Statistické metody a zpracování dat

I. Úvod, základní pojmy

Petr Dobrovolný

Obsah přednášky

1. Úvod, základní pojmy
2. Základní vyjadřovací prostředky ve statistice
3. Základní popisné statistické charakteristiky
4. Úvod do počtu pravděpodobnosti, teoretická rozdělení
5. Odhady parametrů a intervaly spolehlivosti
6. Testování statistických hypotéz
7. Měření závislosti náhodných veličin
8. Analýza kategoriálních dat
9. Úvod do analýzy rozptylu
10. Úvod do analýzy časových řad
11. Úvod do vícerozměrných statistických metod I, Faktorová analýza
12. Úvod do vícerozměrných statistických metod II, Shluková analýza

Základní literatura

Brázdil a kol. (1995): Statistické metody v geografii. MU Brno, 177 s.

Prezentace z přednášek – doplňky

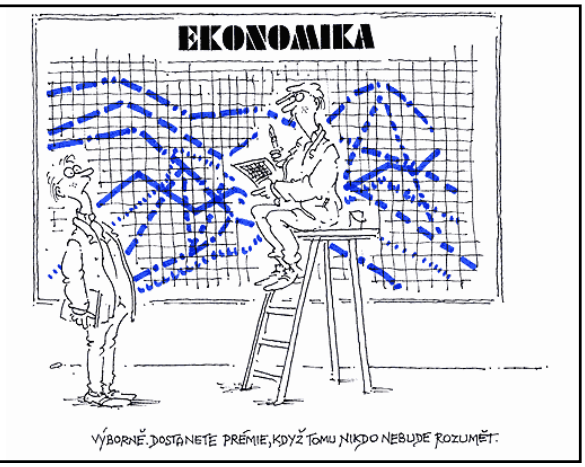
Hendl, J. (2004): Přehled statistických metod zpracování dat. Portál, Praha, 583 s.

Rogerson, P. A (2001): *Statistical methods for Geography*. Sage Publications, London,. 236 s.

Heřmanová, E. (1991): Vybrané vícerozměrné statistické metody v geografii. SPN, Praha, 133 s.

Cvičení – zadání, podkladová data - přes IS

Termíny písemných testů:	**8.11.**	**20.12.**



STATISTIKA - definice

***Statistika* je vědní obor zabývající se zkoumáním jevů, které mají hromadný charakter.**

Statistika je v určitém smyslu jazykem pro **shromažďování, zpracování, rozbor, hodnocení a interpretaci hromadných jevů**

Co je typické pro statistiku

- Zabývá se proměnlivými - **variabilními** - vlastnostmi.
- Pracuje s čísly a vyjadřuje se pomocí čísel - zajímá se především o **kvantitativní stránku** reality.
- Používá výpočetní techniku k vytváření a správě statistických **databází**, k provádění hromadného **zpracování** a **analýzy** dat a ke **komunikaci.**

Významy pojmu STATISTIKA

I. Statistika jako **praktická činnost** - statistická evidence, instituce, ročenky meteorologických pozorování atd.

II. Statistika jako **vědní disciplina** - popisná a matematická (induktivní) statistika, aplikované vědy (ekonometrie, chemometrie atd.), vědy se silným statistickým základem: klimatologie, hydrologie, sociologie, psychologie, demografie aj.

Statistika se těší pochybnému vyznamenání tím, že je nejvíce nepochopeným vědním oborem

(H. Levinson)

Co statistika „umí“

• **Zjišťování** (počet domácností ČR, počet pracovníků v odvětví XY)

• **Shrnování** dílčích ukazatelů v čase a prostoru (průměrná nezaměstnanost v regionu)

• **Srovnávání** agregovaných ukazatelů v čase nebo prostoru (trend vývoje počtu obyvatelstva, teploty vzduchu dvou lokalit)

• Měření **závislosti** (závislost mezd na HDP, závislost meteorologického prvku na nadmořské výšce).

• Popis **struktury** (věková struktura obyvatel ČR, roční chod hodnot meteorologických prvků)

• **Předvídání** jejich budoucí úrovně (tržby v maloobchodě v příštím roce)

… a co statistika „neumí“:

Statistika selhává, pokud:

• Nemá k dispozici adekvátní číselné údaje

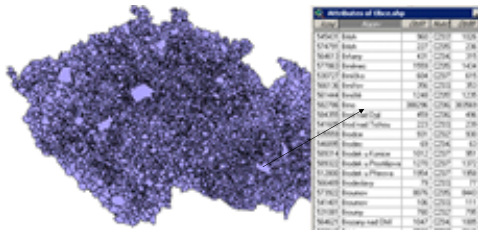
• Chybí-li představa o velikosti chyb měření a vlivu různých doprovodných činitelů

• Nemá-li k dispozici dostatečně rozsáhlý soubor případů

• Není-li v datech přítomna proměnlivost (variabilita).

Vymezení základních pojmů I

Hromadné jevy: přírodní či společenské jevy, které jsou výsledkem působení velkého množství příčin, jejich vlastnosti se neprojevují v jednotlivých jevech, ale jen v souboru a to prostřednictvím řady náhod.



Řada jevů, které v geografii studujeme pomocí statistických metod, má povahu jevů náhodných – tzv. stochastických (hydrologické jevy či meteorologické jevy).

Vymezení základních pojmů II

Statistická jednotka: je to určitý jev či prvek, který je předmětem statistického šetření a pro který se zjišťují údaje

Statistická jednotka musí být přesně vymezena na počátku vlastního šetření a to z hlediska **věcného, časového, prostorového.**

Statistický znak: je to určitá vlastnost statistické jednotky, kterou se snažíme postihnut.

Statistický soubor: skupina statistických jednotek stejného druhu (věcně, prostorově a časově vymezených), které jsou předmětem statistického zkoumání. Každý z prvků je statistickou jednotkou.

Prvky tvořící statistický soubor mají určité společné vlastnosti - tzv. **identifikační znaky** - umožňující určit, zda prvek do daného statistického souboru patří nebo nepatří (**vymezují** statistický soubor).

Z hlediska cílů statistického zkoumání sledujeme na prvcích statistického souboru jednu nebo více vlastností - **sledované znaky**.

Vymezení základních pojmů III

Statistické znaky lze dělit na znaky **prostorové, časové a věcné.**

Věcné znaky se dělí na znaky **kvantitativní** a **kvalitativní**

Kvalitativní znaky mohou být **alternativní** a **množné**

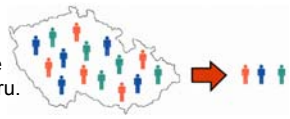
Kvantitativní znaky dělíme nejčastěji na znaky **spojité** a **diskrétní**.

Statistické znaky můžeme získat přímo – (např. **měřením**) a nebo **nepřímo** (výpočtem). Tyto potom nazýváme znaky odvozenými.

Podle škály, na které znaky zjišťujeme je dělíme na znaky **nominální, ordinální, poměrové, intervalové**

Vymezení základních pojmů IV

Základní statistický soubor - populace



Výběrový statistický soubor je podmnožinou základního souboru. Je vytvořen ze statistických jednotek, vybraných podle určitého hlediska.

Reprezentativní výběr: Pokud zkoumaný výběr dobře odráží strukturu celého zkoumaného souboru, nazýváme jej reprezentativním výběrem.

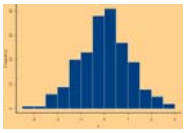
Statistický soubor **jednorozměrný**, **vícerozměrný**

Rozsah statistického souboru:

N – rozsah základního souboru

n – rozsah výběrového souboru

Popisná statistika



Popisná (deskriptivní) statistika se zabývá uspořádáním souborů, jejich popisem a účelnou sumarizací.

$\bar{x} = 0{,}5$

$x_{\min} = -3{,}6$

$x_{\max} = 3{,}0$

Jak mohou být tyto jevy jednoduše popsány (charakterizovány, sumarizovány)?

Existují dvě základní možnosti, které se vzájemně doplňují:

• **Numerické metody** – jedním nebo několika málo čísly lze vystihnout určité vlastnosti jevu. Jsou přesnější a objektivnější

• **Grafické metody** – sestrojení vhodného typu grafu. Jsou názornější a umožňují vystihnout vztahy.

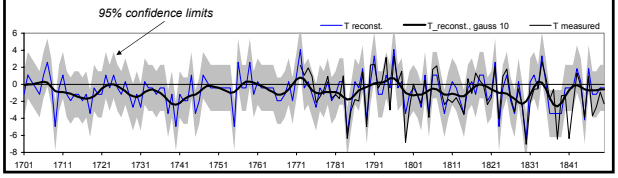
Induktivní statistika

Induktivní (matematická) statistika se vyvinula z popisné statistiky a jejím základem je **teorie pravděpodobnosti**.

Matematická statistika zkoumá soubory nepřímo prostřednictvím výběrů

Induktivní statistika se zabývá metodami jak poznatky **přenášet** a umožňuje z pozorovaných dat vytvářet **obecné závěry** s udáním *stupně jejich spolehlivosti.*

Výpočet stupně spolehlivosti závěrů je však objektivní, neboť je založen na poznatcích teorie pravděpodobnosti a nezávisí na subjektivním názoru hodnotitele.



Základní etapy statistického zpracování dat

• **Zjišťování** - shromáždění a zaznamenání údajů, jejich kontrola aj.,

• **Zpracování -** uspořádání, seskupení, shrnování, sumarizace,

• **Analýza** - výpočet charakteristik, měření závislostí, srovnávání, měření dynamiky

• **Prezentace** výsledků - tabulkové či grafické vyjádření a slovní zhodnocení výsledků předcházejících etap.

Základní dělení statistických údajů

• podle zdroje — **primární** a **sekundární**,

• podle reálnosti situace — **skutečné** a **simulované**,

• podle periodicity zjišťování — **průběžné**, **periodické** a **jednorázové**,

• podle časového hlediska — **okamžikové** a **intervalové**.

• podle použité škály měření – **nominální, ordinální, intervalové, poměrové**

Geografická data a jejich specifika

• **Zdroje geografických dat** – primární, sekundární

•**Prostorový aspekt** – statistika prostorově lokalizovaných dat (geostatistika)

• **Časový aspekt**

Dělení geografických dat podle použité škály měření

• **Nominální** (kategorie využití země)

• **Ordinální** (řád vodního toku, stupnice síly větru)

• **Intervalová** (teplota vzduchu) nula = data

• **Poměrová** (množství srážek, délka vodního toku) nula = neexistence jevu

Typy geografických dat

Nominální data – hodnota představuje konkrétní kategorii či třídu a vyjadřuje její označení (jméno), kategorie se nesmějí překrývat – jsou disjunktní. Každý objekt je zařaditelný alespoň do jedné kategorie, žádný nespadá do více jak jedné. Čísla, která označují kategorie jsou pouze symboly a nelze s nimi provádět aritmetické operace. V nejjednodušší podobě mají binární charakter a lze je pouze porovnávat.

Ordinální data – data, která lze seřadit do uspořádané posloupnosti podle určitého kritéria. Je známé pořadí kategorií, rozdíl však nemá smysl. Např. řád vodního toku, třída silnice, bonita půdy atd.

Typy geografických dat

Intervalová data – umožňují provádět i odečítání mezi kategoriemi definovat rozdíl mezi kategoriemi. Teplota vzduchu. Stupnice většinou nezačíná nulou. Poměr dat závisí na zvolených jednotkách.

Poměrová data – vedle rovnosti, uspořádání a odčítání umožňují také dělení. Nula vyjadřuje neexistenci jevu – objem, délka …

Konverze mezi jednotlivými typy dat

Čerpací stanice	Vzdálenost od středu města	Čerpací stanice	Vzdálenosti utříděné vzestupně	Pořadí v utříděné posloupnosti	Příslušnost stanice do třídy
A	112,7	D	15,8	1	1
B	40,6	L	32,7	2	1
C	678,3	B	40,6	3	2
D	15,8	G	67,7	4	1
E	112,7	O	98,4	5	1
F	554,9	A	112,7	6	2
G	67,7	E	112,7	7	1
H	889,5	K	112,7	8	2
I	1006,5	J	445,1	9	2
J	445,1	F	554,9	10	1
K	112,7	M	654,5	11	1
L	32,7	C	678,3	12	1
M	654,5	H	889,5	13	2
N	1322,7	I	1006,5	14	2
O	98,4	N	1322,7	15	1

Třída příslušnosti: 1 – stanice blízká; 2 – stanice vzdálená
kritérium: hodnota vzdálenosti 500 m
Vzdálenost – poměrová data
Pořadové číslo – ordinální data
Třída – nominální data

Statistika a výpočetní technika

- Výpočetní technika zasahuje do všech etap statistického zpracování dat.
- Exploze výpočetní techniky umožňuje provádět výpočty, které byly dříve nerealizovatelné (z důvodů velkého objemu dat, pracnosti, …).
- Na druhou stranu však roste nebezpečí výběru nesprávného postupu.

Výhody počítačového zpracování I.

Přesnost a rychlost: Dobré počítačové programy nám dají velmi rychle správné výsledky. Dřívější ruční zpracování dat bylo často zatíženo aritmetickými chybami a bylo časově velmi náročné.

Univerzálnost: Počítače zpřístupňují širokou škálu statistických metod a umožňují provést velmi rychle i rozsáhlé komplexní statistické analýzy.

Grafika: Počítače umožňují snadné grafické zobrazení pozorovaných dat a výsledků statistického zpracování.

Flexibilita: Velkou výhodou počítačů je, že umožňují rychle provést nové zpracování při změnách v datech či transformaci některých veličin.

Výhody počítačového zpracování II.

Nové veličiny: Snadno lze vytvářet nové veličiny pomocí požadovaných transformací.

Velikost datových souborů: Počítače umožňují zpracování velmi rozsáhlých souborů dat pomocí vhodného softwaru, což bylo ještě před deseti lety velmi obtížné.

Snadný přenos dat: Jakmile se jednou data dostala do počítače, lze je snadno přenést elektronicky (například pomocí Internetu) na jiné místo.

…ale

Nevýhody počítačového zpracování I.

Kvalita, dostupnost, spolehlivost softwaru.

Ne všechny statistické programy jsou spolehlivé. Řada SW programů aplikaci statistických metod zjednodušuje

Je vhodné využívat ověřené postupy a programy - BMDP, SAS, SPSS, STATISTICA, S PLUS, STATGRAPHICS a další.

Univerzálnost.

Může vést k výběru nevhodné metody zpracování. Je velmi důležité, aby každý, kdo používá statistický software, si byl vědom úrovně svých statistických znalostí a užíval pouze ty metody, kterým rozumí. Pozor na používání neznámých statistických metod.

Nevýhody počítačového zpracování II

Černá skříňka.

Počítač vzdaluje uživatele od dat i metody zpracování. Statistická analýza se provádí automaticky, nová data se zpracovávají a výsledky se ukládají, aniž by byly posouzeny člověkem. Protože většinou výsledky zachycují jen průměrné efekty, může se zcela ztrácet citlivost k individuálním pozorováním.

Špatná data plodí špatné závěry.

Jestliže data jsou nasbírána či naměřena špatně (například jsou špatně kladené otázky v dotazníku), nelze očekávat, že závěry z takových dat budou správné. Sem náleží i nesprávné zpracování datových souborů, chybějící či ovlivněné (tzv. nehomogenní) údaje.

Statistický software

1. Programové vybavení založené na využití vlastního programovacího jazyka (R, Splus, SAS)
2. Interaktivní zpracování v „oknech“ MINITAB, SPSS, STATGRAPHICS, Statistica
3. Programové vybavení s knihovnou statistických, matematických a grafických funkcí (EXCEL)

Statistické metody a zpracování dat

II. Vyjadřovací prostředky ve statistice

Petr Dobrovolný

Základní vyjadřovací prostředky ve statistice

- Statistické tabulky
- Statistické grafy

Tabulky – složené z buněk, přehledné, nezávislé na textu

- nadpis
- záhlaví
- legenda
- pramen
- poznámky
- vysvětlivky

Tab. 1 Základní statistické charakteristiky teploty vzduchu [°C] na vybraných stanicích za období 1961-2000

Charakteristika	Stanice	
	Praha- Klementinum	Strání
průměr [°C]	9,205	7,673
rozptyl[1)]	0,679	0,403
rozsah souborů	120	30
směrodatná odchylka [°C]	0,821	0,624
F	1,687	-
F (kritické)	1,699	-

Pramen: ČHMÚ

Vysvětlivky: 1) .....

Statistické tabulky

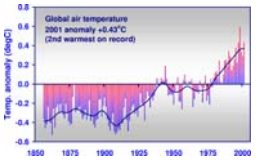
- Záhlaví a legenda mají obsahovat měrné jednotky
- Tabulka má vyplněna všechna políčka
- Smluvené znaky pro políčka bez číselného údaje

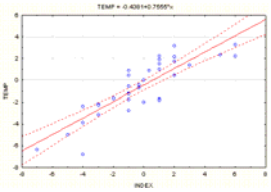
-	– údaj se nevyskytuje
x	– údaj není možný z logických důvodů
0	– hodnota je menší než polovina nejmenší měrné jednotky
.	– údaj nelze spolehlivě zjistit

Druhy statistických tabulek

a) Podle účelu – pracovní, koncentrační, publikační
b) Podle obsahu – jednoduché, kombinační
c) Korelační, asociační, kontingenční

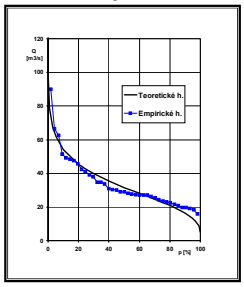
Metody grafického znázornění geografických jevů





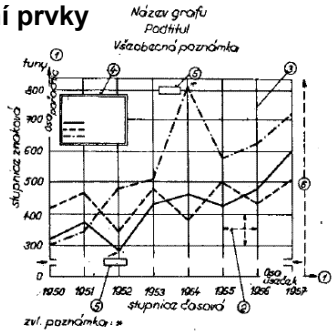
Motto:

Jeden obrázek je za tisíce slov



Cílem grafického znázornění je podat rychlou a srozumitelnou informaci o studovaném jevu či o vzájemném vztahu více jevů.

Graf a jeho základní prvky



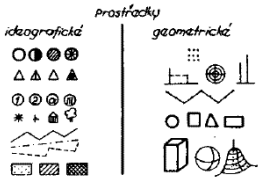
Graf – kresba provedená podle předem dohodnutých pravidel, která znázorňuje kvalitativní či kvantitativní znaky.

1. stupnice
2. grafický interval
3. síť
4. klíč
5. vysvětlivka
6. délka stupnice

Grafický obraz – soubor grafických prostředků, pomocí kterých na základě dohodnutého výkladu jejich smluveného významu sestrojujeme graf

Grafický výklad – soubor zásad, podle kterých interpretujeme (čteme) příslušný graf).

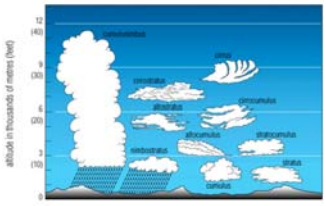
Dělení grafických prostředků podle významu

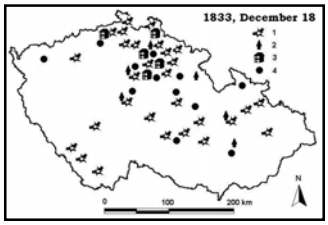


Ideografické - mají kvalitativní význam a v grafu fungují jako znaky (klasifikační, identifikační). Jejich tvar a rozměry slouží pouze k jejich odlišení, nemají kvantitativní význam (písmena, číslice, symboly, geometrické obrazce, šrafura, barva, druhy čar apod.).

Geometrické – mají vždy kvantitativní význam, často však také slouží ke kvalitativnímu odlišení statistických jednotek (body, úsečky, obrazce).

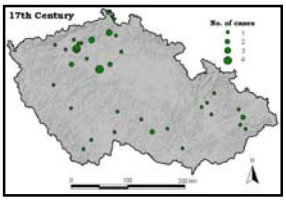
Ideografické prostředky

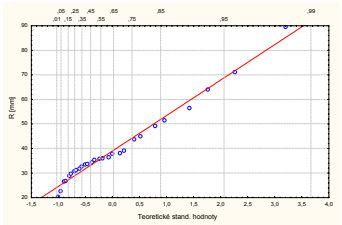




1 – windbreakage
2 – damage on buildings of lesser extent
3 – destroyed buildings
4 – damage without specification

Geometrické prostředky

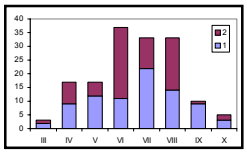


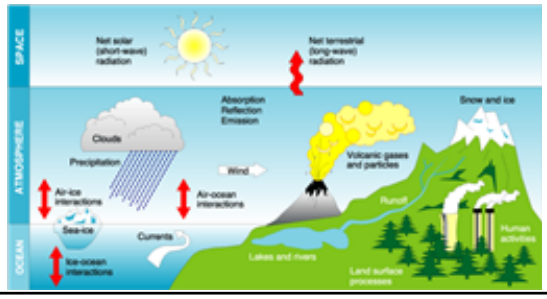


Základní typy grafů

Z hlediska předmětu grafu:

- **schémata (struktura, vztahy, …)**
- **diagramy (kvantita, četnost, …)**

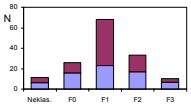


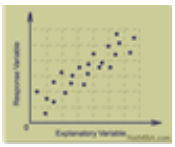


Základní typy grafů

Z hlediska způsobu použití geometrických prostředků:

- **rozměrové grafy**
- **souřadnicové grafy**





Speciální typy grafů využívané v geografii:

- **ternární graf**
- **větrná růžice, klimadiagram, …**

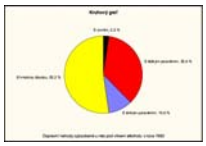
Statistické mapy

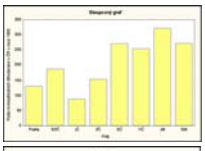
- **kartogramy**
- **kartodiagramy**

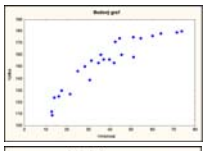
Základní typy grafů

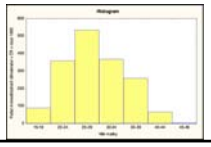
Grafy pro vyjádření jedné proměnné

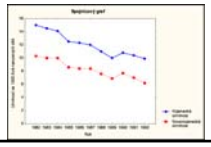
- sloupkový diagram
- histogram
- kruhový diagram, výsečový graf
- bodový graf
- spojnicový graf





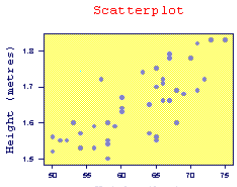


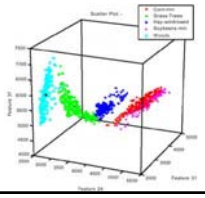


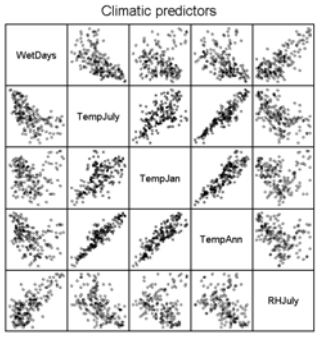


Základní typy grafů

Grafy pro vyjádření dvou a více proměnných - korelogram

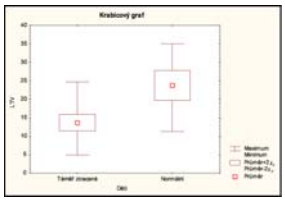






Speciální typy grafů

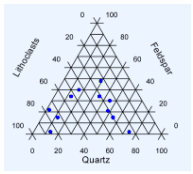
- krabičkový graf
- graf stonku a listů (stem-and-leaf-plot)
- piktogram

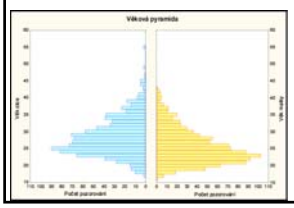


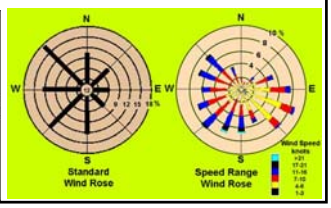
```
Stem-and-leaf plot of
'Skinfold Thickness'

  N  = 40
Leaf Unit = 0.10

 5 02468
 6 246688
 7 0000226
 8 2444666
 9 44666
10 488
11 088
12
13 22
14 0
15
16
17
18 2
```

Speciální typy grafů využívané v geografii:

- ternární graf
- „strom života“
- větrná růžice
- klimadiagram







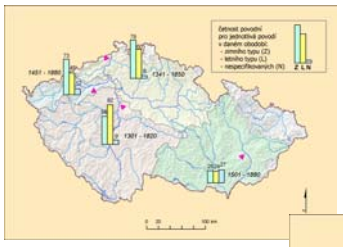
Analýza grafů

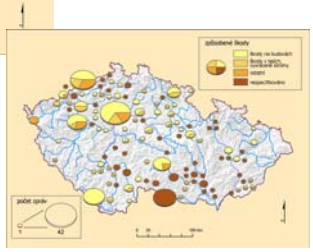
Všímáme si základního tvaru a také odchylek od něho

U tvaru grafu hodnotíme:

- zhuštění – místa největší četnosti hodnot
- shluky – existence jednoho či více shluků hodnot
- mezery – existence intervalů či oblastí bez hodnot
- odlehlé hodnoty – existence údajů podstatně rozdílných od ostatních hodnot
- extrémní hodnoty – poloha min a max hodnot v grafu
- tvar rozdělení – jak ho lze popsat – symetrie, počet vrcholů

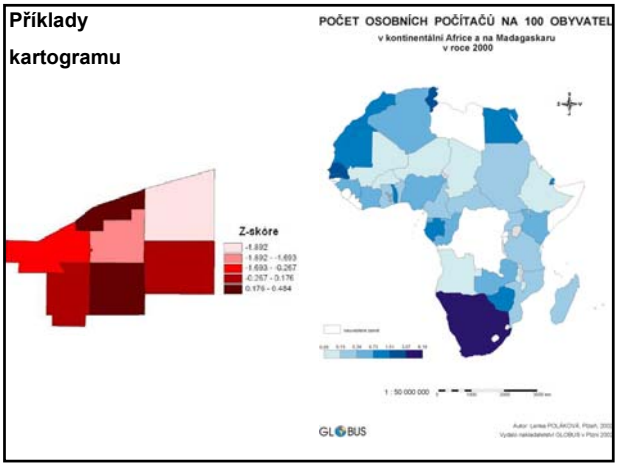
Volba vhodného typu grafu musí zohledňovat typ zobrazované proměnné (spojitá či diskrétní)





Statistická mapa kartodiagram

Příklady kartogramu

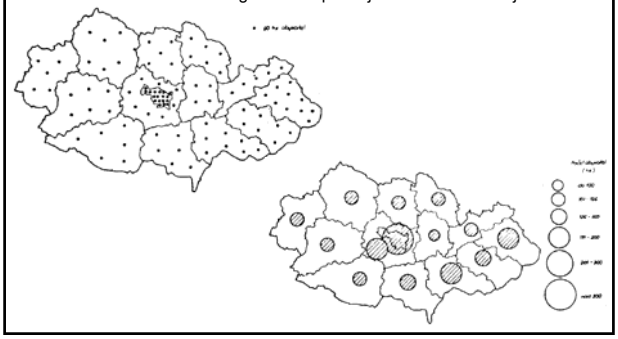


Grafické znázornění prostorové diferenciace intenzity jevů:

• Absolutní metoda:

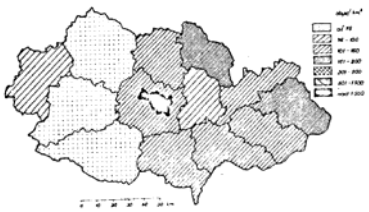
bodová – počet grafických prvků je úměrný velikosti jevu

značková – velikost grafického prvku je úměrná velikosti jevu

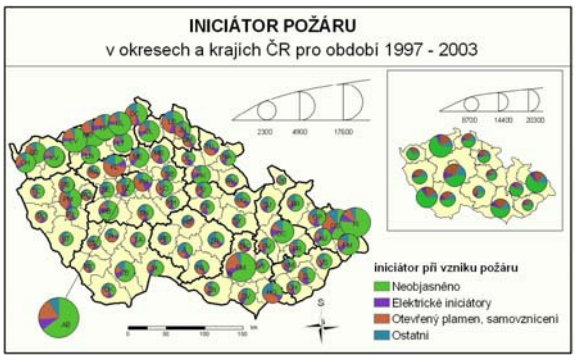


Grafické znázornění prostorové diferenciace intenzity jevů:

Relativní metoda: barva, šrafování



Grafické znázornění prostorové diferenciace intenzity a struktury jevů



Konstrukce izolinií - interpolace:

Konstrukce spojitých polí

(viz. Geostatistika)