

Jaromír KAŇOK

KLASIFIKACE STUPNIC A ZÁSADY JEJICH TVORBY PRO KARTOGRAM A KARTODIAGRAM

Kaňok Jaromír: Classification of Scales and Principles of Its Creation for Cartogram and Cartodiagram. Kartografické listy, 1999, 7, 5 figs., 1 tab., 15 refs.

Abstract: On thematic maps created on computers mistakes often appear. Mistakes are usually made by specialists - informaticists who miss basis of thematic cartography. One of the most often mistakes arise when creating scales of cartograms and cartodiagrams. *Cartogram is a map with partial territorial units, to which statistical data (relative values) mostly of geographical character are illustrated by area way. Cartodiagram is a map with partial territorial units, in which the statistic data (absolute values) mostly of the geographic character are demonstrated by the diagrams.* This procedure should be kept: 1. Numerate appearance of phenomenon in regular intervals, 2. Finding of the distribution, 3. Eventual testing, 4. Creation of scale according to the character of frequency division, 5. Choice of suitable colours, screens, 6. Arranging of resulting cartograms or cartodiagram.

Keywords: Thematic cartography, cartogram, cartodiagram, scale, terminology.

1. Úvod

Znázorňování kvantitativních údajů do mapy je podmíněno vztahem mezi prostorovou proměnlivostí jevu a relativní velikostí jevu, nebo prostorovou proměnlivostí jevu a absolutní velikostí měřeného jevu. Z tohoto pohledu můžeme rozdělit způsoby znázorňování kvantitativních údajů do mapy na metodu kartogramu, metodu kartodiagramu, metodu teček a metodu izolinií. Pokud potřebujeme znázornit relativní hodnoty jevu, použijeme metodu kartogramu. Pokud chceme znázornit absolutní hodnoty použijeme metodu kartodiagramu, metodu teček, nebo metodu izolinií (Kaňok 1995b). Při používání počítačových programů, vytvářejících tematické mapy, se v poslední době vyskytují zásadní chyby. Tyto chyby vznikají většinou proto, že tyto tematické mapy tvoří zpravidla odborníci-informatici, nebo i jiní odborníci-nekartografové, kterým chybí základy tematické kartografie. Z hlediska cíle tohoto příspěvku je vhodné definovat a vysvětlit obsahy pojmu kartogram a kartodiagram.

2. Metody kartogramu a kartodiagramu

Metoda kartogramu patří mezi nejčastěji užívaný vyjadřovací prostředek kvantity na mapách. Nepříliš podařené a dokonce zcela chybné definice jsou běžným jevem v manuálech mnoha GIS SW producentů. Na základě špatné definice dochází ke špatným konstrukcím. Snad nejčastější chybou je vkládání absolutních hodnot jevu, které nejsou vztázeny k ploše. Umožňuje to např. definice: *Kartogram je typ tematické mapy, která zobrazuje data podle rozmezí zadaných uživatelem. Rozmezí jsou stínována pomocí barev a vzorů.* Jinde se definuje kartogram jako kvantitativní areál nebo kvantitativní mapa. Ani poslední dvě definice plně nevystihují pojem kartogram. Obě definice totiž mohou svým velkorysým širokým pojetím zahrnovat metodu kartodiagramu, metodu teček i metodu izolinií. Kartogram definuje takto: **Kartogram je mapa s dílčími územními celky, do kterých jsou plošným způsobem znázorněna statistická data (relativní hodnoty!), většinou geografického charakteru.**

Podstatnou charakteristikou kartogramu je to, že znázorňuje relativní hodnotové ukazatele. Kvantitativní data jsou přepočtena (a to je velmi důležité) na jednotku plochy dílčího územního celku. Např. počet obyvatel na 1 km^2 , průměrný výnos plodiny z 1 ha , atp. Pokud nejsou kvantitativní data přepočtena na plochy dílčích územních jednotek, ale mají jen

vnější formu kartogramu jsou to pouze kartogramy nepravé nebo pseudokartogramy. V žádném případě nemohou vystihovat srovnatelnou intenzitu rozšíření jevu v dílčích územních celcích v celém území. Vnější forma kartogramu je charakteristický způsob znázornění statistických relativních hodnot. To znamená, že dílčí územní jednotky jsou vyplňeny rastrem nebo barevnými odstíny, které reagují na relativní velikost sledovaného geografického jevu. Hustota rastru nebo barevné odstíny jsou stanoveny na základě objektivně sestrojené stupnice. Náhodně sestavená stupnice (někdy záměrně, někdy z neznalosti) nesprávně ovlivňuje čtenářovu interpretaci sledovaného jevu.

Při jednoduchém dělení podle konstrukce dojdeme k 22 konstrukčně odlišných kartogramů. (Lze provést i jiné dělení: např. Pravda 1990.) Z tohoto poměrně velkého počtu kartogramů zařadili tvůrci počítačových programů jen některé. Tím (bohužel) omezili využívat i jiné druhy kartogramů, které někdy lépe vyjadřují speciální geografické jevy. V softwarech zaměřených na GIS je možné konstruovat jen některé kartogramy, a to z jednoduchých (homogenní, kvalifikační, selektivní, geometrický) a jeden ze vztahových (korelační). I z těchto pěti možností se v běžné praxi téměř výhradně využívá pouze jeden: kartogram jednoduchý homogenní. Když uvážíme, že mnoho odborníků-nekartografů konstruuje jednoduchý kartogram chybějící je situace v tvorbě kartogramových map přímo katastrofální. Obdobná situace je u kartodiagramových map.

Kartodiagram definují takto: **Kartodiagram je mapa s dílčími územními celky, do kterých jsou diagramy znázorněna statistická data (absolutní hodnoty!), většinou geografického charakteru.**

Diagramy mohou být znázorněny jako body, linie, nebo plochy. Proto dělíme i kartodiagramy na bodové, plošné a líniové. Rozdíl mezi kartodiagramem plošným a kartodiagramem bodovým je na první pohled velmi malý.

Kartodiagramy bodové jsou v některé naší literatuře zastarale nazývány lokalizovanými diagramy. Termín *lokalizovaný diagram* se nedoporučuje používat. Pokud ho použijeme, máme tím na mysli vždy jen jeden diagram vložený k bodu do mapy. Kartodiagram bodový je však taková mapa, kde jsou kvantitativní charakteristiky bodů znázorněny množinou diagramů. Hodnoty jevu se vztahují k bodům (např. k meteorologickým stanicím), avšak data v mapě musí být zpracována komplexně k celé zkoumané ploše a hlavně jednotně. Musí být vytvořena objektivní stupnice pro data v celé mapě a nikoli pro jednotlivé lokalizované diagramy.

Kartodiagramy plošné se liší od kartodiagramů bodových tím, že se vztahují k ploše (státu, regionu, administrativní jednotce, nebo k uceleným přírodním jednotkám, např. k povodím). Lokalizace zvoleného druhu diagramu je volnější a obvykle ho umisťujeme do centra plochy ke které se diagram vztahuje. Snažíme se diagram umístit vždy tak, aby byl celý v daném dílčím území. Pokud to nejde, je možné umístit diagram mimo celkovou plochu a použijeme k upřesnění šipky, nebo užijeme číslo a ve vysvětlivkách přiřadíme k číslu příslušný diagram.

Kromě dělení kartodiagramů na bodové, plošné a líniové, můžeme dělit (klasifikovat) kartodiagramy podle způsobu konstrukce a počtu znázorňovaných jevů (Kaňok 1992). Existuje až 24 konstrukčních možností, ale nabídka počítačových produktů je mnohem nižší. V podstatě se v oblasti počítačových produktů používá jen 10 druhů kartodiagramů. Přitom není programový produkt, který by jednoduchým způsobem (v přímé nabídce!) používal všech 10 druhů kartodiagramů. V současné době se v rámci tvorby tematických map na počítačích nejvíce využívají kartodiagramy jednoduché, především kruhové (strukturální a dynamické sloupcové). Kruhový-strukturní diagram je v počítačové hantýrce zcela nesprávně označován za *koláčový graf*. Informatici by se v tomto případě měli přizpůsobit terminologii kartografií.

3. Klasifikace stupnic

V tematické kartografii se někdy používají málo vystížné názvy pro různé druhy stupnic. Velmi často autoři dělí stupnice na další, dílčí, aniž se některé z nich v mapové tvorbě někdy objevily. Např. stupnice geometrická se v produkci map téměř nevyskytuje. Jsou to stupnice vyumělkované, i když ve výzkumu v tematické kartografii jsou teoreticky možné.

Navrhoji terminologicky propracovanější klasifikaci stupnic pro tematickou kartografii a počítačovou kartografii. Toto dělení je logičtější a respektuje teorii i praxi tvorby stupnic. Navíc každá další (*nová*) stupnice je do tohoto systému zařaditelná.

STUPNICE

1. INTERVALOVÁ

- 1.1 plynule navazující
- 1.1.1 konstantní
- 1.1.2 pravidelně rostoucí
(pravidelně klesající)
- 1:1:3 nepravidelná

2. FUNKČNÍ

- 2.1. spojitá
- 2.2. skoková

- 2.2.1. s hiátem
- 2.2.2. v důsledku změny vzorce

Obr. 1 Klasifikace stupnic

Nejpropracovanější a zároveň nejužívanější je **stupnice intervalová - plynule navazující**. V této stupnici jednotlivé intervaly na sebe plynule navazují. Důležitou podmínkou u všech intervalových stupnic je, že ke každému intervalu ve stupnici uvedené v legendě mapy existuje aspoň jedna hodnota ve znázorněné oblasti mapy.

Mezi 1.1.1. **konstantní stupnice** patří:

- Stupnice s rovnoměrným rozdelením celé variační šíře souboru hodnot konstantními okrouhlými hodnotami tak, že všechny intervaly mají stejnou velikost (**aritmetická stupnice**). Tato stupnice se používá především pro tzv. první přiblžení celého souboru dat, pro zjištění rozložení dat, pro zjištění rozdělení četnosti.

Mezi 1.1.2. pravidelně rostoucí (klesající) stupnice lze zařadit následující:

- Teoreticky zde může být zařazena i nepoužívaná **geometrická stupnice**. Jako příklad můžeme uvést: 5 - 9,9; 10 - 19,9; 20 - 39,9; 40 - 79,9; atd.
- Zde může být zařazena další nepoužívaná stupnice, např. **stupnice logaritmická**, atd.
- Obecně lze do této skupiny zařadit všechny teoretické řady, které mají matematicky definovanou posloupnost, ale takovou, kde se velikost následujícího intervalu zvětšuje (nebo zmenšuje). Dlužno říci, že se v tematické kartografii používají jen v teoretickém výzkumu.

Mezi 1.1.3. nepravidelné stupnice lze zařadit:

- **Stupnice s rovnoměrným rozdelením** úseku velkých četností jevu a oblast minimálních výskytů četností geografického jevu zahrneme do jednoho až dvou intervalů. Většinou se tato stupnice užije u normálního rozdělení, ale také u extrémně levostranného nebo u extrémně pravostranného rozdělení četností. Užívá se i u rozdělení blízké rozdělení exponenciálnímu (největší četnosti výskytu jsou v oblasti nízkých hodnot a průběh četnosti výskytu jevu připomíná exponenciál). Užívá se též u rozdělení četností tvaru U a u Pearsonovy křivky třetího typu.

- **Stupnice s exponenciálním rozdelením** variační šíře úseku velkých četností. Úsek velkých četností rozdělíme exponenciálně a oblast minimálních výskytů četností geografického jevu zahrneme do jednoho až dvou intervalů.

- **Stupnice sedlová**. Jde o vícevrcholové rozdělení četností. Šířky intervalů jsou podmíneny výskytem minim a maxim. Hranice intervalů jsou definovány minimy průběhu rozdělení četností.

- **Stupnice odvozené od průměru** celého výběrového souboru. Užívají se při normálním rozdělení výběrového souboru.

a) Průměr $x_{\text{prům}}$ a směrodatná odchylka s .

Hranice intervalů jsou: $(\infty; x_{\text{prům}} - s)$; $(x_{\text{prům}} - s; x_{\text{prům}})$; $(x_{\text{prům}}; x_{\text{prům}} + s)$; $(x_{\text{prům}} + s; \infty)$.

b) Průměr $x_{\text{prům}}$ a dvojnásobek směrodatné odchylky $2s$.

Hranice intervalů jsou: $(\infty; x_{\text{prům}} - 2s)$; $(x_{\text{prům}} - 2s; x_{\text{prům}})$; $(x_{\text{prům}}; x_{\text{prům}} + 2s)$; $(x_{\text{prům}} + 2s; \infty)$.

c) Průměr $x_{\text{prům}}$ a průměrná absolutní hodnota odchylek od průměru d_x .

Hranice intervalů jsou: $(\infty; x_{\text{prům}} - d_x)$; $(x_{\text{prům}} - d_x; x_{\text{prům}})$; $(x_{\text{prům}}; x_{\text{prům}} + d_x)$; $(x_{\text{prům}} + d_x; \infty)$.

• **Stupnice odvozené od mediánu** celého výběrového souboru. Užívají se při normálním rozdělení výběrového souboru.

a) Medián x_{med} , dolní kvartil x_{25} a horní kvartil x_{75} .

Hranice intervalů jsou: $(\infty; x_{25})$; $(x_{25}; x_{med})$; $(x_{med}; x_{75})$; $(x_{75}; \infty)$.

b) Můžeme použít i pentilů, nebo výjimečně decilů. Musí se však vždy posoudit vhodnost použití. Pro čitelnost mapy se doporučuje maximálně 6, někteří autoři uvádějí ještě jako maximum 10 intervalů.

Stupnice intervalové - skokové (1.2.) jsou takové stupnice, kde je jeden, někdy i více intervalů vypuštěno. Vypuštěním jednoho nebo více intervalů dojde k přerušení plynule navazující intervalové stupnice a tím vznikne **mezera - hiát**. Důvodem vypuštění intervalu však může být pouze neexistence jevu v mapě pro daný interval!

Mezi stupnice 1.2. intervalové - skokové můžeme zařadit:

- stupnice aritmetickou,
- stupnice geometrickou,
- stupnice logaritmickou,
- další stupnice, které mají matematicky definovanou posloupnost,
- stupnice sedlovou.

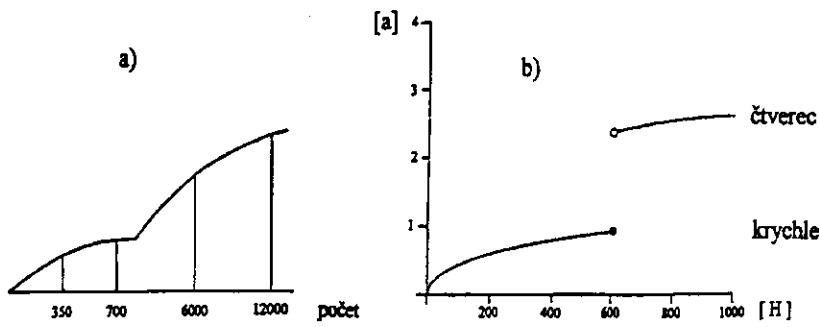
Druhou velkou skupinou stupnic jsou **stupnice funkční**. Ty se dělí na stupnice spojité a skokové. U **funkční stupnice - spojité** (2.1.) je číselná hodnota konkrétního geografického jevu pro každý diagram individuálně vypočtena a je funkčně jednoznačná. Výběr nejčastěji používaných funkcí v kartodiagramech ukazuje tab. 1, kde H je skutečná číselná hodnota geografického jevu; h je jednotková míra užitá v diagramu (měřítko délkové, plošné, objemové); v je výška sloupce vyjádřená ve stejných jednotkách délky jako m ; a , r jsou parametry diagramů (strana, poloměr, hrana). Řadu dalších funkcí je možno najít v pracích Kanok (1992, nebo 1999), Veverka (1997).

Tab. 1: Výběr funkcí pro tvorbu kartodiagramů

Geometrický obrazec, těleso	Vztah	Funkce
soupeč	lineární	$v = H : h$
čtverec	kvadratický	$a = (H : h)^{1/2}$
kruh	kvadratický	$r = [H : (\pi \cdot h)]^{1/2}$
krychle	kubický	$a = (H : h)^{1/3}$

Stupnice funkční-skokové (2.2.) jsou takové stupnice, kde jsou určité části vypočetných velikostí grafických symbolů vypuštěny. U skokové stupnice s hiátem (2.2.1.) není grafická legenda stupnice zpracována spojite pro všechny hodnoty geografického jevu ve znázorňované oblasti. Variační rozpětí u některých výběrových souborů je příliš velké a proto se vymezuje v grafické stupnici určitá část a tím vzniká ve funkčním vyjádření meze - hiát (obr. 2). Vypuštění části grafické stupnice však může být provedeno pouze tehdy, jestliže se jev o příslušných vypuštěných hodnotách v mapě nevykytuje! U skokové stupnice vznikl v důsledku změny vzorce (2.2.2.) je funkční vztah přerušen a nahrazen jiným funkčním vztahem. Obyčejně se od jisté hranice hodnot změní koeficient funkčního vztahu dvakrát, nebo třikrát. Například vzorec $a = (H : h)^{1/2}$ je u extrémně vysokých hodnot souboru nahrazen vzorcem $a = [(H : h)^{1/2}] : 2$. Přitom výsledky (strany čtverce) musí být výrazně větší než z původního vzorce.

Výjimečně měníme vzorec za vzorec jiné kategorie (např. vztah kvadratický za kubický). Této metody se používá tehdy a jen tehdy, jestliže se vyskytuje ve znázorňovaném souboru dvě skupiny hodnot jevu, které se výrazně liší svými hodnotami, tvoří dvě výrazně odlišné skupiny dat a vzniknou praktické problémy s jejich znázorněním. Ve výsledném kartodiagramu se pak vyskytují 2 skupiny diagramových znaků, které se od sebe velikostně podstatně liší. Důležité a přímo nezbytné je čtenáře na tyto netypické tvorby stupnic (změny vzorců) v mapě i v textu výrazně upozornit! Pokud je to jen trochu možné, tak se konstrukcím stupnic (2.2.2.) vyhneme.



Obr. 2 Příklady funkčních skokových stupnic. a) 2.2.1, b) 2.2.2.

Příklady stupnic:

Autor kartogramů a kartodiagramů by měl především vědět, že oba kartografické vyjádřovací prostředky slouží především ke kartografické a geografické regionalizaci. Mají sloužit k vymezení větších či menších území v dané oblasti, které mají něco společného. Pokud je však stupnice vytvořena špatně, oblasti homogenity vyhodnocovaného územního jevu nemusí být nalezeny. Pokud si autor využitelnost kartogramů a kartodiagramů uvědomuje pak by si měl odpovědět ještě na další tři otázky:

- Jde o plynoucí reklamu?
- Jde o solidní vědeckou práci?
- Komu výsledek předkládá, koho chce svým výsledkem přesvědčit?

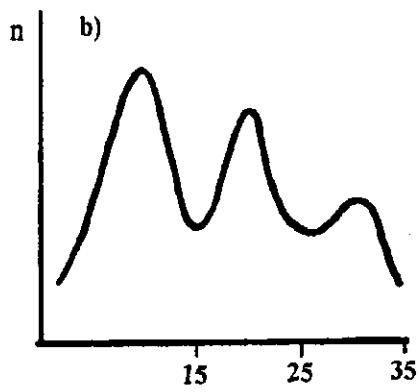
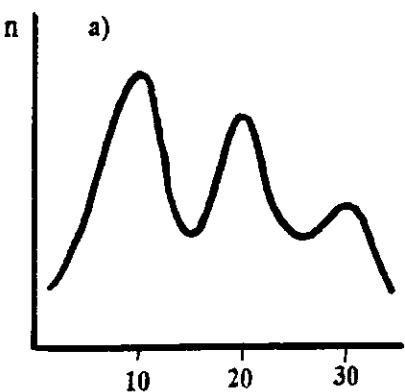
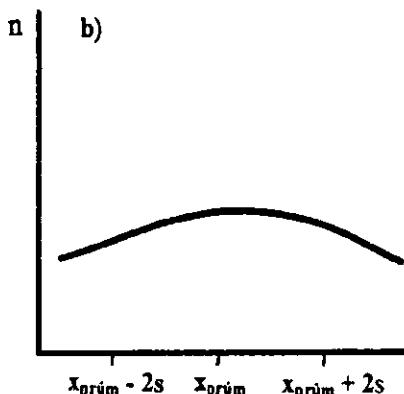
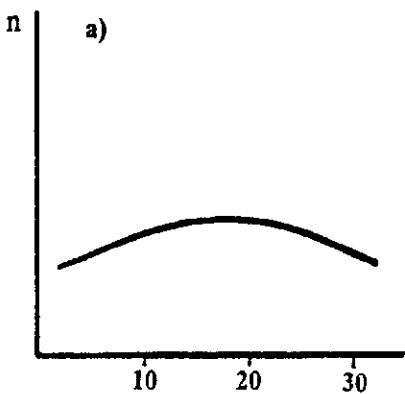
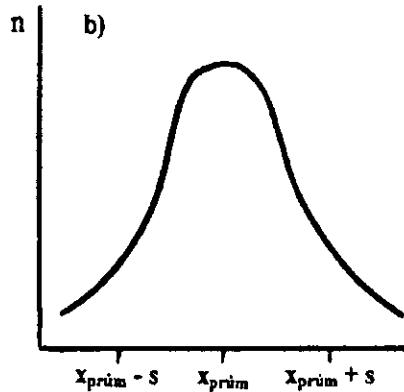
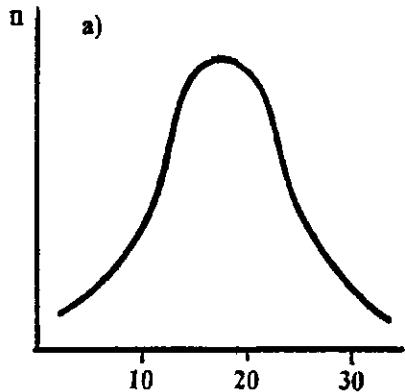
Postupem doby vykrystalizoval tento pracovní postup při tvorbě stupnice (Kaňok 1998):

- Pro orientaci si vytvoříme četnosti výskytu jevu souboru v pravidelných intervalech.
- Z bodu jedna vyplýne zjištění o jaké teoretické rozdělení četností jde.
- Provedeme testování.
- Vytvoříme stupnici podle povahy rozdělení četností.
- Zvolíme vhodné barvy, nebo vhodné rastrovky.
- Sestavíme výsledný kartogram či kartodiagram (kompozice mapového díla).

Každý z výše uvedený bodů obsahuje systém dále dělitelných pracovních kroků. Pokud se provedou správně, výsledek bude bezchybný.

Na základě dlouhodobého studování různých druhů souborů geografických dat (body 1 až 3) jsme došli k tomuto závěru. Nejčastěji se vyskytuje v běžných geografických výběrových souborech teoretická rozdělení (pořadí podle abecedy): normální rozdělení (ploché, špičaté, levostranné, pravostranné), Pearsonova křivka třetího typu, rozdělení blízké exponenciálnímu, rozdělení tvaru U, vícevrcholová rozdělení. Na těchto typech rozdělení si ukážeme tvorbu objektivních intervalových stupnic.

Na obr. 3. jsou ukázány vždy dvě varianty tvorby stupnic: špatná - dobrá, a to pro různá teoretická rozdělení. První dva případy patří do kategorie normálních rozdělení. V obou případech obvykle používáme rozdělení souboru do 4 intervalů (viz skupina stupnic 1.1.3.) a používáme aritmetický průměr a směrodatnou odchylku. Někteří autoři (Murphy 1983, Čapek a kol. 1992) doporučují též použít aritmetický průměr a průměrné absolutní hodnoty odchylek od průměru, nebo medián a horní a dolní quartil. Podle našich zkušenosťí ve všech čtyřech případech dochází téměř k shodným objektivním stupnicím (při normálním rozdělení to je celkem logické). Pokud je normální rozdělení ploché, lze pro rozdělení souboru do intervalů použít dvojnásobek směrodatné odchylky. Pokud potřebujeme více než 4 intervaly lze použít např. decily. Je to však dosti nebezpečné, neboť 10 intervalů může vytvořit zcela nepřehlednou mapu. Velmi častým případem rozdělení četností geografických jevů je vícevrcholové rozdělení, které ukazuje na nesourodý statistický soubor. Statistický soubor je sice nesourodý (korelační koeficient by byl velký), ale geografové ví, že každá vrcholová oblast a blízké okolí křivky charakterizuje něco typického. Každý interval vyděluje vrchol a nejbližší okolí vyděluje danou oblast od jiných oblastí. Může jít např. o výskyt je-

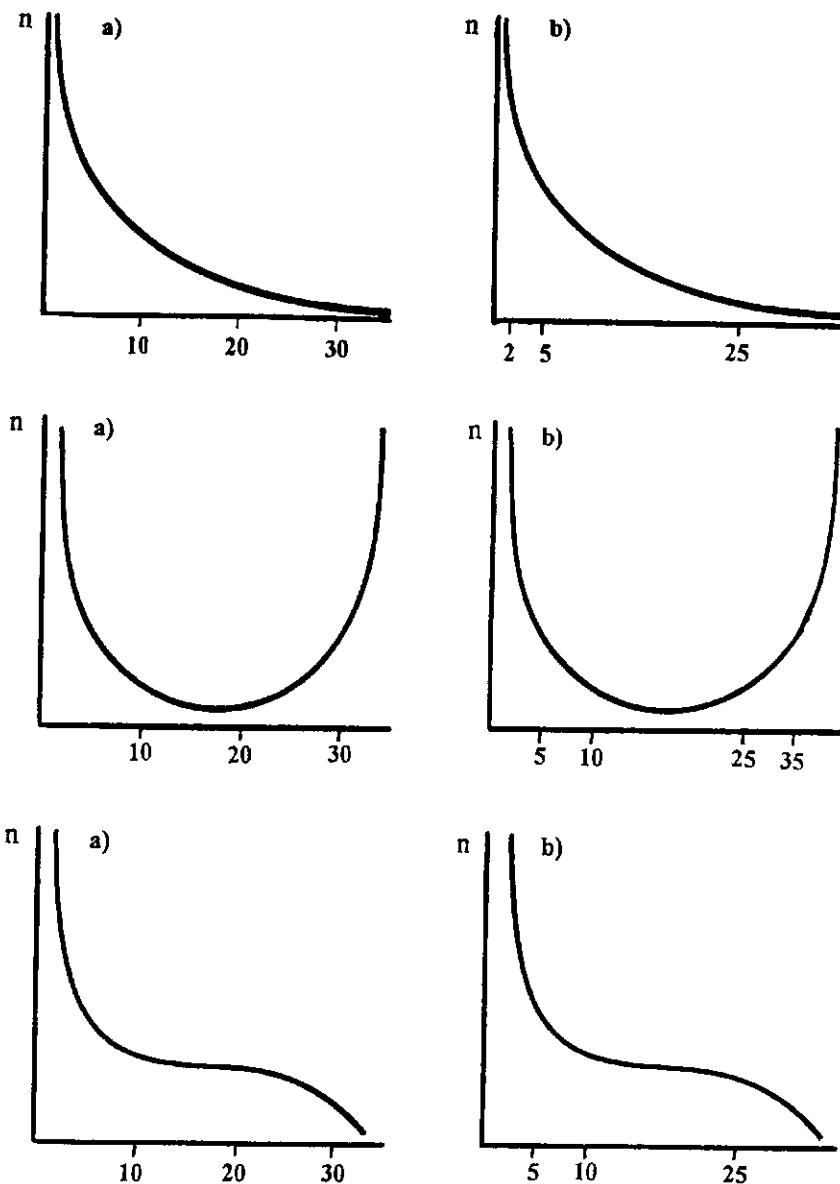


Obr. 3 Vymezení intervalů stupnice

a) špatně, b) dobře (normální rozdělení, ploché normální rozdělení, vícevrcholové rozdělení).

vu v oblastech horských, nížinných, údolních, průmyslových, nebo zemědělských, atd. Obce vyskytující se ve stejném vrcholu mají něco společného.

Rozdělení četností blízké exponenciálnímu (obr. 4) je případ, kdy nejčastější výskytu je v u mají nízké hodnoty, např. 1, 2, nebo 3. V tomto případě je nejlepším řešením rozdělit



Obr. 4 Vymezení intervalů stupnice

a) špatně, b) dobře (rozdelení blízké exponenciálnímu, rozdelení tvaru U, rozdelení Pearsonovy křivky III. typu).

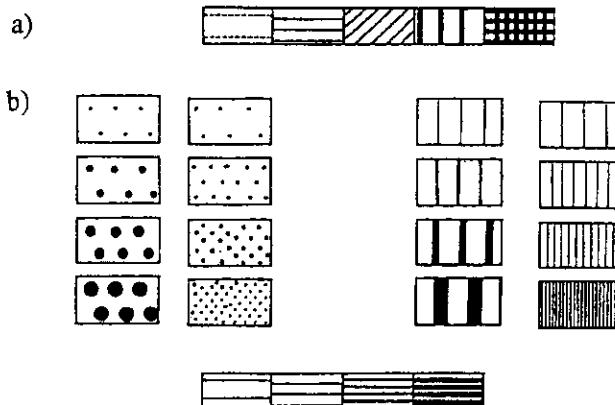
úsek největších četností (nízké hodnoty) exponenciálně a minimální výskyt geografického jevu (vysoké hodnoty) zahrnout do jednoho až dvou intervalů. Další dva příklady se v geografických disciplínách vyskytují méně často (rozdelení U, Pearsonovu křivku třetího typu). V těchto případech zařadíme do pravidelných intervalů oblasti nejvyšších a nejnižších výskytů jevu (rozdelení U). Oblast křivky relativně rovnoběžnou s osou x zahrneme obvykle do jednoho širšího intervalu. Např. střední část Pearsonovy křivky a nejnižší část křivky U. Jde zase o snahu, zachytit něco společného v geografickém prostoru.

4. Vnější forma stupnic

Po vytvoření objektivní stupnice přistupujeme ke grafickému znázornění stupnice (barvy, rastry, legenda). Začneme z kartogramem. Hustota rastru nebo barevné odstíny musí odpovídat objektivně sestrojené stupnici. Nejběžnějším způsobem vyjádření kvantity ve stupnicích kartogramů je šrafování. Intenzita jevu je naznačena hustotou šrafování. To znamená: šrafování nejřidší označuje nízkou intenzitu jevu, šrafování nejhustší nejvyšší intenzitu jevu.

Kromě vzdálenosti jednotlivých čar se používá k vyjádření intenzity i tloušťka čar. Čím větší intenzita, tím tlustší čary. Přechod mezi jednotlivými třídami má být plynulý ale vždy opticky zřetelný. Doporučuje se provádět šrafování jedním směrem, např. JZ-SV, nebo SZ-JV. Často se používá šrafování rovnoběžné s okrajem listu (svislé, nebo horizontální).

Intenzitu jevu ve stupnici kartogramu lze znázornit i jinou strukturou. Zvětšování intenzity můžeme znázorňovat zvětšováním hustoty teček stejné velikosti, nebo zvětšováním velikosti teček. Při použití teček zachováváme doporučené směry, sklon, vzdálenosti mezi tečkami se zmenšují s přibývající intenzitou jevu. Při použití čar čárkovaných se doporučuje zachovat délku čárek, směr, sklon, mezery mezi čárkoványmi čarami se zmenšují se zvětšující intenzitou jevu. Počátek a konec stupnice by měl být nejvýraznější, tedy nejsvětlejší a nejtmařší. Důležité je, že nelze ve stupnici měnit grafické znaky - strukturu. Např. v jednom intervalu čary, v druhém tečky, ve třetím kružnice a ve čtvrtém přerušované čary. Taktéž nelze naznačovat zvětšování intenzity jevu změnou sklonu čar při zachování hustoty a tloušťky. Čtenář kartogramu je pak zmaten, protože se mu intenzita jevu nepředkládá kvantitativními znaky, ale znaky kvalitativními. Těžko v kartogramu pozná, jestli tečky znamenají větší intenzitu jevu než čary. Totéž platí o změnách sklonu šrafování (obr. 5).



Obr. 5 Příklady grafického zpracování stupnic pro kartogram. a) špatně b) dobře

Použijeme-li ke znázornění intenzity jevu barev, omezíme se na odstíny jedné barvy! Nejsvětlejší odstín znamená nejmenší intenzitu jevu a naopak. Musíme si uvědomit, že použitím více barev můžeme vyvolat u čtenáře pocit nesrozumitelnosti, protože může připisovat barevám zcela jiný, obyčejně kvalitativní význam. Např. stupnice barev červená-zelená-modrá-černá je naprostě nevhodná. Začínající tvůrci kartogramů na počítačích volí bohužel takovéto nesourodé barvy. Rídí se bohužel velmi špatným heslem: „Barevnější znamená hezčí.“ Kromě výše popsané problematiky se musí cítit charakteristické vlastnosti barev (např. teplé a studené barvy, regresivní a progresivní barevy, atd.). Nelze použít např. stupnici světle zelená-oranžová-tmavé fialová, barev jsou v jiných částech spektra. Je nutné se vyhnout stupnicím typu: světlé modrá-zelená-žlutá-oranžová-černá, a to nejen pro různost barev, ale také proto, že žlutá a oranžová má vzhledem k ostatním barevám větší jas a celkový vjem intenzity jevu v mapě by byl posunut (největší intenzita jevu \neq žlutá barva).

Při použití barev pro kvantitativní rozlišení geografických jevů v mapě existují dva základní přístupy (Kaňok 1994, 1995a) :

- a) Existuje-li standardizovaná kvantitativní barevná stupnice pro některé druhy map (např. lesnické mapy-stáří porostů), musí se tato stupnice použít.
- b) Pokud sestavuji svoji kvantitativní stupnici, musím se maximálně přiblížovat barvě jevu ve skutečnosti. (Např. intenzita zalesněnosti území-odstíny zelené barvy; intenzita srážek-odstíny modré barvy; pro prvky aktivně degradující životní prostředí se používají odstíny fialové barvy.)

Použití barev u stupnic pro kartodiagramy není tak složité jako u kartogramů. Barva je rozhodující především u strukturních diagramů, kde se barvou rozlišuje kvalita dílčí části sledovaného jevu. Důležité je dodržovat systém pořadí barev v jednotlivých diagramech v celé ploše mapy.

Použití barev na mapách je poměrně složitá záležitost, podrobnější informace lze získat např. v práci M.V. Drápelu (1963), nebo v později vydané literatuře (Murdych 1983, Kaňok 1994, 1995 a, c, 1999, Voženílek 1999).

Celková konstrukce kartodiagramu je závislá na konstrukci vkládaných diagramů. Pokud se použije funkční stupnice bude přečtená číselná hodnota funkčně jednoznačná. Jestliže použijeme intervalovou stupnici, která ukazuje soubor diagramů v třídních intervalech, pak diagramy zde ztrácejí své individuální rozměry. Číselná hodnota představovaná diagramem pak nabude mnohoznačného charakteru, obvykle v daném rozpětí od - do. V takovém případě tvoří jednotlivé třídy nové soubory a rozměry diagramů budou svou velikostí uměrně třední hodnotě jednotlivých tříd. Nutno dodat, že kartodiagramy s intervalovými stupnicemi je možno např. ve školách déle používat. Informace v nich díky šírkám intervalů „stárnou“ pomaleji. Posun hodnot z jednoho intervalu do sousedního není obyčejně tak viditelný jako u kartodiagramu se stupnicí funkční.

Často se vytvářejí nejednoznačné intervalové stupnice např. 0-5; 5-10; 10-15; 15-20. Správně: 0-4,9; 5-9,9; 10-14,9; 15-19,9. Každá hodnota pak bude jednoznačně zařazena do intervalu. Např. hodnotu 9,92 zařadíme, po zaokrouhlení podle normy, do intervalu druhého.

Ohraničená schopnost lidského vnímání nedovoluje čtenáři naprostě přesné určení statistických údajů znázorněných grafickým způsobem. Psychologické výzkumu ukázaly, že správnost odhadů určení velikosti z diagramů se zmenšuje se zvětšováním počtu rozměrů zkoumaných diagramů. Nejpřesněji jsou odhadovány hodnoty ze sloupcových diagramů, protože se pracuje jen z jedním rozměrem - délka, nejméně přesně z prostorových diagramů. Diagram kruhový je obecně vnímán menší než ve skutečnosti je. Přesto je kruhový diagram používán kartografií s velkou frekvencí, a to pro svou jednoduchost, efektivní využití plochy a také pro jednoduché znázornění struktury celku. Při samotné tvorbě diagramu je nutno vytvořit optimální podmínky správného čtení statistických hodnot. Je možné použít dvou způsobů. První z nich je vytvořit odpovídající zvětšení velikosti kruhových diagramů, jinými slovy vytvoření tzv. psychofyzické stupnice. Koeficienty pro psychofyzickou stupnici byly sice na základě výzkumu zjištěny, ale běžně se nevyužívají. Koeficienty získal J.J. Flaner v r. 1971 (Robinson a kol. 1978). Z psychofyzického hlediska se též doporučuje pro stupnice (1.1., 1.2. a 2.2.) aby se u diagramů s plochou do 20 mm upravil poměr velikostí následujících kruhů tak, aby nebyl menší než 1:2,5 (např. 2,0 mm - 5,0 mm - 12,5 mm). Pro diagramy o ploše 20 mm - 200 mm by poměr velikostí následujících kruhů neměl být menší než 1:2 a pro větší plochy dvou následujících diagramů nemůže být poměr menší než 1:1,5.

Druhý způsob nevylučuje první, je však mnohem častější. Navíc dodržuje výše uvedené poměry parametrů následujících kruhů. Vytváří totiž vhodné konstrukce vysvětlivek diagramů. V zásadě jde o legendu, kde se musí jasně rozlišit popisem stupnice intervalová-plynule navazující (1.1.) od stupnice intervalové-skokové (1.2.) a u stupnic funkčních důsledně rozlišit stupnici spojitou (2.1.) od skokové (2.2.). Ve vysvětlivkách by se měly uvést všechny vzorce užité pro diagramy na mapě. Je nutno vložit do legendy na mapě základní vztah parametru diagramu a velikosti sledovaného jevu. Např. u sloupcového kartodiagramu vložíme 1 mm ~ 100 t (1 mm odpovídá 100 tunám). Podobně u kruhového kartodia-

gramu vložíme do legendy vztah $1 \text{ mm}^2 \sim 50 \text{ t}$. U krychlového (objemového) kartodiagramu se však zásadně neužívá zápis typu $1 \text{ mm}^3 \sim 100 \text{ kg}$ neboť čtení objemových hodnot na mapě je velmi problematické. V tomto případě se soustředíme na kvalitní grafickou stupnice s podrobnými vysvětlivkami.

Jestliže užijeme funkční stupnice (2.1. a 2.2.) a v legendě použijeme křivku naznačující vztah mezi geografickým jevem a parametrem diagramu, doporučuje se pod křivkou narýsovat nejméně tři diagramy takové, které by zachycovaly celý rozsah diagramů umístěných na mapě. Bylo prokázáno, že odhad velikostí hodnot z diagramů rozmístěných na mapě, za pomocí takto upravené stupnice, se zlepší.

Závěr

Navrhoji terminologicky propracovanější klasifikaci stupnic pro tematickou kartografiю a počítacovou kartografiю (obr. 1).

Na tematických mapách se v poslední době často objevují chyby. Jedna z nejčastějších chyb vzniká při vytváření stupnic kartogramu a kartodiagramu. Kartogram je mapa s dílčími územními celky, do kterých jsou plošným způsobem znázorněna statistická data (relativní hodnoty!), většinou geografického charakteru. Kartodiagram je mapa s dílčími územními celky, do kterých jsou diagramy znázorněna statistická data (absolutní hodnoty!), většinou geografického charakteru. Měl by se dodržovat tento pracovní postup:

1. orientační vytvoření četnosti výskytu jevu souboru v pravidelných intervalech,
2. zjištění o jaké rozdělení četnosti jde,
3. testování normality,
4. vytvoření stupnice podle povahy rozdělení četnosti,
5. zvolení vhodných barev, rastrů,
6. sestavení výsledného kartogramu nebo kartodiagramu (kompozice mapového díla).

Příspěvek vznikl v rámci grantu GAČR „Mentální mapa českého Slezska“, č. 403/98/0642

Literatura

- ČAPEK, R. a kol. (1992). *Geografická kartografie*. Praha, SPN, 373 s.
- DRÁPELA, M.V. (1983). *Vybrané kapitoly z kartografie*. Učební text PřF UJEP (nyní MU), Praha, SPN 128 s.
- KAŇOK, J. (1992). *Kvantitativní metody v geografii - 1. díl (Grafické a kartografické metody)*. 1. vyd. Ostrava, Učební text PřF Ostravské univerzity. 237 s.
- KAŇOK, J. (1994). Základní výstup z geografických informačních systémů je mapa. Kapitola: Volba barev. In: *Sborník referátů VI. celostátního semináře "Geografické informační systémy ve státní správě."* Okresní úřad Chrudim a Ministerstvo vnitra České republiky, Seč, s. 83-92.
- KAŇOK, J. (1995a). Die Farbenauswahl bei der Bildung von Urheberoriginalen der Thematischen Karten in den Computer. In: *Universitas Ostraviensis Acta Facultatis Rerum Naturalium*, 137, Geographia - Geologia, č. 2, s. 35-44.
- KAŇOK, J. (1995b). Kdy a jak použít pro výstupy z GIS kartogram. In: *Sborník referátů VI. celostátního semináře "Geografické informační systémy ve státní správě."* Okresní úřad Chrudim a Ministerstvo vnitra České republiky, Seč, s. 15-19.
- KAŇOK, J. (1995c). Jak volit barvy v autorských originálech tematických map hydrologického atlasu povodí Odry. In: *Materiały sympozjum Polsko-Czeskiego "Przeobrażenia środowiska geograficznego w przygranicznej strefie Górnosłasko-Ostrawskiego regionu przemysłowego".* Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego a Park Krajobrazowy "Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich", Sosnowiec, s. 41-47.
- KAŇOK, J. (1998). Tvorba stupnic pro kartogramy a kartodiagramy. In: Hochmuth, Z. (ed). *Acta facultatis studiorum humanitatis et naturae universitatis pre oviensis*. Prírodné vedy XXX, Folia geographica 2, Prešov, s. 224-227.
- KAŇOK, J. (1999). *Tematická kartografie*. 1. vyd. Učební text Ostrava, PřF Ostravské univerzity, (v tisku).
- MURDYCH, Z. (1983). *Tematická kartografie I.* díl. Učební text UK, Praha, SPN, 196 s.

- PRAVDA, J. (1990). *Základy koncepcie mapového jazyka*. GÚ SAV, Bratislava, 168 s.
- RATAJSKI, L. (1989). *Metodyka kartografii społeczno-gospodarczej*. 2. vyd., Warszawa-Wrocław, PPWK, 338 s.
- ROBINSON, A., SALE, R., MORRISON, J. (1978). *Elements of cartography*. 4th ed. New York, John Wiley and Sons, 448 s.
- VEVERKA, J. (1997). *Topografická a tematická kartografie*. Učební text ČVUT, 2. vydání, Praha, Vydavatelství CVUT, 203 s.
- VOŽENÍLEK, V. (1999). *Aplikovaná kartografie I. (tematické mapy)*. Učební text PřF PU, 1. vydání, Olomouc, Vydavatelství UP, (v tisku).

S u m m a r y

Classification of Scales and Principles of Its Creation for Cartogram and Cartodiagram

Recently, essential mistakes have appeared on the created maps, especially when using software creating thematic maps. These mistakes mostly arise because these thematic maps are usually made by specialists - informatists or other enthusiasts who miss the basis of thematic cartography. We must realise that not each software for creation of cartograms and cartodiagrams is reviewed by thematic cartographers.

Cartogram belongs among the most frequent used means of expressing quantity in the maps.

Definition: Cartogram is a map with partial territorial units, in which statistical data (relative values!) mostly of geographical character are illustrated by area way.

The essential characteristics of the cartogram is the fact that it illustrates relative values. Quantitative date are recounted on the unit of area of partial territorial whole, for example, population per 1 km², average decree of product from 1 hectare, etc. If the quantitative data aren't recounted into areas of partial territorial units, but they have only outer form of the cartogram, it is only false cartogram or pseudocartogram. In no case they can express comparable intensity of the spread of a phenomenon on the whole area.

Outer form of cartogram is a characteristic way of the illustration of statistic relative values. It means that partial territorial units are filled with screen or colour shades. Screen and colour shades (mostly of 1 colour) react to relative size of examined geographical phenomenon. The density of screen or colour shades are assessed on basis of objectively constructed scale. Accidentally constructed scale (sometimes intentionally, sometimes of ignorance) influences reader's interpretation of examined phenomenon in a wrong way.

In softwares intent on GIS it is possible to construct only some cartograms. From the simple (homogeneous, qualifying, selective, geometric), from relative only one - correlation. Even from these five possibilities only one is used in a common practice: simple homogeneous cartogram. When we consider that a lot of computer enthusiasts construct the simple cartogram in a wrong way, the situation in the construction of cartogram maps is disastrous. A similar situation is with cartodiagram maps.

Definition: Cartodiagram is a map with partial territorial units, in which the statistic data (absolute values!) mostly of the geographic character are demonstrated by the diagrams.

In contrast to the cartogram we put the diagrams which are constructed in absolute values to the partial territorial units, for example, population, sum of total product. With the simple division of the cartodiagram (according to the way of construction) there exist about 24 possibilities. But the offer of computer products is much lower. Only 10 kinds of the cartodiagrams are usually used. But there isn't a program product which would in a simple way (in a direct offer) use all 10 kinds of the cartodiagrams.

For the correct construction of the cartograms and cartodiagrams it is important to realize if I work on relative values related to the areas or absolute data for partial territorial units. In the next procedure the most important thing is the creation of objective scale.

Some software's have automatic scale calculation, at the same time, in the manual we usually do not find how was the scale formed. Creators of these software's may suppose that the author must believe that software created correctly scale for its statistical selection of data.

Fortunately some software's give the possibility for creation of their own scale. Then the point is whether the author realises meaning of his resulting map:

- A. whether it is shallow advertising, or respectable scientific work,
- B. who is the result for, who he wants to persuade with the result.

If it is a respectable scientific work, the author should know that the cartogram and cartodiagram is supposed to serve geographic a cartographic regionalization. That is: it should serve to delimitation of several areas in inquired into regions that have something in common (metaphorically: they have a common denominator). However, if the scale is created incorrectly, „common denominator“ need not be found.

Principally there is this procedure:

1. Numerate appearance of phenomenon in regular intervals.
2. Finding of the distribution.
3. Testing.
4. Creation of scale according to the character of frequency division.
5. Choice of suitable colours, raster.
6. Arranging of resulting cartograms or cartodiagram.

Each above mentioned points contains the system of further divisible working steps. If they are carried out correctly, the result will be correct too.

<u>SCALE</u>			
1. INTERVAL SCALE		2. FUNCTIONAL SCALE	
1.1. fluently following	1.2. skipping	2.1. connected	2.2. skipping
1.1.1. constant	1.2.1. with hiatus		2.2.1. with hiatus
1.1.2 regularly rising (regularly falling)			2.2.2. in a result of formula change
1.1.3 irregular			

Fig. 1 Division of scale into species

Fig. 2 Examples od functional skipping scales: a) 2.2.1. b) 2.2.2.

Fig. 3 Delimitation intervals of scale: a) wrong, b) right.

Fig. 4 Delimitation intervals of scale: a) wrong, b) right.

Fig. 5 Examples of graphic creation of scales for cartogram: a) wrong, b) right.

Tab. 1 The choice of functions for the diagram symbols.

Geometrický obrazec = Geometric figure; těleso = solid; sloupec = column; čtverec = square; kruh = circle; krychle = cube; Vztah = Relation; lineární = linear; kvadratický = 2. degree; kubický = cubic; Funkce = Function.

Lektoroval:

Prof. Ing. Bohuslav VEVERKA, DrSc.,

Katedra mapování a kartografie,

Fakulta stavební, České vysoké učení technické,

Praha