7. SEMINÁŘ

DESKRIPTIVNÍ STATISTIKA

Statistika

- Nedostatečná znalost cílů, metod a možností statistiky
  - Nezájem a nedůvěra

    X
  - Přílišné přeceňování statistiky

- *„S pomocí statistiky je jednoduché lhát, bez ní je ale těžké říci pravdu“.*

  A. Dunkels

Počátky - popisná statistika

- **Starověk**
  - Soupis občanů, půdy a všeho, co tvořilo základ státu
  - **Vyčerpávající šetření** – zachycení veškerého obyvatelstva pomocí sčítání lidu a vedení podrobných záznamů o demografických, geografických a hospodářských jevech
  - Heslo: **čísla**, stále více a stále úplnější

Moderní (induktivní) statistika

- 30. léta 20. století – rozvoj **teorie pravděpodobnosti** a revoluce ve statistice
- **Výběrová šetření** – nové možnosti:
  - hlubší analýza výběrového souboru,
  - zkoumání mnoha dosud nezkoumaných jevů,
  - zobecnění výsledků pomocí postupů induktivní statistiky.
- Heslo dnešní statistiky: **výběr**

Statistika – základní pojmy

Statistika jako vědní obor

- Jejím předmětem jsou **hromadné jevy**
  - Vlastnosti, znaky a události, které se vyskytují ve velkém množství.
- Zabývá se **sběrem, popisem a analýzou dat.**
- **Data**
  - zjištěné (naměřené) hodnoty určitých vlastností
  - hodnoty jednotlivých vlastností se vyznačují **variabilitou**
- **Variabilita dat**
  - Důsledek působení velkého množství drobných **NÁHODNÝCH** vlivů, z nichž každý výslednou hodnotu sledované vlastnosti ovlivňuje jen nepatrně.

Náhoda ve statistice

- **Přirozený jev**, který lze zkoumat exaktními metodami **teorie pravděpodobnosti**.
- Má svoje **zákonitosti**, jsou-li sledované vlastnosti určovány pouze náhodnými vlivy, podléhají zákonitostem náhody.
- Pokud zjištěné údaje neodpovídají těmto zákonitostem, potom nalezené rozdíly pravděpodobně nezpůsobila jen **náhoda**, ale i nějaký **jiný faktor.**

Oblasti využití statistiky v medicíně

- **Zvládání variability**
  - Variabilita: biologická, podmínek, měřících přístrojů - hodnocení variability, variabilita náhodná x nenáhodná

- **Diagnostika nemocí a identifikace zdravotních problémů společnosti**
  - Pravděpodobnostní závěry na základě mnoha údajů z předchozích obdobných případů (popis příznaků nemoci x počátek thalidomidové aféry)

- **Prognóza léčby a odhad přínosu zdravotnických programů**
  - Pravděpodobnostní odhad dalšího průběhu léčby (vychází z minulých zkušeností podobnými případy)
  - Také o aplikacích populačních zdr. opatřeních se vedou záznamy, které umožňují odhadovat úspěšnost příštích opatření

Oblasti využití statistiky v medicíně

- **Výběr vhodného medicínského postupu**
  - Dřívější zkušenosti + klinické zkoušky + další důležité aspekty dané metody (ekon. náklady, riziko pro společnost)

- **Řízení systému péče o zdraví**
  - Využívání soustavy rutinních statistik doplňovaných o výběrová šetření
    - velikost a struktura populace,
    - informace o populačních procesech – rození, umírání, migrace,
    - zdravotní stav populace,
    - životní prostředí,
    - životní styl,
    - zdravotnický systém

Induktivní a deduktivní úvaha

Aplikace statistických metod se váže ke dvěma typům uvažování:

- **Deduktivní úvaha:** využívání obecných znalostí k rozhodování v jednotlivých případech
- **Induktivní úvaha:** zobecnění poznatků z jednotlivých případů na všechny možné případy

Základní a výběrový soubor

- **Základní soubor** – soubor jednotek, jejichž vlastnosti chceme poznat (konečný n. nekonečný rozsah)

  Vyčerpávající (úplné) šetření
- **Výběrový soubor** – ta část souboru, u které skutečně probíhá statistické šetření

  Výběrové šetření

  *Výběr a ZS spojuje **statistická indukce** (zobecnění výsledků z výběru na ZS)*

Výběrový soubor

- Vypovídá jen o tom základním souboru, ze kterého byl odvozen.

- **Reprezentativnost** výběrového souboru (dobře reprezentuje všechny známé i neznámé charakteristiky základního souboru).

- **Náhodný výběr** – je získán postupem, kdy každý prvek základního souboru má na začátku výběru stejnou naději být vybrán.

Metody náhodného výběru

1. **Prostý náhodný výběr** – losováním, pomocí tabulek (generátoru) náhodných čísel
2. **Náhodný výběr mechanický** (systematický) – vytvoříme seznam jednotek, ze kterého vybereme např. každou stou osobu , přičemž první osobu vybereme metodou prostého náhodného výběru.
3. **Náhodný výběr oblastní** (stratifikovaný) – rozdělení do oblastí (strat) – např. rozdělíme soubor na muže a ženy a vybíráme prostým NV takový počet mužů a žen, aby byl zachován poměr mužů a žen v základním souboru.

Mačování není metodou náhodného výběru.

Etapy statistického šetření

1) Plán šetření (cíl, studium literatury, statistická jednotka, základní soubor, sledované znaky, způsob a přesnost měření, forma záznamu, způsob a rozsah výběru, statistické zpracování, pracovní a testované hypotézy, přínos a náklady výzkumu, pilotní studie)
2) Sběr dat (dodržování pravidel těmi, kdo sběr dat provádějí)
3) Popis a technické zpracování (deskriptivní statistika)
4) Rozbory a závěry (induktivní statistika)

Dvě základní oblasti statistiky

- **Popisná** (deskriptivní) **statistika**
  - **východisko k usuzování z výběru na základní soubor (tj. indukci)**
- **Induktivní statistika**
  - *odhady parametrů ZS z výběrových charakteristik*
  - *testování statistických hypotéz*
  - *hodnocení závislostí kvantit. i kvalit. veličin*

Deskriptivní statistika

Popis a technické zpracování dat:

- **Statistické třídění**

  cíl: uspořádat a zpřehlednit velký soubor dat

- **Prezentace dat** (konstrukce **tabulek** a **grafů**)

  cíl: znázornit rozložení četností sledovaných znaků

- **Statistické charakteristiky (ukazatele)**

  cíl: charakterizovat sledované znaky pomocí výstižných ukazatelů

Třídění

Rozdělení souboru dat do skupin (tříd, intervalů) podle předem určených třídících znaků.

- zpřehlednění souboru dat
- popis struktury souboru
- rozložení četností
- produktem třídění je **tabulka rozdělení(rozložení) četností**

Způsob třídění závisí na typu veličiny

Třídění: typy veličin (znaků)

KVALITATIVNÍ (kategoriální) – **slovní** určení, ***nelze měřit číselně***, lze pouze klasifikovat do různých kategorií (pohlaví, věk, …)

1. **Nominální** – lze vyjádřit pouze slovně, nelze seřadit

   a) alternativní – existují pouze 2 varianty (kuřák **x** nekuřák, muž **x** žena)
   b) množné – existují **>** 2 varianty (diagnózy, barva vlasů, …)

2. **Ordinální** – lze je seřadit dle nějaké míry (ZŠ – SŠ – VŠ, silný – slabý kuřák – nekuřák)

KVANTITATIVNÍ – lze vyjádřit ***pouze číselně*** (jejich obměny charakterizovány polohou na číselné ose)

1. **Diskrétní** (nespojité)– nabývají oddělených hodnot,vyjádřeny celými čísly (počet cigaret, počet onemocnění)
2. **Spojité –** jejich hodnoty na sebe plynule navazují, desetinná čísla (výška, hmotnost, …)

   v praxi lze spojité znaky převést na diskrétní

Třídění kvalitativních veličin

- Kategorie třídění jsou předem dány.

- Jde o výčet všech hodnot, kterých může sledovaný znak nabývat (např. znak vzdělání – hodnoty znaku: ZŠ, SŠ, VŠ).

Třídění kvantitativních veličin

- Vytváříme třídy teprve na základě získaných dat
- Dochází k **redukci dat (shrnutí do tříd)** ve prospěch přehlednosti (! ztráta informací!)

- **Vytváření intervalů:**
  - počet intervalů
  - délka intervalů
  - hranice intervalů

- **Musíme brát v úvahu:**
  - počet dat (velikost souboru)
  - přesnost měření
  - cíl třídění

Prezentace dat

Tab. 1.: Rozložení vitální kapacity plic u 200 mužů ve věku 40-50 let (v litrech)

interval	střed	absolut. četnost
3,00 – 3, 39	3,20	**6**
3,40 – 3,79	3,60	**9**
3,80 – 4,19	4,00	**16**
4,20 – 4,59	4,40	**36**
4,60 – 4,99	4,80	**52**
5,00 – 5,39	5,20	**44**
5,40 – 5,79	5,60	**22**
5,80 – 6,19	6,00	**11**
6,20 – 6,59	6,40	**4**
celkem		**200**

Třídění kvantitativních veličin

- Stejně dlouhé intervaly
- Nestejně dlouhé intervaly

(výskyt dětské nemoci podle věku)

Věk	Abs. četnost
1	18
2	43
3	50
4	60
5	36
6	25
7	22
8	21
9	6
10	5
11-15	14
16-20	3

Třídění: jednostupňové a vícestupňové

- Třídění podle jednoho znaku.
- Třídění podle dvou a **více** znaků současně (**kombinační**).

	CELKEM
Nekuřák	120
Slabý kuřák	60
Silný kuřák	20
CELKEM	200

	ZŠ	SŠ	VŠ	CELKEM
Nekuřák	20	40	60	120
Slabý kuřák	35	10	15	60
Silný kuřák	12	7	1	20
CELKEM	67	57	76	200

Prezentace dat

Prezentace dat v tabulkách a grafech

- Četnost jednotlivých kategorií **(tabulka)**
- Tvar rozložení četností **(graf)**
  - Symetrické x asymetrické, jednovrcholové x dvouvrcholové
  - Výběr vhodného ukazatele pro popis souboru (ukazatel polohy, variability)

Prezentace dat v tabulkách

- Výsledky třídění uvádíme v tabulkách – tzv. **tabulky rozdělení četností.**
- **Četnosti:**
  - absolutní
  - relativní
  - kumulativní absolutní
  - kumulativní relativní

Prezentace dat

Tab. 1.: Rozložení vitální kapacity plic u 200 mužů ve věku 40-50 let (v litrech)

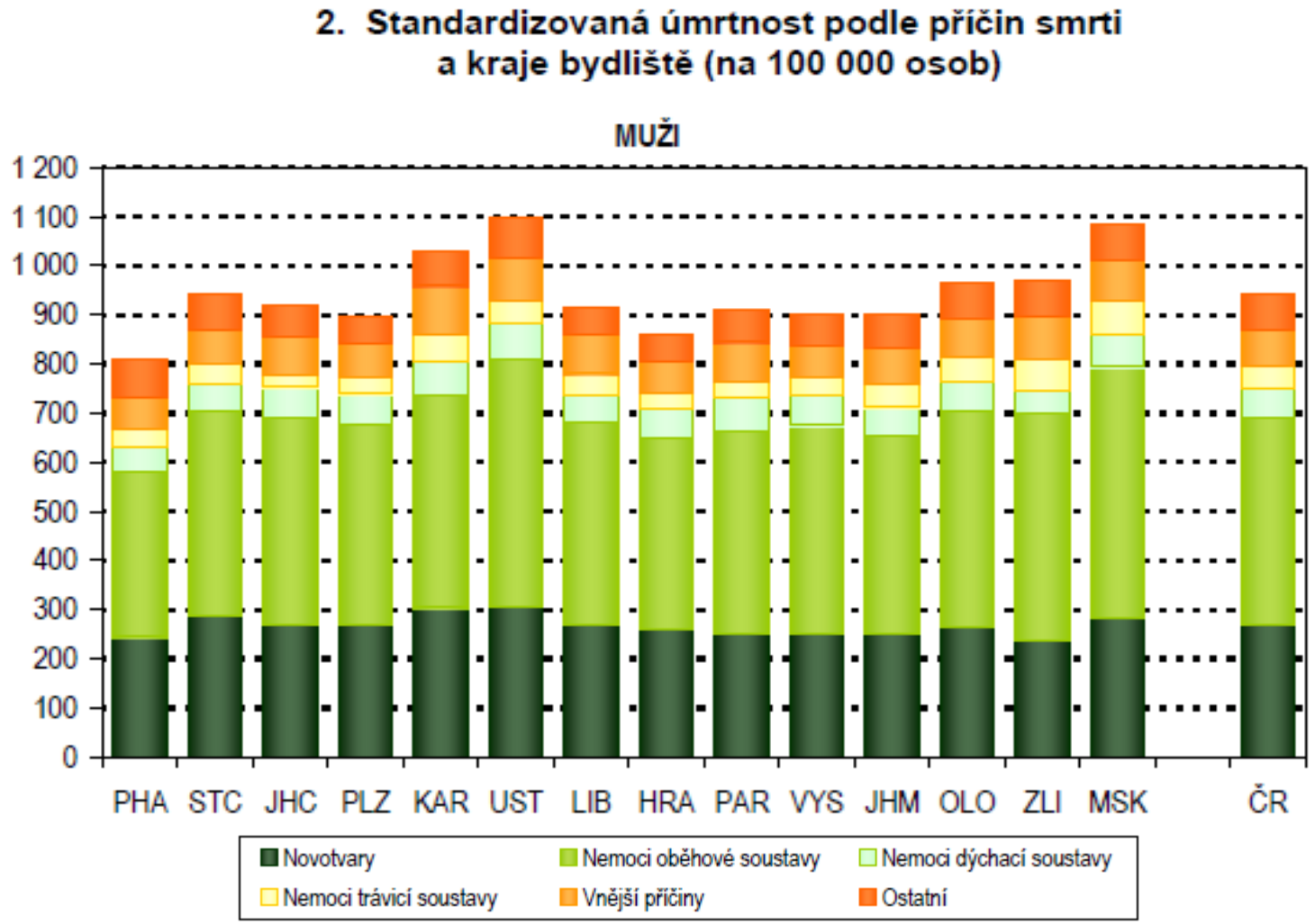
interval	střed	četnost		kumulativní četnost	
		absolut.	relat. %	absolut.	relat. %
3,00 – 3, 39	3,20	6	3,0	6	3,0
3,40 – 3,79	3,60	9	4,5	15	7,5
3,80 – 4,19	4,00	16	8,0	31	15,5
4,20 – 4,59	4,40	36	18,0	67	35,5
4,60 – 4,99	4,80	52	26,0	119	59,5
5,00 – 5,39	5,20	44	22,0	163	81,5
5,40 – 5,79	5,60	22	11,0	185	92,5
5,80 – 6,19	6,00	11	5,5	196	98,0
6,20 – 6,59	6,40	4	2,0	200	100,0
celkem		**200**	**100,0**		

Prezentace dat v grafech

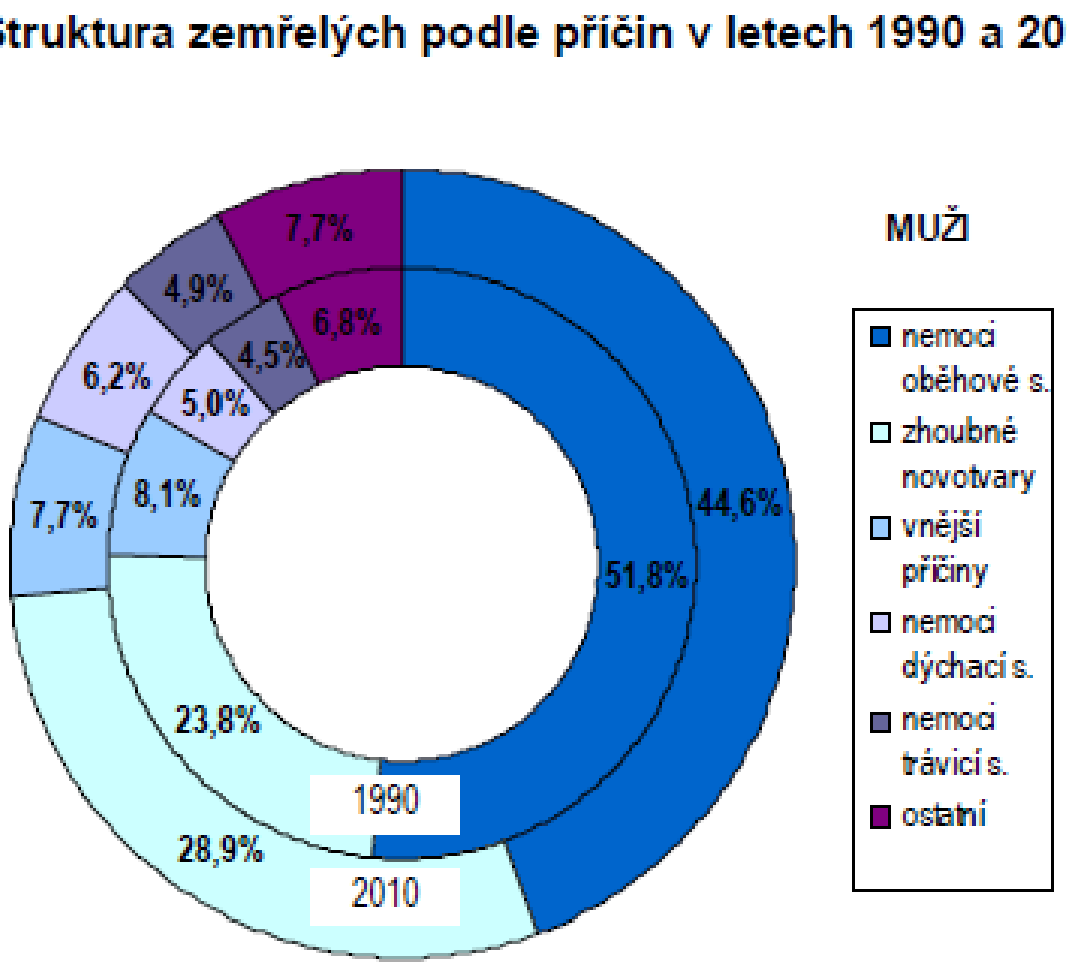
- **Kvalitativní veličiny**
  - Sloupcový graf (sloupce oddělené mezerou)
  - Výsečový graf (struktura)
  - Kartogram (regionální srovnání)

- **Kvantitativní veličiny**
  - **Bodový graf**
  - Sloupcový graf (plošný graf)
  - Histogram (spojnicový graf)
  - Polygon četností (spojnicový graf)

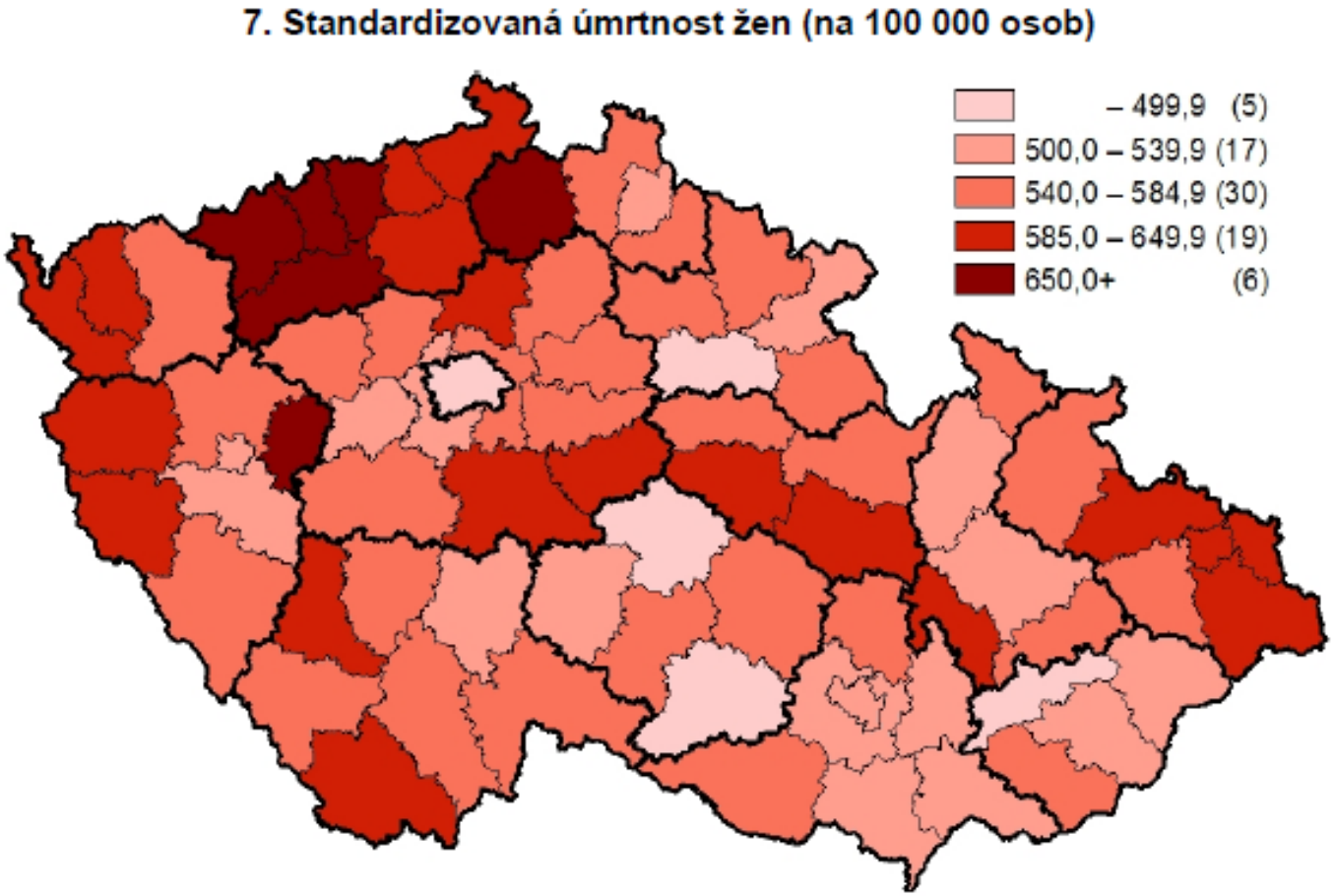
Sloupcový graf



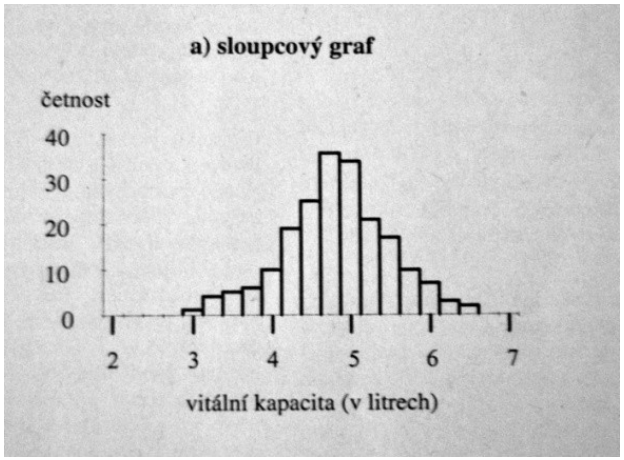
Výsečový (kruhový) graf

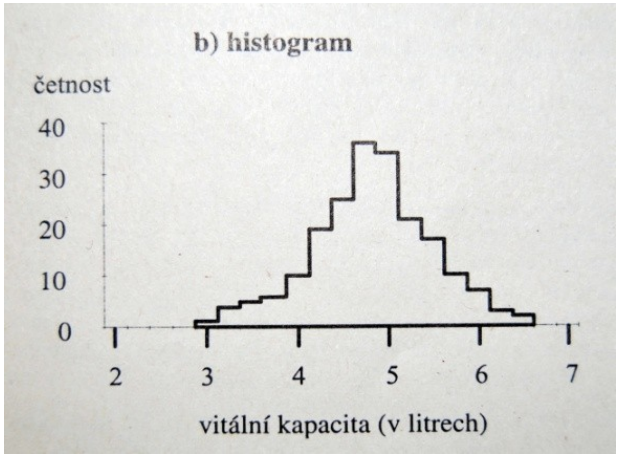


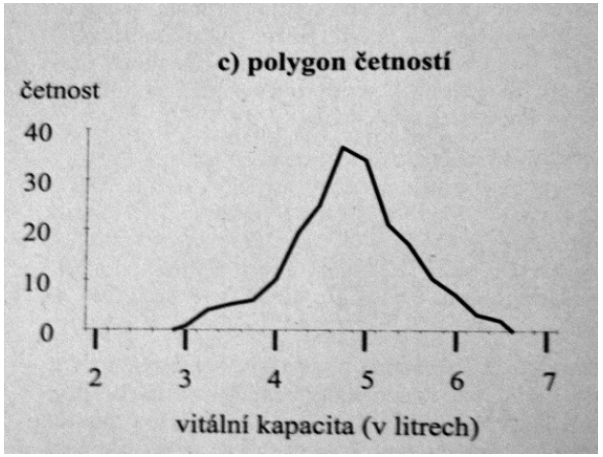
Kartogram


7. Standardizovaná úmrtnost žen (na 100 000 osob)
– 499,9 (5)
500,0 – 539,9 (17)
540,0 – 584,9 (30)
585,0 – 649,9 (19)
650,0+ (6)

Prezentace dat v grafech





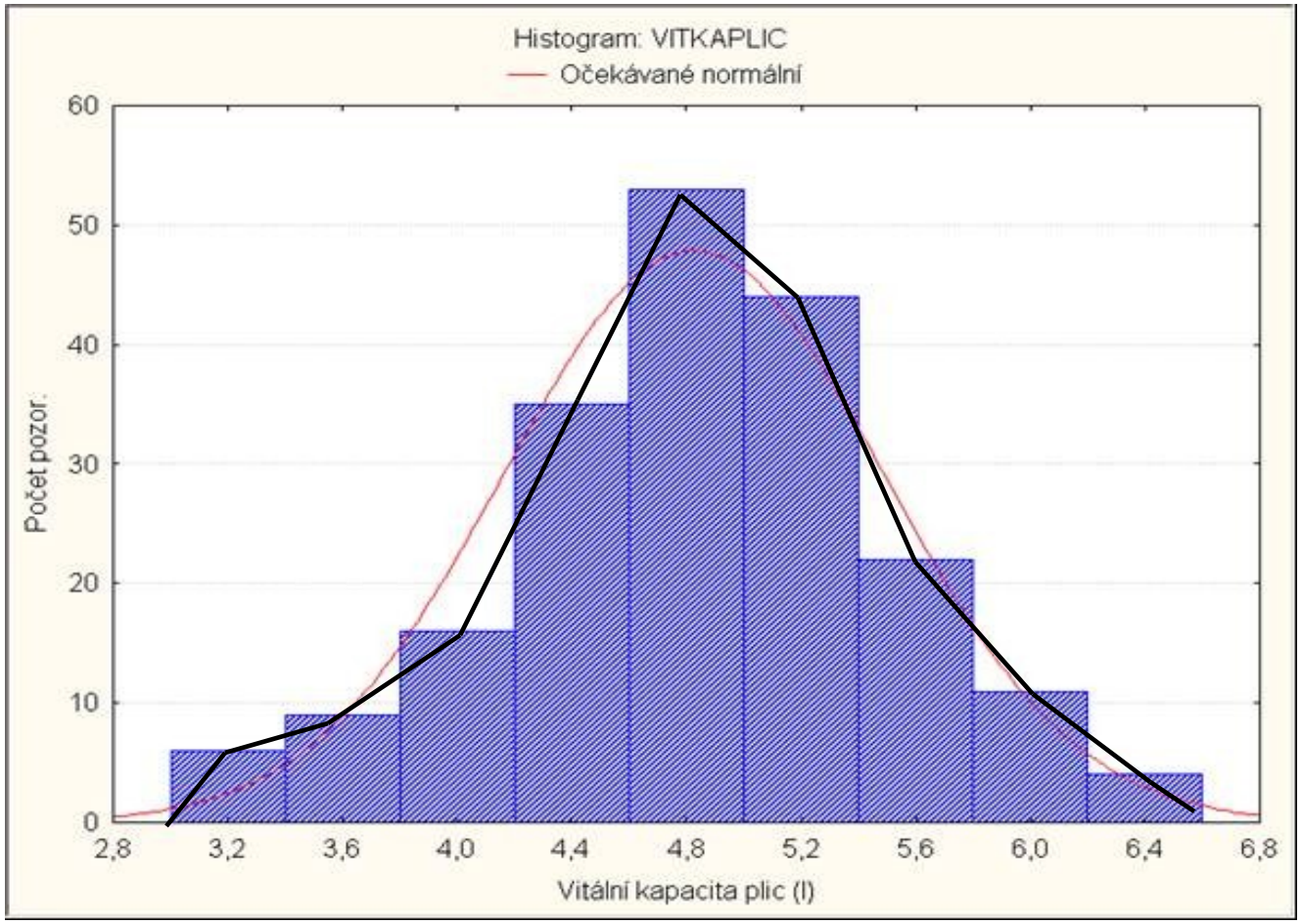


osa **X** : naměřené hodnoty sledování veličiny
osa **Y** : četnost intervalů (abs. nebo v %)

Tvar rozložení četností:

- Symetrické x asymetrické
- Jednovrcholové x vícevrcholové
- Podoba s teoretickými modely rozložení četností

Prezentace kvantitativních dat



Statistické ukazatele

Kvalit.veličiny - relativní ukazatele - (viz rutinní statistiky – ukazatele frekvence, ukazatele struktury, indexy)

Kvantit. veličiny

1) **střední hodnoty (ukazatele polohy)**
   - aritmetický průměr
   - medián
   - modus
   - kvantil, percentil

2) **ukazatele variability**
   - rozpětí
   - rozptyl – směrodatná odchylka – variační koeficient
   - kvantily, percentily (nejméně dva)

Volba ukazatele:

1. **Tvar (typ)rozložení (symetrické X asymetrické)**
2. **Typ sledovaného znaku**

Statistické ukazatele

Ukazatelé polohy i **variability** charakterizují rozdělení NV jak ve **výběru** (*výběrové charakteristiky*), tak v celém **základním souboru** (*parametry*).

- **Výběrové charakteristiky** – náhodné veličiny, jejichž hodnotu počítáme z dat výběrového souboru. Jejich hodnota se mění náhodně výběr od výběru.
- **Parametry** základního souboru- pro daný ZS pevná čísla(neměnné konstanty), jejichž hodnotu neznáme

Ukazatele polohy

- Většina hodnot, kterých může NV nabývat, se kupí kolem nějakého pevného bodu, zpravidla kolem středu rozdělené četností.
- Tento bod charakterizuje polohu souboru na číselné ose a ukazatele vystihující tuto vlastnost se nazývají **ukazatele polohy.**

Ukazatele polohy

- **Aritmetický průměr (m):**
  - sečteme pozorované hodnoty a vydělíme je počtem sledovaných jednotek
- **Medián (m_e):** pořadová charakteristika
  - hodnota, která je právě uprostřed všech pozorování, která jsme seřadili podle velikosti (u sudého n = průměr ze 2 prostř.hodnot)
- **Modus (m_o):** nejčastější hodnota, nejvíce typická, leží v modálním intervalu (tj. třída (kategorie) s nejvyšší četností)
- **Kvantil (percentil, decil, kvartil)**
  - pořadový ukazatel, obměna mediánu (=5.decil, 50. percentil)

ÚKOL:

Z výběru 200 mužů (z roztříděných dat), ve kterém jsme měřili VKP určete hodnotu.

- Medián (m_e)
- P_{25}
- P_{75}

Výsledek interpretujte.

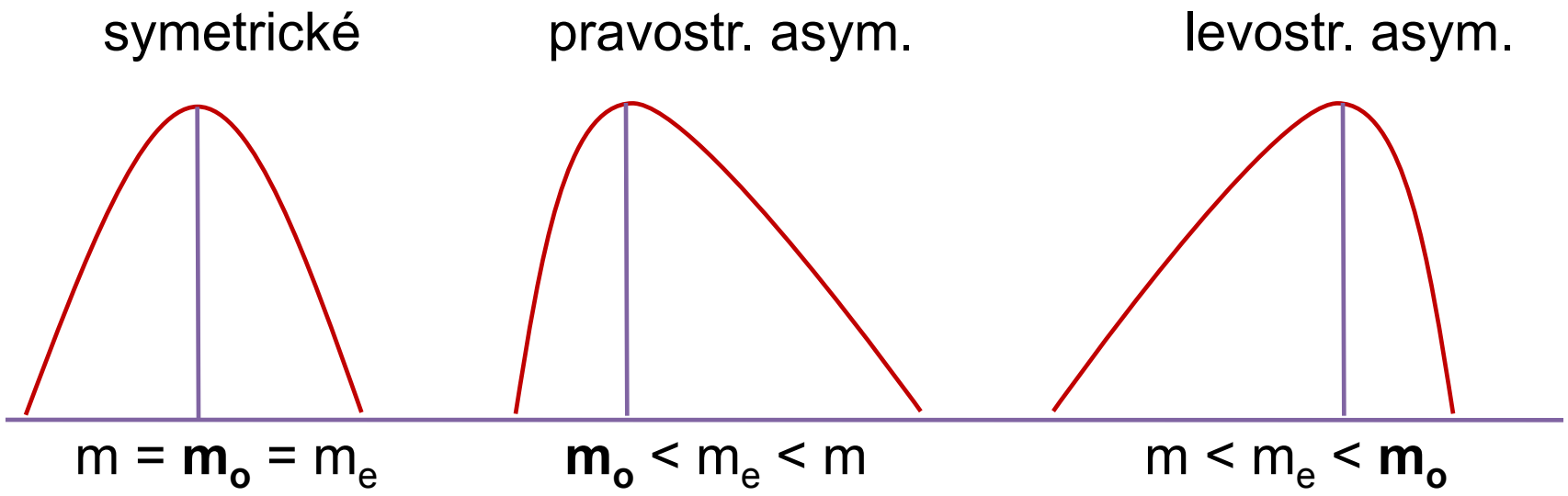
Ukazatele polohy

- **Typ veličiny:**
  - nominální: modus
  - ordinální: modus, medián, percentil (kvantil)
  - intervalové: modus, medián, percentil (kvantil), průměr

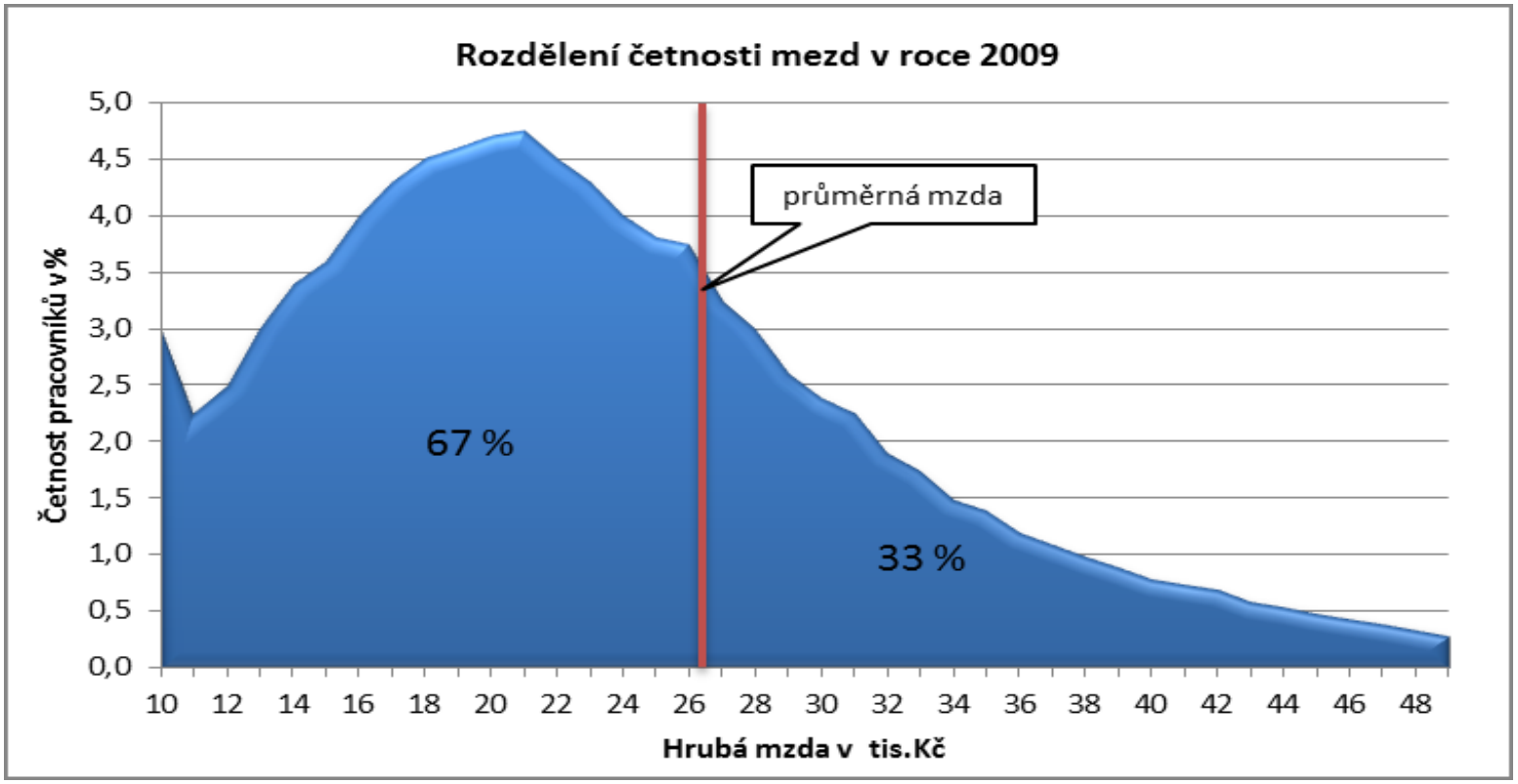
- **POZOR NA INTERPRETACI ARITMETICKÉHO PRŮMĚRU U ASYMETRICKÝCH ROZLOŽENÍ.**
- **ARITMETICKÝ PRŮMĚR JE CITLIVÝ NA VYCHÝLENÉ HODNOTY.**
- **VHODNĚJŠÍM UKAZATELEM POLOHY U ASYMETRICKÝCH ROZLOŽENÍ je MEDIÁN a MODUS.**

Ukazatele polohy

- Ukazatele polohy u symetrického a asymetrického rozložení



Ukazatele polohy



$m = 26\,700 \quad m_o = 20\,000 \quad m_e = 22\,000$

Ukazatele variability

Proč nestačí ukazatele polohy k výstižnému popisu dat?

Př.

1. sk.: 3,08 4,42 5,05 5,67 6,59 m = 4,96

2. sk.: 4,86 4,90 4,91 5,03 5,11 m = 4,96

Obě skupiny mají stejný průměr, liší se ale kolísáním hodnot, tj. **VARIABILITOU**

Ukazatele variability

- Hodnoty, kterých nabývá NV kolísají v určitém rozmezí kolem středních hodnot.
- Ukazatelé kvantifikující míru tohoto kolísání (rozptýlení) se nazývají **ukazatelé variability.**

Ukazatele variability

Spolu se střední hodnotou by se měl vždy udávat příslušný ukazatel variability!

- **Rozpětí** (u malých souborů, kde **n ≤ 10)**
- **Rozptyl - směrodatná odchylka (nejč.) - variační koeficient**
  - uvádějí se s aritmetickým průměrem (u symetrický rozdělení)
- **Kvantily** (percentily, decily, kvartily)
  - uvádějí se s modem či medián (asymetrický rozdělení)
  - lze je ale samozřejmě použít i s aritmetickým průměrem

Ukazatele variability

Rozpětí:

- max. - min. Pro n ≤ 10

Rozptyl (s^2):

- Průměr čtverců odchylek aritmetického průměru od jednotlivých měření:
- $s^2 = \frac{\Sigma(xi - m)2}{n-1}$

1.sk.: 3,08 4,42 5,05 5,67 6,59 m = 4,96

4,96 – 3,08 = 1, 88	3,53	
– 4,42 = 0,54	0,29	
– 5,05 = - 0,09	0,01	**s^2 = 6,99/4 = 1,75**
– 5,67 = -0,71	0,50	
– 6,59 = -1, 63	2,66	

- Udává se ve čtvercích jednotek sledovaného znaku, tj. zde v litrech^2

Ukazatele variability

Směrodatná odchylka (s):

- Odmocněný rozptyl, $s=\sqrt{s^2}$
- Ukazatel variability udávaný ve stejných jednotkách jako sledovaný znak
  - Vypovídá o tom, **o kolik se většina hodnot sledovaného znaku odchyluje od průměru**
    - $m \pm 1s$ interval, ve kterém leží 68% naměřených hodnot
    - $m \pm 2s$ interval, ve kterém leží 95% naměřených hodnot
    - $m \pm 3s$ interval, ve kterém leží 99% naměřených hodnot

– **Příklad:** vypočítejte, v jakém intervalu leží 68% hodnot VKP v našem souboru 200 mužů

Ukazatele variability

Variační koeficient (v.k.) %

- Relativní ukazatel variability
- Udává, jaký podíl tvoří směrodatná odchylka z průměru : (s/m) x 100
- Je-li větší než 50%, pak je soubor natolik nesourodý, že nemá smysl ho charakterizovat aritmetickým průměrem.

Ukazatele variability

Variační koeficient (v.k.)

- **Slouží ke srovnání variability 2 souborů, jejichž průměry se značně liší**

  Př.: VKP u mužů a u žen

M:	m = 4, 80	s = 0,66	v.k. = 13,8%
Ž:	m = 3, 90	s = 0,42	v.k. = 10,8%

- **Slouží ke srovnání variability znaků uváděných v různých měrných jednotkách**

  Př.: VKP (l), výška (cm) a hmotnost mužů (kg)

VKP:	m = 4,80	s = 0,66	v.k. = 13,8%
Výška:	m = 178	s = 4	v.k. = 2,2%
Hmotnost:	m = 82	s = 6	v.k. = 7,3%

Příklad

Porodní délka 5 novorozenců v cm:

49, 50, 50, 51, 53

Vypočítejte:

- Aritmetický průměr
- Rozptyl
- Směrodatnou odchylku
- Variační koeficient

Příklad - řešení

x_i	$x_i - m$	$(x_i - m)^2$
49	- 1,6	2,56
50	- 0,6	0,36
50	- 0,6	0,36
51	0,4	0,16
53	2,4	5,76
253	0,0	9,20

$m = 253 : 5 = 50,60$

$s^2 = 9,20 : 4 = 2,30$

$s = \sqrt{2,3} = 1,52$

$v.k. = (1,52 : 50,60) \cdot 100$
$= 3,00\%$

Ukazatele variability pro asymetrická rozložení četností

Kvantily – percentily, decily, kvartily

- Kvantily dělí soubor dat uspořádaných podle velikosti na části obsahující stejný podíl z celkového počtu jednotek
- Variabilitu vyjadřujeme pomocí dvou kvantilů **(percentilů**, decilů)
- Variabilita se určuje pomocí intervalu, ve kterém se pohybuje nejčastěji 80% ($P_{10} – P_{90}$) nebo 50% ($P_{25} – P_{75}$) pozorování.
- Postup výpočtu:
  1. Určíme hodnotu pozorování, které představuje 10. percentil = dolní hranice intervalu
  2. Určíme hodnotu pozorování, které představuje 90. percentil = horní hranice intervalu
- **Vhodné ukazatele variability pro asymetrická rozložení**

Jaké charakteristiky použít? (dle typu rozložení)

- **Symetrická rozdělení**

  - průměr

  - směrodatná odchylka

- **Asymetrická rozdělení**

  - modus, medián, 2 percentily

  (např. P10 P25 me P75 P90)

Transformace (např. logaritmická) – převede nesymetr. rozdělení na symetr., pak lze použít m a s

Úkol:

Máme soubor 200 hodnot VCP, které jsme naměřili ve výběru 200 mužů (40-50 let)…

n = 200, m = 4,824, s = 0,668

Stanovte (pomocí směr.odchylky a průměru) hranice - tj. intervaly, ve kterých se nachází 68 %, 95% a 99,7% naměřených hodnot VCP. (na 2 desetinná místa)

Úkol:

Které percentily odpovídají jednonásobku a dvojnásobku směrodatné odchylky ? (tj.intervaly m s a m 2s vyjádřete pomocí percentilů.)

Percentilové růstové grafy

Auxologie – obor, který se komplexně zabývá růstem a vývojem člověka.

- umožňují pediatrům a rodičům,aby podle návodu připojeného ke grafům průběžně hodnotili všechna základní růstová data dítěte od narození až do jeho osmnácti let (tělesná výška, tělesná hmotnost, obvod hlavy, obvod paže, …)
- Zároveň je grafy seznamují s **variabilitou** těchto základních antropometrických rozměrů pro každou věkovou skupinu chlapců a dívek současné české populace
- Zcela snadno tak lze zjistit, kolik např. měří nejmenší děti (**3. -10. percentil**), jak vysoké jsou největší děti (**90. – 97. percentil**) a kolik měří dítě zcela průměrné (**50. percentil**).

Děkuji za pozornost