

Vizualizace prostorových dat v tematických mapách

Ing. Tomáš Janata, Ph.D. | ČVUT – FSv, katedra geomatiky

155KAT3 Kartografie 3

ZS 2025/2026

Obsah přednášky

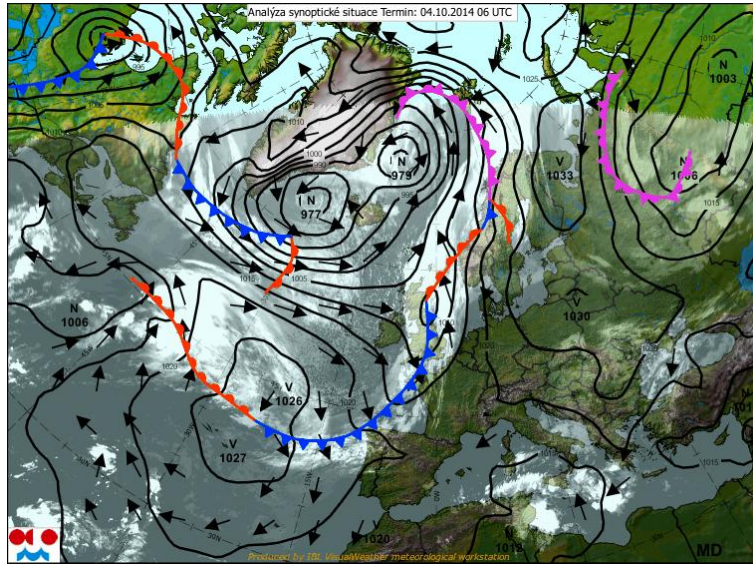
- Typy tematických map
- Vybrané metody pro tvorbu tematické mapy (dasymetrická metoda, ...)
- Stupnice v kartografii
- Zajímavé odkazy

staré tematické mapy

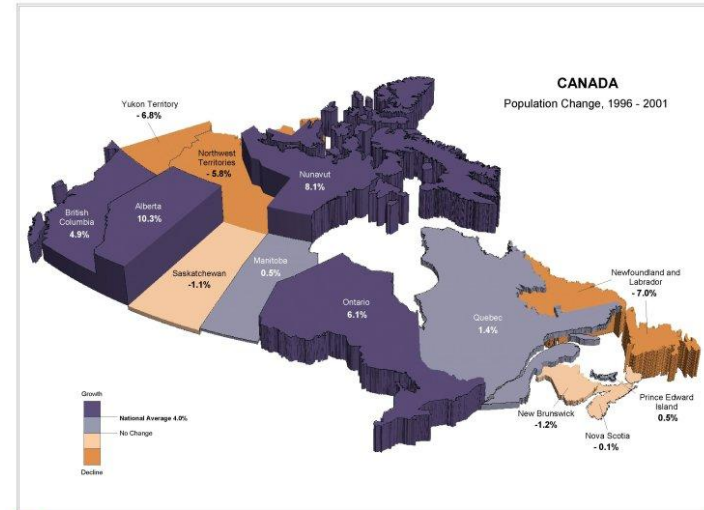
Makroseismická mapa, 16.stol.
(zemětřesení v Nice)

Mapa magnetické deklinace,
Edmond Halley, 1701

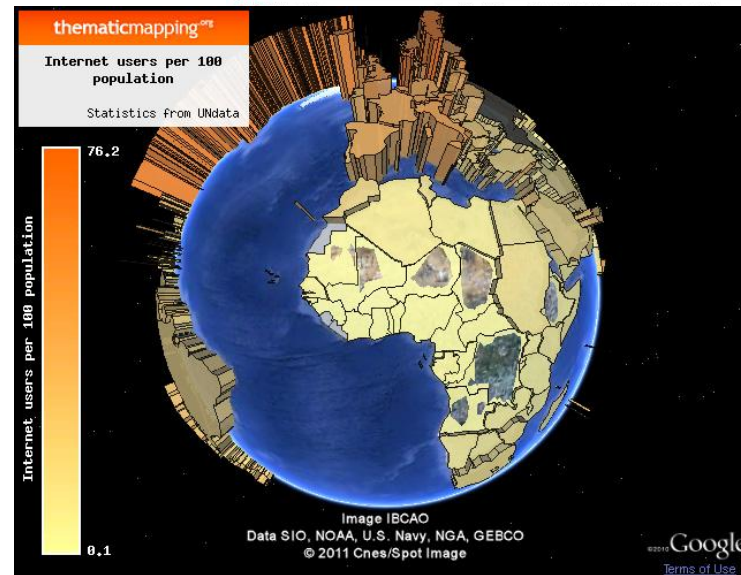
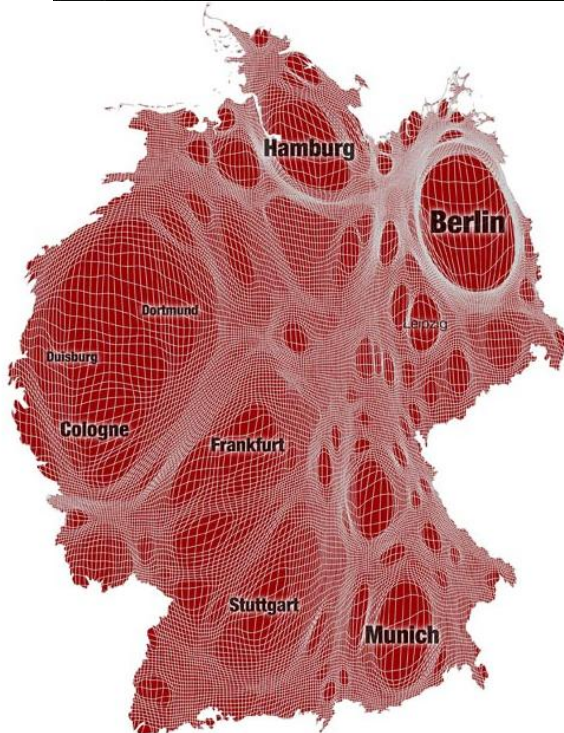




.... 21. století



Canada



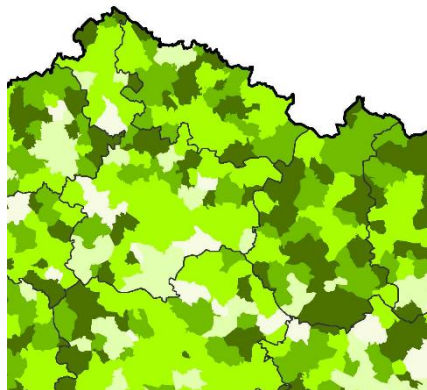
TYPY TEMATICKÝCH MAP

podle koncepce tematického obsahu

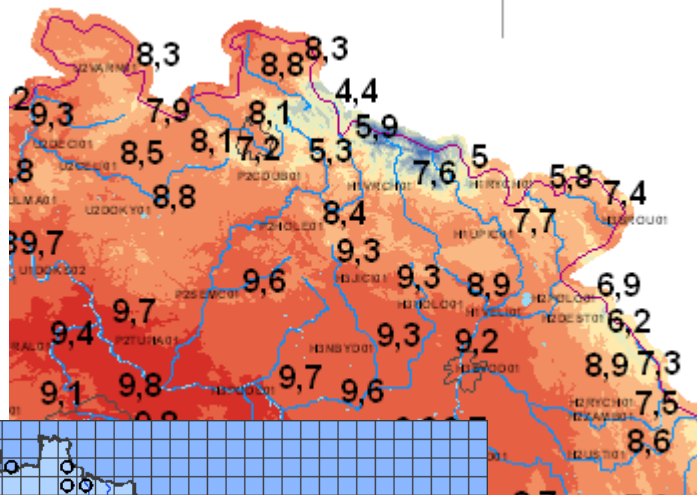
- **analytické tematické mapy** – jednoduché metody znázornění, jev zjištěný v terénu nebo analytickým šetřením, obvykle bez vazby na další jevy
- **komplexní tematické mapy** – jevy příbuzného tématu tvořící logický celek (někdy též mapy komponentní), kombinace více jednoduchých znázorňovacích metod
- **syntetické tematické mapy** – zobecněný tematický obsah (nejčastěji z komplexních map), zobrazení více jevů s cílem ukázat souvislosti a vztahy, jevy zobrazují výsledek složitějšího myšlenkového procesu (abstrakce, generalizace, syntéza)

Analytické tematické mapy – příklady témat

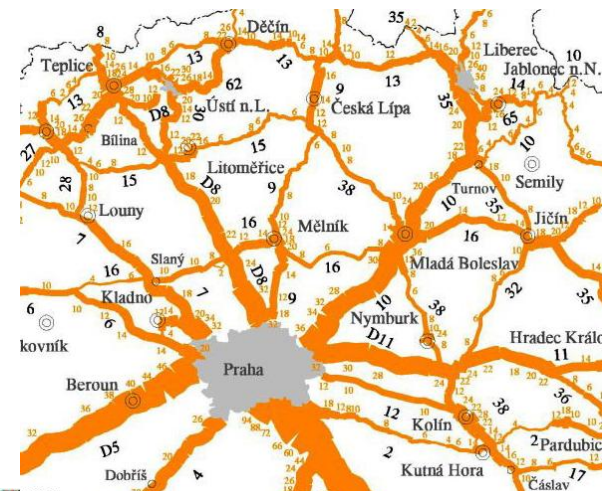
volební účast



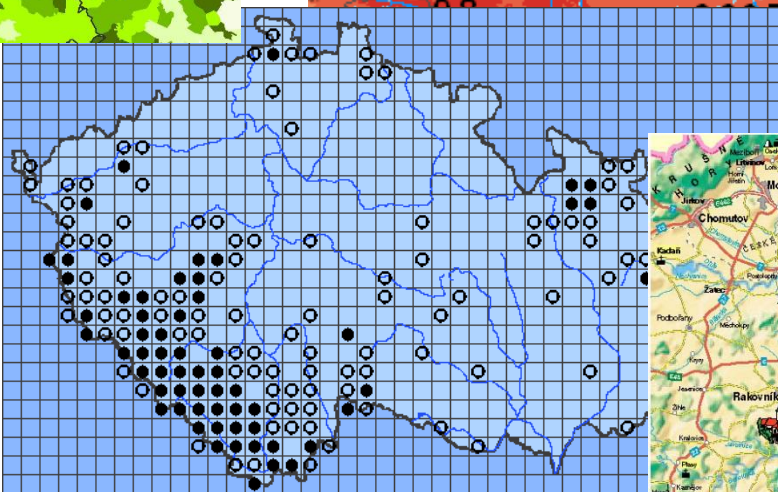
teplota vzduchu



intenzita dopravy



výskyt
rysa
ostrovida

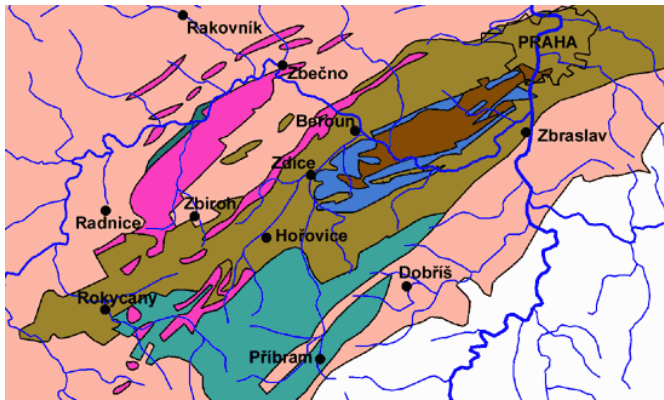


kulturní památky



Komplexní tematické mapy – příklady témat

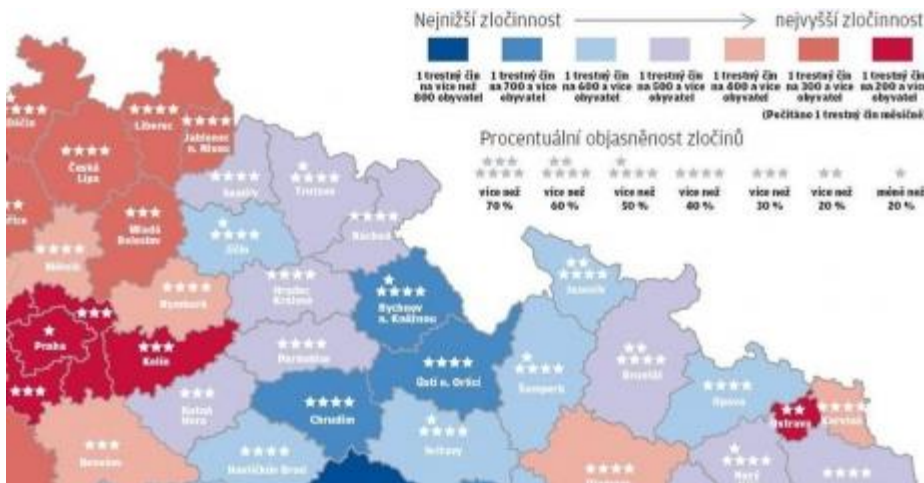
geologie



turistika

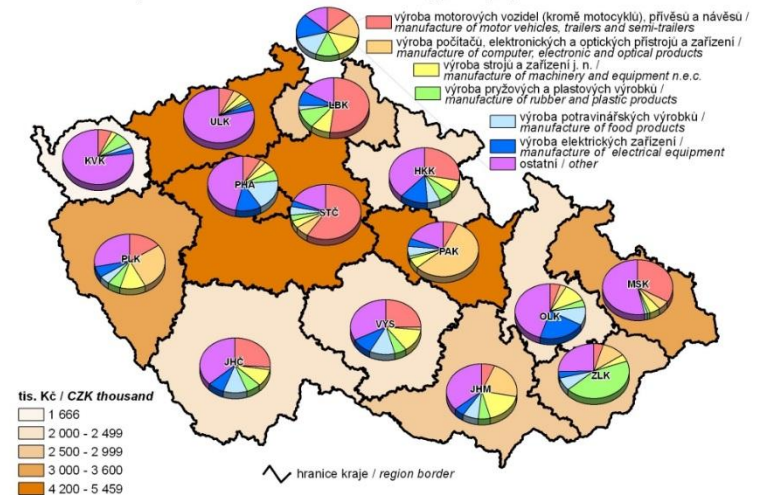


kriminalita



ekonomika

14. Tržby za prodej vlastních výrobků a služeb průmyslové povahy na 1 zaměstnance v roce 2010
Sales of own products and services incidental to industry per employee in 2010



Syntetické tematické mapy – příklady témat

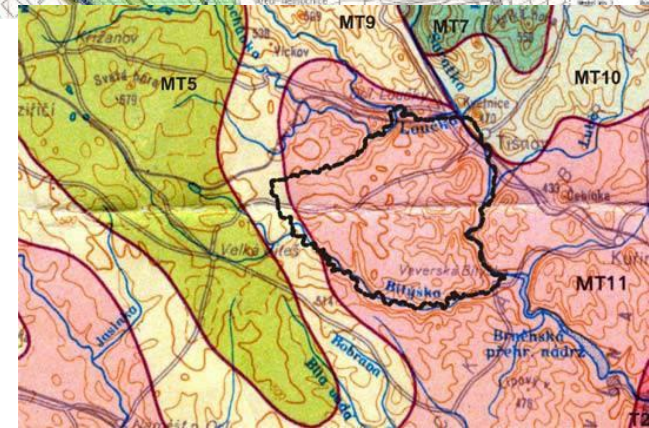
turistická střediska



územní plánování



geologie – svahové poruchy



klimatické oblasti

DRUHY TEMATICKÝCH MAP

podle časového aspektu zobrazovaného jevu

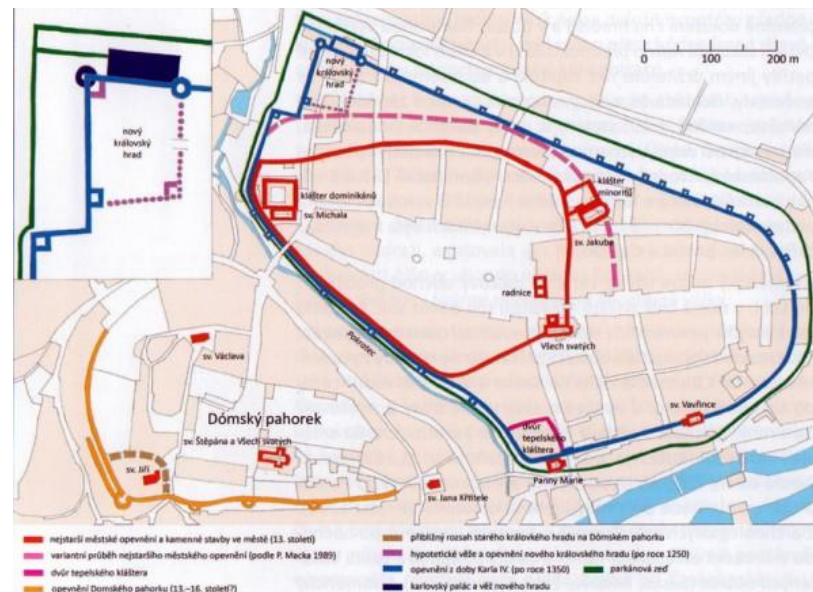
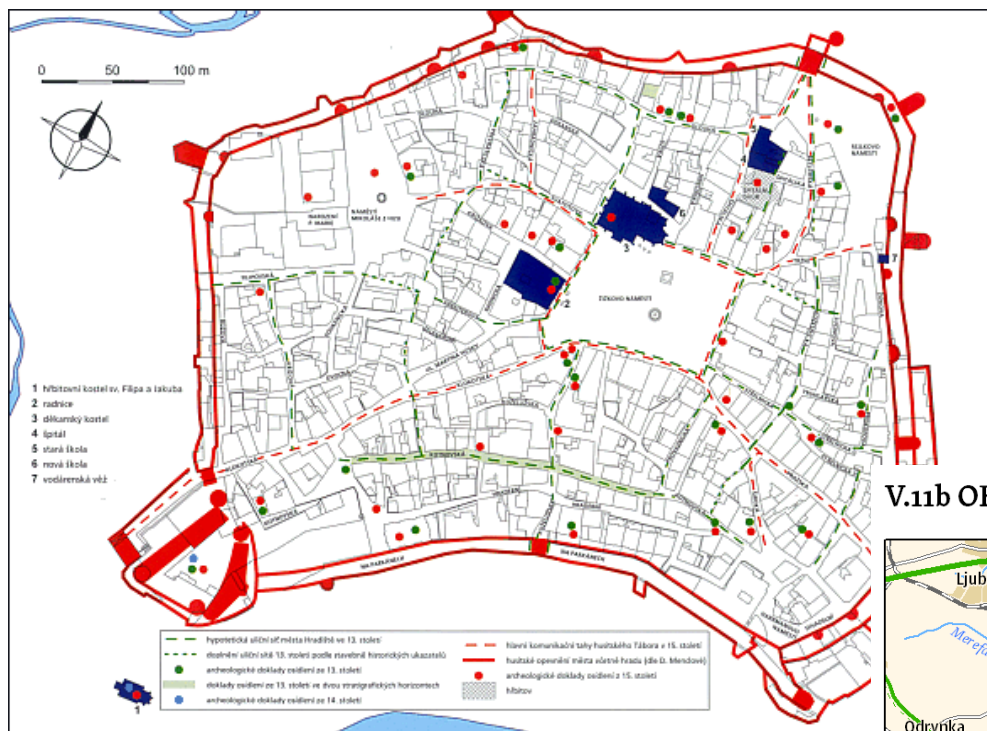
- statické mapy
- dynamické mapy
- genetické mapy
- retrospektivní mapy
- prognostické mapy

staré mapy × historické mapy

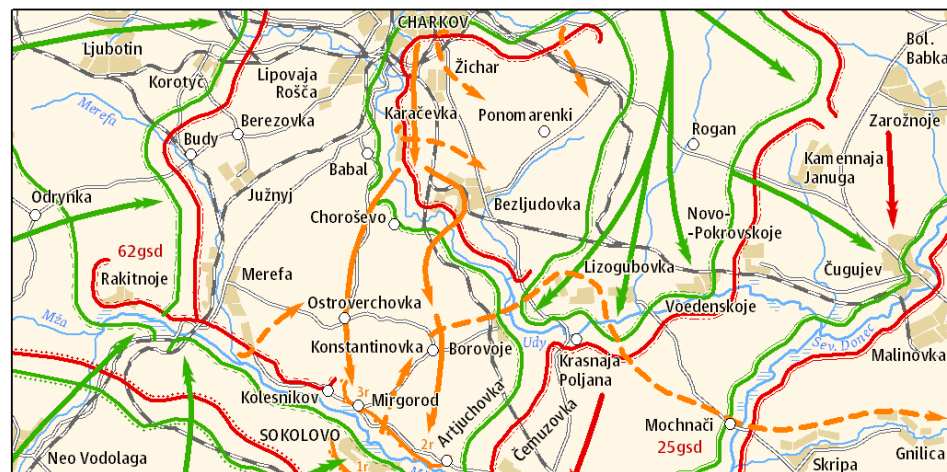
nutné rozlišovat, znát rozdíl

Tematické mapy podle časového aspektu zobrazovaného jevu – PŘÍKLADY

retrospektivní (rekonstrukční) mapy

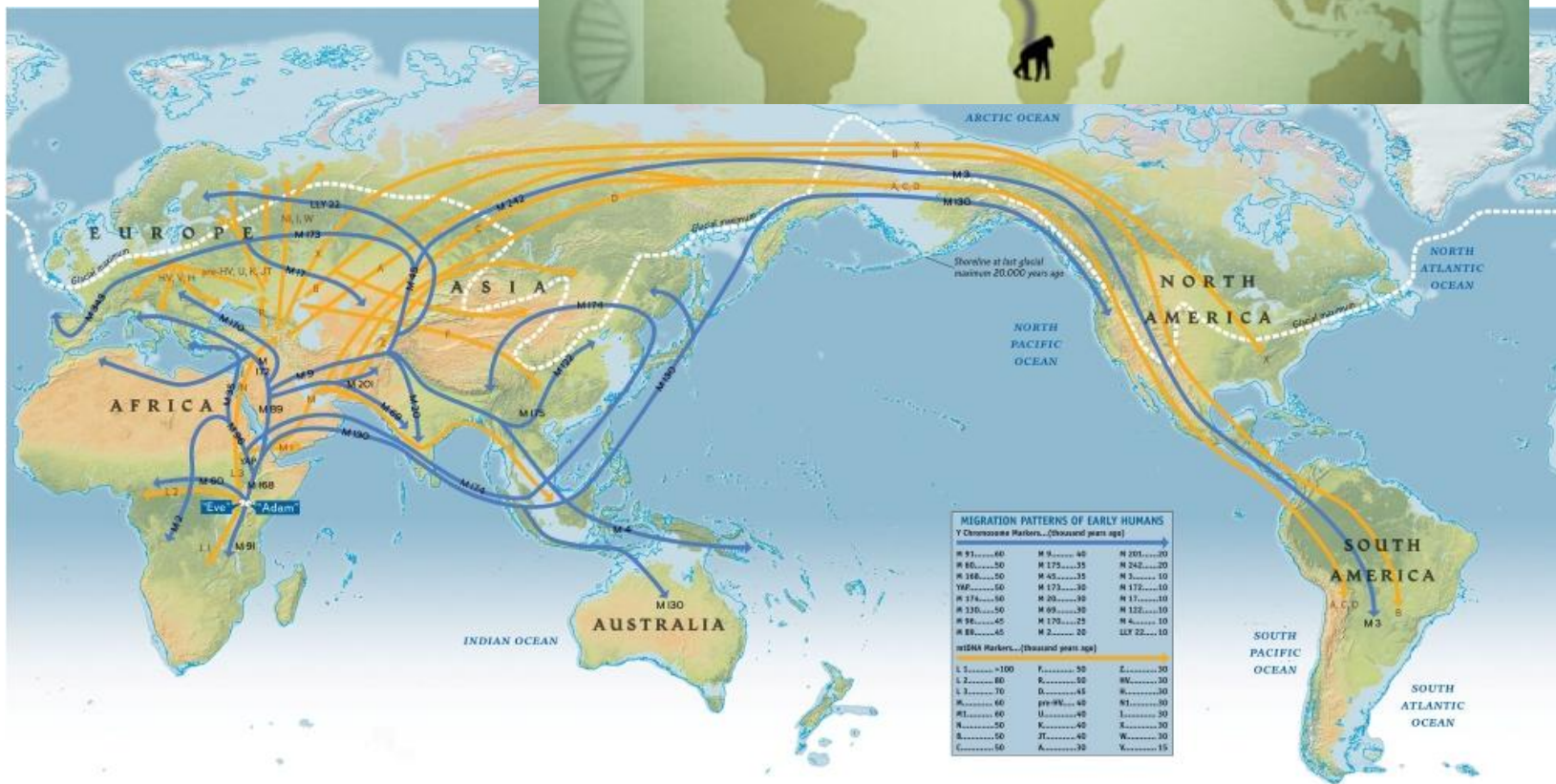


V.11b OBRANNÉ BOJE U SOKOLOVA 8.-13.III.1943



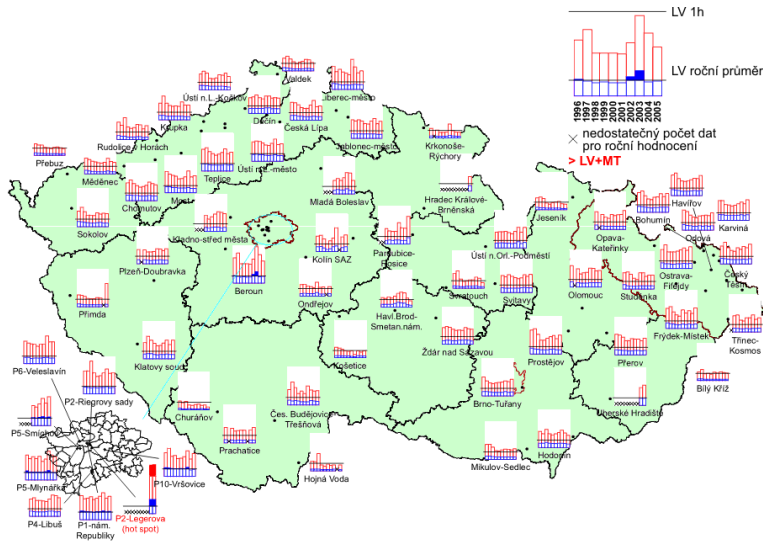
Tematické mapy podle časového aspektu zobrazovaného jevu – PŘÍKLADY

genetické mapy

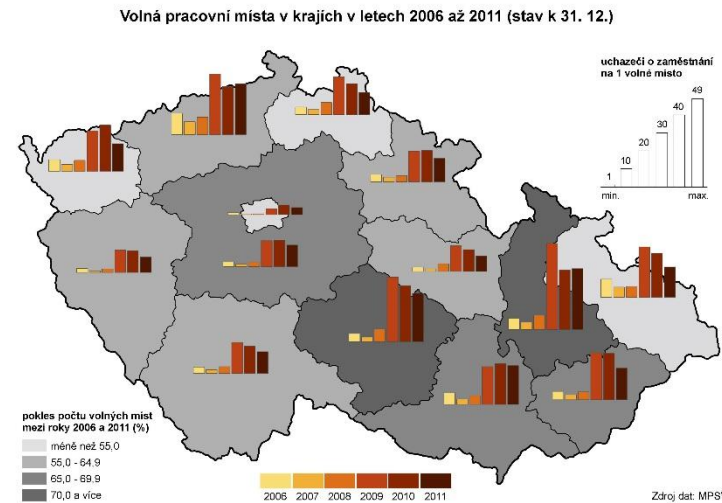


Tematické mapy podle časového aspektu zobrazovaného jevu – PŘÍKLADY

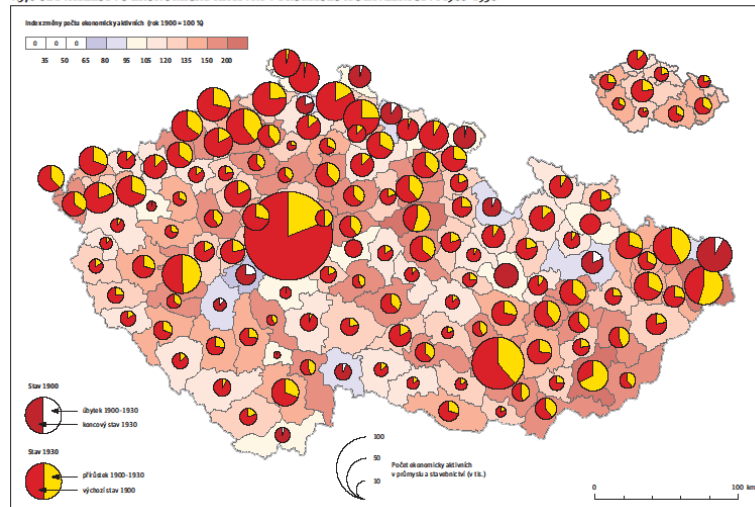
dynamické mapy



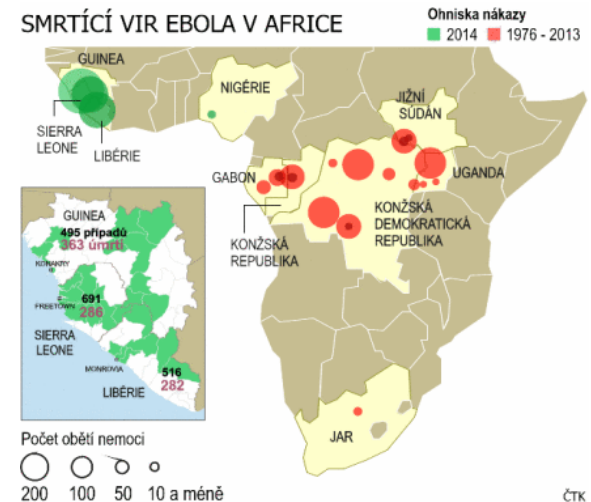
19. nejvyšší hodinové koncentrace a roční průměrné koncentrace NO₂ v letech 1996-2005 na vybraných stanicích



V37e OBYVATELSTVO EKONOMICKY AKTIVNÍ V PRŮMYSLU A STAVEBNICTVÍ 1900-1930



SMRTÍCÍ VIR EBOLA V AFRICE



Rekonstrukční mapa

Semotanová (2007)

- znázorňuje výsledky výzkumu moderními kartografickými vyjadřovacími prostředky na podkladě obecně zeměpisného a jiného kartografického díla, převážně soudobého, ale i starého
- jedná se o rekonstrukci jevu či procesu, uskutečněného v minulosti, s využitím kartografických vyjadřovacích prostředků
- **používá se především ve společenských vědách** (archeologie, historie, historická geografie, etnologie, ochrana památek, ...) **i v jiných oborech** (geobotanika, urbanismus, krajinná ekologie, ...) aj.

- pojem **rekonstrukční mapa (RM)** – zastřešuje druhy **tematických map, věnovaných problematice, která se odehrála v minulosti** – vzhledem k „historické mapě“ je to širší pojem (může se týkat i jiných oborů než historie)
- RM obvykle znázorňuje nové poznatky výzkumu
 - jako syntetický soubor poznatků k vybranému tématu
 - jako podrobnou analytickou sondu k vybranému tématu
 - jako komplexní pohled na určitou epochu
 - jako komparaci, srovnání jednotlivých témat či období
- RM jako výstupy vědecké práce:
 - obvykle digitální mapy a jejich analogové varianty
 - využití nástrojů a metod digitální kartografie a GIS
 - spolupráce odborníka/tematika s geoinformatikem/kartografem

Rekonstrukční mapa

podle kartografické terminologie

- terminologické slovníky pojem „rekonstrukční mapa“ v uvedeném smyslu slova neuvádějí (ani zahraniční), v kartografii to není „terminus technicus“
- třídění tematických map podle časového aspektu (Veverka, Voženílek): „**retrospektivní mapa**“ – vyjadřuje rekonstrukci stavu objektů v minulosti – významově odpovídá...
- *Terminologický slovník geodézie, kartografie a katastru (online) – www.vugtk.cz/slovník*

paleogeografická mapa, rekonstrukční mapa
mapa zobrazující stav Země, oceánů, moří a kontinentů v předchozích geologických epochách

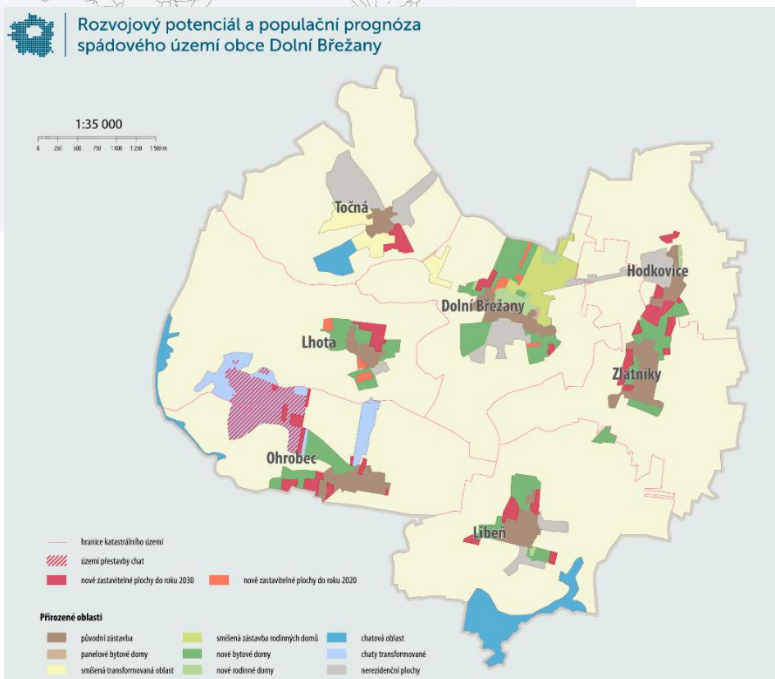
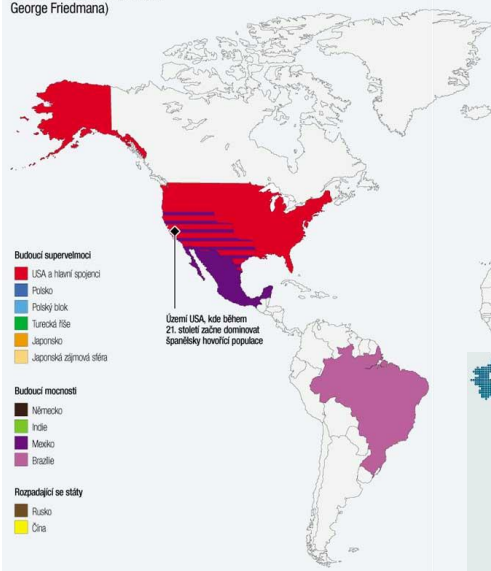
- ... terminologicky nesjednoceno

Tematické mapy podle časového aspektu zobrazovaného jevu – PŘÍKLADY

prognostické mapy

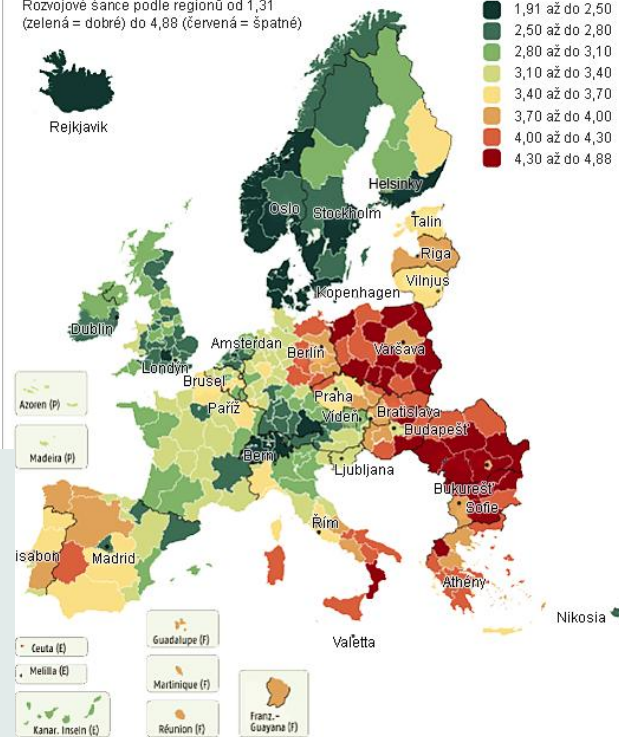
Svět v roce 2050

(podle amerického geopolitika George Friedmana)



Kde má Evropa budoucnost

Rozvojové šance podle regionů od 1,31 (zelená = dobré) do 4,88 (červená = špatné)



Kartografické vyjadřování na tematických mapách

různí autoři = různé přístupy

Metody (prof. Veverka):

body (tečky)

pohybové čáry (vektory)

izolinie

tabulky, grafy

diagramy, kartodiagramy

kartogramy

kartografická anamorfóza

(viz KAR2)

Další:

síťová metoda

Metody (prof. Voženílek):

bodové znaky

liniové znaky

plošné znaky

metoda teček

metoda izolinií

dasymetrická metoda

kartodiagramy

kartogramy

kartografická anamorfóza

kartotypogramy

metody pro vyjádření

dynamiky prostor. jevů

Výběr metody pro tvorbu tematické mapy

Kritéria výběru

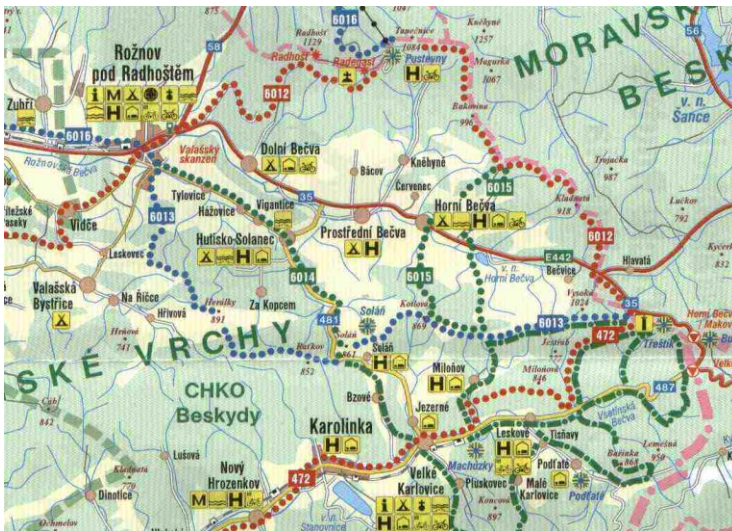
- **cíl mapy**
- **funkce mapy** – orientační, topologická, klasifikační, informační, (vzdělávací, plánovací, navigační, reklamní, propagační, ...)
- **cílová skupina uživatelů** – vzdělání, věk, zkušenosti...
- **objem sdělovaných informací** – obsah a grafické zaplnění
- **charakter vstupních prostorových dat**
 - polohové určení dat (vztah k bodu, linii či ploše)
 - kvantitativní (relativní nebo absolutní) nebo kvalitativní vlastnosti jevu

Volba metody podle polohového určení dat

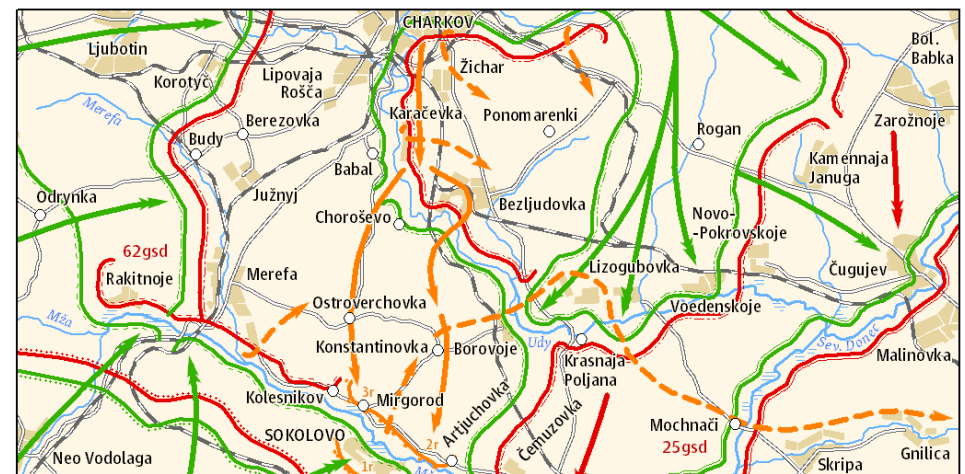
- **data vztažená k bodu**
 - metody bodových znaků, kartodiagramu, kartotypogramu
- **data vztažená k linii**
 - metody liniových znaků, kartodiagramu, izolinií
- **data vztažená k ploše**
 - metoda plošných znaků, kartogramu, kartodiagramu, kartotypogramu, dasymetrická metoda, metoda teček, kartografická anamorfóza

Volba metody podle charakteru dat – kvalitativní jevy

- metoda bodových znaků
 - metoda liniových znaků
 - metoda plošných znaků
- ... často se kombinují či využívají jako součást složitějších metod (kartodiagram, kartogram, izolinie, tečky, dasymetrická metoda...)

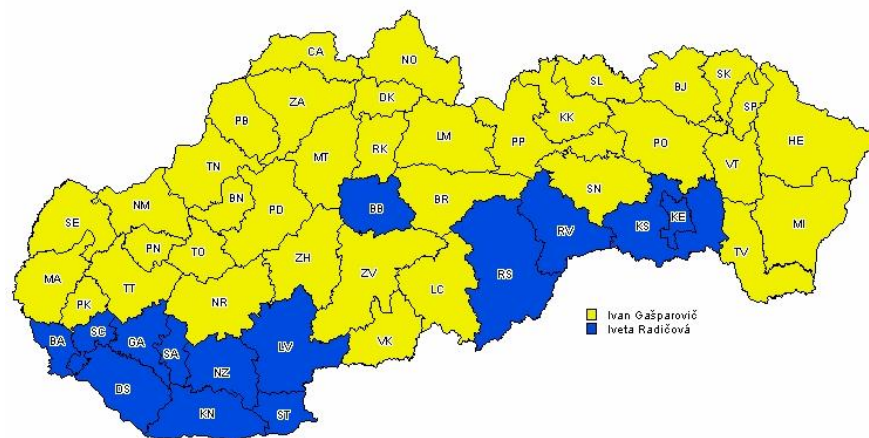


V.11b OBRANNÉ BOJE U SOKOLOVA 8.-13.III.1943



Volba metody podle charakteru dat

- **metoda plošných znaků (areálová metoda)**
 - vyjádření kvalitativních jevů plošným znakem (výskyt určitého jevu v území – např. geologická mapa, vítěz voleb, ...)
 - **nezaměňovat s metodou kartogramu !!**
(kartogram vyjadřuje kvantitativní jev – relativní hodnoty dat)



Volba metody podle charakteru dat

– kvantitativní jevy

- **relativní hodnoty**

- přepočet dílčí územní nebo jiné jednotky (na 1km², na 100 obyv.)

- kartogram

- dasymetrická metoda

- metoda teček

- **absolutní hodnoty**

- metoda izolinií

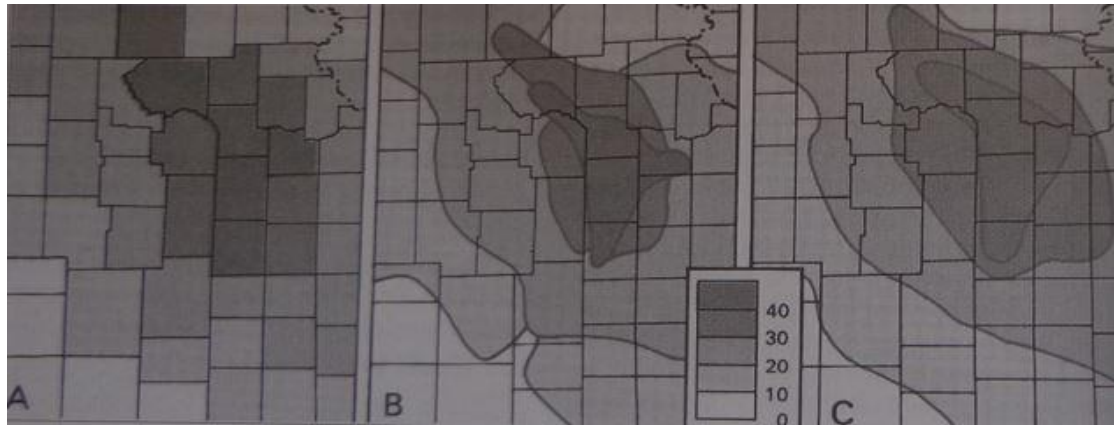
- kartodiagram

- metoda teček

- dasymetrická metoda

DASYMETRICKÁ METODA

- pro znázorňování oblastí se stejnou intenzitou jevu (hustotou)
- **územní jednotky**, ke kterým se příslušný jev vztahuje, **nejsou předem stanoveny** – **vymezují se na základě geografického rozložení jevu**
- přirozenější hranice hodnot zobrazovaného jevu – výstižnější prezentace proměnlivosti jevu (oproti kartogramu)
- méně používaná metoda – ale často použití pro demografické mapy (hustota obyvatelstva)



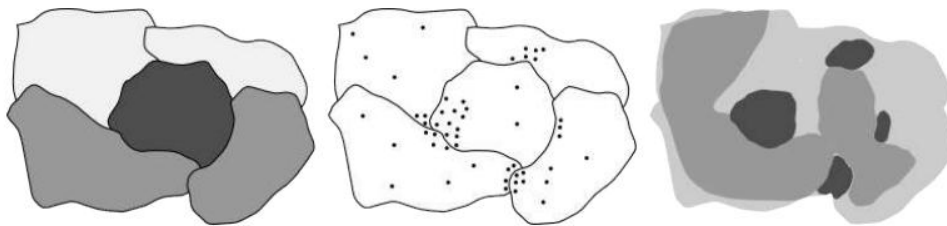
kartogram

dasymetrická m.

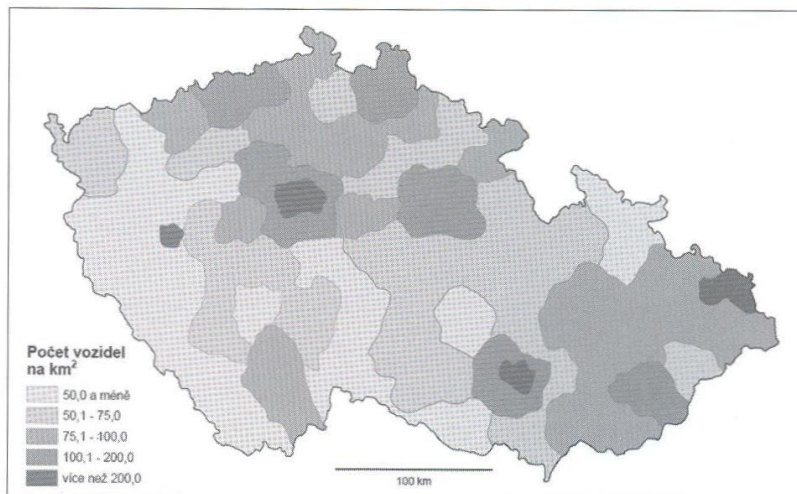
m. izolinií

Vytvoření dasymetrické mapy

- a) **z metody teček** – analýza mapy s topografickou lokalizací teček: vymezení oblastí stejné hustoty teček (analýza vzdálenosti teček d)



- b) **z kartogramu** – sloučení územních celků v kartogramu



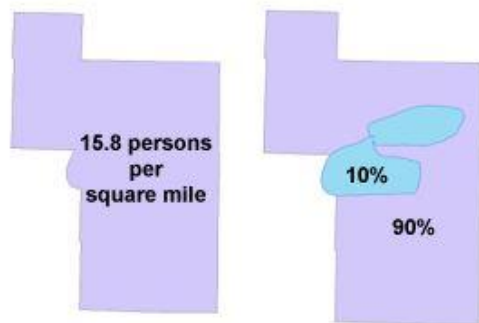
Vytvoření dasymetrické mapy

c) s využitím pomocných dat / informací (např. data DPZ)

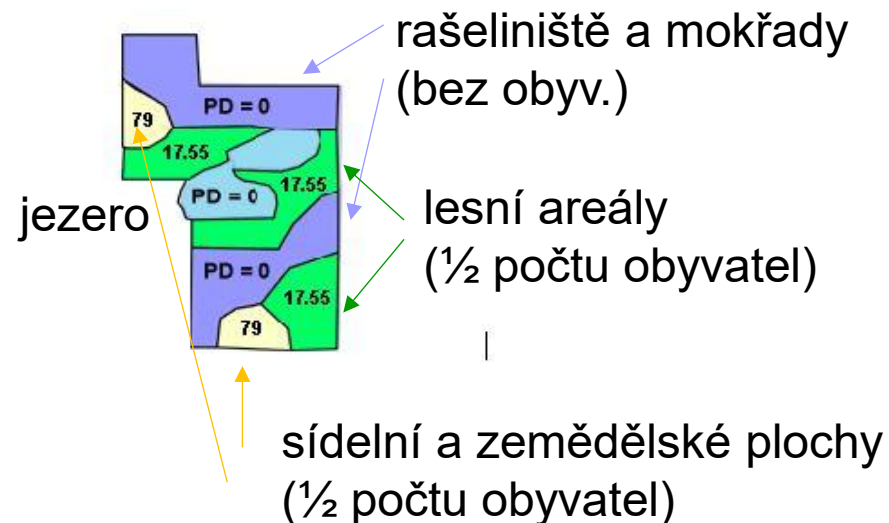
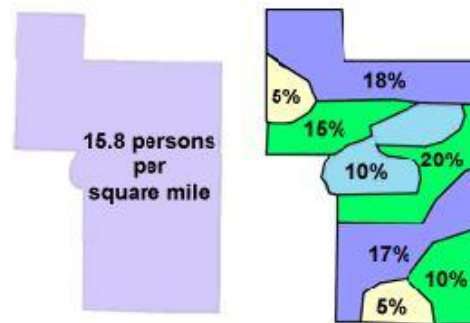
Pomocná data

- **limitující proměnné**
 - vymezují místa, kde se jev nevyskytuje
 - pro zpřesnění dasymetrické metody jsou zásadní
 - např. vodní toky a vodní plochy (pro hustotu obyvatelstva)
- **příbuzné proměnné**
 - doplňující informace
 - informace o příbuzném jevu s prokázanou korelací k jevu zobrazovanému

Princip použití pomocných dat



limitující proměnná



příbuzné proměnné

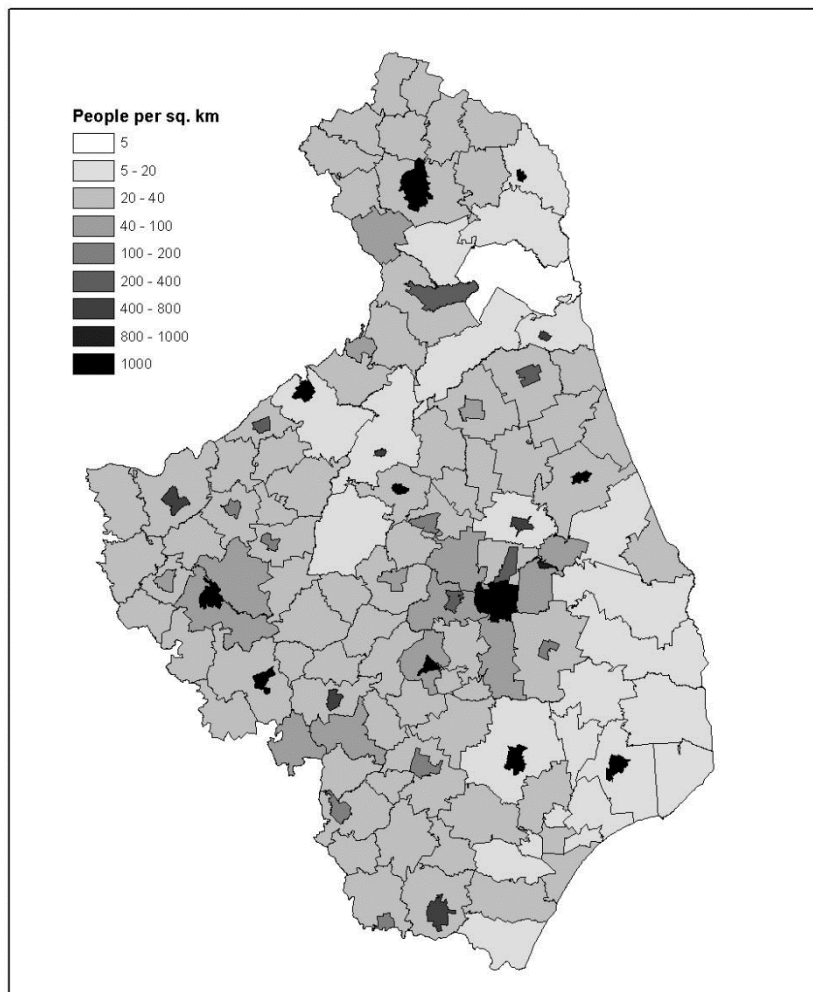
→ výpočet nových populačních hustot

Způsoby využití pomocných dat (dasymetrická metoda)

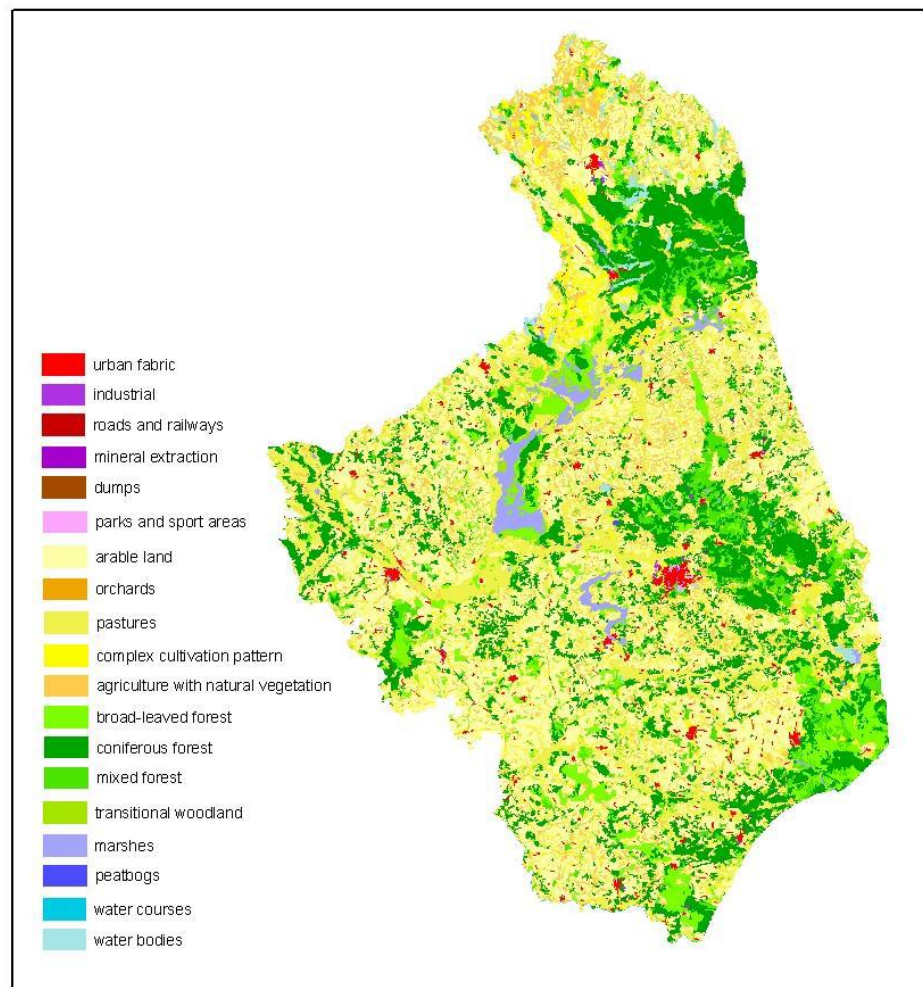
- **binární způsob**
 - rozdělení na oblasti s výskytem jevu a oblasti bez výskytu jevu
 - přepočítání hustoty jevu k rozloze oblasti s výskytem
- **trojtřídní způsob**
 - členění mapovaného území na tři kategorie s různými váhami výskytu jevu

+ řada dalších způsobů

Aplikace dasymetrické metody – příklad 1 (Bielecka A., 2005)

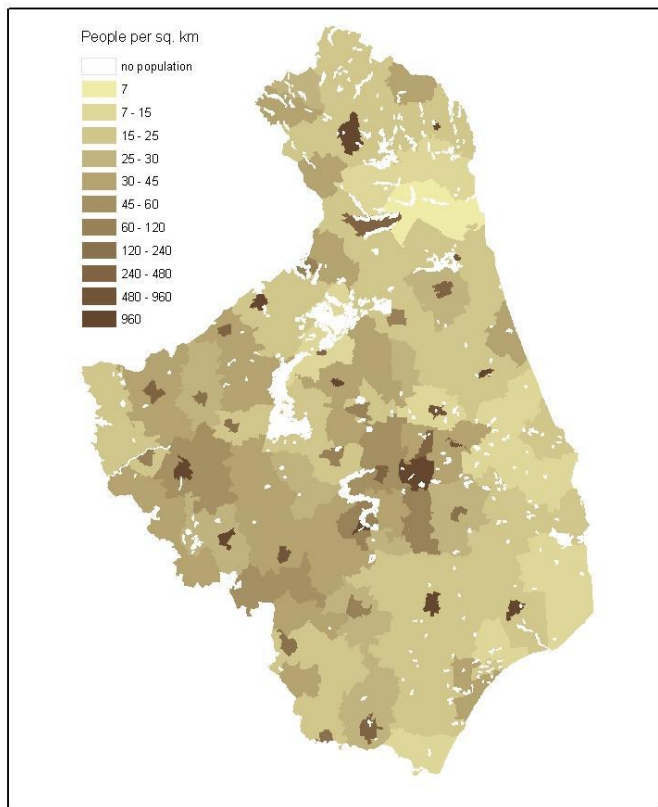


hustota obyvatelstva
- metoda kartogramu

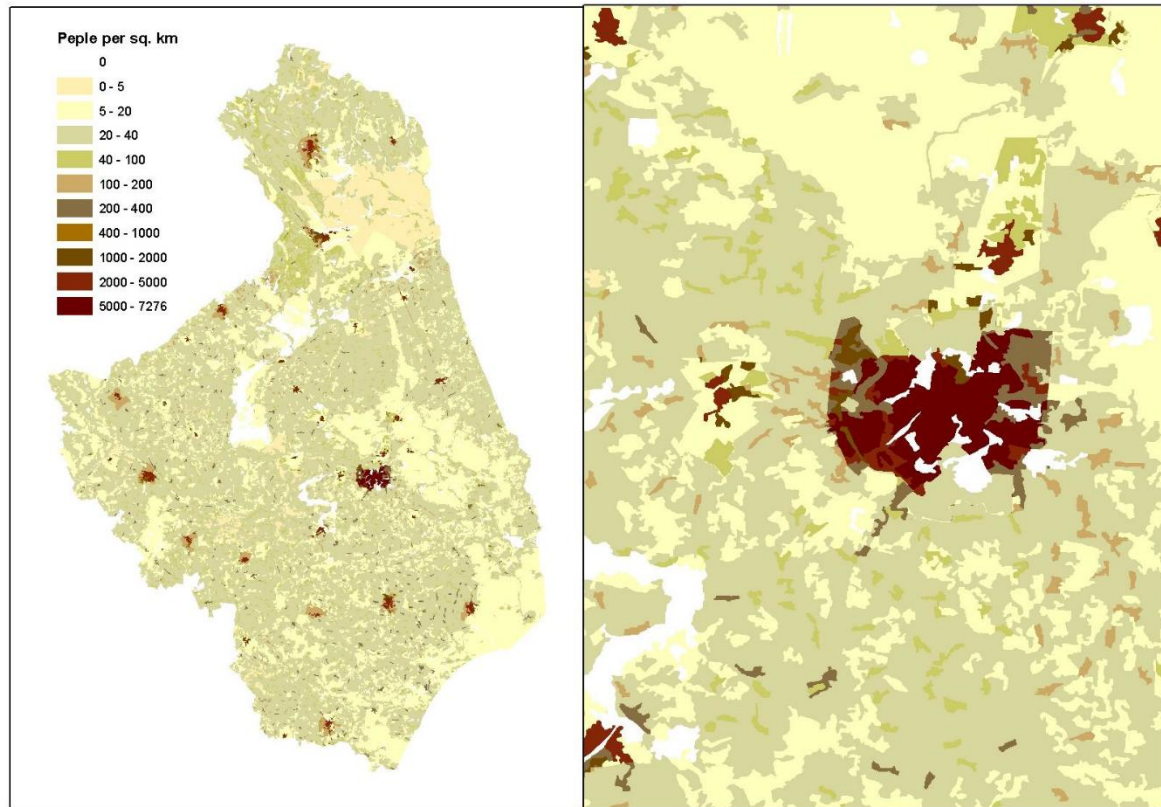


CORINE land cover třídy
- **dodatečné informace**

Aplikace dasymetrické metody – příklad 1 (Bielecka A., 2005)

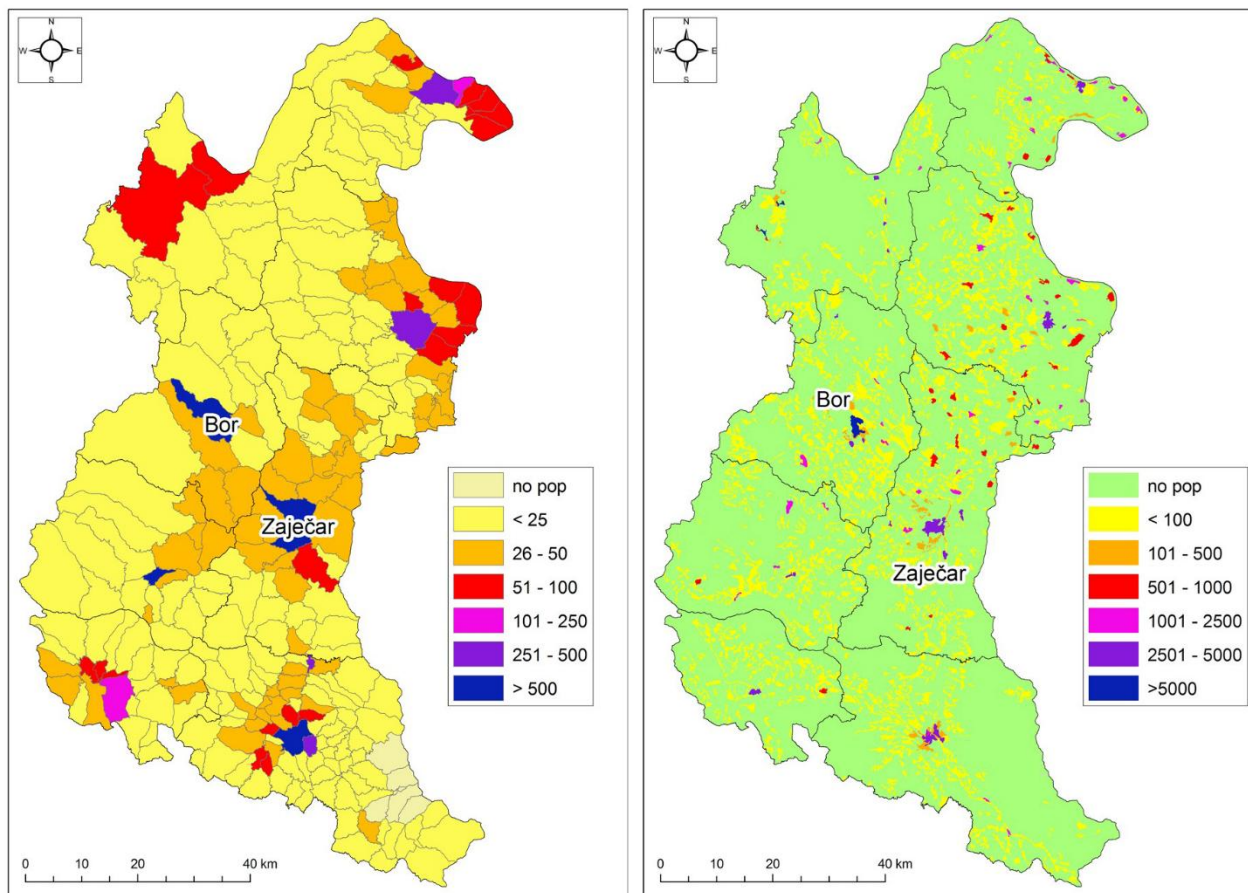


- binární způsob



- modifikace areálů zavedením vah

Aplikace dasymetrické metody – příklad 2 (Bajat et al., 2011)



choropleth map (=kartogram)

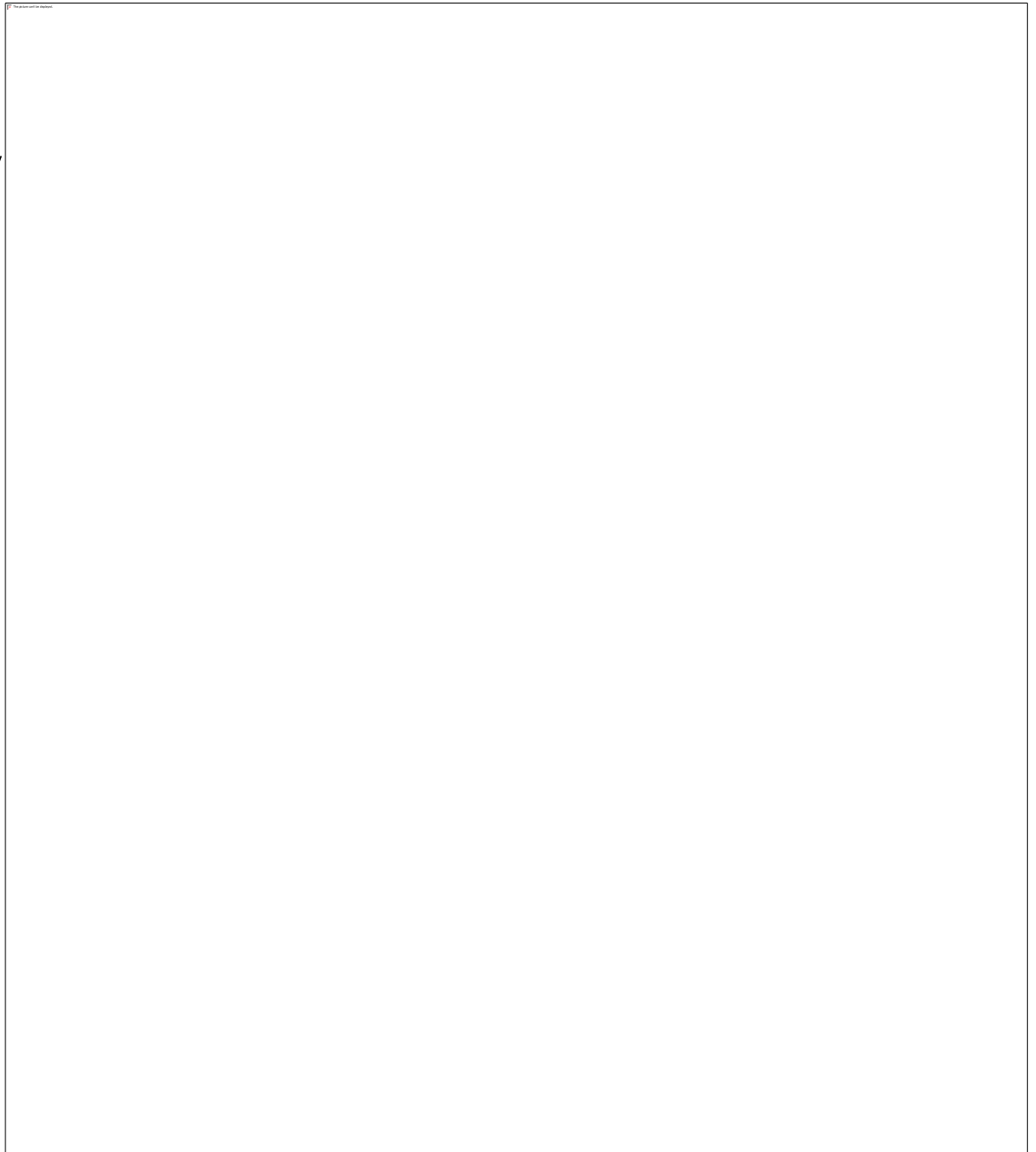
dasymetric map (Land cover data)

Population density maps of Timočka Krajina

Aplikace dasymetrické metody – příklad 3

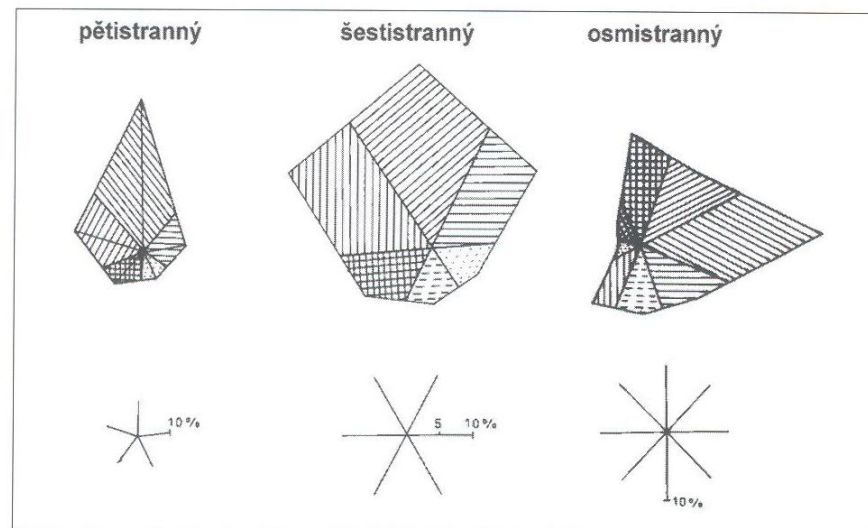
(Slocum et al., 2009)

... binární způsob +
generalizace různého
stupně



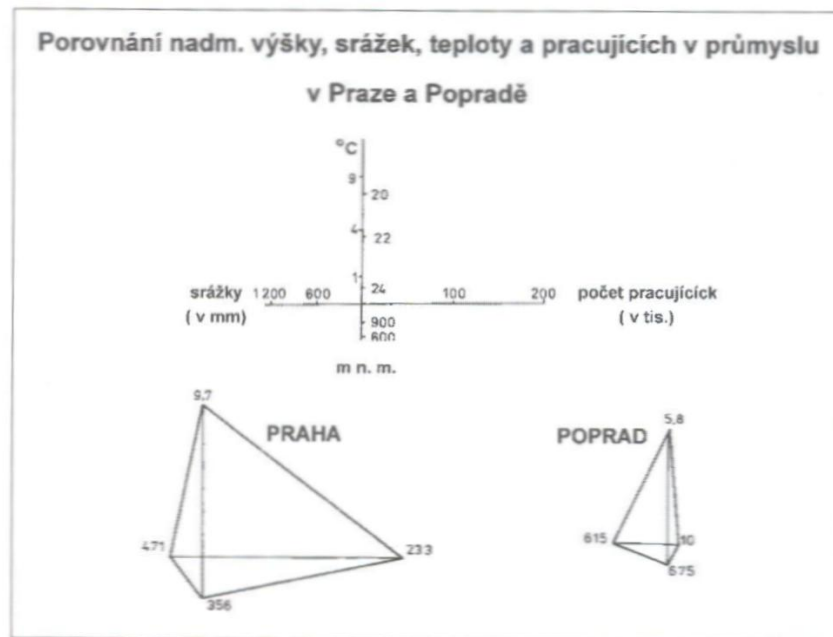
METODA KARTOTYPOGRAMU

- speciální metoda - umístění tzv. typogramů v mapě
- **typogram** vyjadřuje relativní hodnoty, nejčastěji %
- vynesení hodnot na soustavu os, vždy od průsečíku
- porovnání tvaru jednotlivých typogramů



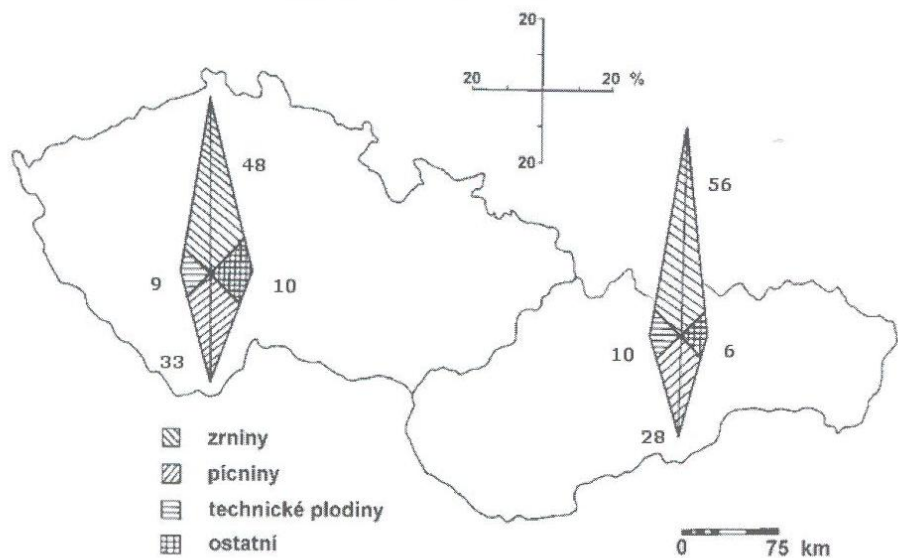
vícestranné typogramy

- **centrogram**
– vyjadřuje absolutní hodnoty



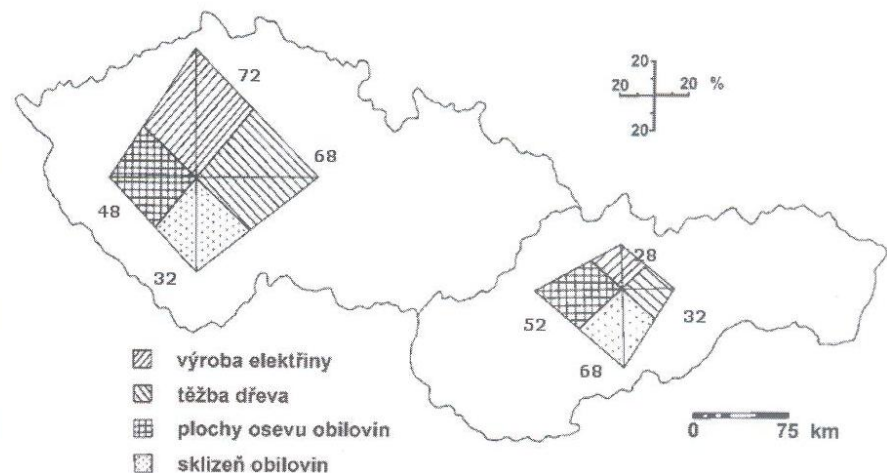
Kartotypogramy – příklady (Voženílek, Kaňok, 2011)

Plochy osevu v ČR a SR v roce 1989 [v %]



kartotypogram strukturní

Porovnání některých údajů v ČR a SR za rok 1989 [v %]



kartotypogram součtový

SÍŤOVÁ METODA

(metoda síťového mapování)

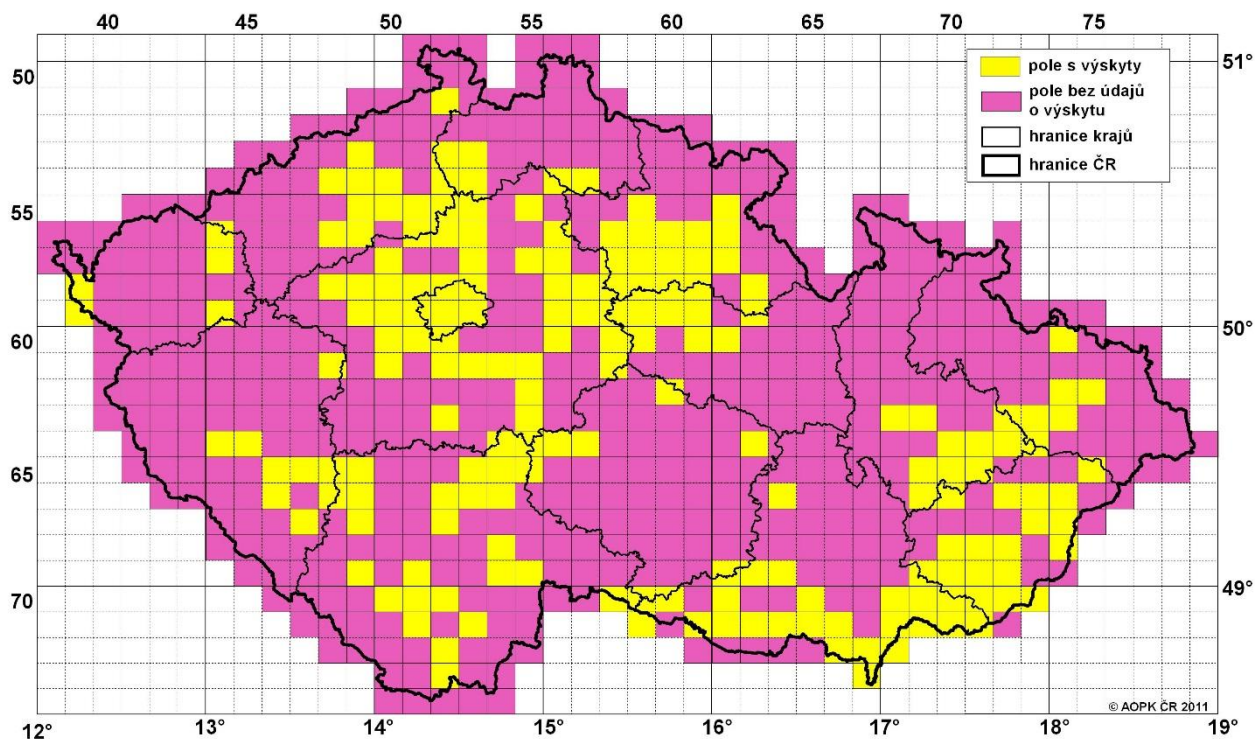
používá se především pro biomonitoring (mapování výskytu živočichů nebo rostlin)

princip:

- území ČR (resp. celé Evropy) je rozdělené na síť kvadrátů o rozměrech zhruba 11x12 km, které jsou odvozeny od zeměpisných souřadnic (celkem 628 čtverců, i s okrajovými 678 čtverců pro ČR)
- při jediném nálezů sledovaného druhu v určitém čtverci je čtverec považovaný za „osídlený“
- výskyt se vyznačí barvou nebo znakem umístěným ve čtverci
- kombinace barva + znak pro porovnání změn výskytu
- kvantitativní barevná stupnice pro syntetickou mapu výskytu více druhů sledovaných bioprvků

Sít'ová metoda – příklady

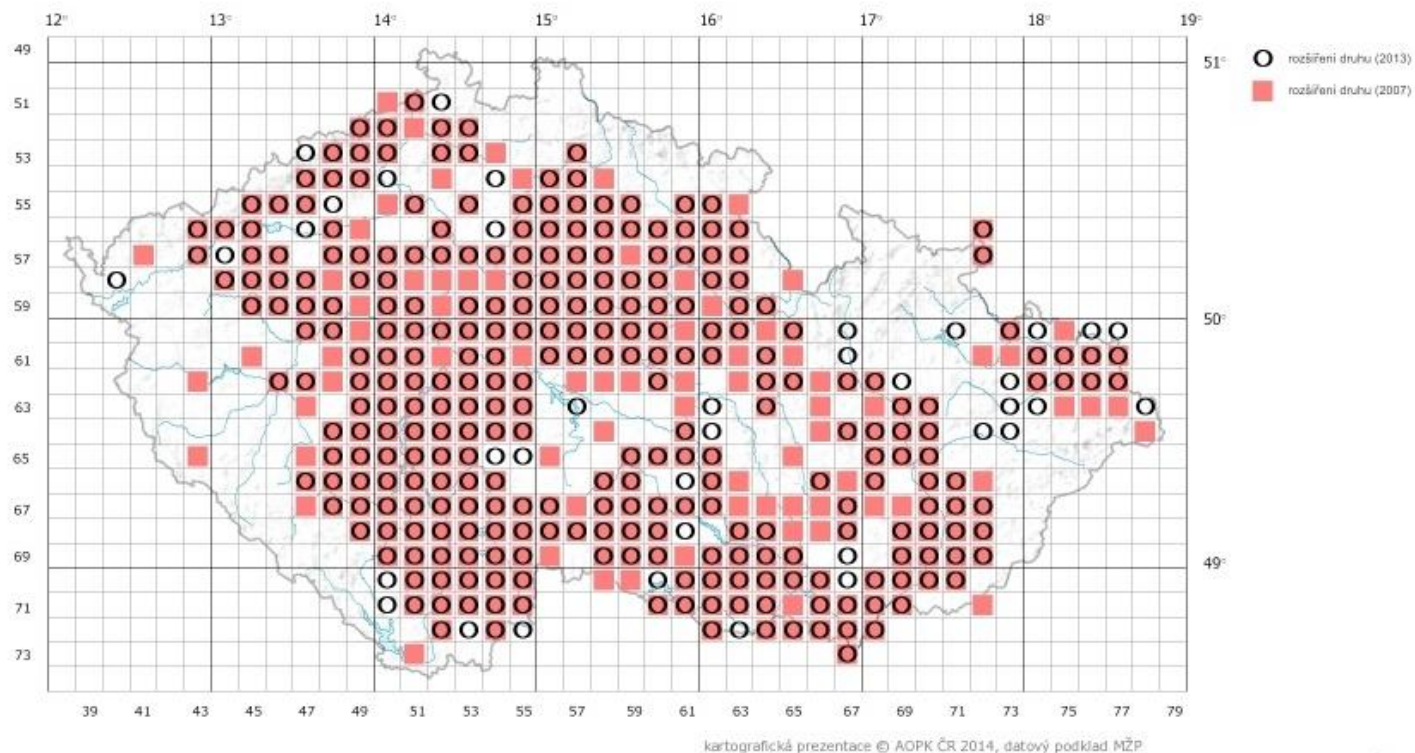
Výskyt měkkýšů v ČR v roce 2012



Sít'ová metoda – příklady

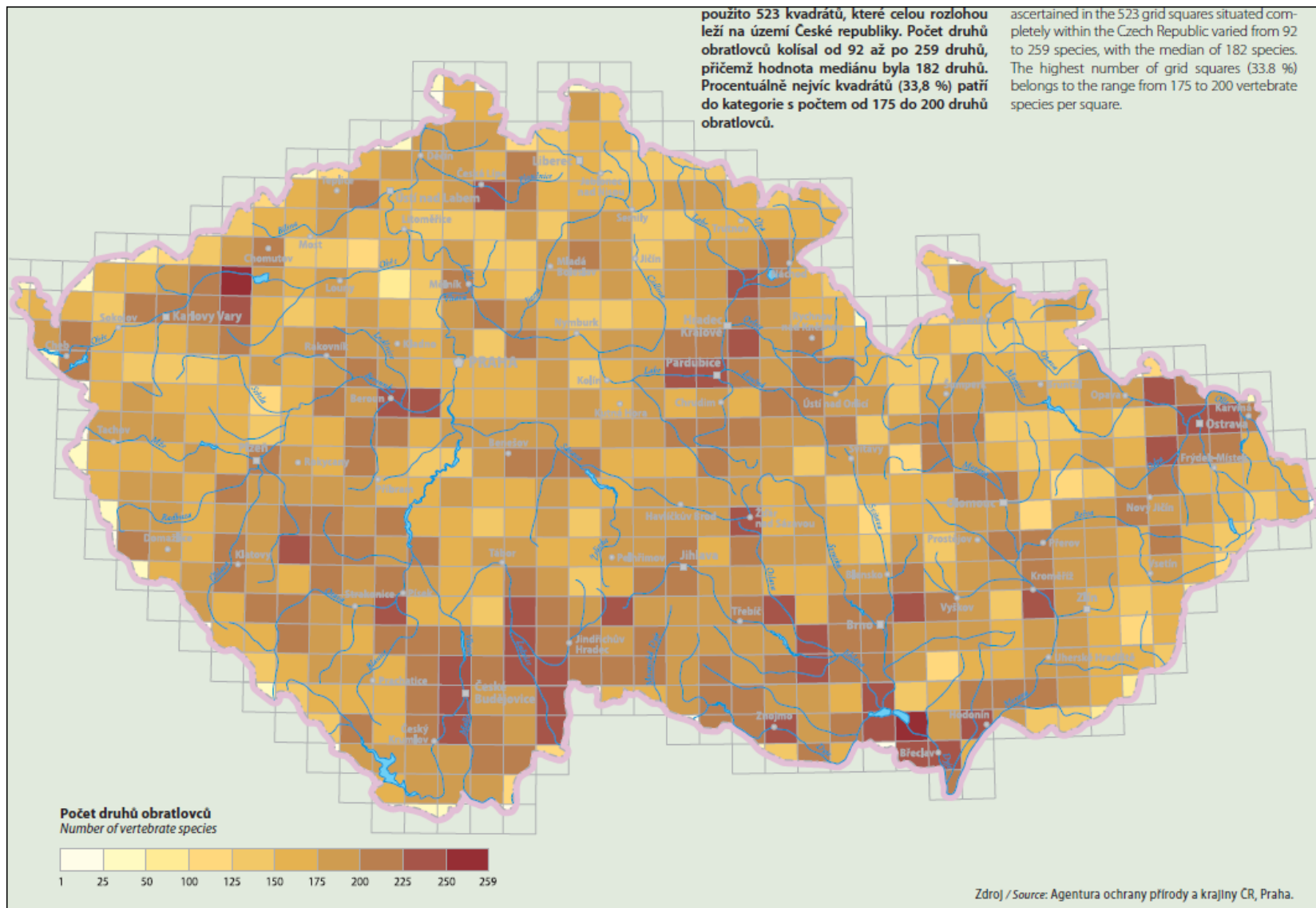
Porovnání výskytu kuňky obecné (*Bombina bombina*)
v ČR v letech 2013 a 2007

Rozšíření druhu *Bombina bombina* podle zdroje: AOPK ČR, 2013



Sít'ová metoda – příklady

Počet druhů obratlovců v ČR v roce 2010



STUPNICE V KARTOGRAFII

- nástroj umožňující kvantifikačně hodnotit jev
- důležité pro vytvoření kvalitní tematické mapy
- ovlivňuje srozumitelnost mapy
- analýza vstupních dat
(kvalitativní × kvantitativní, relativní × absolutní, statistické metody)
- **stupnice musí být vždy uvedena v mapě!**

Co je důležité

- volba typu stupnice
- postup při vytvoření šířky intervalů stupnice
- konečné grafické zpracování (volba barev apod.)
- správně vytvořená legenda

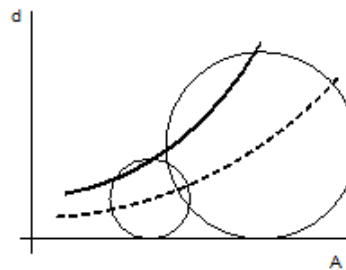
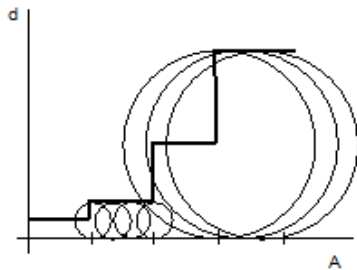
Dělení stupnic

STUPNICE			
A. INTERVALOVÁ		B. FUNKČNÍ	
plynule navazující	skoková	spojitá	skoková
konstantní	bez hiátu	----	s hiátem
pravidelně rostoucí resp. klesající	s hiátem	----	v důsledku změny vzorce
nepravidelná	----	----	----

hiát ... mezera, přerušení

... vypuštění jednoho nebo více intervalů (neobsahujících žádné hodnoty)

... u funkční stupnice: část stupnice se vynechá (jev se nevyskytuje)



Funkční stupnice

- převážně u metody kartodiagramů
- přesně stanovený matematický vztah mezi hodnotou znázorňovaného jevu a parametrem kartografického znaku
- je možné zjistit konkrétní velikost z parametru znaku
- diagramy – převážně geometrické obrazce s lehce měřitelnými parametry (sloupec, čtverec, kruh)

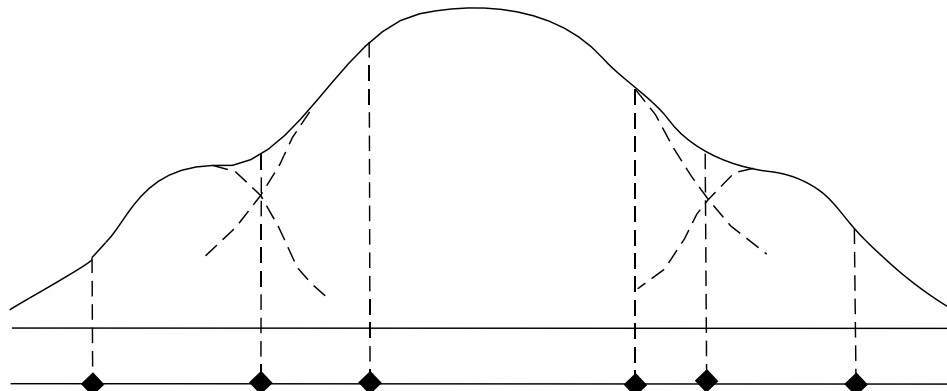
Funkce pro tvorbu kartodiagramů

Diagram	Vztah	Funkce
sloupec	lineární	$v = H : h$
čtverec	kvadratický	$a = (H : h)^{1/2}$
kruh	kvadratický	$r = [H : (\pi * h)]^{1/2}$
krychle	kubický	$a = (H:h)^{1/3}$

H – skutečná číselná hodnota jevu; h – jednotková míra užitá v diagramu
a, r, v – parametry diagramů (strana, hrana, poloměr výška)

Intervalové stupnice

- v metodách kartogramů, kartodiagramů, izolinií, v metodě teček (topografický přístup)
- **počet intervalů výsledné stupnice: 4 až 6** (výjimečně až 10)
- **vymezení intervalů podle statistického vyhodnocení souboru – zejména podle rozložení četností jevu**
- v sw pro tvorbu tematických map (např. ArcGIS) – klasifikace dat (*Classification*)



Klasifikace souboru dat

- **zjišťované statistické parametry** (základní nebo výběrový soubor):
rozsah souboru; hranice souboru; variační rozpětí; aritmetický průměr; medián; rozptyl a směrodatná odchylka, ...
- **rozdělení souboru na stejně velké intervaly**: výpočet přibližného počtu intervalů – různé přístupy
$$m \approx \sqrt{n} \quad m \leq 5 \log n \quad m \approx 1 + 3,3 \log n$$
kde m je počet intervalů a n počet statistických jednotek v souboru
- **zjištění absolutních četností** v těchto intervalech + histogram
(četnostní graf)
- **volba intervalů (tříd) podle rozložení četností jevu**
(rozdělení normální, vícevrcholové, exponenciální, ve tvaru U, rozdělení Pearsonovy křivky III. typu, ...)

Klasifikace souboru dat

- **statistické parametry**

rozsah souboru (počet prvků)

n

hranice souboru

$X_{max}; X_{min}$

variační rozpětí

$R = X_{max} - X_{min}$

aritmetický průměr

$X_{prům}$

medián

med

rozptyl (variance)

$s^2 = 1 / n \sum_i^n (X_i - X_{prům})^2$

směrodatná odchylka s

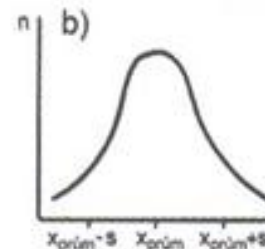
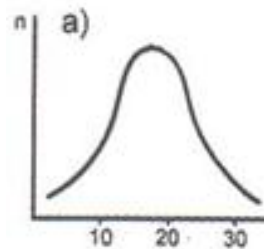
odmocnina z rozptylu

Rozložení četností jevu a volba hranic intervalů

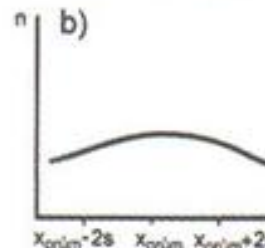
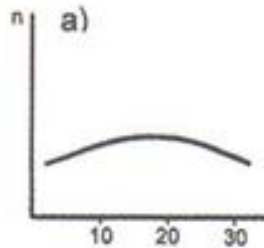
Normální rozdělení

- jev nejčastěji v okolí průměru, směrem k extrémům výrazně klesá (Gaussova křivka)
- využití průměru a směrodatné odchylky či jejího násobku

normální



normální ploché



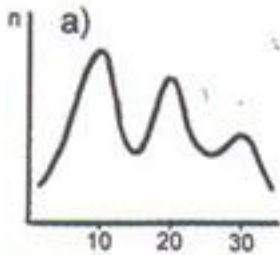
chybně

správně

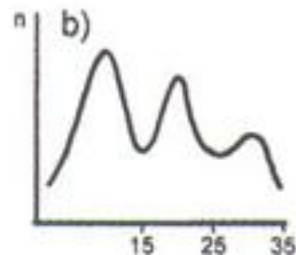
Rozložení četností jevu a volba hranic intervalů

Vícevrcholové rozdělení

- nesourodý soubor dat
- nejčastější případ
- každá vrcholová oblast a její okolí představuje typický atribut zkoumaného jevu
- často využití metody přirozených zlomů



chybně

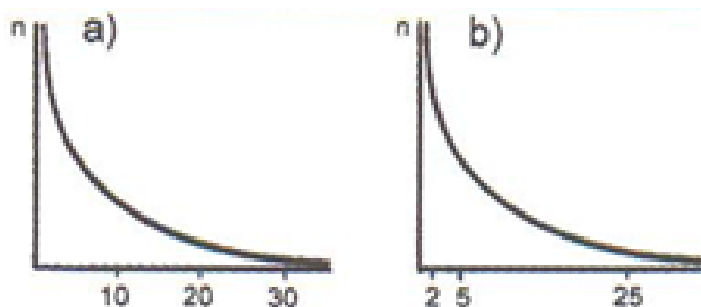


správně

Rozložení četností jevu a volba hranic intervalů

Exponenciální rozdělení

- nejčastější výskyt – nízké hodnoty
- rozdělení úseku nejčastějších hodnot exponenciálně
- minimální výskyty (vysoké hodnoty) – do jednoho nebo dvou intervalů



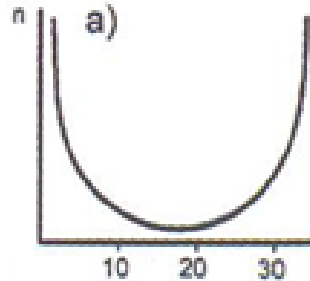
chybně

správně

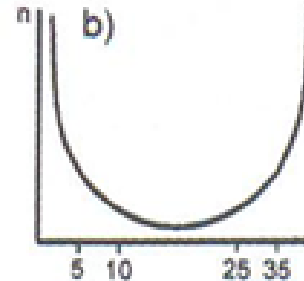
Rozložení četností jevu a volba hranic intervalů

Rozdělení ve tvaru U

- rozdělení dvou úseků vyšších četností pravidelnými intervaly
- oblast malých výskytů jevu – do menšího počtu intervalů



chybně

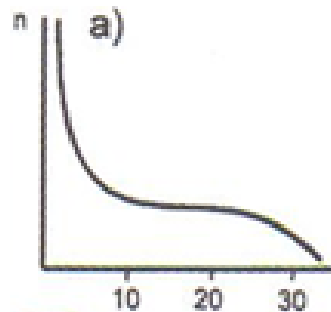


správně

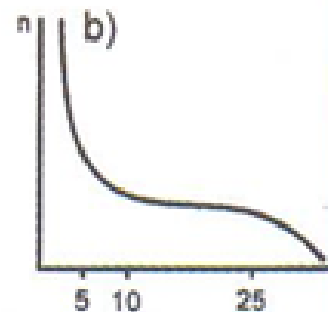
Rozložení četností jevu a volba hranic intervalů

Rozdělení Pearsonovy křivky III. typu

- rozdělení úseku vyšších četností pravidelnými intervaly
- oblast malých výskytů jevu a oblasti přibližně rovnoběžné s osou x (střední část křivky) – do menšího počtu intervalů



chybně



správně

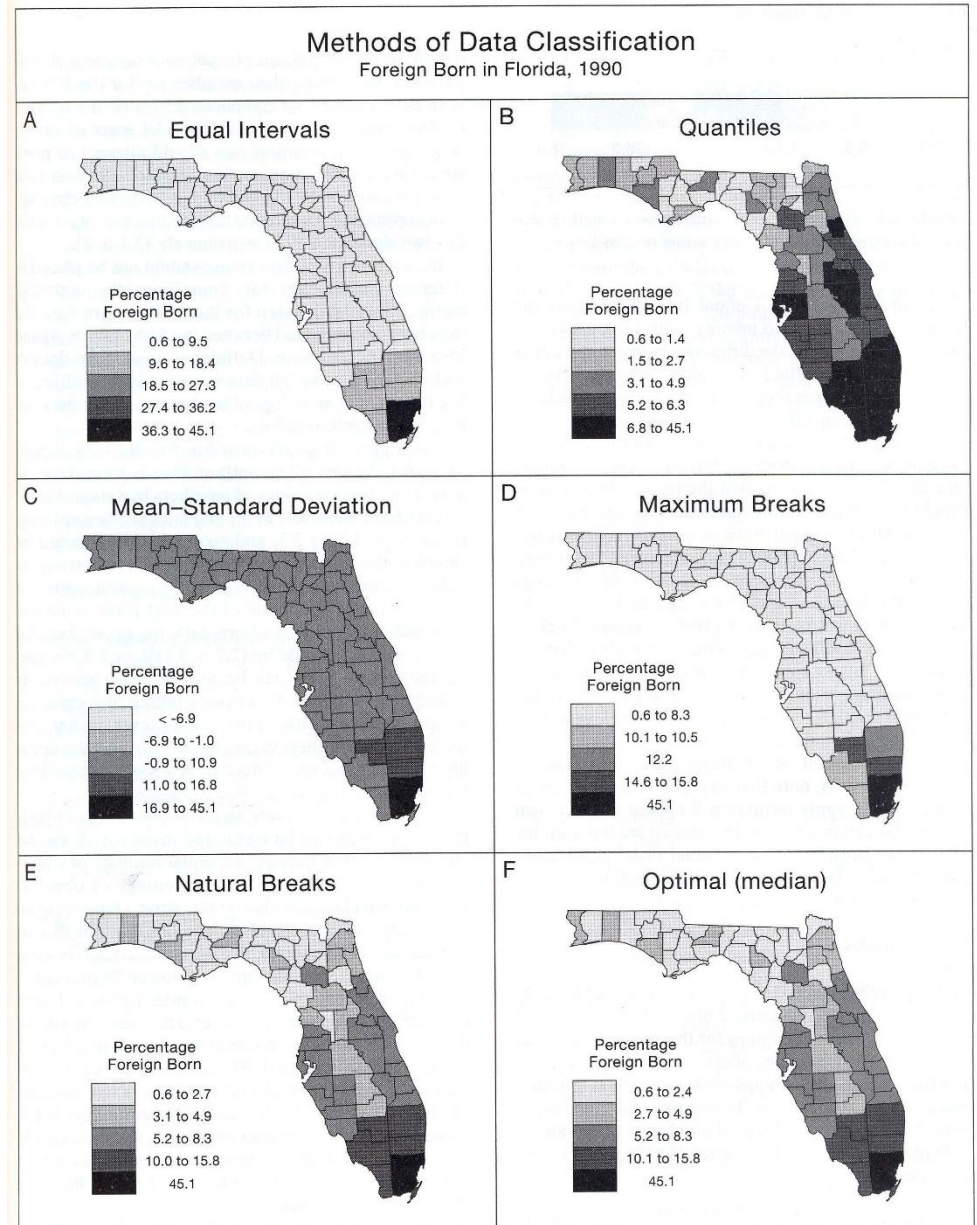
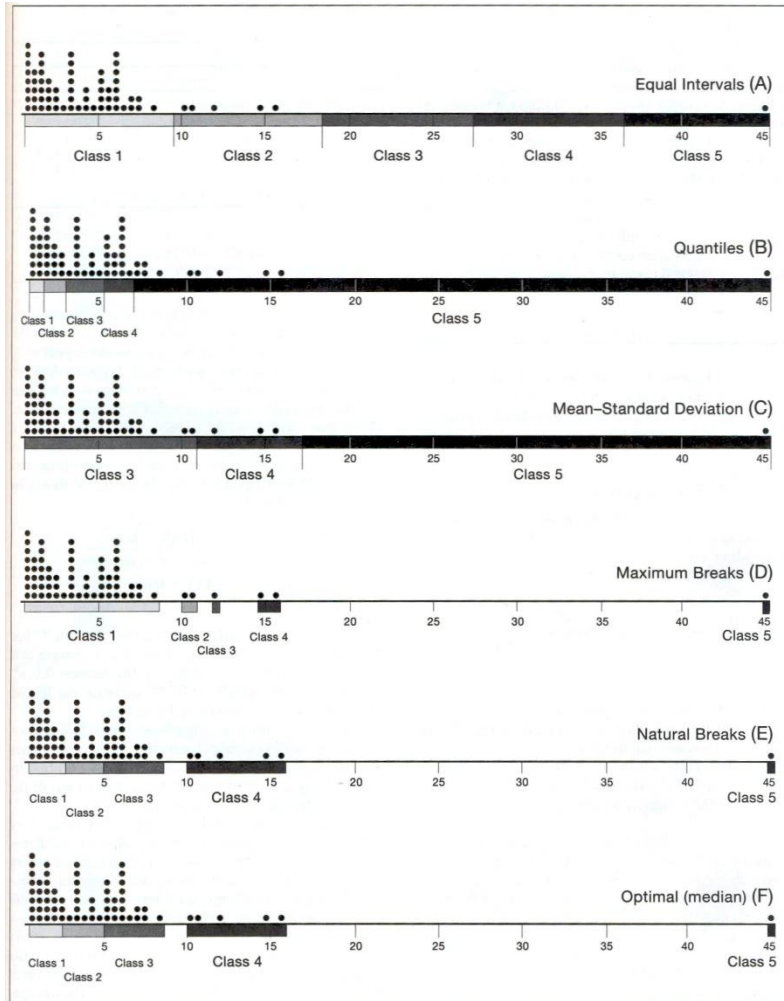
Různé metody stanovení intervalů (tříd)

- stejně velké intervaly (*equal intervals*)
- kvantily (*quantiles*)... kvartily, kvintily, decily – intervaly se stejným počtem jevů s využitím kvantilů a průměrných hodnot
např. 4 kvartily rozdělují statistický soubor na čtvrtiny, z nichž každá obsahuje 25 % prvků
- průměr a směrodatná odchylka (*mean / standard deviation*) – intervaly podle průměru a směrodatné odchylky
- maximální zlomy/mezery (*maximum breaks*) ... izolovaný výskyt hodnoty jevu
- přirozené zlomy (*natural breaks – Jenks*) – rozdělení do intervalů podle skupin s podobnými hodnotami, jako hranice se volí prázdná místa nebo inflexní body
- optimalizační metody (různé algoritmy...)

+ řada dalších (viz obor statistika)

Porovnání metod klasifikace dat pro tvorbu stupnic

(Slocum et al., 2009)



Intervalové stupnice - použití

- nejsou vhodné pro vyjadřování málo početných souborů
- hodnoty z intervalů stupnice by měly mít své grafické vyjádření v mapě (interval obsahuje obvykle více než jen jednu hodnotu)
- pro kartodiagram s intervalovou stupnicí se parametry výsledných diagramů vypočítají z hodnot jevů odpovídajících středům jednotlivých intervalů
- pozor na zápis plynulé stupnice v legendě: **princip jednoznačně zvolených nepřekrývajících se intervalů**, tedy
10,1–20; 20,1–30; 30,1–40; 40,1–50
- **kartogram: intenzita jevu obvykle vyjádřena barvou** – nejlépe odstíny jedné barvy nebo přechod dvou sousedních barev spektra
- **nejsvětlejší odstín znamená nejmenší intenzitu jevu, čím tmavší odstín, tím větší intenzita jevu**

Tematické mapy – zajímavé odkazy

- <http://www.datavis.ca/milestones/>

Milestones in the History of Thematic Cartography, Statistical Graphics and Data Visualization

- <http://www.worldmapper.org/>

tematické mapy vytvořené metodou kartografické anamorfózy

- <http://www.mapsofworld.com/thematic-maps/>

- <http://www.indexmundi.com/map/?v=21000&r=eu&l=en>

Literatura

- VOŽENÍLEK, V., KAŇOK, J. a kol. *Metody tematické kartografie – vizualizace prostorových jevů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011, ISBN 978-80-244-2790-4
- SLOCUM, T.A., McMASTER, R.B., KESSLER, F.C., HOWARD, H.H. *Thematic Cartography and Geovisualization*. Pearson Education, Prentice-Hall, Third edition, 2009. ISBN 978-0-13-229834-6
- BIELECKA, E. A dasymetric population density map of Poland. In: *Proceedings of the International Cartographic Conference*, 2005. A Coruña, Spain.
- BAJAT, B., KRUNIČ, N., KILIBARDA, M. Dasymetric mapping of spatial distribution of population in Timok region. International scientific conference and XXIV meeting of Serbian Surveyors, 2011, Kladovo, Serbia.
- SEMOTANOVÁ, E. Dějiny, současnost a perspektivy rekonstrukčních map. In: *Historická geografie*, Praha: Historický ústav AV ČR 34, 2007, s. 197-215.