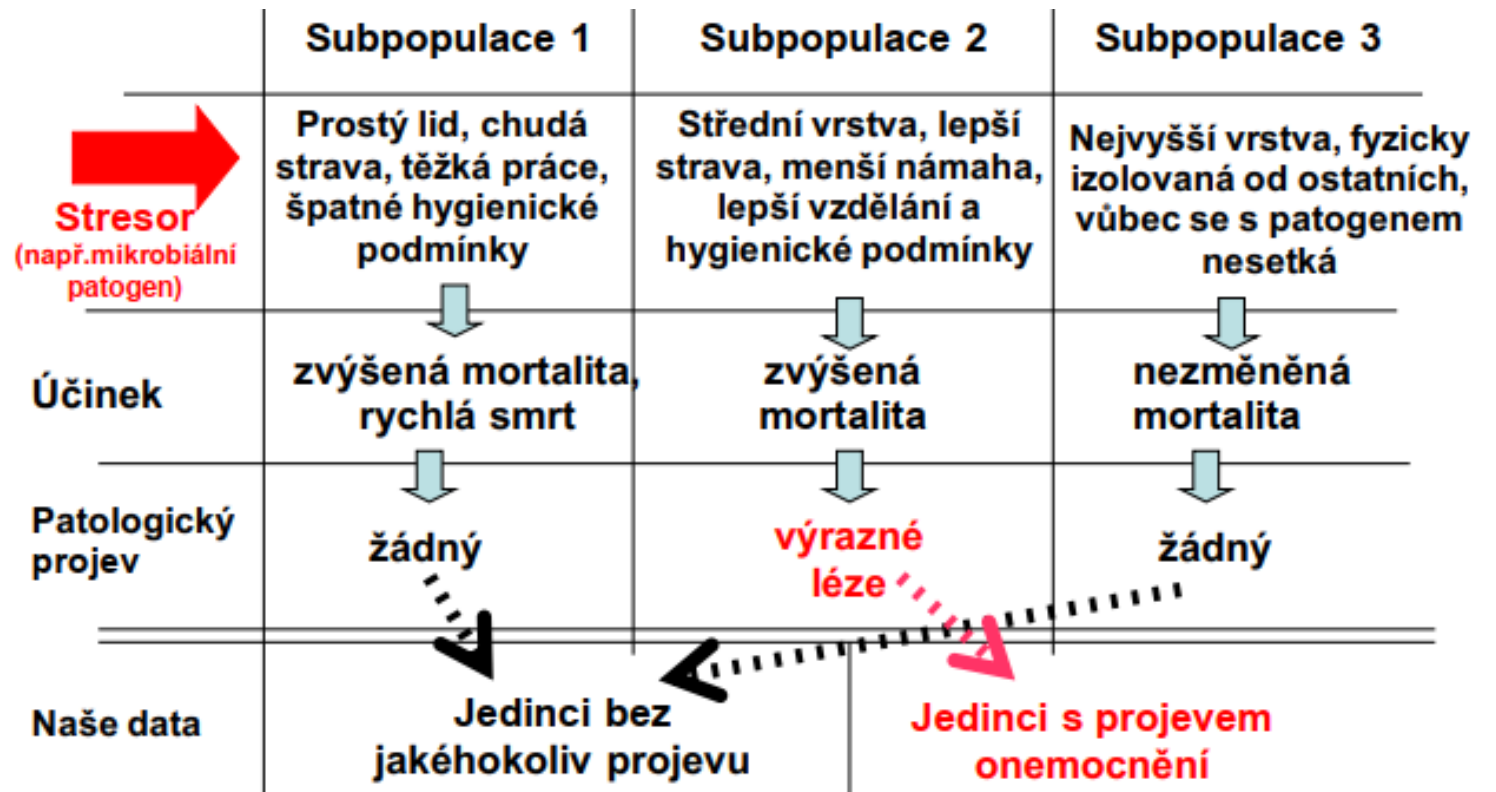
**1) vysoká mortalita**

**2) nízká mortalita ale vysoká natalita**

# Vzorek – kosterní pozůstatky – osteologický paradox

## osteologický paradox – heterogenita v rizicích

- všichni lidé (ani ve stejné kohortě) nemají stejné riziko smrti
- my však vidíme pohřebiště jako celek bez subpopulací



# Vzorek – kosterní pozůstatky – osteologický paradox

## selective mortality

- umírají ti, kteří jsou nejcitlivější v dané kohortě – už ale nemůžou umřít později
- pokud faktory způsobující známky stresu na kostře zvyšují pravděpodobnost smrti, tak tyto známky podávají nadhodnocenou představu o prevalenci stresu v populaci
- nálezy **patologií** a **známek** stresu také mohou ukazovat, že jim byl daný jedinec schopen dlouhodobě vzdorovat – kdo zemřel rychle, známky na kostech mít nemusí

A to ani při aktech násilí nebo přírodních katastrofách.

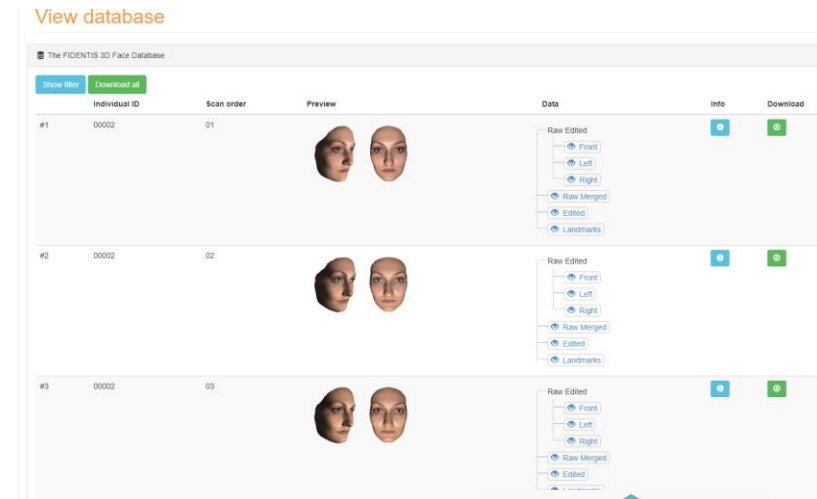
### WARFARE IN LATE PREHISTORIC WEST-CENTRAL ILLINOIS

George R. Milner, Eve Anderson, and Virginia G. Smith

*Social-group competition and cooperation are critical elements of models of cultural evolution. Despite the presumed significance of such interactions, archaeologists find it difficult to measure these forms of behavior. An Illinois cemetery consisting of 264 burials dating to ca. A.D. 1300 illustrates the unique information that only mortuary sites can provide on the characteristics and intensity of prehistoric intergroup conflict. In this instance, violent death was indicated by several forms of bone damage. Chronic warfare caused a heavy loss of life (at least*

# Vzorek – dokumentované sbírky a databáze

- kosterní pozůstatky, 2D a 3D záznamy biologických objektů, metrické nebo vizuální hodnocení, měkké tkáně
- +
- známé údaje jako věk, pohlaví, etnická příslušnost, výška postavy, zaměstnání .....



FIDENTIS DATABASE

Log in please.

Login

[No account yet?](#)

## Co jsou sbírky?

- kontrola nad tím, jestli daná sbírka reprezentuje danou populaci je **iluzorní**
- dokumentovaná  $\neq$  reprezentativní! – **ne každý jedinec v populaci má stejnou šanci**, že se stane součástí sbírky

- **kdo má motivaci darovat tělo?**

(individuální vnímání a postoje k pitvě, výzkumu, darování těla)

vzdělání (Wilson et al. 2007)

společenské postavení (Sanner 1994)

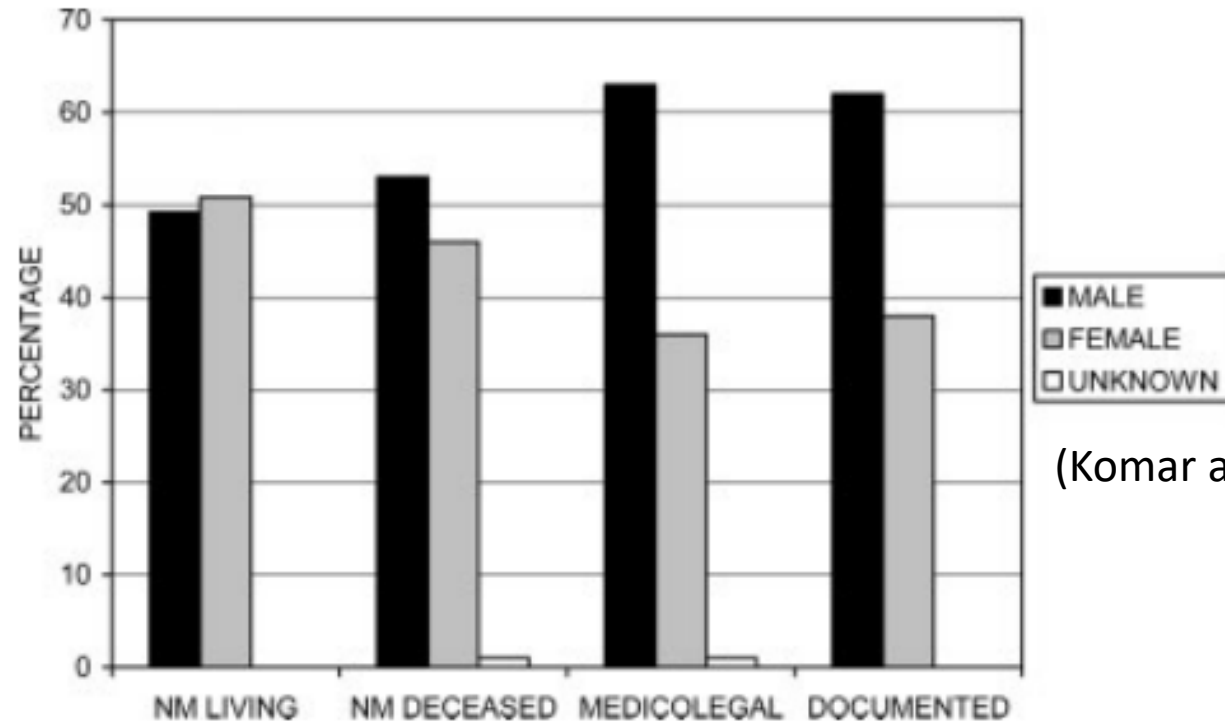
etnicita a kultura (Denninghoff 2000; Orłowski a Vinický 1993)

- **kdo se s největší pravděpodobností „stane“ soudně-lékařským případem?**

nižší vrstvy s nižším vzděláním  
muži

## Co jsou sbírky?

- převaha mužů – ve všech 12 severoamerických dokumentovaných sbírkách (Komar, Buikstra 2008)

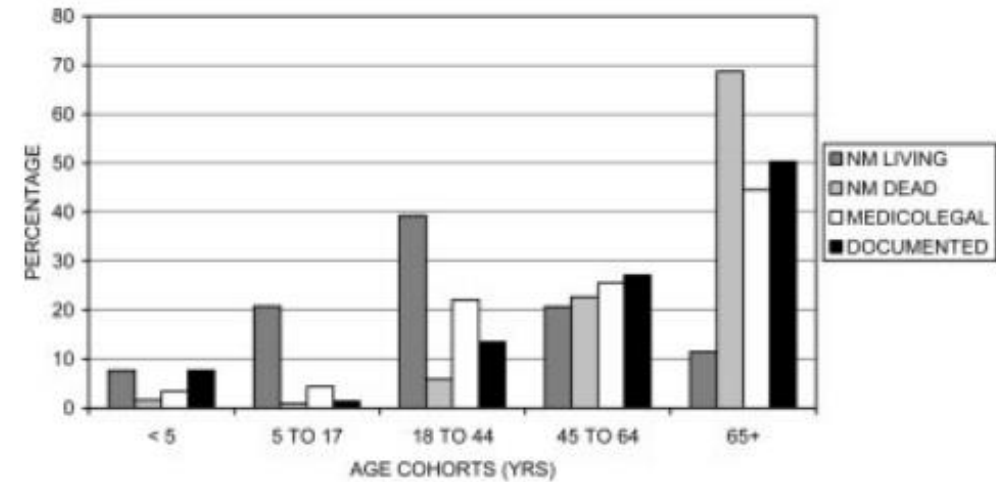
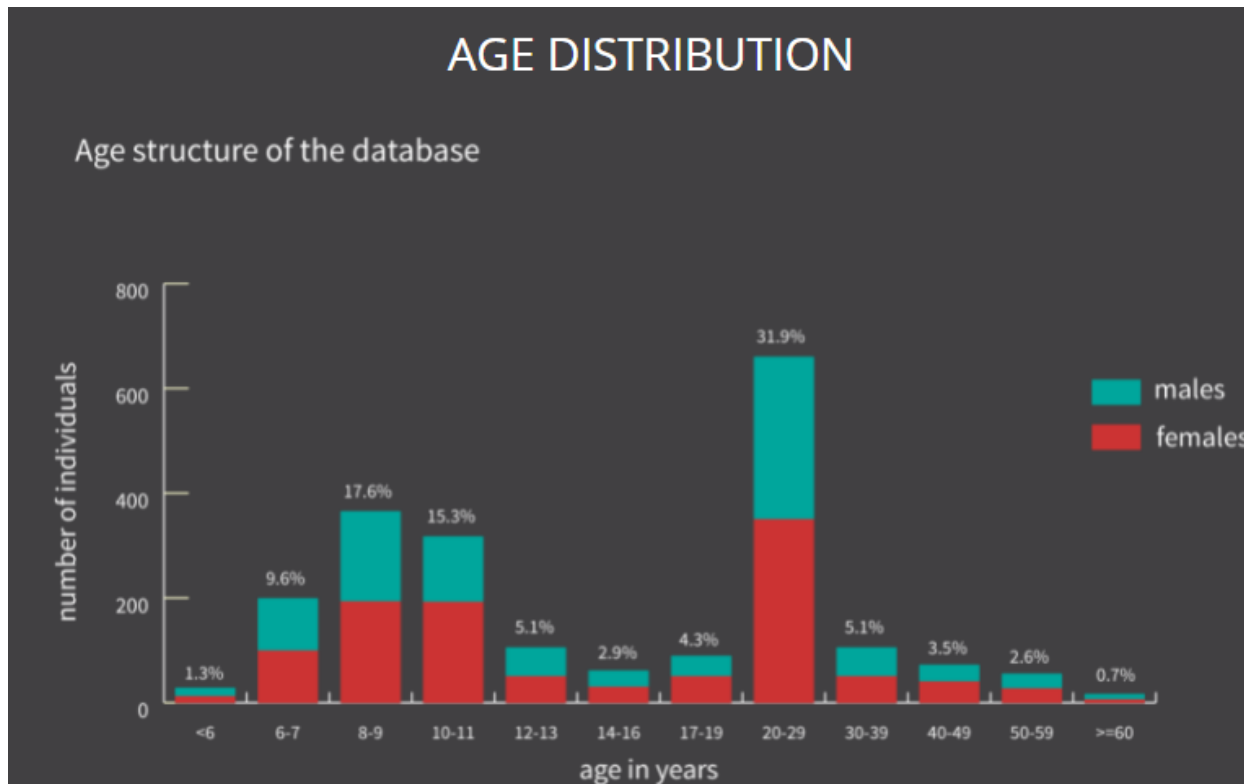


(Komar a Grivas 2008)

**Fig. 2.** Distribution of males, females, and individuals of unknown sex in the Maxwell documented collection and the three comparative populations.

# Co jsou sbírky?

- odchylky od věkového složení populace
- zastoupení neodpovídající skutečnosti vnáší chybu do tvořených metod pro odhad dožitého věku (Boldsen et al. 2002; Usher 2002, s. 30)



**Fig. 3.** Frequencies of age cohorts in the Maxwell documented collection and the three comparative New Mexico populations, with statistically significant differences ( $P < 0.0001$ ) among the sample groups.

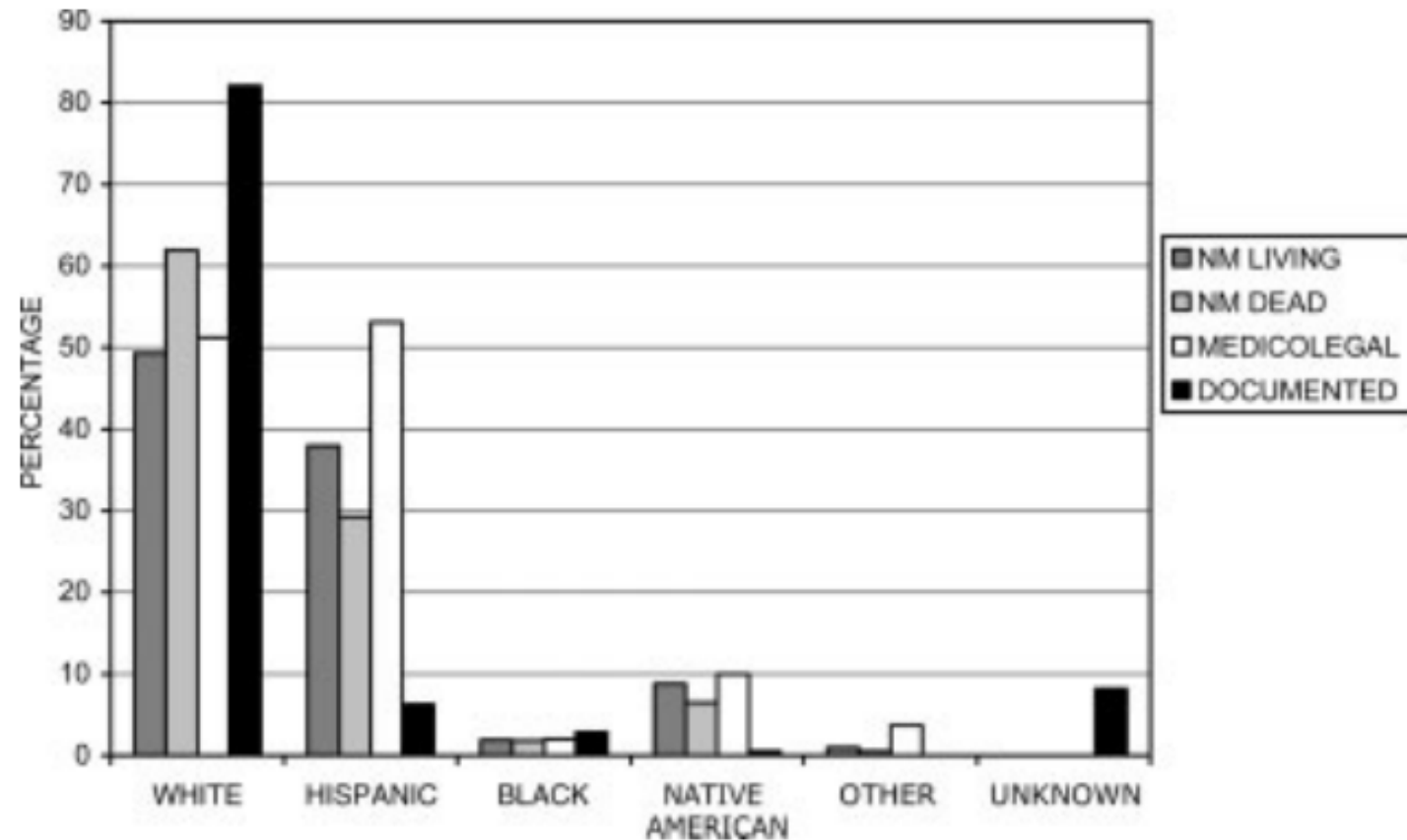


FIDENTIS DATABASE



## Co jsou sbírky?

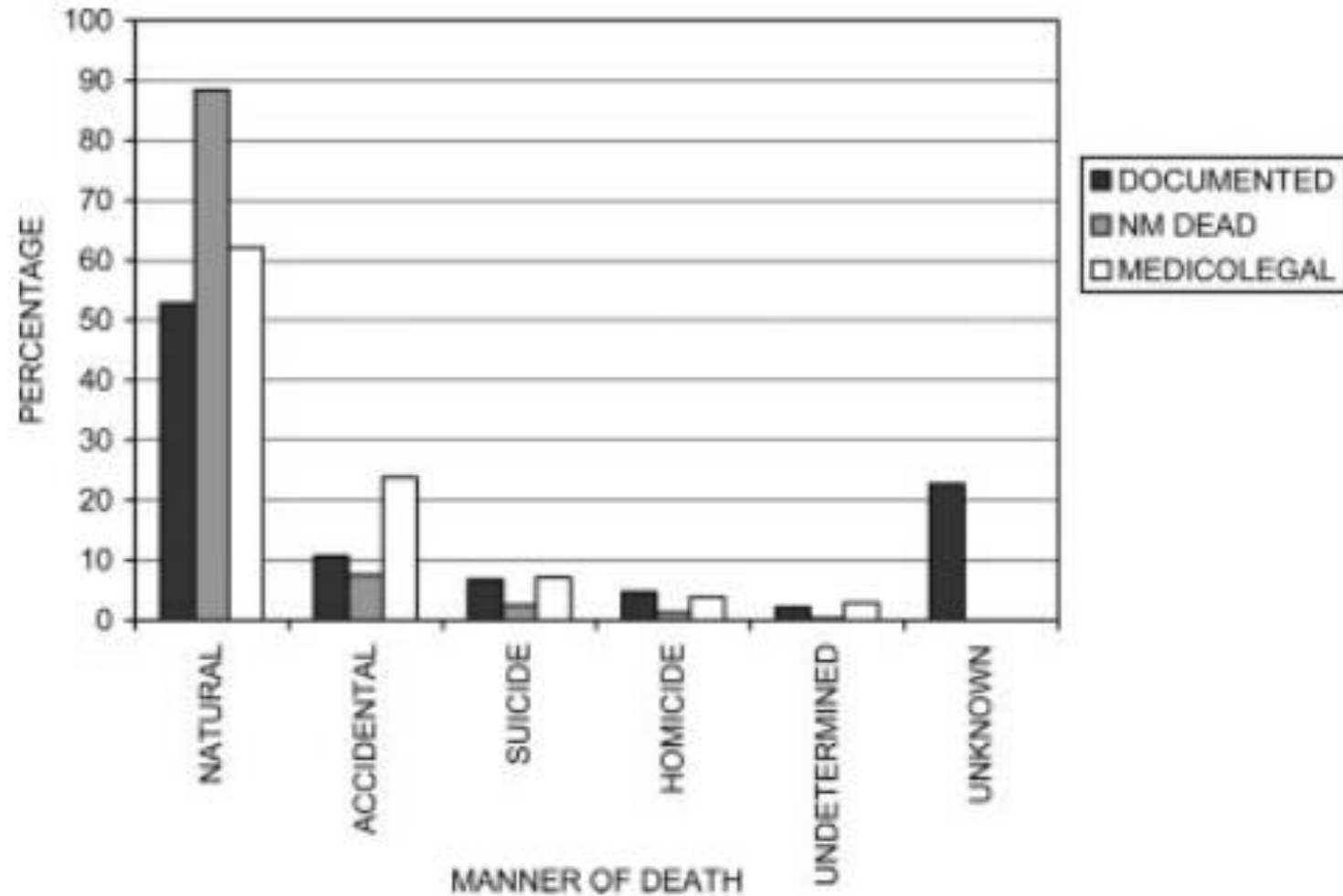
- odchylky v populační afinitě
- 17 % samo uvedlo etnickou příslušnost, 23 % příbuznými, 60 % soudním lékařem
- problematická kategorie – etnicita není pevně daná biologická vlastnost jako spíše společenský konstrukt



**Fig. 4.** Percentages of self-reported and ascribed population affinity for all four populations. Chi-square analysis reveals significant difference ( $P < 0.0001$ ) among the populations.

## Co jsou sbírky?

- způsob úmrtí
- podprezentování přirozené smrti a naopak větší zastoupení osob, které zemřely násilně (v soudně-lékařském souboru)



**Fig. 5.** The manner of death, as ruled on the death certificate, reported for the three deceased populations: the Maxwell documented collection, New Mexico decedents, and the medico-legal sample.

# Kosterní sbírky – Hamann-Todd collection

**Původ pozůstatků:** nevyzvednutá těla a těla používaná pro výuku na *Case Western University (Cleveland, Ohio)* původem z márnice okresu *Cuyahoga* a clevelandských nemocnic (USA)

**Kohorta:** + 1893–1938 (také období shromažďování sbírky)

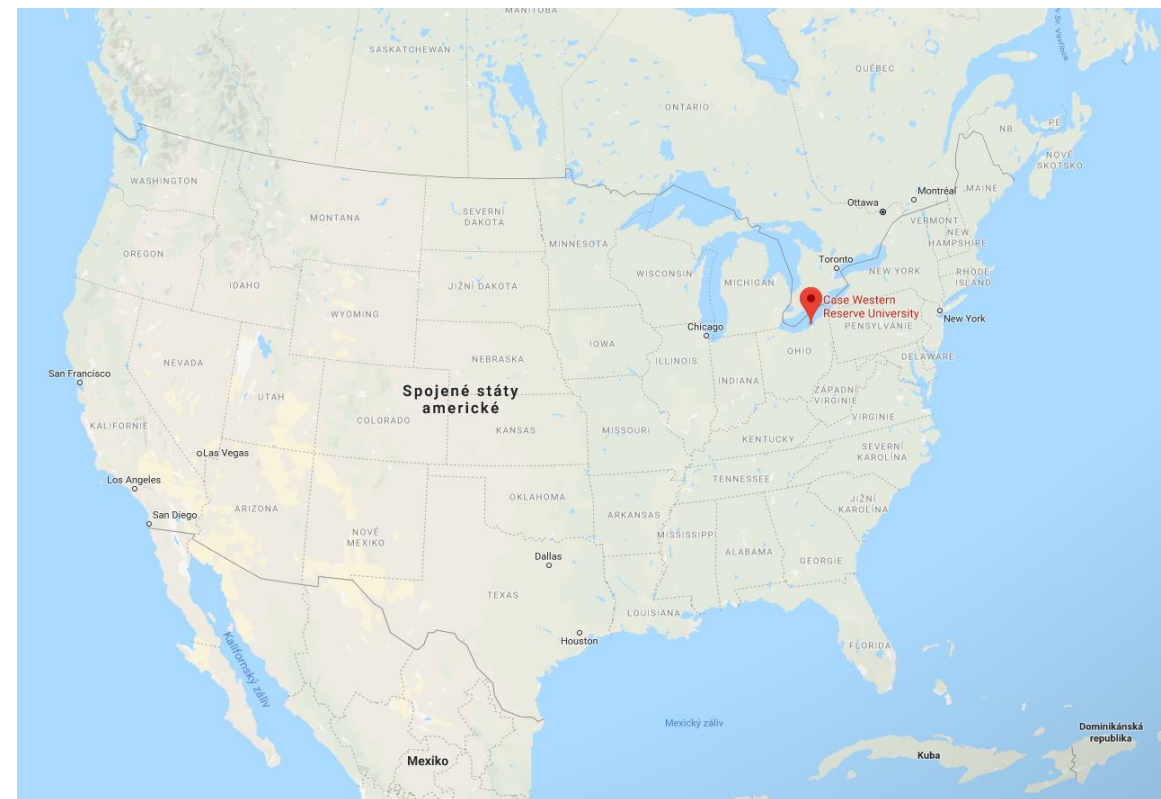
**Obsah dokumentace:** dožitý věk, pohlaví, populační příslušnost, příčina úmrtí, přítomnost patologií a někdy také výška a váha

**Dožitý věk:** dospělí i nedospělí (0–105 let)

**Etnický původ:** specifikován v termínech *White* a *Black*

**Počet jedinců:** více než 3100 (+ více než 900 koster primátů)

**Uložení:** *Cleveland Museum of Natural History* (Cleveland, Ohio, USA)



# Kosterní sbírky – Terry collection

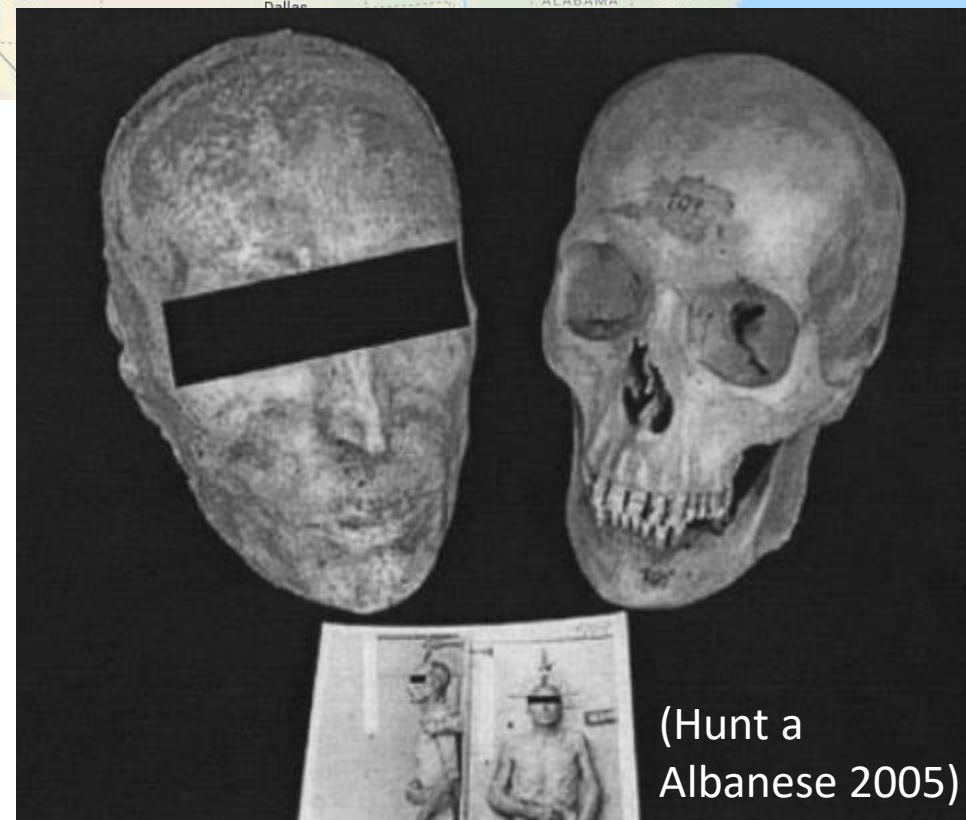
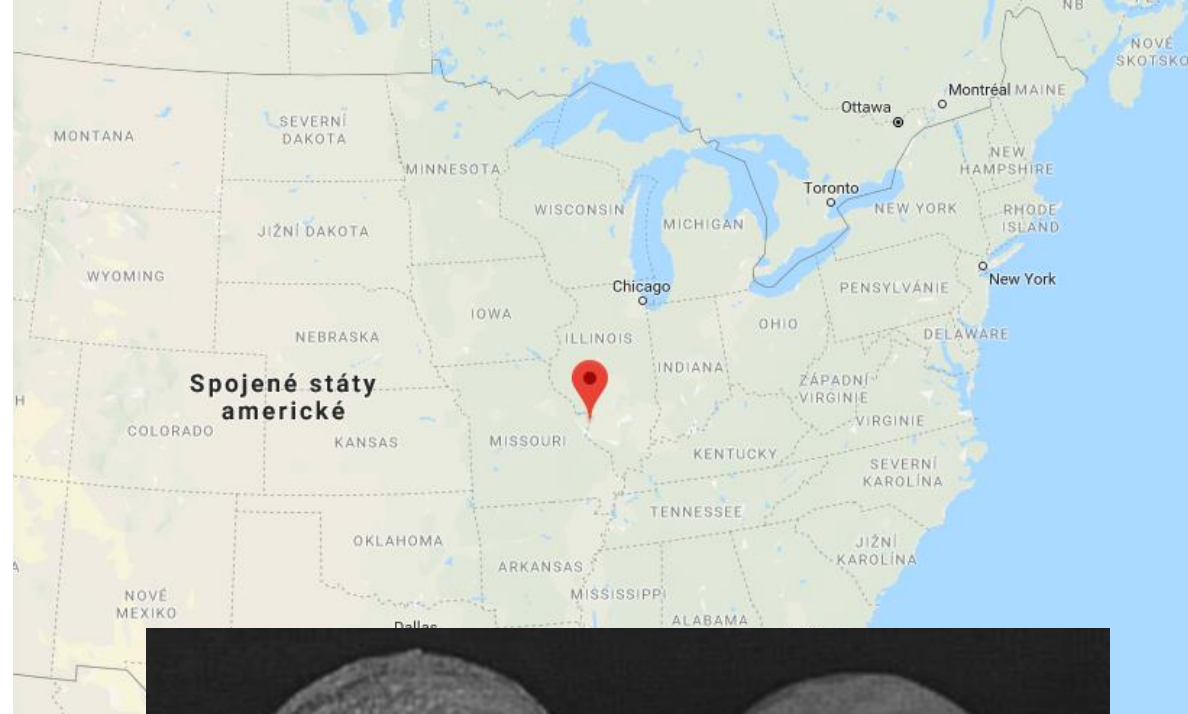
**Původ pozůstatků:** většinou těla používaná k **výuce anatomie**, původem hlavně z oblasti St. Louis (Missouri, USA)

**Kohorta:** \*1828–1943, +1920–1965

**Obsah dokumentace:** pohlaví, dožitý věk (udáný samotnými probandy), etnický původ. Záznamy z pitvy obsahující výsledek vyšetření. V některých případech fotografie těl, posmrtné masky a vzorky vlasů

**Počet jedinců:** ca 1728

**Uložení:** *Department of Anthropology of the National Museum of Natural History of the Smithsonian Institution* (Washington, D.C., USA)



(Hunt a Albanese 2005)

# Kosterní sbírky – Lisabon – Luís Lopes Collection

**Původ pozůstatků: opuštěné hroby** z okolí Lisabonu, lidé s portugalským původem, část narozená v někdejších portugalských koloniích. Celkově **nižší a střední městská vrstva**

**Tvořeno:** od 1981

**Kohorta:** \*1805–1972, +1880–1975

**Obsah dokumentace:** pohlaví, dožitý věk, místo narození, původ, příčina smrti, další údaje jsou dohledatelné přes *civil registration number*

**Dožitý věk:** 0–98 let

**Etnický původ:** specifikován původ jedinců

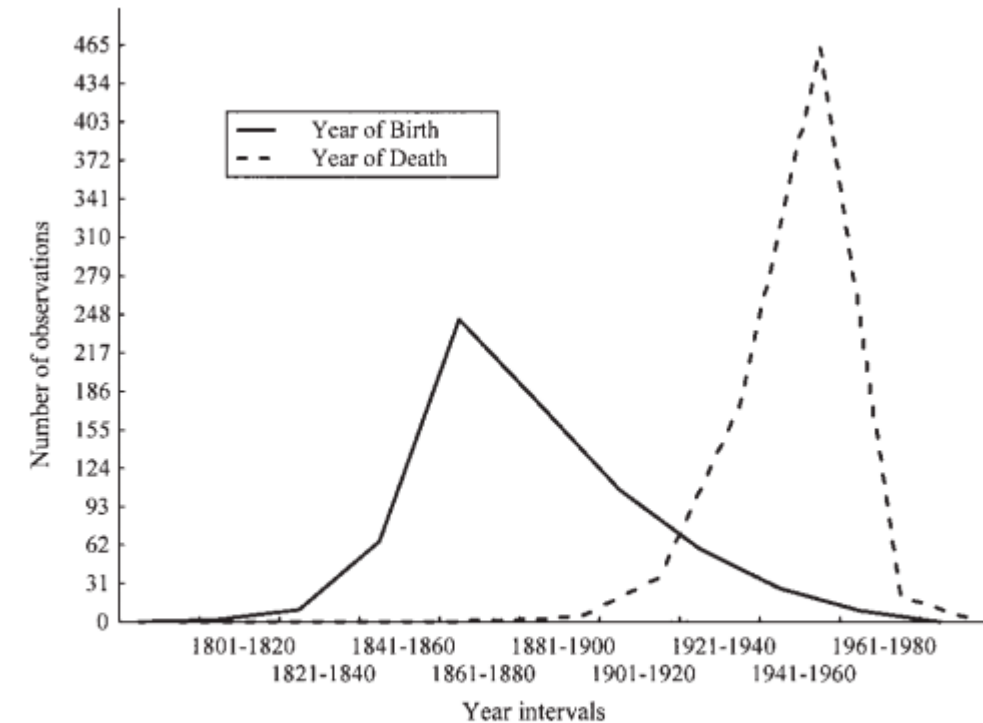
**Počet jedinců:** 1692, k dispozici zatím 699 (Cardoso 2006)

**Uložení:** *Departamento de Zoologia e Antropologia (Museu Bocage), Museu Nacional de História Natural* (Lisabon, Portugalsko)

## Brief Communication: The Collection of Identified Human Skeletons Housed at the Bocage Museum (National Museum of Natural History), Lisbon, Portugal

Hugo F.V. Cardoso\*

*Departamento de Zoologia e Antropologia (Museu Bocage), Museu Nacional de História Natural, Lisbon, Portugal*



**Fig. 1.** Distribution of years of birth and death of Luís Lopes Collection (sexes pooled).

## Kosterní sbírky – Pachnerova sbírka

**Původ dat:** jedinci ze sociálně slabších vrstev

**Kohorta:** + 1934–1935

**Obsah dokumentace:** pohlaví, dožitý věk, tělesná výška, rok narození, datum pitvy, jméno

**Dožitý věk:** 20–84 let

**Etnický původ:** nspecifikován

**Počet jedinců:** původní sbírka rozšířena na ca 290 jedinců

**Uložení:** Lékařská fakulta, Univerzita Karlova, Praha

# Kosterní sbírky – Howells craniometric data set

**Původ pozůstatků:** pouze naměřené lebeční rozměry

**Kohorta:** +16. století BC – 20. století AD

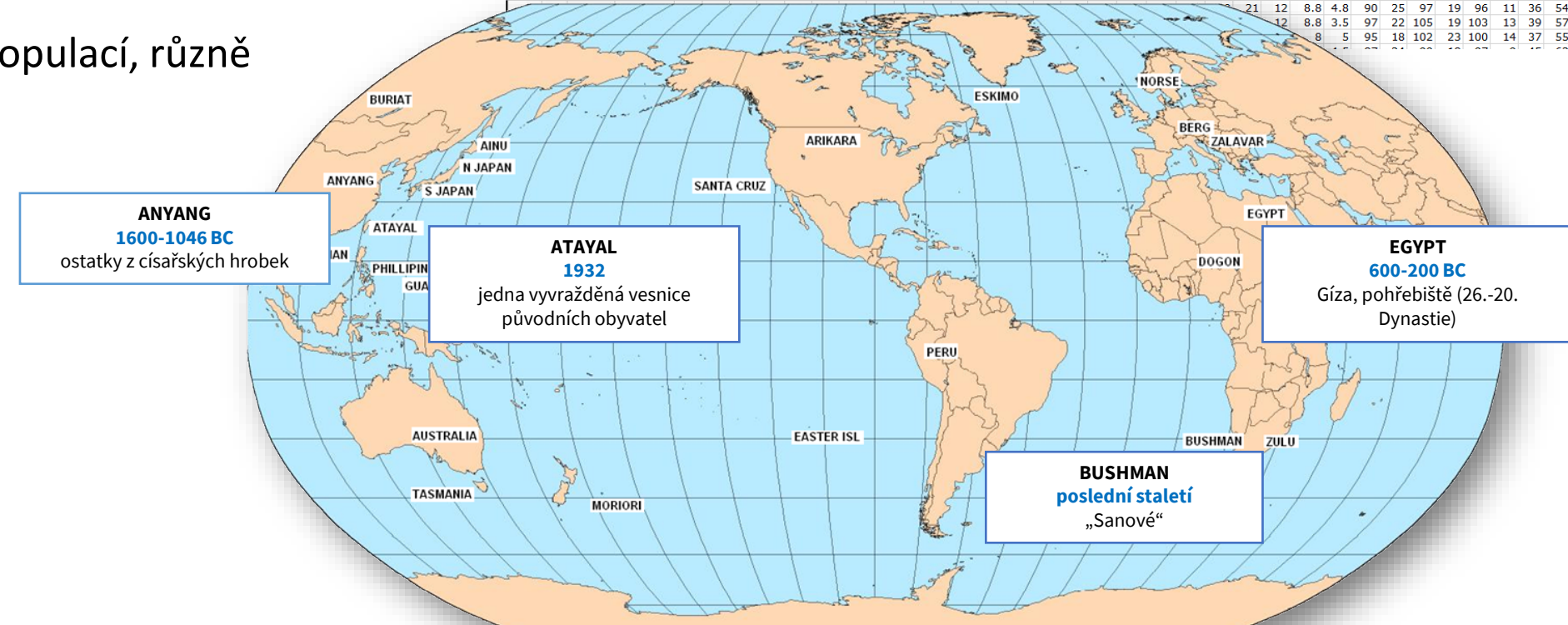
**Obsah dokumentace:** pohlaví (často odhadnuté),  
etnický původ

**Etnický původ:** celkem 28 populací, různě  
charakterizovaných

**Počet jedinců:** 2524

ID	Sex	PopNum	Population	GOL	NOL	BNL	BBH	XCB	XFB	YIB	AUB	WCB	ASB	BPL	NPH	NHL	JUB	NLB	MAB	MDH	MDB	OBH	OBG	DKB	NDS	WNB	SIS	ZMB	SSS	FMB	NAS	EKB	DKS	IML	XML
1 M	1	NORSE	189	185	100	135	143	120	133	119	70	112	96	66	50	118	26	63	31	13	31	42	22	12	9.5	4.9	83	20	100	19	100	8	42	57	
2 M	1	NORSE	182	178	102	139	145	120	137	125	66	113	108	64	48	118	25	72	19	13	28	39	21	9	10.8	4.5	101	27	95	17	96	9	32	53	
7																																			
8																																			
7																																			
1																																			
3																																			
4																																			
9 M	1	NORSE	188	182	96	134	141	123	135	123	71	111	87	72	51	115	24	61	31	12	33	39	20	15	8.2	4.5	90	22	95	20	97	9	37	57	
10 M	1	NORSE	189	189	101	131	144	115	130	125	63	108	95	63	50	115	25	61	28	12	33	40	19	14	8.1	4.6	93	20	96	17	96	10	38	54	
11 M	1	NORSE	186	183	107	138	143	116	136	129	71	113	96	70	55	118	25	57	28	13	32	41	20	11	7.1	6.1	94	22	101	17	101	11	36	55	
12 M	1	NORSE	182	182	99	124	136	113	125	120	69	111	98	69	53	114	25	63	28	12	36	40	20	12	8	3.7	9.3	26	96	19	94	14	37	54	
13 M	1	NORSE	193	191	101	134	142	118	132	125	71	115	96	70	53	117	24	60	29	12	35	38	22	10	9.7	4.2	94	22	98	16	97	10	35	55	
14 M	1	NORSE	195	194	105	127	137	110	135	125	70	112	98	73	59	116	24	67	32	16	35	39	24	15	7.5	3.9	90	24	99	19	98	10	37	55	
15 M	1	NORSE	187	183	103	131	141	117	133	125	72	111	96	67	48	116	25	67	28	13	33	39	21	12	5.7	2.3	93	23	99	19	98	11	38	54	
16 M	1	NORSE	189	187	97	129	144	129	136	121	71	109	95	64	49	119	25	63	34	14	31	39	27	12	9	2.4	94	20	99	18	100	12	37	55	
17 M	1	NORSE	179	174	101	132	147	121	139	129	74	110	98	65	49	123	28	68	28	13	31	40	25	13	9.9	4.1	100	24	102	23	102	13	38	60	
18 M	1	NORSE	175	174	100	132	135	113	128	114	65	107	93	65	47	115	26	59	30	12	35	40	23	12	9.6	5.2	87	18	100	19	100	11	42	58	
19 M	1	NORSE	191	189	109	128	135	110	139	127	73	114	114	76	58	127	28	72	37	20	34	42	22	14	7.8	4.1	109	29	102	20	104	10	40	62	
20 M	1	NORSE	192	191	100	127	142	115	134	126	72	114	97	72	57	118	24	63	36	14	35	42	22	12	9.9	5	96	25	99	22	97	15	42	60	
21 M	1	NORSE	194	192	104	139	145	122	137	125	74	112	96	67	52	117	24	59	36	13	33	39	22	12	7.1	3.3	100	21	94	18	95	10	33	53	
22 M	1	NORSE	195	191	100	128	137	109	137	125	71	116	102	69	49	119	26	63	33	15	36	41	22	11	10.4	5	100	26	99	21	100	11	35	53	
23 M	1	NORSE	184	182	102	137	142	120	134	122	69	112	96	68	52	113	23	62	30	14	35	40	18	11	6.4	5	94	23	95	16	94	11	36	57	
24 M	1	NORSE	186	185	109	133	137	117	138	125	77	108	109	64	50	124	26	65	30	14	32	40	21	12	10.9	5.5	96	22	99	18	100	9	41	59	
25 M	1	NORSE	195	193	102	141	147	127	136	131	71	116	92	74	56	114	25	67	36	14	32	38	27	13	9.8	5.2	107	28	98	21	100	13	34	58	
26 M	1	NORSE	189	187	102	134	140	118	126	122	72	107	95	67	52	118	25	60	31	13	34	42	24	13	9.1	4.3	90	23	100	20	100	13	38	55	
27 M	1	NORSE	188	185	101	133	141	117	133	125	72	111	96	67	48	116	25	67	28	13	33	39	21	12	5.7	2.3	93	23	99	19	98	11	38	54	
28 M	1	NORSE	182	180	104	123	141	117	133	125	72	111	96	67	48	116	25	67	28	13	33	39	21	12	5.7	2.3	93	23	99	19	98	11	38	54	
29 M	1	NORSE	188	185	100	133	141	117	133	125	72	111	96	67	48	116	25	67	28	13	33	39	21	12	5.7	2.3	93	23	99	19	98	11	38	54	
30 M	1	NORSE	186	183	104	134	141	117	133	125	72	111	96	67	48	116	25	67	28	13	33	39	21	12	5.7	2.3	93	23	99	19	98	11	38	54	
31 M	1	NORSE	186	184	96	134	145	128	137	126	67	112	91	72	51	121	25	67	31	12	35	42	24	12	8.9	3.3	98	26	103	20	100	15	37	52	
32 M	1	NORSE	201	198	107	133	147	121	139	132	77	111	102	70	50	122	27	63	28	13	30	41	24	12	11.6	3.8	97	23	100	18	103	11	36	59	
33 M	1	NORSE	189	186	97	140	152	122	138	131	73	111	91	69	52	120	24	60	27	13	34	40	21	10	8.7	3.5	97	20	96	13	98	9	38	57	
34 M	1	NORSE	192	187	99	126	144	117	137	128	69	119	94	69	51	117	26	62	31	12	32	41	24	12	11.9	4.8	92	23	100	18	102	10	33	53	
35 M	1	NORSE	190	186	106	139	147	125	134	126	70	117	101	69	52	116	26	62	33	15	36	42	21	13	9.5	5.9	91	23	102	18	100	12	36	51	
36 M	1	NORSE	189	187	104	139	143	124	137	127	75	115	99	70	54	124	26	67	31	12	35	42	24	13	8.5	4.9	102	25	106	19	106	9	41	59	

(<https://web.utk.edu/~auerbach/HOWL.htm>)



# Měření

- přiřazování čísel objektům, událostem či kvalitě podle daných pravidel
- základem je metrický systém

škála – přístroj – postup

+ zásady

- správná a šetrná manipulace s materiálem
- správná a osvojená technika měření
- bezpečnost práce
- vždy kontrolovat jednotky, ve kterých měříme



# Vlastnosti, znaky a proměnné

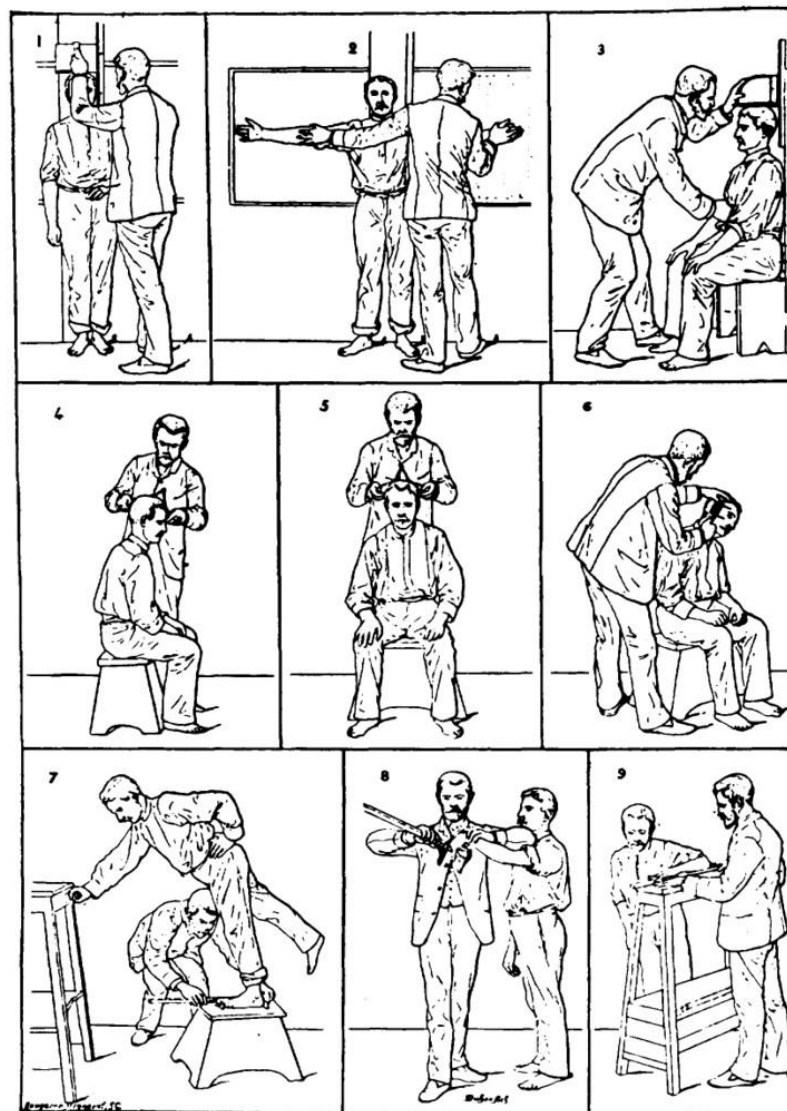
## VLASTNOST

ZNAK – symbolické vyjádření vlastnosti, jejího stavu hodnotami, jejichž změny odpovídají změnám vlastnosti

- nabývá alespoň dvou hodnot
- úplný
- jednoznačný atd...

PROMĚNNÁ – hodnocený a analyzovaný znak

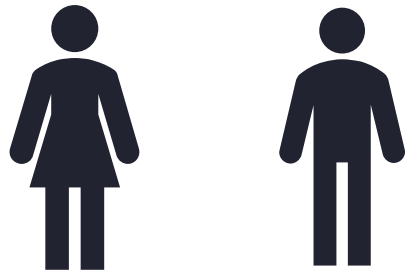
## RELEVÉ DU SIGNALEMENT ANTHROPOMÉTRIQUE



1. Taille. — 2. Envergure. — 3. Buste. —  
4. Longueur de la tête. — 5. Largeur de la tête. — 6. Oreille droite. —  
7. Pied gauche. — 8. Médius gauche. — 9. Coudée gauche.

# Vlastnosti, znaky a proměnné

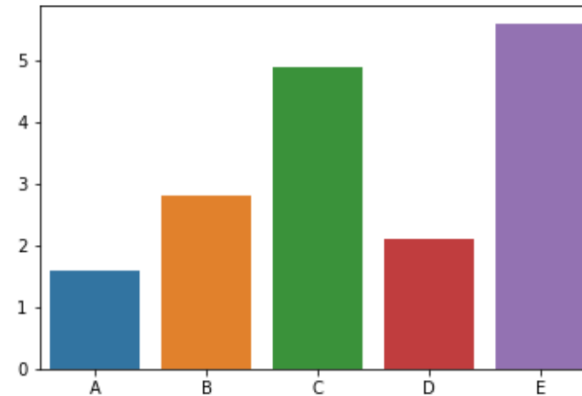
**kvalitativní, kategoriální proměnné**  
nominální (může být dichotomická)  
– pouhé označení



ordinální  
– mohou být seřazeny

## Jak je uchopit?

modus

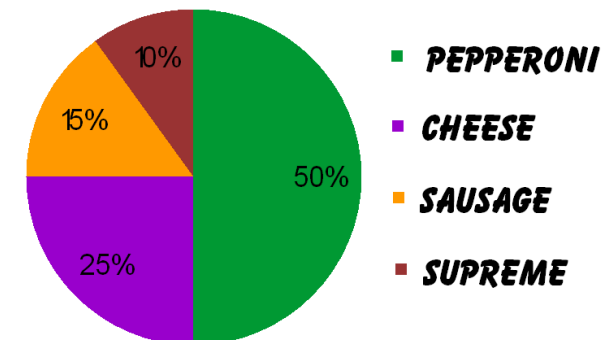


	Dog	Cat	Total
Male	42	10	52
Female	9	39	48
Total	51	49	100

frekvence výskytu  
kontingenční tabulky,  
chi-kvadrát test

median

### FAVORITE PIZZA TOPPINGS



# Vlastnosti, znaky a proměnné

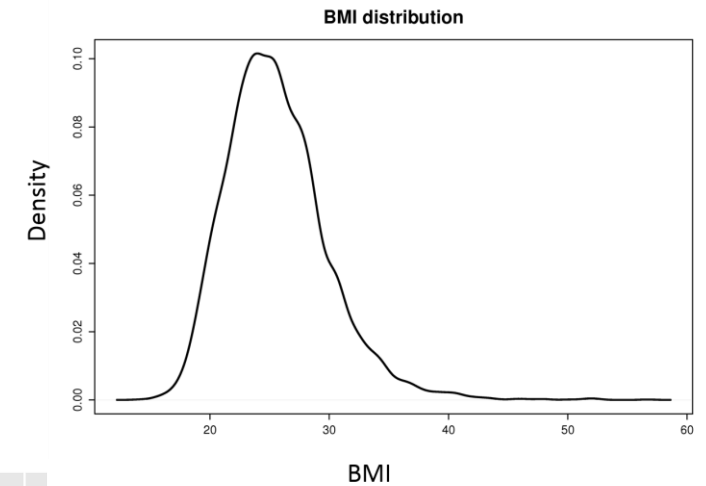
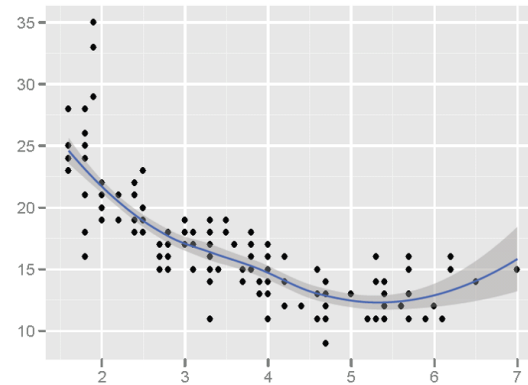
**kvantitativní, numerické proměnné**

intervalová proměnná – můžeme říct o kolik

podílová (poměrová) proměnná – můžeme říct kolikrát

**diskrétní**

**spojité (mohou být vnímány jako diskrétní)**

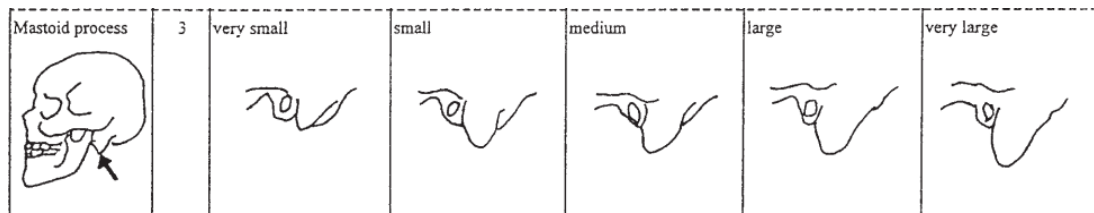


většina statistiky (za splnění podmínek)

# Vlastnosti, znaky a proměnné

VLASTNOST – ZNAK – PROMĚNNÁ

**Vlastnosti je možné hodnotit různým způsobem, ale tyto různé způsoby nepostihují totéž**



**morfoskopicky**

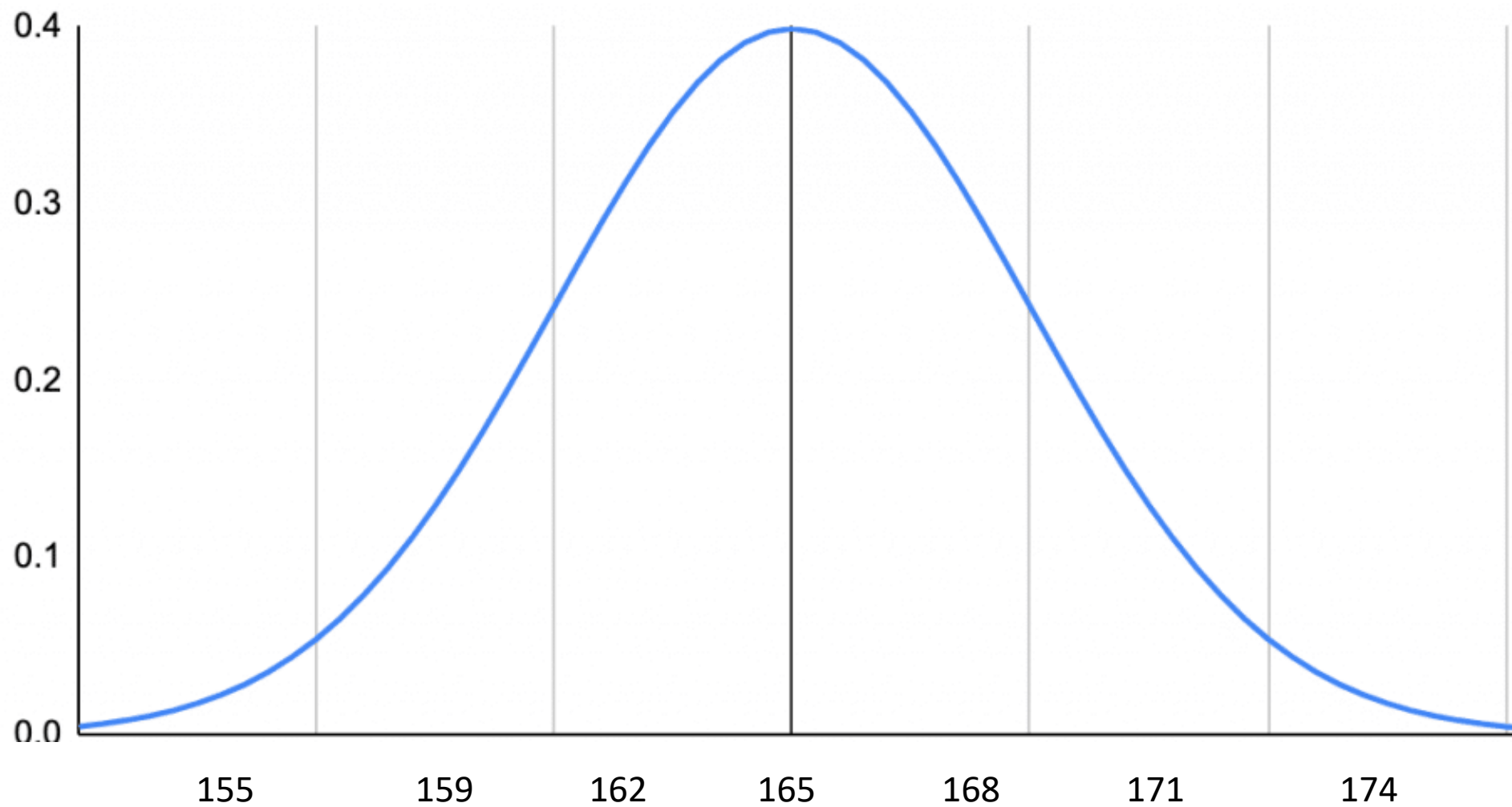
**věkové kategorie**



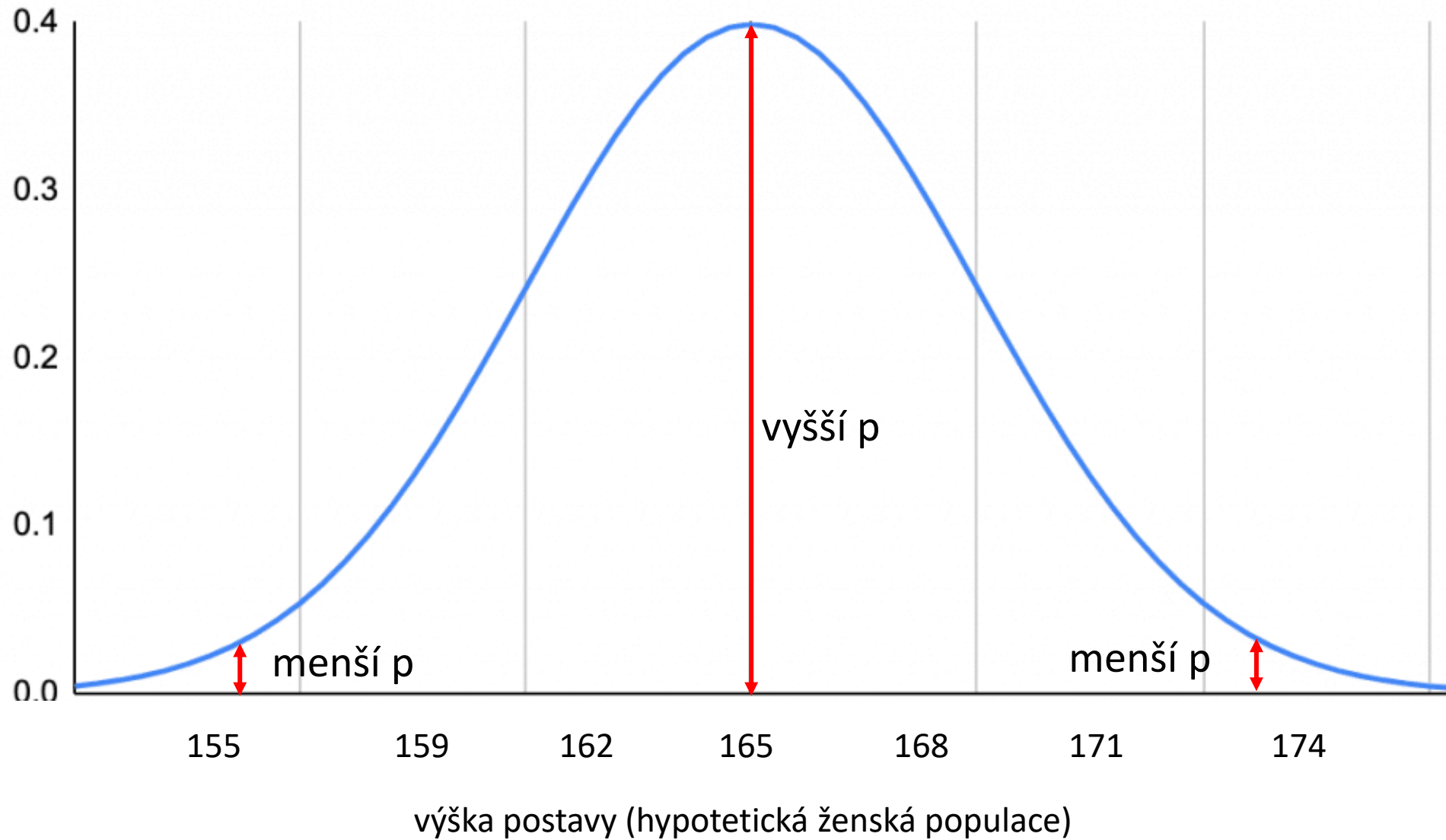
**morfometricky**

**věk**

# Vsuvka – normální rozložení



# Vsuvka – normální rozložení



# Vsuvka – rozptyl a směrodatná odchylka

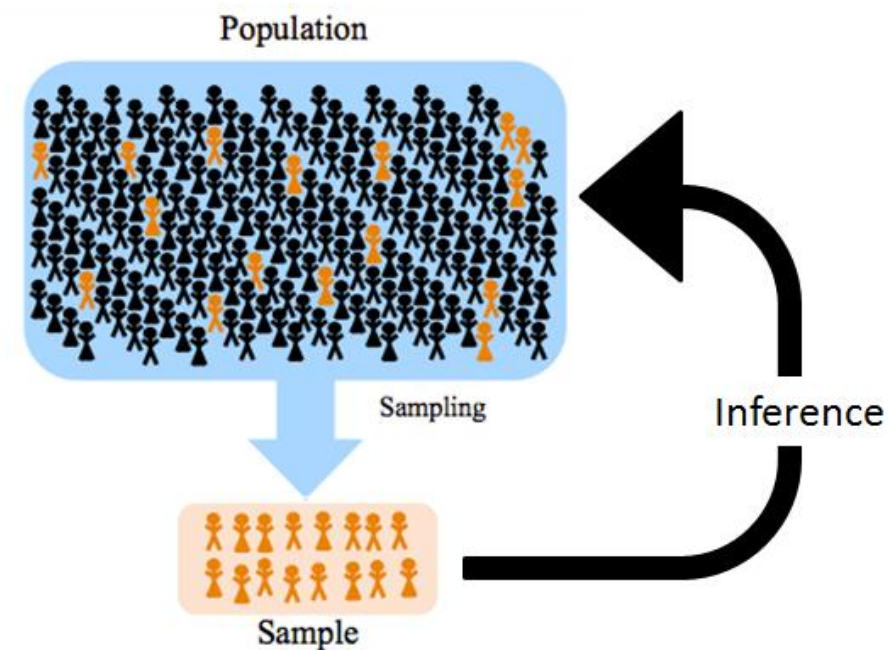
## rozptyl (variance)

- udává, jak moc jsou hodnoty **rozptýleny** okolo střední hodnoty
- počítá se jako **průměrný čtverec vzdáleností hodnot od průměru**

Meření		
45		
51		
47		
42		
49		
50		

$m$  (průměr) = 47,5

$$s^2 = \frac{\sum (x^i - \bar{x})^2}{n-1}$$



$\sigma$  – základní soubor ( $n$ )

$s$  – výběrový soubor ( $n-1$ )

# Vsuvka – rozptyl a směrodatná odchylka

## rozptyl (variance)

- udává, jak moc jsou hodnoty **rozptýleny** okolo střední hodnoty
- počítá se jako **průměrný čtverec vzdáleností hodnot od průměru**

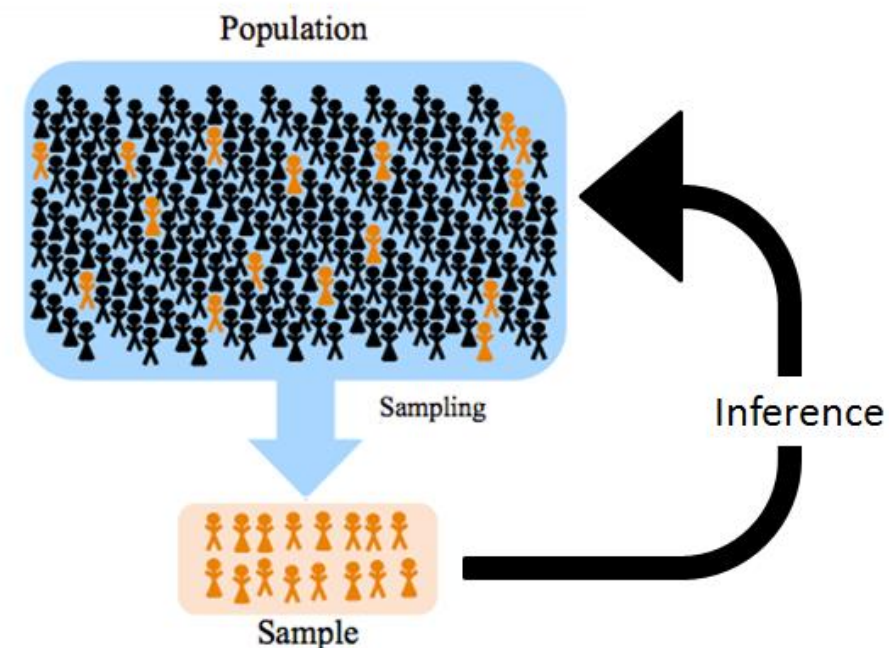
Meření	$x^i - \bar{x}$	$(x^i - \bar{x})^2$
45	-2,5	6,25
51	3,5	12,25
47	-0,5	0,25
42	-5,5	30,25
49	1,5	2,25
50	2,5	6,25

$m$  (průměr) = 47,5

$$\Sigma(x^i - \bar{x})^2 = 57,5$$

$$s^2 = 9,58$$

$$s^2 = \frac{\Sigma(x^i - \bar{x})^2}{n-1}$$



$\sigma$  – základní soubor ( $n$ )

$s$  – výběrový soubor ( $n-1$ )



# Vsuvka – rozptyl a směrodatná odchylka

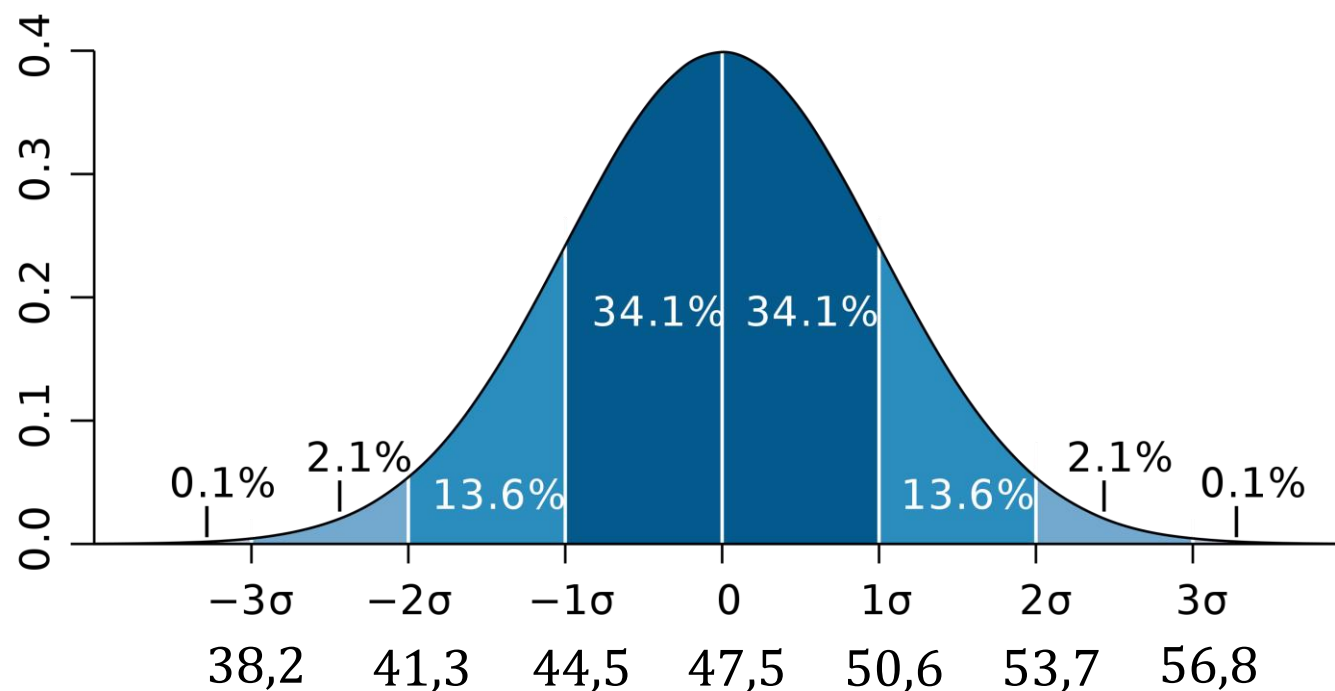
## směrodatná odchylka

- druhá odmocnina z rozptylu
- má stejné měrné jednotky jako sledovaná proměnná
- nabývá vždy pouze kladných hodnot
- **68,27 – 95,45 – 99,73!!!**

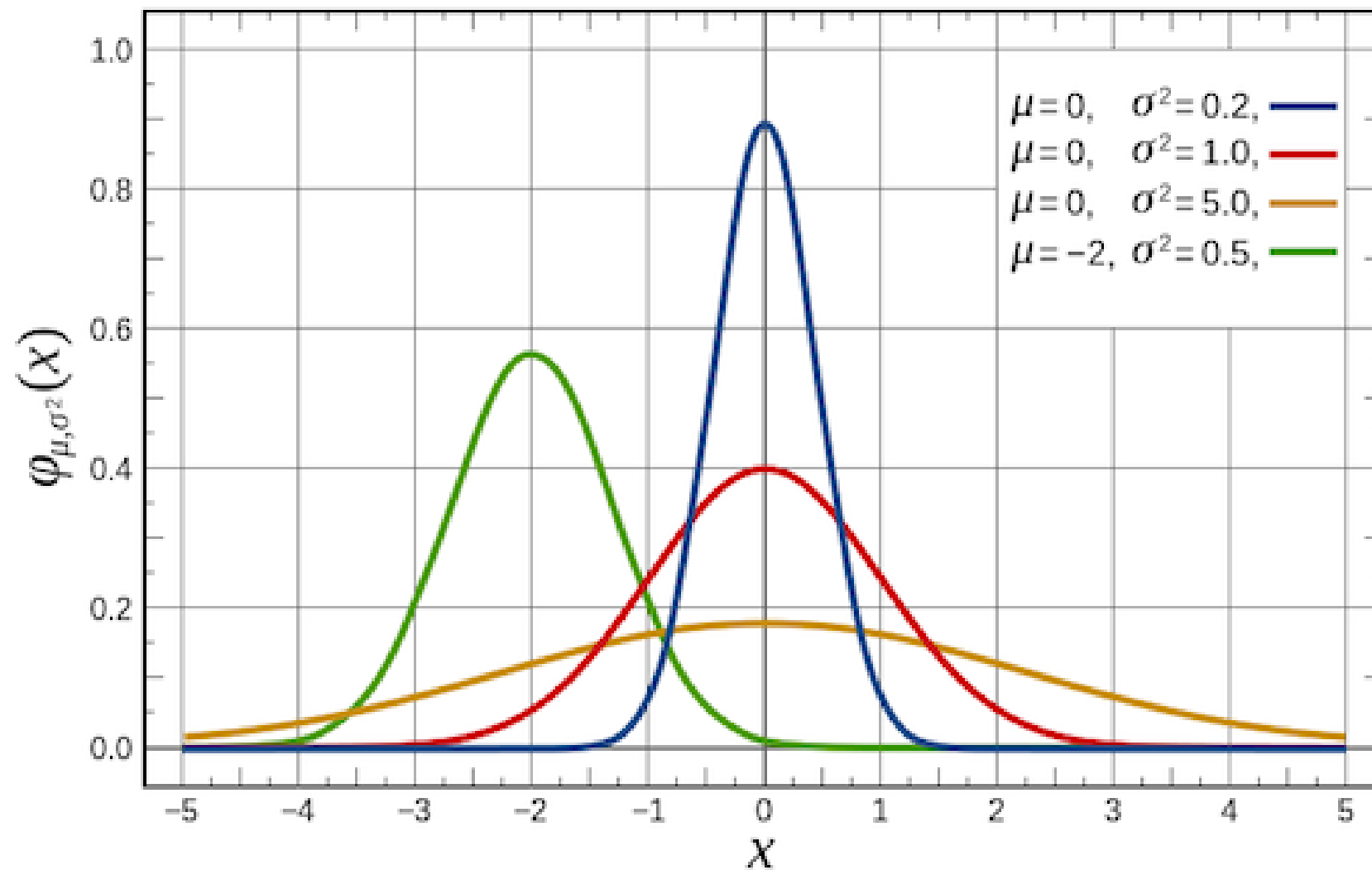
$$s = \sqrt{\frac{\sum (x^i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$s^2 = 9,58$$

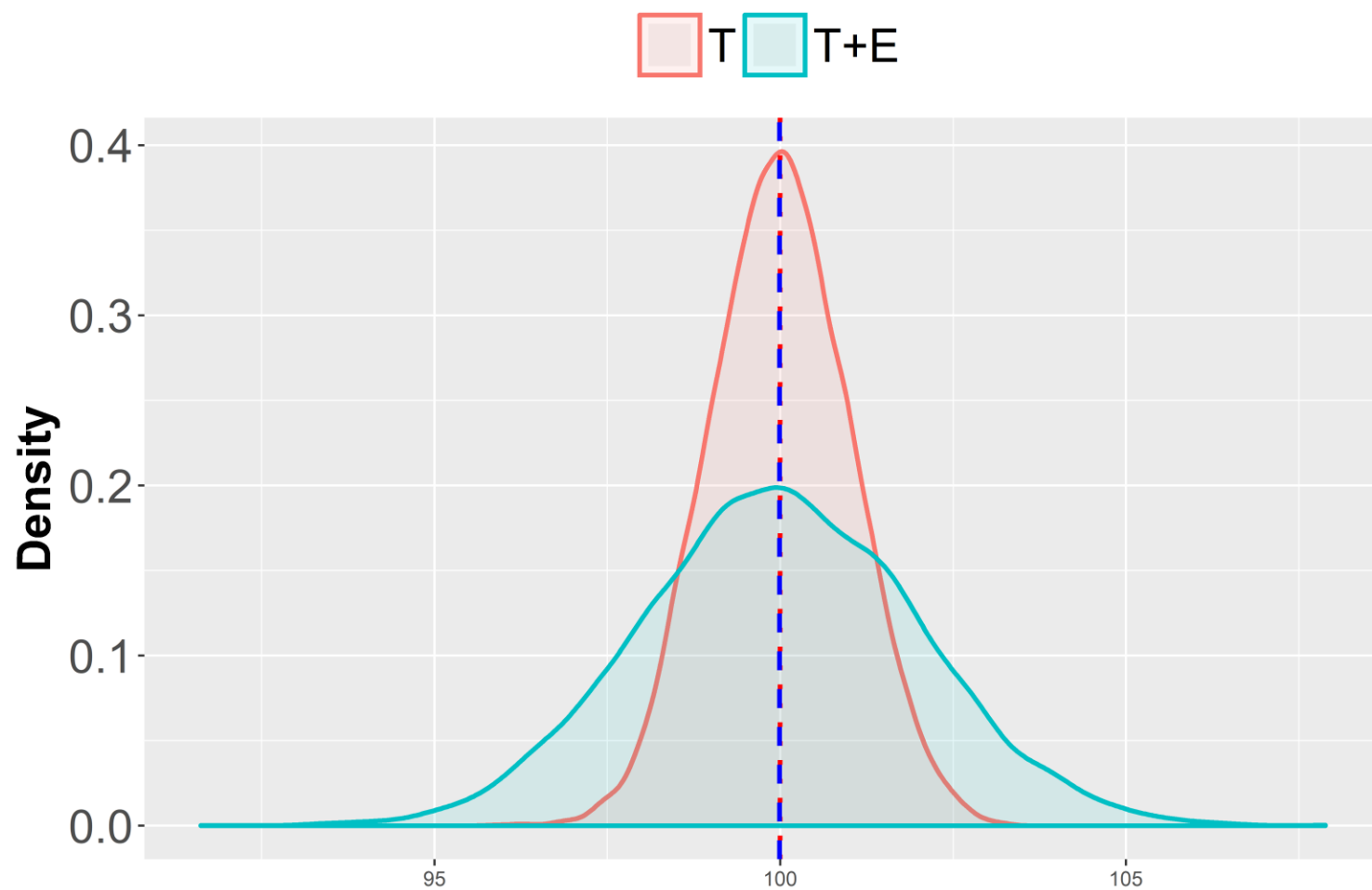
$$s = 3,1$$



# Vsuvka – rozptyl a směrodatná odchylka



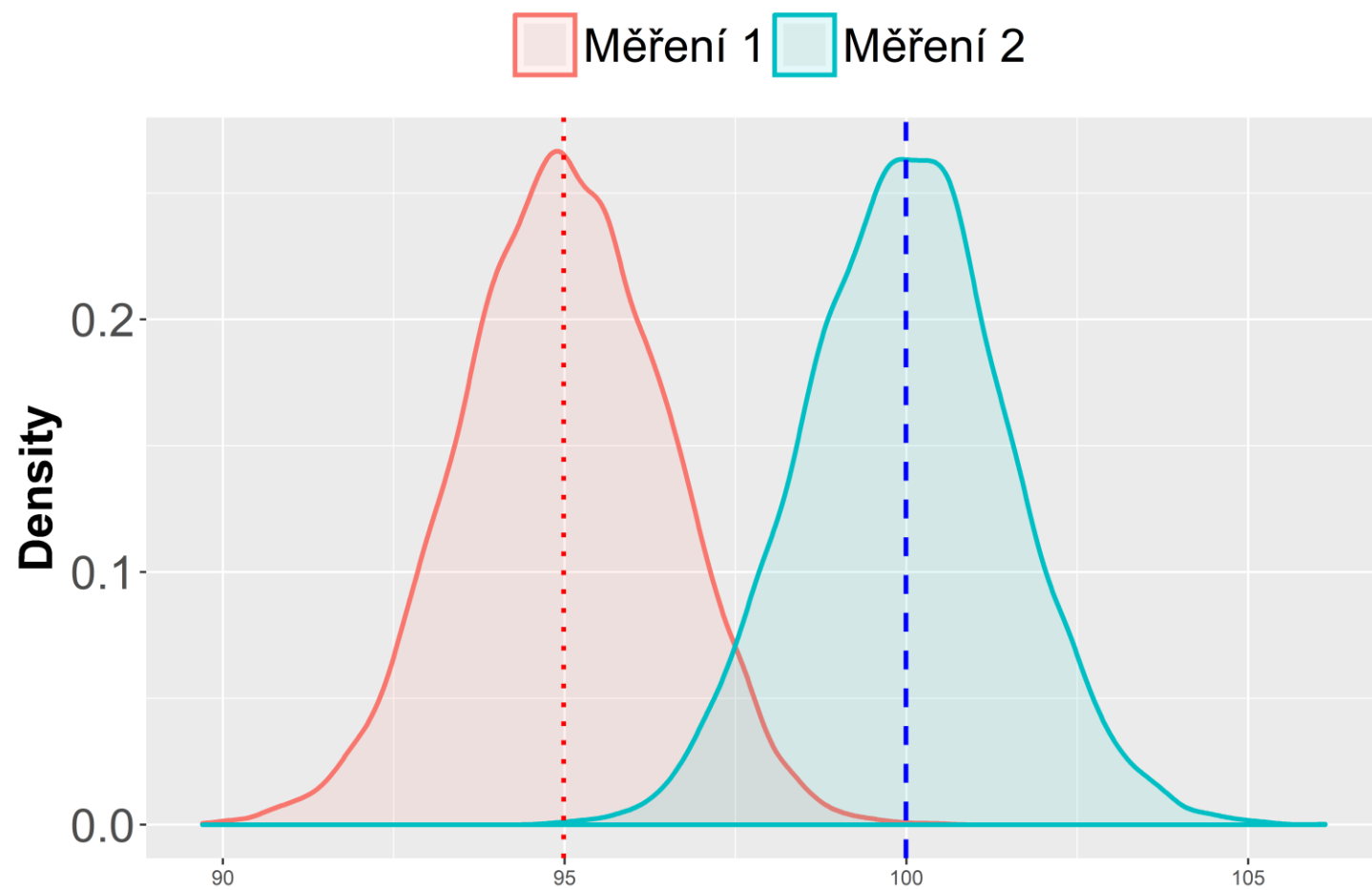
# Přesnost, pravdivost a preciznost



neovlivňuje průměr, ale mění variabilitu (rozptyl)

**PRAVDIVÉ ale NEPRECIZNÍ**

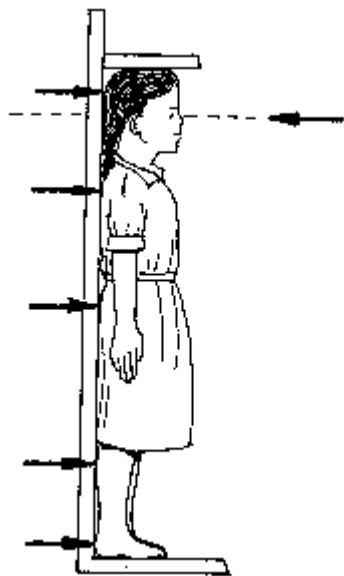
# Přesnost, pravdivost a preciznost



ovlivňuje průměr- hovoříme o tendenci chyby  
(bias)

**NEPRAVDIVÉ ale PRECIZNÍ**

# Přesnost a správnost měření



To, co  
naměříme



**X**

=

Skutečná  
hodnota



**T**

+

**e**

vždy tam je přítomna!!!

**X**

=

**T**

+

**e<sub>r</sub>**



**Náhodná chyba**

šum, nepřesnosti na  
všechny strany

+

**e<sub>s</sub>**



**Systematická chyba**

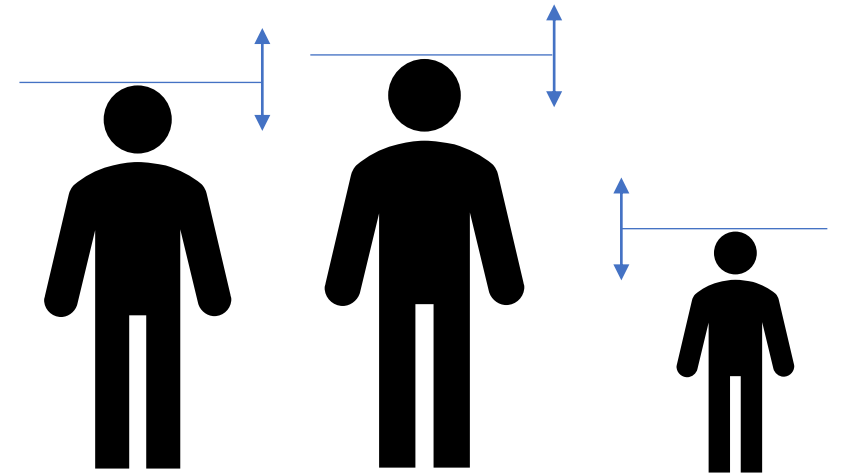
systematický posun od T



# Přesnost a správnost měření

„**Chyba** měření není důvodem proč neměřit, nýbrž důvodem, proč se o ni zajímat“

- rozdíl mezi skutečnou a pozorovanou hodnotou
- je **vždy přítomná**
- každé pozorování musí mít vyjádřenou **chybu pozorování**
- nesmí přesahovat rozdíl mezi sledovanými jevy (rozdílnost)



*intra-observer error* (chyba pozorovatele) – neznalost metodiky, nevhodnost metodiky

*inter-observer error* – chyba mezi pozorovateli (např. nepochopení definic, nedostatky definic)

# Přesnost, pravdivost a preciznost

**přesnost**  
(*accuracy*)

– míra odchylek  
měření nebo  
pokusů

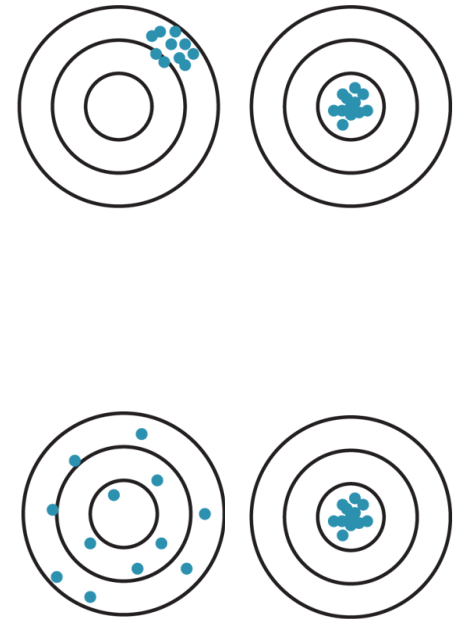
## I) systematická chyba – PRAVDIVOST (*trueness*; dříve správnost)

- míra, se kterou se průměr velkého počtu měření blíží skutečné hodnotě veličiny
- chyba přístroje – určená výrobcem, vada přístroje, kalibrace, fyzikální podmínky

## II) náhodná chyba, míra rozptylu – PRECIZNOST (*precision*; dříve shodnost)

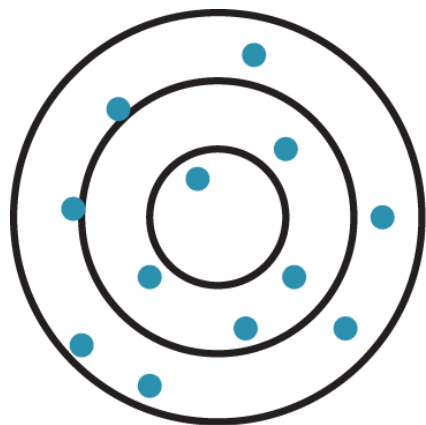
- těsnost shody mezi opakovanými měřeními

## III) hrubá chyba (*chyba po odečtu, chyba v zápisu dat, chyba při přenosu dat*)



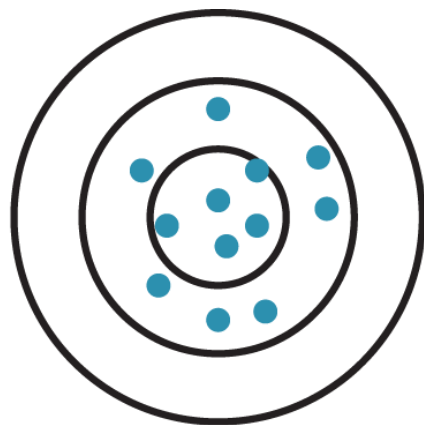
# Přesnost, pravdivost a preciznost

**„Pokud výzkum není přesný nemůže být platný.“**

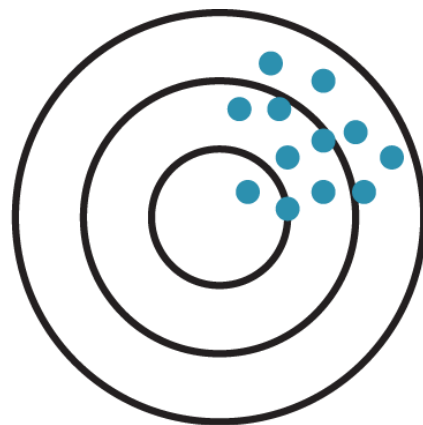


zcela neprecizní

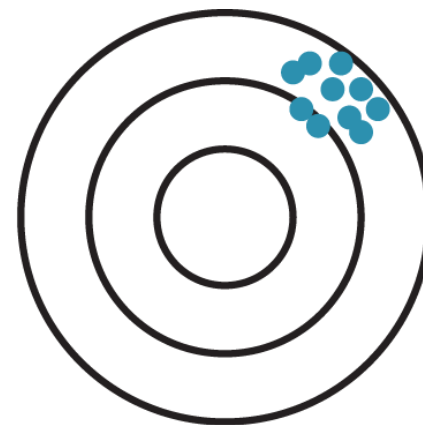
méně přesné



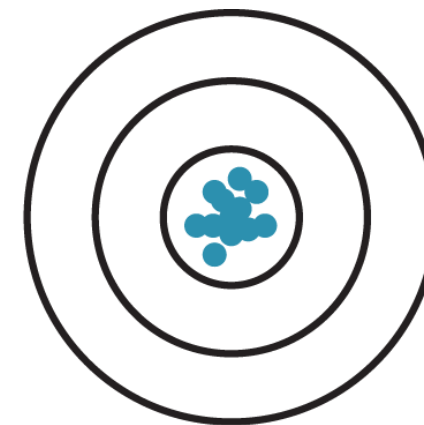
středně precizní



středně precizní  
ale nepravdivé



velmi precizní ale  
nepravdivé



velmi precizní a  
pravdivé

nejpřesnější



# Přesnost, pravdivost a preciznost

## Rozdílnost

rozdíly mezi dvěma různými objekty (populacemi, jedinci, maticemi)

## Opakovatelnost

rozdíly mezi pozorováními jednoho pozorovatele (za stejných podmínek a v krátkém intervalu)

- tentýž operátor
- totéž vybavení
- táž laboratoř
- krátký časový interval

## Reprodukovatelnost

rozdíly mezi dvěma a více pozorovateli

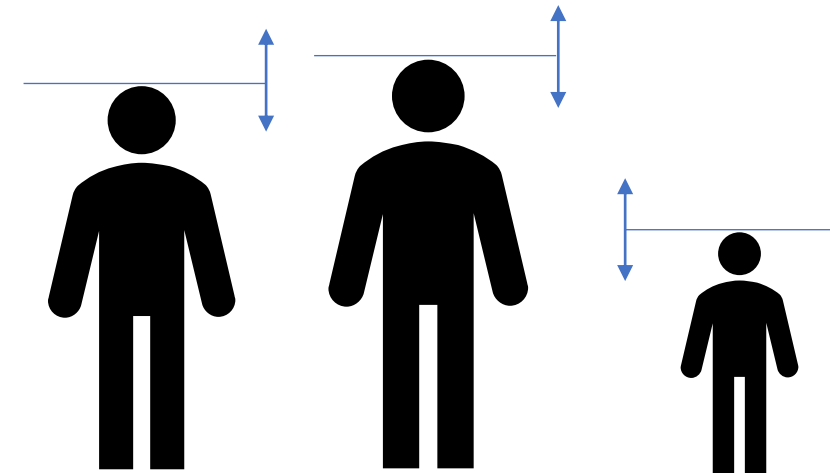
- různé laboratoře
- různí operátoři
- různé vybavení

## Mezilehlá přesnost

- jiný měřící, jiný instrument atd.

## Spolehlivost (*reliability*)

- ve vztahu k variabilitě



# Nejčastější chyby

## Chyba sestavení měřidla

- sestavení branží
- nastavení nulové hodnoty, správné jednotky

## Chyba odečtu

- adekvátní měřidlo pro daný účel
- správný odečet (pohled kolmo k měřidlu, zaokrouhlování, nonius)

## Chyba zápisu

- odbytý zápis, nečitelný zápis, záměna číslic (5–2, 9–6, 7–1), chybějící desetinná čárka

## Chyba přepisu

- nesprávný jedinec, záměna buněk, záměna číslic

## Chyba systematická

- nesprávné pochopení definice rozměru



# Zajištění správnosti a přesnosti

**Pečlivost** zápisu, přepisu, čitelnost všech číslic, standardizace oprav a přepisů

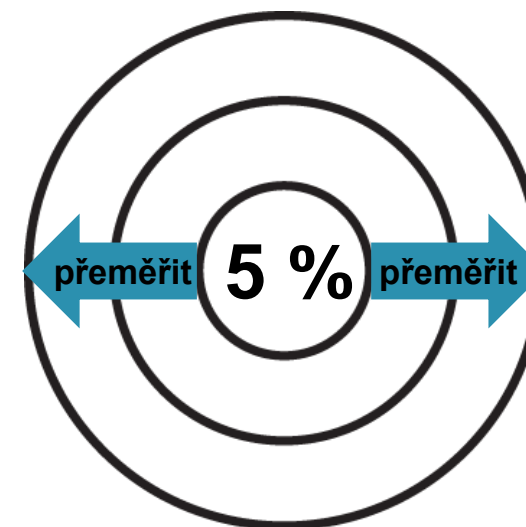
**Přepis dat samotným zapisovatelem**

**Ruční kontrola všech zapsaných hodnot**

**Rozložení naměřených hodnot** – vizualizace odlehlých a extrémních hodnot

**Testování přesnosti a opakovatelnosti měření**

**případě chyby nad 5 % přeměřit, upravit definice...**



## Zjištění přesnosti a správnosti

*Absolutní chyba měření (ACM) = naměřená hodnota – skutečná hodnota*

*Absolutní chyba měření (ACM) = měření I – měření II*

**tolerance** v antropometrii – 1 mm  
(0,5 mm pro krátké vzdálenosti)

*Relativní chyba měření*

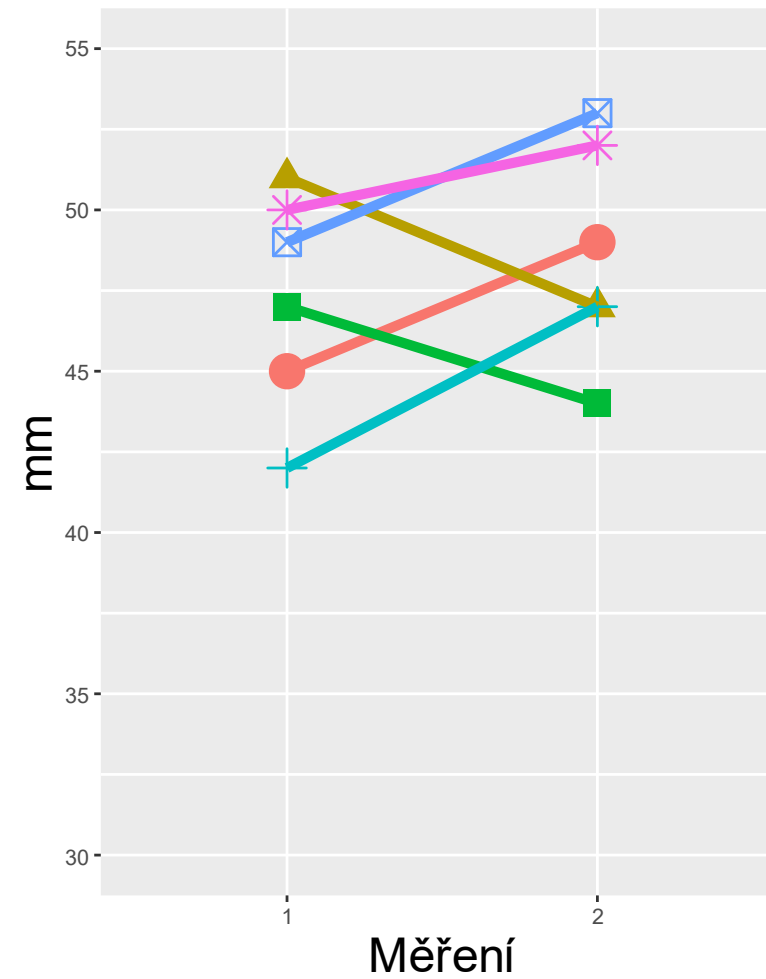
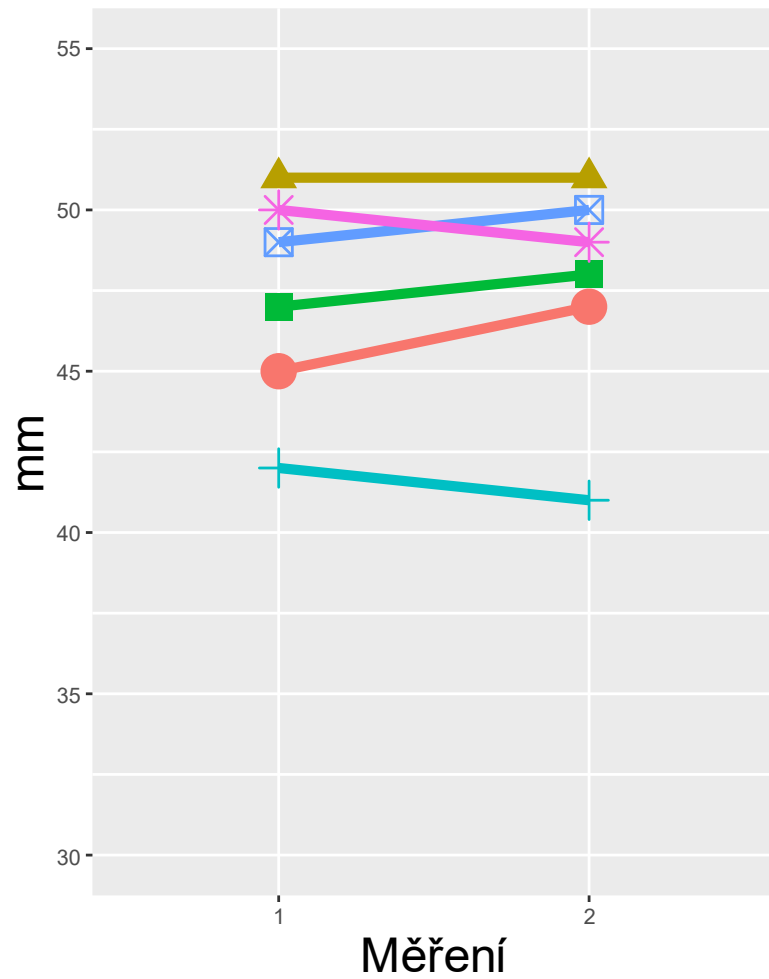
*= (naměřená hodnota – skutečná hodnota) × 100 ÷ skutečná hodnota*

*Relativní chyba měření = (měření I – měření II) × 100 ÷ vybrané měření*

**tolerance** v antropometrii < 5 %

# Zjištění přesnosti a správnosti

## vyjádření s pomocí grafů



# Vyjadřování a testování přesnosti a opakovatelnosti měření metrických znaků

$$\text{Technická chyba měření (TEM)} = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{2n}}$$

$$\left( \frac{\sum_{j=1}^K X_j}{K} - 1.96 \cdot \frac{\text{TEM}}{\sqrt{K}}, \frac{\sum_{j=1}^K X_j}{K} + 1.96 \cdot \frac{\text{TEM}}{\sqrt{K}} \right)$$

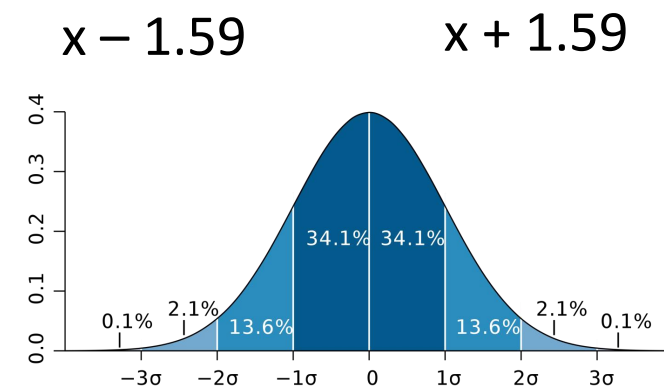
- lze srovnávat pouze v rámci téhož parametru

$$(X - 1.96 \cdot \text{TEM}, X + 1.96 \cdot \text{TEM})$$

- 95 % interval spolehlivosti měření

Meření 1	Meření 2	d <sup>2</sup>
45	47	4
51	51	0
47	48	1
42	41	1
49	50	1
50	49	1

$$\text{TEM} = 0,81$$



# Vyjadřování a testování přesnosti a opakovatelnosti měření metrických znaků

$$\textit{Relativní technická chyba měření (relTEM)} = \frac{TEM}{m} \times 100$$

$$\textit{Koeficient reliability (CR)} = 1 - \left( \frac{TEM^2}{SD^2} \right)$$

- nabývá hodnot 0–1
- vyjadřuje podíl variability, která není způsobena chybou
- měl by dosahovat 0,95 a více

**v našem případě  $CR = 0,94$**

# Vyjádření přesnosti a opakovatelnosti měření

## Přesnější měření

Mer_1	Mer_2		d	d <sup>2</sup>
45	47	=	-2	4
51	51	=	0	0
47	48	=	-1	1
42	41	=	1	1
49	50	=	-1	1
50	49	=	1	1

$$\sum d_i^2 = 8$$

$$n = 6$$

$$m \text{ (průměr)} = 47,5$$

$$sd = 3,317$$

$$TEM = 0,81$$

$$relTEM = 1,7 \%$$

$$CR = 0,94$$

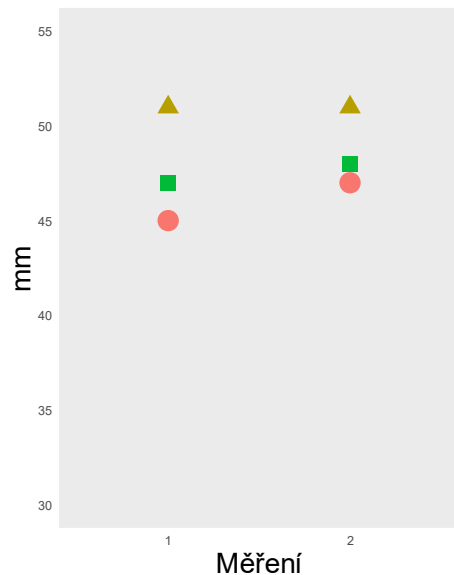
- na jedno měření znaku (přesnější) připadá průměrná chyba 0,81 mm
- chyba měření činí 1,7 % z průměrné hodnoty znaku (relTEM)
- 0,94 je podíl variance, která je dána jinými zdroji než je chyba měření
- **v praxi minimálně na 30 případech, v nejlepším případě změřit všechno dvakrát, při použití speciálních metod i třikrát**



# Vyjádření přesnosti a opakovatelnosti měření

## Přesnější měření

Mer_1	Mer_2		d	d <sup>2</sup>
45	47	=	-2	4
51	51	=	0	0
47	48	=	-1	1
42	41	=	1	1
49	50	=	-1	1
50	49	=	1	1



$$\sum d_i^2 = 8$$

$$n = 6$$

$$m \text{ (průměr)} = 47,5$$

$$sd = 3,317$$

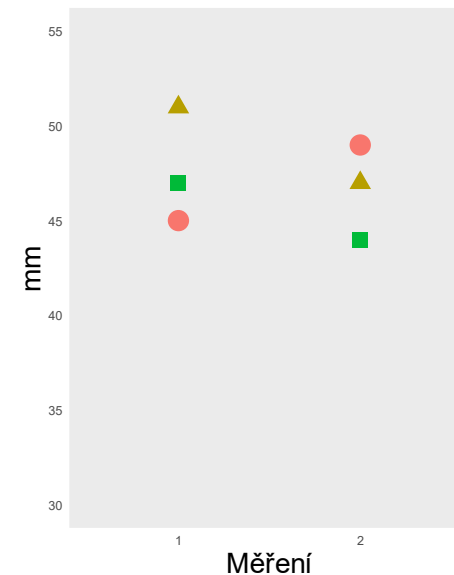
$$TEM = 0,81$$

$$relTEM = 1,7 \%$$

$$CR = 0,94$$

## Nepřesnější měření

Mer_1	Mer_2		d	d <sup>2</sup>
45	49	=	-4	16
51	47	=	4	16
47	44	=	3	9
42	47	=	-5	25
49	53	=	-4	16
50	52	=	-2	4



$$\sum d_i^2 = 86$$

$$n = 6$$

$$m = 48$$

$$sd = 3,302$$

$$TEM = 2,677$$

$$relTEM = 5,57 \%$$

$$CR = 0,342$$

# Vyjádření přesnosti a opakovatelnosti měření

**Netestuje systematickou chybu**, kdy při druhém měření jsou hodnoty celkově posunuty oproti měření prvnímu

Mer_1	Mer_2
45	47
51	51
47	48
42	41
49	50
50	49

=

$$\begin{aligned}\Sigma d_i^2 &= 8 & TEM &= 0,81 \\ n &= 6 & relTEM &= 1,7 \% \\ m \text{ (průměr)} &= 47,5 & CR &= 0,94 \\ sd &= 3,317\end{aligned}$$

Mer_1	Mer_2
45	47
51	51
47	48
41	42
49	50
49	50

**Systematický rozdíl (posun)** mezi měřeními můžeme posoudit například **párovým dvouvýběrovým testem** nebo **jednovýběrovým testem shody** souboru rozdílů (d) s nulou.

# Korelace

## KORELACE

- vyjadřuje **vztah mezi dvěma rovnocennými proměnnými**
- vypovídá o tom, do jaké míry se dvě proměnné mění společně
- proměnné můžeme zaměnit
- neměří míru shody dvou párových sad, ale pouze míru lineární závislosti mezi dvěma proměnnými
- nezjistí systematické posuny
- je ovlivnitelná rozsahem a přítomností outlierů
- nedává smysl považovat jedno měření za závislé a druhé za nezávislé. Pokud jednu hodnotu prohodíme,  $r$  se přitom změní.
- korelace vychází vysoká i při podstatných chybách

