

# **Zásady tvorby mapových výstupů**

**Doc. RNDr. Vít Voženílek, CSc.**

Přírodovědecká fakulta  
Univerzita Palackého Olomouc

Ostrava, 2002

# 1. OBSAH TEMATICKÝCH MAP

Obsah map zahrnuje všechny objekty, jevy a jejich vztahy, které jsou v mapě kartograficky znázorněny. Je kvalitativním vyjádřením tématu mapy.

Členitý obsah map, včetně tematických, je třeba systematicky třídit. Při mapování se rozlišuje v obsahu map polohopis, výškopis a popis. Toto členění je výhodné z hlediska mapovacího postupu. V soudobé kartografii se ovšem člení prvky obsahu map podle jejich původu, charakteru a významu, a to na:

- matematické prvky - tvoří konstrukční základ mapy:
  - kartografické zobrazení (včetně kartografické sítě - zeměpisná, kilometrová, orientační, vztažná apod.),
  - geodetické podklady (bodové pole),
  - měřítko mapy,
  - souřadnicové sítě,
  - rám mapy,
  - klad listů,
  - kompozice mapy,
- fyzickogeografické prvky - vyjadřující fyzickogeografickou sféru:
  - vodstvo (oceány, moře, řeky, jezera, průplavy, vodopády apod.),
  - georeliéf (výškopis, terénní hrany, kóty apod.),
  - vegetační pokryv (les, tundra, pobřežní vegetace apod.),
  - půdy,
  - další přírodní složky krajinné sféry (teplota, směr migrace zvířat apod.),
- socioekonomické prvky - vyjadřující socioekonomickou sféru:
  - sídla,
  - komunikace (pozemní, námořní, letecké i dorozumívací aj.),
  - průmyslové, zemědělské, dopravní a jiné socioekonomické jevy a objekty,
  - hranice (politické a správní),
  - další výtvořiny lidské činnosti,
- doplňkové a pomocné prvky - doplňující obsah mapy v rámu mapy i mimo něj:
  - popis,
  - legenda a vysvětlivky,
  - tiráž,
  - veškeré doplňující informace na mapovém listu.

Tematické mapy jsou specifické svým obsahem. V něm převládají prvky jednoho nebo více příbuzných témat nad prvky jinými, které jsou z hlediska zaměření tematické mapy druhořadé. Tento výběr nejvíce ovlivní zastoupení fyzickogeografických a socioekonomických prvků v obsahu tematické mapy. Matematické a doplňkové prvky jsou v mapě vždy zastoupeny v potřebném rozsahu.

Obsah tematických map se dělí na:

- topografický podklad a
- tematický obsah.

**Topografický podklad** (resp. obecně geografický podklad u map malých měřítek) je důležitým prvkem kartografické informatiky. Slouží k určení topologie jednotlivých prvků mapované tematiky a prostorově lokalizuje prvky tematického obsahu mapy. Topografický podklad obsahuje pouze prvky topologicky důležité, zejména vodstvo, komunikace, sídla, politicko-administrativní hranice a prvky s vazbou na tematiku mapy, např. kóty, hranice katastrů atd.

Topografický podklad se na různých typech tematických map liší. Základem topografického podkladu je vodstvo, které tvoří jeho kostru. Další prvky topografického podkladu závisejí na tématu mapy. Na fyzickogeografických mapách jsou v podkladu velmi často zahrnuty další fyzickogeografické prvky jako například hypsometrie (vrstevnice a kóty) nebo vegetace. Na socioekonomických mapách tvoří topografický podklad především socioekonomické prvky. Nejčastěji to jsou hranice administrativního členění území, vnitřní struktura sídel, podrobná komunikační síť nebo objekty obslužné sféry.

Topografický podklad vzniká většinou generalizací obsahu topografických nebo obecně geografických map měřítka sestavované tematické mapy. V legendě sestavené tematické mapy je pak umístěn na její závěr nebo nemusí být vůbec uveden.

Topografickým podkladem může být:

- topografická nebo obecně geografická mapa bez jakékoli úpravy (např. pro mapy sesuvů),
- reprodukce (fotografická nebo xerografická) topografické, obecně geografické nebo jiné mapy v potlačených barvách nebo černobílém provedení,
- nově vykreslený zjednodušený a redukovaný podklad tvořený vybranými prvky mapového obsahu.

**Tematický obsah** je souhrn prvků obsahu mapy tvořící mapovanou tematiku nebo s ní úzce souvisejí. Tematický obsah tvoří hlavní část obsahu tematických map. Tvoří jej jeden nebo více prvků, jimiž mohou být libovolné fyzickogeografické nebo socioekonomické objekty a jevy. Vyjadřuje výsledky vědeckého výzkumu a statistických šetření rozličných vědních oborů, které používají kartografické vyjádření pro jeho názornost a přehlednost. Proto tematické mapy vznikají nejčastěji spoluprací kartografa s odborníkem příslušného vědního oboru.

Hranice mezi topografickým podkladem a tematickým obsahem není stálá ani ostrá. Někdy tvoří tematický obsah některý z prvků topografického obsahu, který je znázorněn výrazněji a podrobněji než ostatní. Výrazně tematický charakter může mít i popis mapy.

Tematický obsah mohou tvořit:

- vybrané prvky topografického obsahu (např. vegetace) patřičně zdůrazněné a podrobně znázorněné,
- nejružnější fyzickogeografické nebo socioekonomické jevy zjištěné pozorováním, měřením nebo šetřením (např. využití země, teplota vzduchu, náboženské vyznání),
- poznatky získané vědeckými postupy - analýzou, syntézou, modelováním, typologizací apod. (např. orientace georeliéfu, dopravní dostupnost, eroze půdy).

## 2. KOMPOZICE TEMATICKÝCH MAP

Kompozicí mapy se rozumí rozmístění základních náležitostí mapového díla na mapovém listu. Závisí především na účelu a měřítku mapy, kartografickém zobrazení, tvaru a velikosti znázorňovaného území a na formátu mapového listu. Na rozdíl od tematických map mají listy topografických map jednotnou kompozici. Ty jsou standardizovány v projektu Státního mapového díla.

Kompozice tematické mapy úzce souvisí s účelem mapy. Účel každé mapy musí být stanoven zcela jednoznačně. Musí být z něho zřejmý:

- cíl, jemuž má příslušná mapa sloužit,
- okruh budoucích uživatelů, přičemž se přihlíží k požadavkům uživatelů, jejich vzdělání a kvalifikaci i praktickým zkušenostem,
- způsob užití a práce s mapou, případně její vazby na další mapová díla.

Při rozpracování účelu mapy jsou často nezbytné konzultace s uživateli mapy. V této rozhodující fázi založení nového mapového díla platí zásada, že „*mapa potvrdí svůj účel teprve tehdy, splní-li požadavky praxe*“.

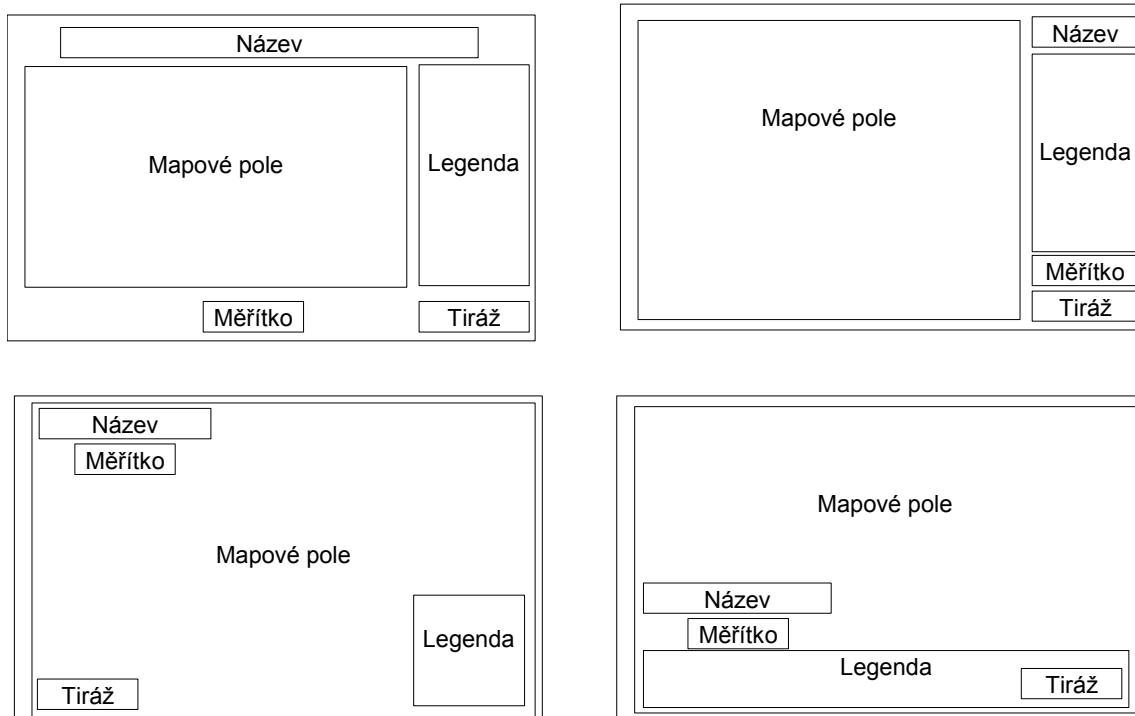
Často nelze celé mapové území znázornit na jednom mapovém listu. V tom případě se dělení zrcadla mapy na jednotlivé mapové listy řídí zásadami pro dělení souborů topografických map podle kladu listů (v dotykových sloupcích a vrstvách) nebo zásadami pro obecně geografické mapy a překryvovými pásy sousedních mapových listů.

V praxi se používá systém geometrických posloupností velikostí kompozičních prvků v zájmu zvýšení čitelnosti, rychlosti, dešifrování, jednoznačné identifikace jevů podle popisů a symbolů zvýšením informační schopnosti mapy a racionalizace kartografických prací. Systém vychází z doporučení ISO (International Standard Organisation - Mezinárodní organizace pro standardizaci) pro rozměr čar v technickém kreslení (micronorm,  $m$ ). V doporučeních ISO pro rozměry čar a z něho vycházejících mnohých evropských státních norem, je kvocient posloupnosti tloušťky čar  $q = 2^{0,5}$  (tj. přibližně 1,4). Jako základní posloupnost velikostí písma (a znaků) je navrhovaná posloupnost výšek verzálek 0,7; 0,87; 1,08; 1,34; 1,66; 2,56; 3,94; 4,88; 6,05; 7,51; 9,31 mm atd.

Sestavení kompozice tematické mapy je výsledkem tvůrčích schopností kartografa, ale zároveň i schopností dodržet řadu kartografických zásad.

## 2.1. ZÁKLADNÍ KOMPOZIČNÍ PRVKY

Základními kompozičními prvky mapy jsou název, legenda, měřítko, tiráž a mapové pole. Základní kompoziční prvky musí obsahovat každá mapa. Výjimky tvoří pouze mapy, které jsou součástí rozsáhlejších souborů mapových děl (např. státní mapová díla). Ze všech prvků musí být vlastní mapa nejdominantnější a název (resp. titul) proveden nejvýraznějším písmem.



## Název mapy

Název mapy musí obsahovat věcné, prostorové a časové vymezení tematického jevu nebo skupiny, který jsou hlavním tématem mapy. Umísťuje se nejčastěji k hornímu okraji mapy a píše se dostatečně velkými písmeny. Název je nejdůležitější písmenný prvek na mapě a jako jediný je čitelný z větší vzdálenosti. Pro název se používají jednoduché rody písma, které nemají vlasové čáry, protože ty by z větší vzdálenosti mohly při četbě činit problémy, především rod grotesk, který lze při počítačovém zpracování nahradit fontem Arial. V názvu se nepoužívá slovo „mapa“.

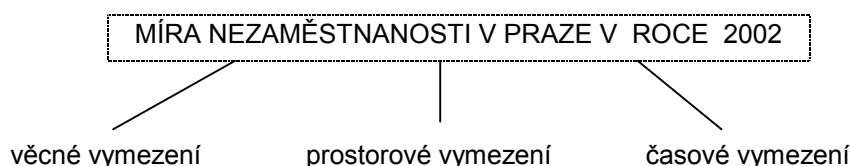
Název mapy se v průběhu tvorby tematické mapy může upřesňovat. Každé zpřesnění tematického zaměření mapy následně ovlivní koncepci mapy, rozsah a tematickou bohatost obsahu mapy. To se projeví ve výběru prvků, jejich generalizaci a způsobu znázornění. Zpřesnění tematického zaměření se proto musí odrazit i ve zpřesnění názvu mapy.

Při sestavování názvu mapy je nezbytné dodržet zásadu následujícího řetězce:

**téma - název mapy - hlavní vyjadřovací prostředek - legenda.**

To znamená, že téma mapy, které kartograf dostává zadané, musí být v názvu stručně, ovšem jednoznačně obsaženo. K tomu slouží věcné, prostorové a časové vymezení tematického zaměření mapy.

Příklad názvu tematické mapy:



U jevů, které nejsou časově významně proměnlivé (např. nadmořská výška, půdní typy), se nemusí v názvu uvádět časové vymezení. Je-li název příliš dlouhý, rozdělí se na titul a podtitul. Titul nejčastěji obsahuje věcné vymezení, výjimečně prostorové vymezení, hlavního tématu mapy. Píše se vždy velkými písmeny. Podtitul nejčastěji obsahuje prostorové a časové vymezení jevu. Píše se vždy pod titul malými a menšími písmeny než titul.

Příklad názvu tematické mapy rozděleného na titul a podtitul:

MÍRA NEZAMĚSTNANOSTI V PRAZE  
rok 2002

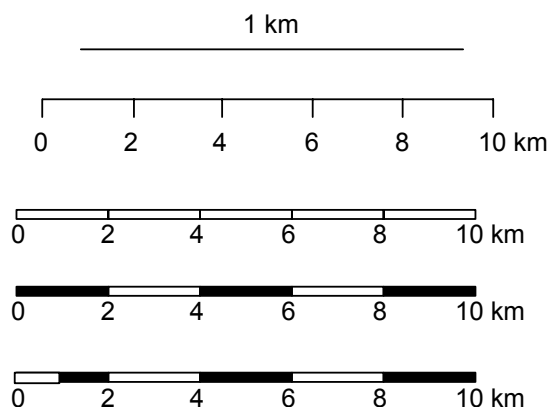
## Legenda

Legenda podává výklad použitých mapových znaků a ostatních kartografických vyjadřovacích prostředků včetně barevných stupnic. Vysvětlivky jsou samostatné knižní přílohy u vícelistových mapových děl, např. topografických nebo geologických map, kdy bývá obsah map velmi podrobný a počet použitých znaků vysoký. Jednotlivé listy pak legendu neobsahují. Sestavení legendy tematické mapy je náročný úkol.

## Měřítko

Měřítko mapy je podřízeno účelu a tematickému zaměření kartografického díla. Ovlivňuje podrobnost a přesnost znázornění prvků obsahu a možnosti řešení úloh na mapách. Má vliv i na plošný rozsah území kartograficky znázorněného na jednom listu mapy. Je spojeno s formátem mapy a kartografickým zobrazením. Měřítko je hlavním ukazatelem stupně podrobnosti vyjádření prvků a jevů. Volbu měřítka ovlivňuje význam území, jeho zvláštnosti, rozměry mapového listu, přehlednost a čitelnost. Měřítko mapy se obvykle uvádí v grafické i číselné podobě, někdy i slovně. Základní je měřítko grafické. Upřednostňuje se ze dvou důvodů:

- při kopírování, kdy dochází ke zvětšování a zmenšování mapy, které může postihnout pouze grafické měřítko, zatímco číselné a slovní se po této úpravě stává chybnými,
- je-li tematická mapa výstupem z určitého informačního systému, může být sestavena v nestandardním měřítku, tj. například 1 : 35 765. Pak se uvádí pouze grafické měřítko, protože číselné působí značně nezvykle.



*Obr. 2.2 Druhy grafických měřítek*

Vhodným doplněním grafického měřítka je zjemnění jeho části. Hlavní i vedlejší dělení grafického měřítka se vždy provádí dekadickým způsobem (0-10-20-...-100 nikoli 0-33-66).

Výběr měřítka tematických map závisí na řadě faktorů. Definitivně lze měřítko stanovit často až po důkladných rozborech obsahu a znakového klíče po zpracování a po analýze vzorových ukázek map. Kartograf se vždy snaží, aby měřítko mapy bylo pokud možno standardní a umožňovalo snadné převody a srovnání obsahu map různých druhů a typů. V případě souboru map by měla sousední měřítka tvořit násobky nebo podíly měřítkového čísla.

### **Tiráž**

Tiráž mapy je soubor informací o různých aspektech tvorby a vlastnictví mapy. Tiráž závisí na druhu mapy. Vždy však obsahuje:

- jméno autora nebo vydavatele mapy; aby nedošlo ke špatnému určení autorova jména, píše se křestní jméno malými písmeny, příjmení velkými - např. Jan PAVEL, Karel JOSEF,
- místo vydání (sestavení) mapy,
- rok vydání (sestavení) mapy.

U většiny map obsahuje tiráž řadu dalších informací o vydavateli a způsobu tisku mapy. Jsou to především:

- kartografické zobrazení,
- redaktoři,
- nakladatel, náklad,
- pořadí vydání,
- lektoři mapy,
- druh tisku, údaje o papíru,
- copyright mapy,
- podkladové zdroje a další.

Je-li tiráž velmi obsáhlá, může být rozdělena na více částí, které se umístí do různých míst na mapovém listu. Nejčastěji se umísťuje k dolnímu okraji mapy, většinou vpravo.

## Mapové pole

Mapové pole (vlastní mapa) je předmětem celého učebního textu, proto není na tomto místě podrobněji rozvedena.

## 2.2. NADSTAVBOVÉ KOMPOZIČNÍ PRVKY

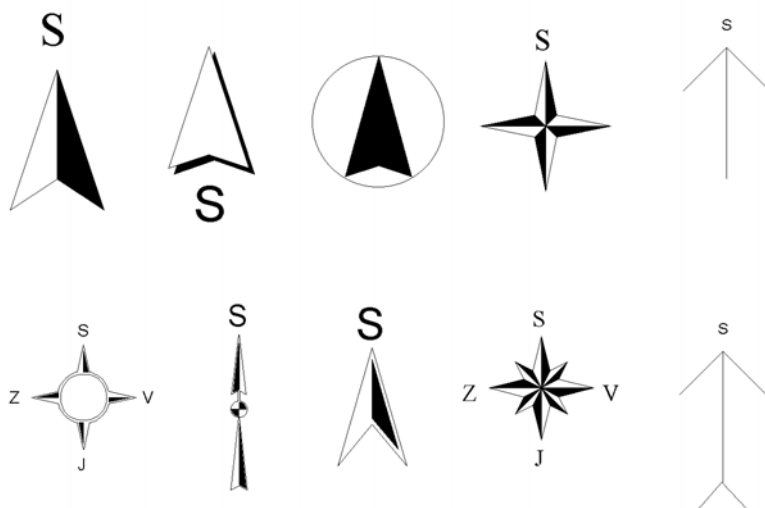
Nadstavbovými prvky kompozice se zvyšuje informační hodnota tematické mapy i její atraktivnost. Vhodnou kompozicí lze zlepšit i čitelnost, přehlednost a názornost. Nadstavbovými prvky mohou být jak grafické marginálie (vedlejší mapy, grafy, profily aj.), tak i textové marginálie (vysvětlující texty, tabulky, přehledy aj.).

Obecně platí, že kartograf musí velice pečlivě zvažovat použití nadstavbových kompozičních prvků na tematických mapách. Jejich příliš vysoký počet může zatížit mapu natolik, že se stane nepřehlednou a nečitelnou. Jsou-li nadstavbové prvky na mapách uvedeny, musejí být provedeny tak, aby svojí výrazností (plochou, barvou, tloušťkou čáry apod.) odpovídaly svému významu v mapě. Proto při konstrukci mapy musí být mapové pole nejdominantnějším kompozičním prvkem a titul mapy nejvýraznějším písmenným prvkem na mapě.

Nadstavbovými prvky jsou nejčastěji:

**Směrovka** - je grafické vyjádření orientace mapy ke světovým stranám. Nejčastěji má podobu magnetické střely ukazující na sever. Směrovka se na mapách uvádí vždy. Existují pouze tři výjimky, kdy mapa nemusí směrovku obsahovat, a to:

- obsahuje-li mapa zeměpisnou síť (poledníky a rovnoběžky),
- jedná-li se o známé území, kdy například tvar pobřeží nebo státní hranice určí orientaci mapy (např. mapy světa, Afriky, České republiky apod.),
- je-li mapa součástí mapového souboru, který je jako celé mapové dílo orientováno určitým směrem (např. státní mapová díla).



Obr. 2.3 Druhy směrovek

Je-li součástí směrovky popis nebo písmenné označení světových stran, provádí se v jazyce, ve kterém jsou provedeny název, legenda a tiráž mapy. Nelze tedy na české mapě použít směrovku s anglickými písmeny N, E, S a W.

**Logo** je grafický symbol nebo obrázek vztahující se k tématu mapy, autorovi, vydavateli či jiným subjektům.

**Tabulky** zpravidla obsahují zpřesňující údaje, ze kterých byla mapa vyhotovena, nebo obsahuje informace doplňující tematiku mapy. Používají se jen tabulky přehledné.

**Grafy.** Grafy jsou hojně na tematických mapách zastoupeny v obou základních grafických formách - jako diagramy a schémata. **Diagramy** nejčastěji obsahují informace doplňující nebo shrnující tematiku mapy. **Schémata** obsahují postup konstrukce mapy nebo strukturu mapovaného.

**Vedlejší mapy** znázorňují výřezy nebo lokalizační mapky. Doplňují hlavní mapu ve stejném nebo odlišném (zpravidla menším) měřítku. Zařazením vedlejších map do volných míst v kompozici tematické mapy může být studium širších souvislostí daného prostoru vážně narušeno. Soudobé požadavky na informační funkci mapy vyžadují, aby spolu se znázorněním daného území, vymezeného přírodními nebo administrativními hranicemi, byly na mapě zachyceny v potřebné míře i přilehlé oblasti. Vedlejší mapy, časté v tematické kartografii, mnohdy nesplňují tuto informační funkci a znesnadňují studium širších souvislostí s okolním územím. Proto kompozice s vedlejšími mapami je třeba vždy řádně zdůvodnit.

**Obrázky** doplňují estetickou stránku mapy. Napomáhají její atraktivnosti a přitažlivosti. Mohou jimi být i barevné nebo černobílé fotografie. Nesmějí však působit příliš dominantně nebo rušivě.

**Textová pole** jsou nejčastěji vysvětlující texty, definice, popis metod, uvedení aktuálnosti, motto apod. Pro jejich provedení platí nejenom pravidla českého pravopisu, ale i obecné typografické zásady.

**Blokdiagramy** obsahují informace doplňující nebo shrnující tematiku mapy, řezy, profily apod. (viz kapitola 10.3). Velmi vhodně doplňují hlavní téma mapy - zpřesňují, vysvětlují nebo konkretizují vybrané pojmy nebo vazby obsahu mapy.

**Citace** uvedené na mapách se řídí platnými normami. Je třeba zdůraznit, že uvedení pramenů, ze kterých byly všechny části mapy sestaveny je nezbytné uvést nejenom pro efektivnější práci s mapou a informacemi v ní, ale i z důvodu respektování autorského práva vztahujícího ke všem použitým zdrojům.

**Rejstříky a seznamy** obsahují výčty objektů či lokalit nebo výpisy různých souborů. Pro určité typy rejstříků a seznamů se často používá zadní strana mapy.

**Reklamy** jsou na mapách nejčastěji umístěny za sponzorské příspěvky, které umožnily vydání mapy. Autoři mapy se musejí ubránit nátlakům sponzorů a zabránit tak znetvoření mapového listu předimenzovanou reklamou nejbohatšího sponzora mapy.

## 3. LEGENDA

Sestavení legendy tematické mapy je v podstatě zpracováním přehledu znakového klíče nebo také kartografickým kódováním. Legenda tvoří otevřený grafický systém rozvíjejících se znakových klíčů soustav v závislosti na tvorbě a znázorňování nových objektů a jevů. Vypracování legendy je jedním z nejnáročnějších a nejdůležitějších úkolů při tvorbě mapy. Základem pro zpracování znakového klíče je příslušný obsah konkrétní mapy.

### 3.1. ZÁSADY TVORBY LEGENDY

Pro tvorbu legendy platí všeobecné zásady. Legenda tematické mapy musí být:

#### 1. úplná

Legenda musí obsahovat všechny vyjadřovací prostředky použité v mapové kresbě a naopak. Zjednodušeně lze požadavek úplnosti legendy popsat následovně: „Co je v mapě, je v legendě, co je v legendě, je v mapě“. To také znamená, že v legendě mapy nesmějí být znaky, které se nevyskytují v její kresbě. Zásadu úplnosti legendy je nutné chápat tak, že v legendě musí být obsaženy všechny prvky nutné pro dekódování interpretované informace. Na tematické mapě legenda obsahuje především prvky tematického obsahu s jejich objasněním. Nemusí obsahovat prvky topografického



podkladu. Vyžadují-li zvláštnosti území uvedení topografického podkladu do legendy mapy, pak se znaky topografického podkladu umísťují až na konec legendy za tematický obsah. Legenda dále neobsahuje matematické, pomocné a doplňkové prvky obsahu mapy.

## 2. nezávislá

Legenda musí obsahovat znaky, které jednoznačně vyjadřují prvky obsahu mapy. Nezávislost legendy se poruší v případě, že jednomu objektu v mapě lze přiřadit dva různé kartografické znaky (například zavedením kategorií strom a listnatý strom). Duplicitní grafická interpretace jednoho jevu v mapě je nepřipustná.

## 3. uspořádaná

Legenda musí být sestavena v logicky uspořádaný systém skupin znaků a v rámci skupin zachována posloupnost jednotlivých znaků. To znamená, že znaky pro hydrologické jevy a objekty se sdružují do jedné skupiny (např. Vodstvo) a nevyskytují se ve více skupinách. Uspořádání legendy odpovídá ve většině případů struktuře znázorňovaného jevu (např. její hierarchii). K jejímu snadnějšímu čtení lze využít číslování.

## 4. v souladu s označením na mapě

Provedení znaků v legendě musí být shodné s provedením znaků na mapě podle základních vlastností kartografického znaku. Tzn. že znaky jsou provedeny shodně v legendě i v mapě (velikost, tvar, barva apod.). Jakákoli odlišnost kartografického znaku v mapě a v legendě může být interpretována jako vyjádření odlišné kvality nebo kvantity znázorňovaného jevu.

## 5. srozumitelná

Legenda musí být vypracována podle kartografických zásad jazyka mapy s ohledem na okruh budoucích uživatelů. Musí být dobře čitelná a zapamatovatelná.



Obr. 3.1 Příklad špatně strukturované legendy

Legenda se sestavuje podle charakteru obsahu a druhu mapy buď jako:

- jednoduchá (prvková, elementární) - zpravidla na analytických mapách,
- kombinovaná - zpravidla na komplexních mapách,
- složená kombinovaná (tabulková, bloková, klasifikační schémata) - zpravidla na syntetických mapách,

nebo podle typu mapy jako:

- typologická - na mapách s rozpracovanou typologií, případně klasifikací prvků obsahu,
- regionální - na mozaikových mapách zachycujících individuální území,
- chronologická - na mapách znázorňujících genezi, stratigrafii nebo časovou dynamiku jevů.

Výsledkem akceptování výše uvedených zásad při tvorbě legendy tematické mapy je logické uspořádání obsahu mapy a jeho grafického znázornění v optimálním znakovém klíči. Následující postup tvorby legendy umožňuje takové grafické vyjádření mapy jako celku, aby její vnímání a čtení bylo možné ve více informačních rovinách.

## 4. KARTOGRAMY

Metoda kartogramu se také ojediněle označuje jako metoda kvantitativních areálů. Označení kartogram se používá i pro tematické mapy stejné podstaty jako díla dále popsaná s tím rozdílem, že místo rastru se používá barva. Někteří kartografové vymezují pojem kartogram následovně: „kartogram je jednoduchá tematická mapa, kde pro každý areál interpretujeme, zpravidla pomocí barvy nebo sítě, jednu, výjimečně více relativních hodnot, vztažených k ploše“. Kartogramy patří k nejvýznamnějším vyjadřovacím metodám tematické kartografie, protože umožňují prostorové vyhodnocení srovnatelných relativních hodnot. Jsou to v podstatě obrysově kartografické kresby územních celků, ve kterých jsou grafickým způsobem plošně znázorněna statistická data týkající se různých prostorových jevů, např. hustoty zalidnění, sklonu svahů a další doplňují toto vymezení tvrzením, že jde o způsob, jímž se vyjadřuje střední hodnota určitého sledovaného jevu pro dané území.

Kartogramy jsou jednoduché tematické mapy, kde základem je *kartografický areál*, který je nositelem jedné (výjimečně dvou či více) kvantitativních údajů ve smyslu relativních hodnot. Z metodického hlediska je důležité, aby přepočet příslušné relace byl vztažen právě na měrnou jednotku plochy (např. hustota zalidnění - obyv./km<sup>2</sup>, výnos obilí v tunách na hektar). Z fyziologického hlediska totiž závisí výsledná intenzita vjemu při pozorování výplně areálu nejen na kartografickém vyjadřovacím prostředku - tzn. hustoty sítě (popř. sytosti barvy), ale i na velikosti plochy, kterou vykřívá. Kartogramy jsou nejčastěji využívané prostředky vyjádření kvantity v mapě.

Znázorňování kvantitativních údajů do mapy je podmíněno vztahem mezi prostorovou proměnlivostí jevu a jeho absolutní nebo relativní velikostí. Je-li potřeba znázornit absolutní hodnoty jevu, používá se nejlépe vhodný typ kartodiagramu, popř. bodové metody nebo izolinií. V případě potřeby znázornění relativních hodnot jevu, volí se metoda kartogramu (rastrový nebo barevný).

Kartogramy je možné rozlišit podle použitého územního dělení celkové plochy na:

- kartogramy s geografickými hranicemi - mohou jimi být administrativní jednotky (kraje, okresy, městské čtvrti, katastry aj.), fyzickogeografické oblasti (geomorfologické jednotky aj.) nebo ekonomické rajóny (aglomerace, spádové oblasti aj.),
- kartogramy s geometrickými hranicemi - kterými mohou být strany čtverců, trojúhelníků, šestiúhelníků apod.

V geografické praxi převládají kartogramy s geografickými hranicemi, ovšem užívání kartogramů s geometrickými hranicemi je z určitého pohledu velice výhodné. Tato výhoda spočívá v tom, že by se mohly podle předem vytvořených sítí vyšetřovat a vyjadřovat vybrané jevy v určitých časových

obdobích či okamžicích, aniž by výsledky podléhaly nežádoucím administrativním změnám (např. správního členění). Z geografického hlediska by pak většina takových údajů a informací měla stálý dlouhodobý a především srovnatelný charakter. Tento přístup se používá při botanickém nebo zoologickém mapování (inventarizaci).

Ve správních jednotkách se znázorňují intenzity jevů zjištěných na základě statistických údajů. Proto se tato metoda někdy označuje jako *statistická*. V geometrických sítích (čtvercích, trojúhelnících, šestiúhelnících aj.) se znázorňují především data kartometricky zjištěná uvnitř těchto polí. Tato metoda se obvykle nazývá *geometrická*. Sledovaný jev, který je ve skutečnosti na ploše územní jednotky rozmístěn nerovnoměrně, je v kartogramu vyjádřen jedinou střední hustotou nebo intervalem hodnot (např. 150 t/ha nebo 100 - 200 t/ha). Před zpracováním kartogramu je třeba zjistit rozdíl mezi maximální a minimální střední hustotou vyskytující se ve znázorňovaném území. Tento rozdíl se rozdělí podle zvoleného přístupu (statistickým šetřením) na určitý počet intervalů, z nichž každý je pak vyjádřen jiným rastrem velikostní stupnice.

Ve statistické praxi se velmi často aplikuje metoda kartogramu, která nemá prostorový základ (např. podíl výdělečně činných obyvatel na celkovém počtu obyvatel v určité lokalitě, podíl domácností používajících v obci plynové topení aj.). Takové kartogramy se označují jako *nepravé*.

Metoda kartogramu je v tematické kartografii intenzivně používána a často se kombinuje s jinými metodami, nejčastěji s metodou kartodiagramů. To má výhodu současné prezentace absolutních i relativních hodnot.

## 4.1. RASTR

***Rastr je způsob vyjádření kvalitativních a kvantitativních charakteristik plošných jevů pomocí pravidelně nebo nepravidelně rozmístěných bodových nebo liniových kartografických znaků.***

Metoda rastru slouží ke zvýraznění a vzájemnému kvalitativnímu nebo kvantitativnímu odlišení areálů. Dělí se:

- podle geometrické povahy: bodový, liniový (tzv. šrafura)
- podle rozmístění znaků: pravidelný, nepravidelný
- podle provedení: barevný, černobílý
- podle užití: kvalitativní, kvantitativní

Bodové rastry se skládají z pravidelně nebo nepravidelně rozmístěných bodových znaků (bodů, kroužků apod.), u linií se jedná o souběžnou osnovu čar vedených jedním nebo více směry (křížení).

Kvalitativní (vzorkový) rastr se používá pro kvalitativní rozlišení vyjadřovaného jevu (jeho kategorií). Příklady: geologie, skladba lesa, národnostní složení, využití země a další. Kvantitativní rastr se používá pro kvantitativní rozlišení vyjadřovaného jevu (např. jeho intenzity). Příklady: hustota zalidnění, hektarové výnosy, eroze půdy, sklon svahů, migrační saldo a další.

### Stupnice

Stupnice rastru kartogramu je obdobou hodnotového měřítka diagramového znaku používání v kartodiagramech. Správné stanovení průběhu intenzity zkoumaného jevu v dané ploše mapy je jedním z nejdůležitějších kroků při použití rastru. Pokud se vytvoří chybná stupnice, správné použití rastru však celkový výsledek nespraví.

Obecně se vytvářejí stupnice:

- pravidelné: aritmetické řady, např. 0 - 5 - 10 - 15 - 20 - 25,  
geometrické řady, např. 5 - 10 - 20 - 35 - 55 - 80,
- nepravidelné: stanovené statistickými metodami,

volně sestavené, např. 0 - 5 - 10 - 50 - 75 - 200.

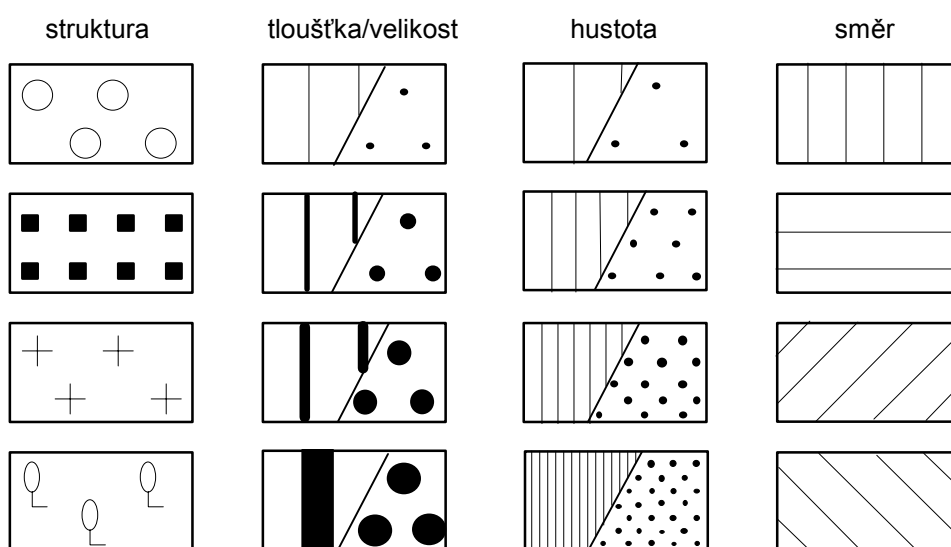
Podle dělení oboru hodnot se vyčleňují stupnice plynulé (např. 0 - 5 - 10 - 15 - 20 - 25) a intervalové (např. 0 - 2, 3 - 4, 5 - 6).

#### 4.1.1. PARAMETRY RASTRU

Každý rastr má čtyři základní parametry: **strukturu**, **tloušťku/velikost**, **hustotu** a **směr**. Tyto parametry určují **intenzitu rastru**, což v podstatě znamená zhušťování rastru podle určitých zásad. Při tvorbě kartogramu je třeba vyznačit areály rastrem tak, aby narůstání intenzity rastru bylo v souladu s narůstáním intenzity jevu, což z fyziologického hlediska znamená soulad se stupňováním pokrytí plochy černou barvou. Používají-li se čárové nebo mřížkové rastry, čáry se například postupně umísťují blíže k sobě nebo se zesilují.

Při sestavování stupnic kvantitativního rastru existuje více přístupů. Jedním z nich je dodržování následujících zásad:

1. V pořadí jednotlivých parametrů v stupnici se nevracet.



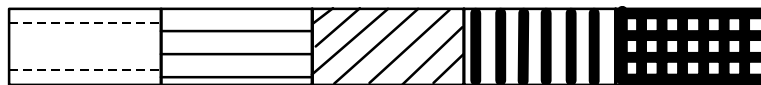
Obr. 4.1 Pořadí jednotlivých parametrů rastru (shora dolů od menší intenzity k vyšší)

Pořadí jednotlivých parametrů je definováno následovně:

- **struktura** - rastry z bodových znaků nebo liniových přerušovaných znaků se používají na začátku stupnic pro vyjádření nejnižších hodnot jevu, rastry složené z jednoduchých sítí (křížení, šachovnicová pole aj.) se umísťují na konec stupnice,
- **tloušťka (u linií) / velikost (u bodů)** - rastry z tenkých linií, resp. malých znaků, se používají pro začátky stupnic a rastry ze silných linií, resp. velkých znaků pro konce stupnic,
- **hustota** - řídké rastry se používají pro nízké hodnoty, hustší rastry pro vysoké hodnoty,
  - tloušťka/velikost a hustota spolu souvisejí, platí pravidlo „čím tlustší, tím blíž k sobě“,
- **směr** - při použití dvou směrů se používají směry na sebe kolmé a upřednostňuje se dvojice „vodorovný - svislý“ před dvojicí šikmých směrů „pravý - levý“,
  - při použití 3 směrů je pořadí: vodorovný, pravý šikmý, svislý,
  - při použití 4 směrů je pořadí: vodorovný, šikmý pravý, šikmý levý, svislý.

2. Rastry extrémních intervalů (okrajových, tj. první a poslední kategorie ve stupnici) se výrazně odlišují od rastrů ostatních kategorií ve stupnici. Při kvantitativním rozlišení jevu jsou

nejvhodnějšími parametry rastru pro vzájemné odlišení rastrů tloušťka a hustota, protože nejsnadněji umožňují vyjádření intenzity jevu díky možnosti zvýšit podíl černé barvy v areálu. Proto se stupnice kvantitativního rastru sestavují nejčastěji na základě využití tloušťky a hustoty rastru. První a poslední rastr se volí dostatečně odlišný od všech ostatních kategorií, nejčastěji se používá odlišení strukturou.



Obr. 4.2 Odlišení extrémů ve stupnici kvantitativního rastru

3. V rastru se nepoužívá plná bílá ani černá barva, protože:

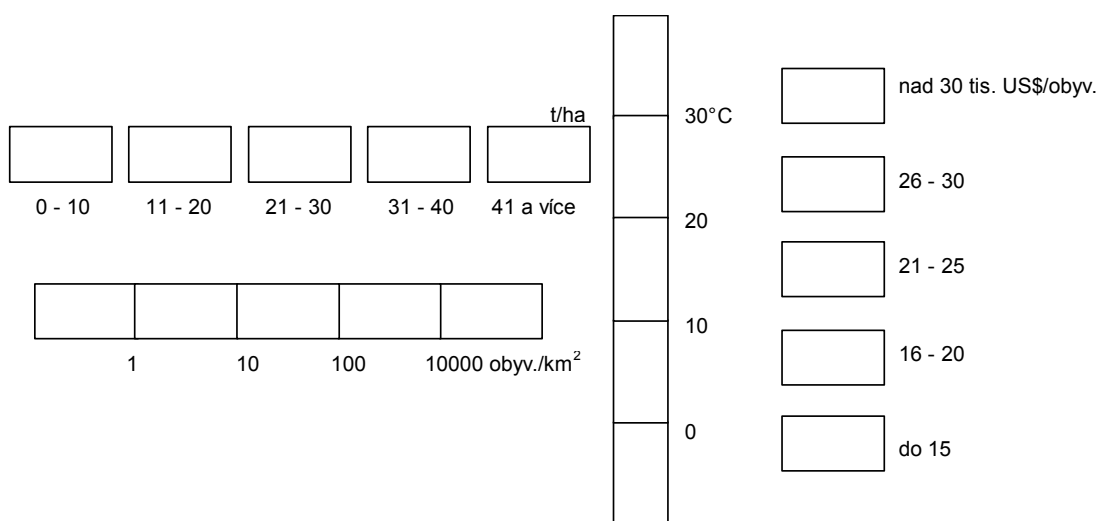
- bílá barva je vyhrazena pro kategorie „jev se nevyskytuje“ nebo „data nejsou k dispozici“,
- černá barva je i pro nejvyšší kategorii příliš absolutní a nedává možnost vyjádřit vyšší intenzitu jevu; navíc se vyskytují problémy s čitelností hranic areálů a popisem, které bývají provedeny nejčastěji právě černou barvou.

4. Čím tlustší čára, tím blíže k sobě. Tím je v areálu více černé barvy, tzn. že intenzita rastru narůstá a lze tak vyjádřit vyšší hodnoty znázorňovaného jevu.



Obr. 4.3 Vyjádření zvyšování intenzity jevu ve stupnici kvantitativního rastru

5. Legenda rastru ve formě samostatných políček se používá pro diskrétní charakteristiky jevů, pásek pro charakteristiky spojité. Způsob popisu legendy je uveden na následujícím obrázku.



Obr. 4.4 Grafická podoba legendy kvantitativního rastru s popisem

6. Kategorie intenzity jevu se v legendě řadí zleva doprava nebo shora dolů. Řazení rastru zdola nahoru lze použít pouze u vyjádření jevů s vertikální podstatou (např. nadmořská výška).

#### 4.1.2. URČOVÁNÍ INTERVALŮ VELIKOSTNÍCH STUPNIC

Volba intervalů velikostních stupnic map, kartogramů a diagramů musí být vždy založena na objektivním rozboru znázorňovaného souboru, který je nejčastěji statistickým souborem. Třídění statistického souboru podle kvantitativních znaků se provádí do tříd (skupin) podle velikosti třídícího znaku. Celkový počet statistických jednotek souboru  $n$  se rozděluje do  $m$  tříd. V případě, že je třídící znak spojitý nebo nabývá mnoha hodnot, vymezují se třídy pomocí tzv. třídících intervalů.

Sestavení velikostní stupnice pro kartogram probíhá obecně podle následující osnovy:

1. orientační zjištění četností výskytu jevu v pravidelných intervalech,
2. určení typu rozdělení četností, případně jeho testování a výpočet jeho charakteristik (střední hodnoty, odchylky, parametry šikmosti apod.),
3. vymezení intervalů stupnice podle typu rozdělení četností,
4. vytvoření kvantitativního rastru (nebo barvy),
5. konstrukce výsledného kartogramu.

Správné určení počtu tříd  $m$  je důležité pro adekvátní sdělení kartografické informace. Jestliže je počet tříd  $m$  příliš malý, informace o rozdělení počtu jednotek v celé šíři možného výskytu se ztrácejí. Na druhé straně, je-li počet tříd příliš velký, snižuje se přehlednost třídění a některá charakteristická rozložení hodnot zanikají. Nepřípustné je, aby  $m \geq n$ , kdy jedna statistická jednotka spadá do jedné třídy a přitom některé třídy jsou neobsazeny.

Neexistuje obecné pravidlo, které by jednoznačně určovalo počet tříd  $m$ . Někteří autoři doporučují na základě empirického ohodnocení používat 5 až 20 tříd, jiní stanovují  $m$  podle následujících vzorců:

$$m = \sqrt{n}$$

$$m \leq 5 \log n$$

$$m \approx 1 + 3,3 \log n$$

kde  $m$  je počet tříd a  $n$  je počet statistických jednotek.

Interval (ve statistice třídní interval) je rozpětí hodnot třídicího znaku, který tvoří jednotlivé třídy. Je definován dolní a horní mezí intervalu. Rozdíl horní a dolní meze se nazývá šířka intervalu  $h$ . V kartografii se používají velikostní stupnice, které mají intervaly stanoveny:

- konstantní šířkou  $h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{m}$ , tj. koeficientem aritmetické řady, např. 0 - 5 - 10 - 15 - 20 - ... atd.,
- geometricky narůstající šířkou, tj. koeficientem geometrické řady, např. 1 - 2 - 4 - 8 - 16 - ... atd.,
- obecně proměnlivou šířkou, např. 0 - 5 - 15 - 20 - 35 - 50 - ... atd.

Velice důležité je stanovení stupnice průběhu intenzity zkoumaného jevu v hranicích kartogramu. Stupnice se rozdělují podle vzájemné návaznosti intervalů:

- stupnice **spojité** - intervaly na sebe navazují pokrývají svými intervaly celé rozpětí souboru hodnot, např. 15 - 20 - 25 - 30 - 35,
- stupnice **nespojité** (skokové) - část řady je vypuštěna pro absenci hodnot v souboru a intervaly pak na sebe v určité části stupnice nenavazují a používají se jen pro intervaly, v nichž je jev zastoupen, např. 15 - 20, 30 - 35 - 40, 85 - 90 - 95; nespojitě stupnice vyžadují zvláštní konstrukční přístup.

Při dělení stupnice se začíná zjištěním maximální a minimální hodnoty znázorňovaného jevu na daném území a celý rozsah stupnice se pak rozdělí na určitý počet stupňů. Převládají následující základní typy dělení stupnic:

1. lineární - stupnice se rozdělí rovnoměrně na stejně velké intervaly,
2. s rostoucími intervaly - intervaly s šířkou rostoucí aritmetickou řadou se zvětšují o zvolenou konstantu  $k$  nebo intervaly s šířkou rostoucí geometrickou řadou jsou vždy  $n$ -násobkem hraniční hodnoty nejbližšího nižšího intervalu,
3. ekvivalentní - jednotlivé intervaly zaujímají v mapě přibližně stejnou plochu,

4. intervaly určené statistickými metodami - na základě četnosti hodnot nebo intenzity jevu se odvozuje frekvenční křivka nebo histogram, ze které se určuje nejvhodnější rozdělení pro dané zastoupení jevu.

V praxi se volí způsob dělení stupnice podle řady kritérií. Záleží na zavedených konvencích v geografickém výzkumu nebo na požadavcích zadavatele mapy. U větších mapových děl a atlasů se používá statistické šetření, jehož výsledkem jsou pak vědecky zdůvodněné stupnice, závazné pro celé kartografické dílo. Všeobecně se přihlíží k rovnoměrnosti rozmístění mapovaného jevu nejenom v území, ale i v rozpětí hodnot, kterých nabývá. Běžná jsou i empirická dělení, která sice berou v úvahu četnosti hodnot, ale také grafickou stránku (plochy vrstev se směrem k největší hodnotě zmenšují, ale intenzity rastru přibývají) i ryze praktickou (zaokrouhlené hranice intervalů).

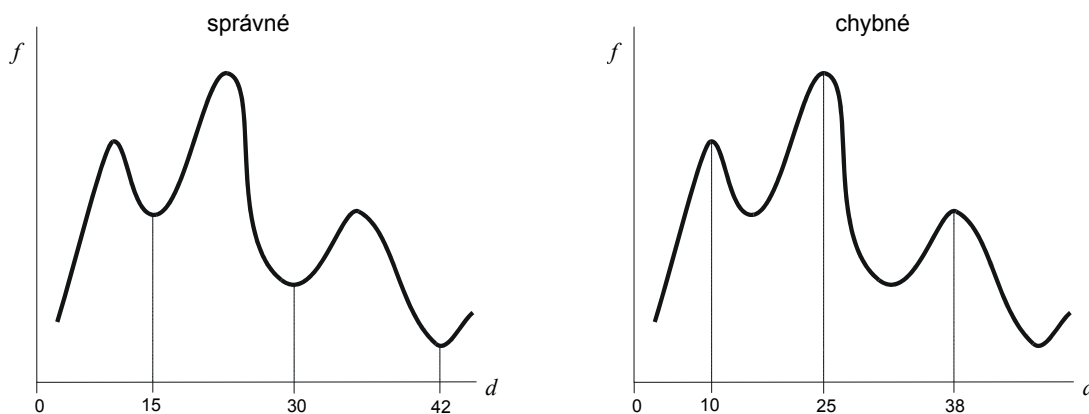
Intervaly stupnic je třeba stanovovat na základě rozborů frekvenčních souborů dat. Nejběžnějším způsobem stanovení intervalů stupnic a nejvhodnějším pro první přiblížení podoby kartogramu je rozdělení celého variačního rozpětí souboru na 4 až 5 intervalů. Stupnice je konstrukčně jednoduchá, snadno se pamatuje a podává dobré výsledky pro propagační účely kartogramů. Pokud je však požadavkem vytvořit exaktní znázornění prostorového rozmístění jevu formou kartogramu, je nezbytně nutné určit stupnici zásadně objektivními statistickými metodami.

K nejčastějším statistickým způsobům užívaných k vytváření stupnic kartogramů patří:

- rovnoměrné rozdělení variačního rozpětí souboru okrouhlými hodnotami,
- rozdělení variačního rozpětí souboru okrouhlými hodnotami tak, že stejnými intervaly je rozdělen jen úsek velkých četností,
- rozdělení mediánem a horním a dolním kvantilem (popř. jinými kvantily),
- průměrem a průměrnou odchylkou od průměru,
- průměrem a směrodatnou odchylkou,
- vytýčení mezi modálního intervalu s vyznačením hranic vyjadřující sedla (minima) frekvenčního grafu.

Nejvhodnějším a nejpresnějším způsobem je sestavení velikostní stupnice z rozboru frekvenčního grafu. Frekvenční graf vyjadřuje rozdělení četností, podle něhož je třeba vymezit hranice intervalů. Při studiu rozdělení četností geografických jevů se nejčastěji vyskytují následující rozdělení:

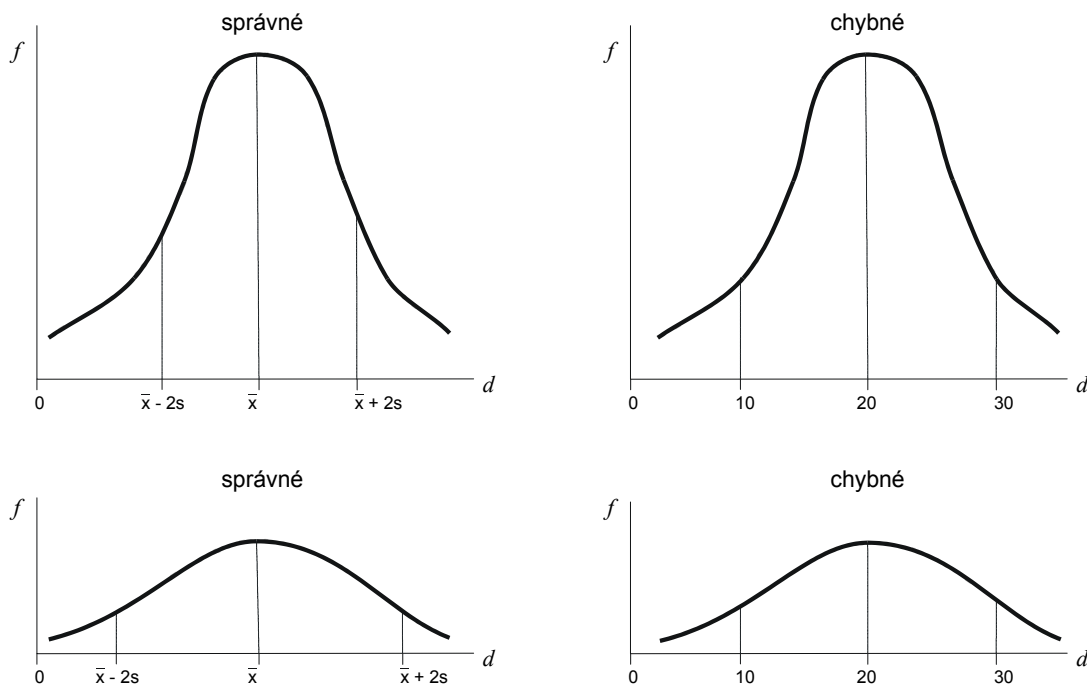
- **Vícevrcholové rozdělení.** Jev je reprezentován nesourodým souborem. Jedná se o nejčastější případ rozdělení četností výskytu geografických jevů. Protože každá vrcholová oblast frekvenčního grafu a její blízké okolí představuje typický atribut vyšetřované vlastnosti zkoumaného jevu, vymezují tyto části grafu jednotlivé intervaly stupnice. Objekty vyskytující se v určitém vrcholu mají společný atribut.



Obr. 4.5 Vícevrcholové rozdělení - vymezení intervalů stupnice

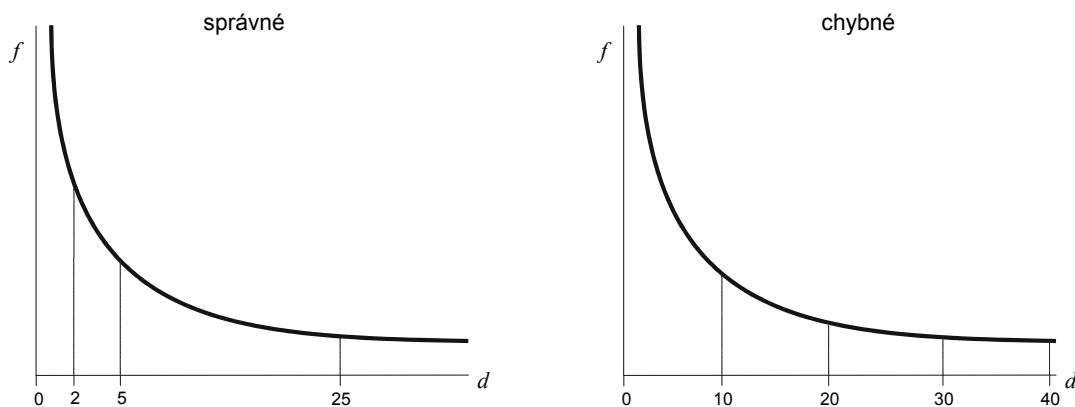
- **Normální rozdělení.** Jev se vyskytuje nejčastěji v okolí průměru, směrem k extrémním hodnotám výskyt jevu výrazně klesá. Nejčastěji se soubor rozděluje aritmetickým průměrem a

směrodatnou odchylkou. Vypočtené hodnoty (např.  $x+2s$ ), kde se volí hranice intervalu, jsou zároveň inflexními body grafu. Pokud je rozdělení ploché, lze použít dvojnásobek směrodatné odchylky.



Obr. 4.6 Normální rozdělení - vymezení intervalů stupnice

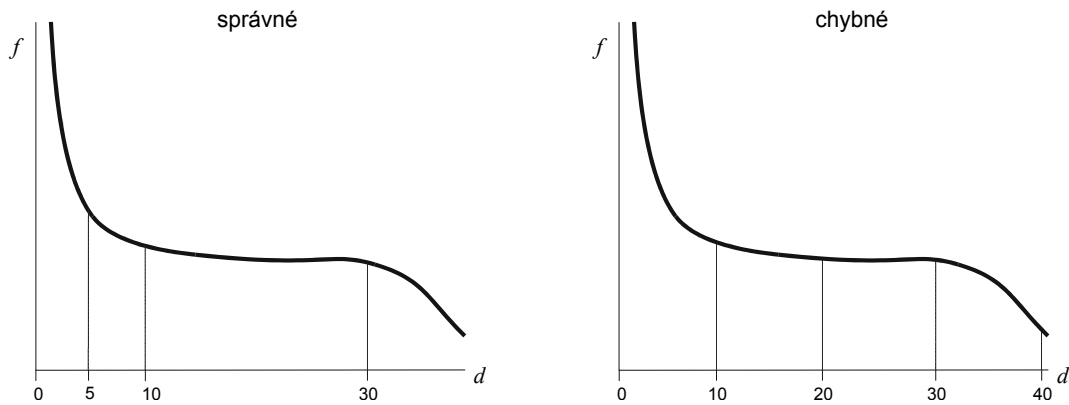
- **Rozdělení blízké exponenciální funkci.** Jev se vyskytuje nejčastěji v nízkých hodnotách (např. 1, 2 a 3). Nejvhodnějším řešením je rozdělení úseku nejčastějších hodnot (nízké hodnoty) exponenciálně a minimální výskyt (vysoké hodnoty) zahrnout do jednoho, maximálně 2 intervalů.



Obr. 4.7 Rozdělení blízké exponenciální funkci - vymezení intervalů stupnice

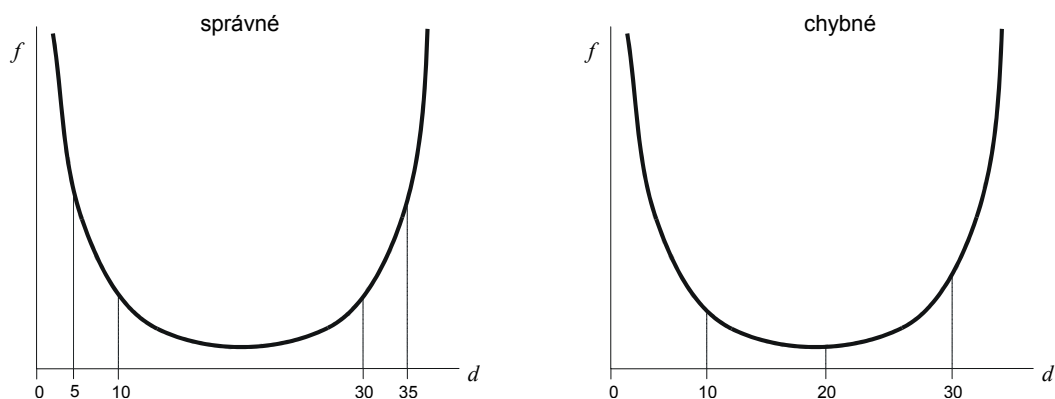
- **Rozdělení Pearsonovy křivky III. typu.** Nejvhodnějším řešením je rozdělení úseku vyšších četností pravidelnými intervaly a oblastí malých výskytů jevu a oblastí přibližně rovnoběžných s osou  $x$  (střední část Pearsonovy křivky) zahrnout do menšího počtu intervalů.





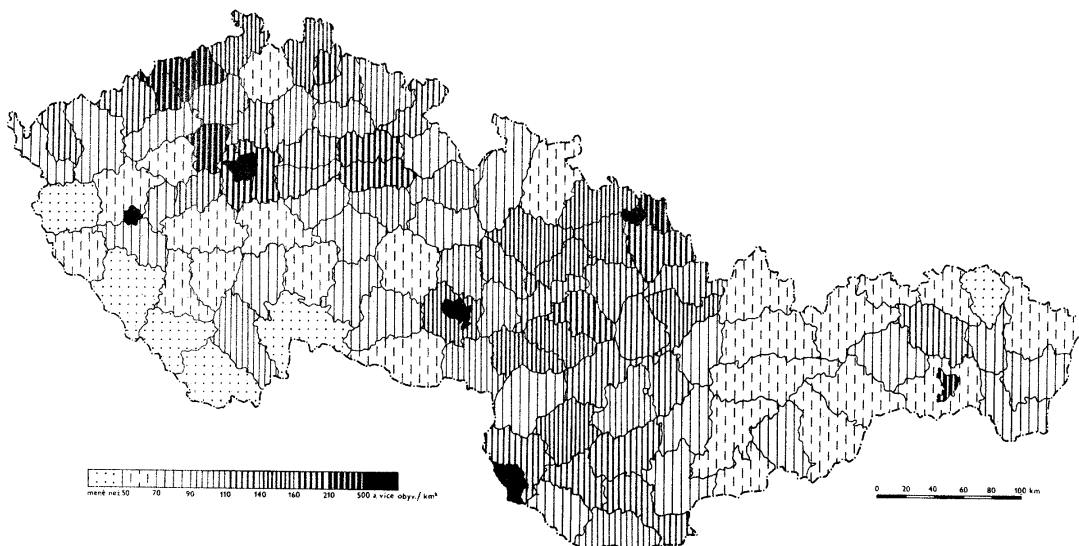
Obr. 4.8 Rozdělení Pearsonovy křivky III. typu - vymezení intervalů stupnice

- **Rozdělení tvaru U.** Stejně jako u rozdělení Pearsonovy křivky III. typu je i zde nejvhodnějším řešením rozdělení úseku vyšších četností pravidelnými intervaly. Oblasti malých výskytů jevu a oblastí přibližně rovnoběžných s osou  $x$  (střední část Pearsonovy křivky) se zahrnují do menšího počtu intervalů.



Obr. 4.9 Rozdělení tvaru U - vymezení intervalů stupnice

Kartogram nejčastěji vyjadřuje pro každý areál jednu charakteristiku, a to nejčastěji hustotou rastru nebo velikostí pravidelně rozmístěných teček (popř. stupněm barvy intenzitu jediného jevu).



Obr. 4.10 Jednoduchý kartogram

V případě kartogramu ve formě stupňových blokdiagramů, pak odpovídá intenzitě jevu výška tělesa, jehož podstatou je perspektivně zkraslený obrys územní jednotky.

Každá dílčí jednotka je pokryta rastrem podle předem sestavené stupnice. Při tvorbě *kvalifikačního* kartogramu se nejprve určí průměr nebo střední hladina intenzity jevu v celé znázorňované ploše kartogramu. Ve stupnici se vyjadřují rozdílným rastrem třídní intervaly nad a pod střední hladinou. Přitom intenzita dvou druhů rastrů se zvětšuje směrem na obě strany od střední hladiny. Někdy je výhodnější použít pro hodnoty nad střední hladinou liniový rastr, pod střední hodnotou tečkovaný rastr. Po vyjádření hodnot v kartogramu se vymezi (kvalifikuje) zesílenou linií území, která mají intenzitu jevu nad a pod střední hladinou. *Selektivní* kartogram se používá vždy, když se na ploše vyskytují dvě nebo více kategorií znázorňovaného jevu, které se v relativních hodnotách doplňují (např. přírůstek/úbytek, imigrace/emigrace, denudace/akumulace apod.). Jedná se vždy o jev, kdy se snižováním hodnot jedné kategorie jevu úměrně narůstají hodnoty druhé kategorie jevu. Proveďte se selekce jedné kategorie a ta se zpracuje podobně jako u homogenních kartogramů. Selekcce se uvede v legendě.

## 5. BARVA

Barva má mezi kartografickými vyjadřovacími prostředky výjimečné postavení. Je samostatným vyjadřovacím prostředkem a zároveň je i součástí všech prvků mapy.

Užití barev v tematické kartografii plní dvě základní funkce. V prvním případě je barevné provedení mapy součástí mapového jazyka a nositelem určité informace. Druhou funkcí je zvýraznění názornosti mapy a jejího estetického účinku. Barva mapu oživuje, zpřehledňuje a poskytuje jí značné možnosti rozlišení.

Černobílé mapy se používají především v případě kartografického doprovodu knižních a časopiseckých publikací a map rozmnožovaných fotograficky nebo černobílou reprodukcí v malém nákladu. Barevného provedení se používá na mapách všech měřítek a tematik, umožňují-li to technické prostředky tisku mapy. Bodové i čárové znaky je možné vyplňovat barvami, čímž vzniká při použití například osmi barev osminásobný počet znaků.

### 5.1. PARAMETRY BARVY

Použití barev má řadu geografických, technických a kompozičních aspektů. Jsou výsledkem definování tzv. parametrů barvy, kterými jsou tón, sytost a jas.

- **Tón** - Tón je vlastnost barevného vjemu charakterizovaná vlnovou délkou, označovaná názvem barvy (barva modrá, červená aj.). Jedná se o umístění barvy ve spektrální řadě čili označuje převládající spektrální barvu. Rozlišují se dvě skupiny barev: pestré (chromatické) jsou spektrální barvy - červená, oranžová, žlutá, zelená, modrá a fialová, a nepestré (achromatické, neutrální) - bílá, černá a různé odstíny šedi.
- **Sytost** (čistota) - Sytost je definována jako vlastnost barevného vjemu, který určuje jeho rozdílnost od vjemu nepestré barvy, jež se mu nejvíce podobá (určuje příměs jiných barev). Sytost vyjadřuje podíl čisté pestré barvy a barvy nepestré ve výsledné lomené barvě namíchané pro tisk. To znamená, že je mírou toho, jak mnoho se určitá barva jeví odlišnou od šedé a podobá se buď čistě spektrální barvě nebo některé purpurové, jež vznikne skládáním okrajových spektrálních barev červené a fialové. Vyjadřuje tedy rozdílnost vjemu barvy chromatické od vjemu barvy achromatické. Podle sytosti se rozlišují barvy syté a bledé.
- **Jas** (světlost) - Jas udává relativní čistotu barvy. Je definován jako vlastnost vjemu svítící plochy, která umožňuje, aby vjem barvy byl vyhodnocen stejně jako vjem nepestré (achromatické) barvy v rozsahu od velmi tmavé (tmavé) až do velmi jasné (světlé) čili je dán množstvím bílého (bezbarvého) světla. Podle jasu se rozlišují barvy světlé a tmavé. Při tisku mapy se tmavých barev docílí tiskem plné plochy, světlých barev použitím sítí (rastrů). Světlé barvy jsou barvy čisté nebo barvy vzniklé skládáním příslušných chromatických barev.

Tmavé barvy jsou barvy s příměsí šedi, eventuálně skládání dalších příslušných chromatických barev.

Barvy, které se používají při vytváření obrazu v počítačovém prostředí, jsou vytvořeny kombinací základních barev. Na barevné obrazovce je barva například jako výsledek tří složek - červené, zelené a modré. Počet kombinací barev reprezentovaných trojicí bytů je  $256^3$ , což je více než 18 milionů. Ne všechny obrazovky jsou však schopny takové množství barev současně zobrazit. Proto bývá počet barev před vykreslením uměle snižován, ovšem tak, aby lidské oko zaznamenalo co nejmenší ztrátu kvality obrazu.

Z počítačového hlediska může být konkrétní reprezentace barvy značně různorodá. Od jednobitové informace rozlišující pouze mezi barvami bílá a černá, přes osmibitové číslo označující stupeň šedi až po různé zápisy barevných složek. Pro reprezentaci tří barev ve dvou bytech (3 x 5 bitů) se vžilo označení **high color**, pro zápis ve třech bytech označení **true color**. Někdy jsou barvy vyjádřeny nepřímo - pomocí čísla odkazujícího do tabulky, zvané **paleta**.

V tematických mapách bývá často klíč barev standardizován. Zpravidla se jedná o celé unifikované legendy, např. mapy klimatické (nízké teploty modré nebo zelené, vysoké teploty červené), geomorfologické (denudační tvary georeliéfu hnědé, akumulární zeleně, antropogenní šedě apod.) nebo geologické (křída zeleně, neogén žlutě apod.).

V současné kartografii převládají jasnější, nepříliš syté barvy, které mapy oživují, činí je zajímavějšími a estetičtějšími než dříve často používané syté a tmavé barevné odstíny. Kartografické podniky mívají vlastní vzorníky barev.

## 5.2. SKLÁDÁNÍ BAREV

Viditelné spektrum je v rozmezí vlnových délek elektromagnetického záření 400 až 700 nanometrů. Rozdělí-li se toto spektrum na tři hlavní oblasti, získají se tři **základní barvy**:

- 400 - 500 nm - barva modrá,
- 500 - 600 nm - barva zelená,
- 600 - 700 nm - barva červená.

Tzv. **doplňkové barvy** k barvám základním vznikají skládáním barev základních - žlutá (zelená + červená), purpurová (červená + modrá) a azurová (modrá + zelená). Všechny ostatní barvy vznikají rovněž skládáním, a to základních nebo doplňkových barev.

Skládání barev může být aditivní nebo subtraktivní:

1. **aditivní skládání barev** (tzv. sčítání) - Vychází se od černé barvy a přechází se přidáváním (sčítáním) jednotlivých základních barev k barvě šedé - ke světlu složenému. Proto jestliže při aditivním skládání barev platí, že stejné množství modré, zelené a červené barvy dává barvu bílou, platí rovněž, že stejné množství azurové, žluté a purpurové, musí dát opět bílou barvu. Aditivní skládání barev se uplatňuje při promítání a dociluje se ho pouze světlením - např. červená a zelená dávají žlutou. Je to tak proto, neboť v doplňkových barvách je zastoupení základních barev rovnocenné.
2. **subtraktivní skládání barev** (tzv. odečítání) - Postup je opačný než při aditivním skládání barev. Od bílé barvy se odečítají jednotlivá monochromatická světla (základní nebo doplňkové barvy). Tak se vytváří směs světla tím, že se z bílého světla vyloučí určitá část. Při subtraktivním skládání např. odebrání azurové se žlutou dává zelenou. Jakmile se vyloučí poslední monochromatická složka, zůstane barva černá. Subtraktivní způsob skládání barev se používá při tisku, protože základem je bílý papír. Pro tisk se používají doplňkové barvy: žlutá, purpurová a azurová.

### Komplementární barvy

V modelu barev CIE se barvy označují následovně (M - purpurová, Y - žlutá, C - azurová, R - červená, B - modrá, G - zelená):

- **základní barvy:** červená ( $R=M-Y$ ), modrá ( $B=M-C$ ), zelená ( $G=C-Y$ ), pak bílá barva je  $R+B+G$ .
- **doplňkové barvy:** azurová ( $C=B+G$ ), purpurová ( $M=R+B$ ), žlutá ( $Y=R+G$ ), pak černá barva (K) je  $M-C-Y$ .

Tzv. malířské skládání barev vychází z dělení barev na primární, sekundární a komplementární:

- **primární:** červená (R), modrá (B), žlutá (Y),
- **sekundární:** fialová ( $V=R+B$ ), zelená ( $G=B+Y$ ), oranžová ( $O=R+Y$ ),
- **komplementární:** fialová (R+B): žlutá (Y), zelená (B+Y): červená (R), oranžová (R+Y): modrá (B).

Každá barva má svou komplementární hodnotu vzniklou skládáním dvou zbývajících primárních barev. Tzn. že komplementární barva k sekundární barvě je třetí primární barva, která se nepodílí na skladbě sekundární barvy. Komplementární barvy (např. zelená a červená) položené vedle sebe se zvýrazňují. Každá barva má snahu zabarvovat své okolí komplementární barvou. Proto zvláště vedle ploch se sytou barvou nesmí být bílá plocha. Skládáním sekundární barvy a barvy k ní komplementární vzniká tzv. bezbarvá šed'.

### 5.3. PSYCHOLOGICKÉ PŮSOBNÍ BAREV

Velmi důležitým aspektem použití barvy v tematické kartografii je psychologické působení barev. Projevuje se například vyvoláváním vjemu hloubky, pocitu tepla a chladu, nestejnou optickou váhou barev aj.

- **Vjem hloubky** - Vjem hloubky se uplatňuje i v situacích, kdy se vyjadřují pozitivní a negativní hodnoty nebo dojem vzdálenosti. Vjem hloubky je vlastnost barevného vjemu, který má tón barvy. Lidské oko vnímá každý barevný tón s jinou intenzitou. To znamená, že zelenou nebo modrou barvu nejlépe člověk čte z kratší vzdálenosti, zatímco purpurová je viditelná na velkou vzdálenost. Jsou-li ovšem například modrá, oranžová a purpurová současně ve stejné vzdálenosti od pozorovatele, jeví se modrá jako vzdálenější, purpurová bližší a oranžová mezi nimi. To lze interpretovat i následovně: barvy s kratší vlnovou délkou (modrá) se zdají být na mapě hlubší, resp. vzdálenější než barvy s větší vlnovou délkou (červená). Toho se využívá ve stupnicích barevných vrstev, kde jsou barvy řazeny podle pořadí ve spektru, tj. zelená - žlutá - oranžová - červená.
- **Pocit tepla** - Pocit tepla se dostavuje u červené, oranžové a žluté (teplé barvy), pocit chladu u zelené, modré a fialové (studené barvy). Využívá se nejčastěji na klimatických mapách při znázorňování teplot. Používá se i na vojenských mapách, kde domácí armáda je znázorněna červeně (teplá barva je příjemná) a nepřítel modře (studené barvy jsou více cizí).
- **Optická váha barev** - Optická váha barev není u všech barev stejná. Závisí na tónu barvy i na jejím jas a sytosti. Výraznější jsou barvy tmavé a syté. Nejnížší váhu má bílá a žlutá, od níž na obě strany spektra optické váhy přibývá. Největší optickou váhu mají barvy fialová, červená a černá. Nespektrální barvy, například hnědou, nelze jednoznačně zařadit. Při zařazení bílé a černé je pořadí optické váhy (od nejnižší k nejvyšší) následující:

bílá - žlutá - oranžová - červená a

žlutá - zelená - modrá - fialová - černá.

Různá optická váha barev v ploše se dá vyrovnat použitím rastrů (výrazná barva rastrem, nevýrazná plně), u bodových a liniových prvků změnou rozměrů (např. černá linie bude tenčí než zelená).

Pro důležité jevy a objekty se užívají barvy s větší optickou vahou než pro jevy a objekty méně důležité. Je-li nezbytné vyrovnat rozdílné optické, použijí se rastry (nevýrazná barva plně, výrazní barva rastrem) a u bodových a liniových vyjadřovacích prostředků se pozmění rozměr (černá čára se například kreslí tenčí než červená).

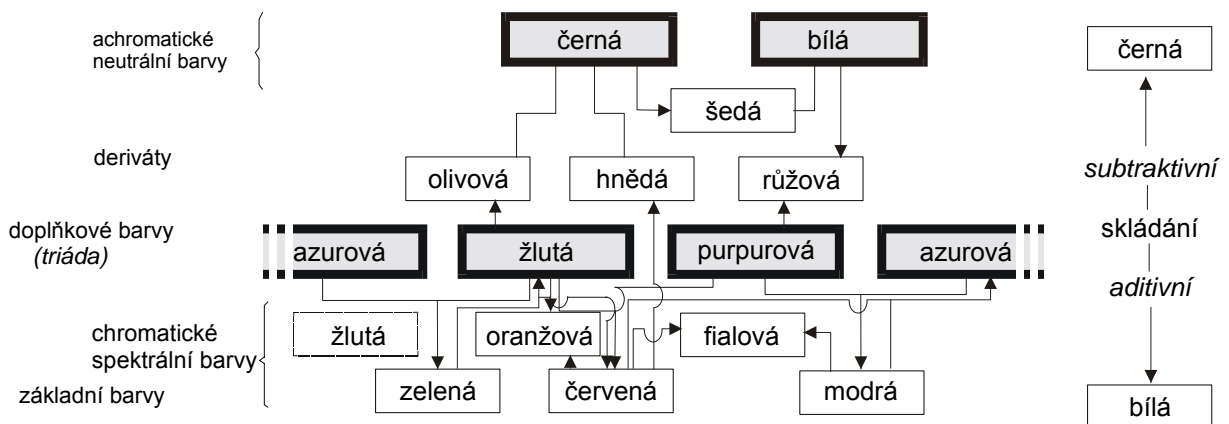
- **Vzrušivost** - Podle vzrušivosti se rozlišují barvy klidné a vzrušivé. V klidných barvách od žluté po modrou kulminuje zelená barva, která všem barvám přiděluje nádech zelenosti. Zelená proto působí nejkliidněji. V zelených tónech a odstínech je lidský zrak schopen rozpoznat nejvíce jejich nejmenších rozdílů nebo prahů (také v zeleném osvětlení rozeznává zrak lépe i velmi malé rozdíly). Opačným pólem ke klidu je vzrušivost barvy červené.

Zvláštní postavení má barva purpurová, která je fyzikální skladbou světél nejkratších a nejdelších vln, tedy světél nejvíce a nejméně lámavých. Pro zaostřování oka to představuje zvýšené úsilí vytvořit ostrý sítnicový obraz objektů a obrazců této barvy a tím se také patrně stupňuje vzrušivý účinek.

Vzrušivosti barev se využívá ke znázorňování dominant nebo negativních jevů (vzrušivé barvy) a na druhé straně ke znázornění podkladu nebo druhořadých objektů a jevů (klidné barvy).

Při sestavování kompozice barev tematické mapy se udržuje jednotné základní ladění. Pro velké plochy se volí světlé, málo syté barvy, které jednak tvoří vhodně odlehčený podklad pro bodové a liniové znaky, jednak se s podobně odlehčenými sousedními plochami lépe snášejí. Zvláštností je použití barev pro stínování, kde se využívá spojitě změny světlosti jediné barvy pomocí autotypického rastru (sítě). Tmavé a syté barvy působí na mapě příliš nápadně a výrazně, až křiklavě. Proto se používají pro malé a drobné plošky, které obvykle představují kvalitativně nebo kvantitativně nejzajímavější místa. Takové barevné enklávy vystupují z mapy tím více, čím nenápadnější a neutrálnější je barva okolí. Tmavé a syté barvy se používají i u bodových a liniových znaků, pro které se na rozdíl od plošných prvků mohou využívat jen barvy v plné ploše. Kombinace barev pomocí rastrů nejsou totiž u drobných obrazců a linií možné, a tak je počet barev velmi omezen. K tomu přispívá i skutečnost, že barevný podklad mění odstín barvy, která se na něj nanáší. Proto se u liniových a bodových znaků téměř vůbec nepoužívá žlutá, kterou je na světlém podkladu špatně vidět.

Vícebarevná stupnice se v kartografii vytváří kombinací základních chromatických barev. Často se využívá tzv. „principu čtyř barev“, tzn. triády barev purpurové, azurové a žluté a barvy černé v různých sytostech a jasu a tiskne se tzv. **čtyřbarvotiskem (označení CMYK)**. Z azurové, žluté a purpurové je možné skládáním vytvořit základní tóny, a to zelenou, oranžovou, červenou a fialovou. Šedá barva je derivátem černé barvy, růžová derivátem purpurové, hnědá derivátem oranžové a olivová derivátem žluté. Při použití triády a pěti rastrů (15, 25, 40, 60 a 100 %) lze docílit 179 barevných tónů a odstínů. Vzorník těchto odstínů se v kartografické polygrafii nazývá barevný šáteček.



Obr. 5.1 Základní model skládání barev

Ke zvýraznění dominant a prvořadých prvků tematického obsahu slouží také kombinace doplňkových a kontrastních barev. Jevy barevného kontrastu vznikají, jestliže některé místo zorného pole vyniká nad svým okolím světlostí, tónem nebo sytostí. Kontrastní barvy se neztotožňují s doplňkovými barvami proto, že jevy kontrastní vznikají indukci v prostorově různých místech nervové soustavy.

Kontrastní barvy se liší od doplňkových barev nejvíce pro modrou a žlutozelenou část spektra. Například k ultramarínu o vlnové délce 464 nm je kontrastní barvou zlatožlutá o vlnové délce 583 nm, avšak doplňkovou barvou k ultramarínu je citrónově žlutá o vlnové délce 573 nm. K zelenožluté o vlnové délce 569 nm je kontrastní modrá o délce 471 nm, ale doplňkovou purpurově modrá o vlnové délce 450 nm atd. Pouze ve třech částech spektra, a to pro vlnové délky 444 nm, 510 nm a 671 nm se ztotožňují barvy kontrastní s doplňkovými.

Je třeba volit barvy tak, aby:

- velké plochy byly vykresleny světlými a málo sytými odstíny, protože vytváří odlehčený podklad pro bodové a liniové znaky,
- malé plochy byly vykresleny tmavými a sytými odstíny, protože malé plochy obvykle vyjadřují krajní možnosti rozšíření jevu nebo kvalitativně důležité objekty či jevy (sídla, průmysl, extrémní apod.),
- bodové a liniové znaky byly vykresleny pouze tmavými a sytými odstíny a byly tak snadno čitelné.

Pro obecné charakteristiky objektů a jevů lze základní výběr barev provést z následujícího přehledu, který je koncipován tak, že každá skupina je seřazena ve stoupajícím pořadí:

<i>Charakteristika</i>	<i>Používané barvy</i>
studená	fialová, modrá, zelená
teplá	purpurová, oranžová, žlutá
pasivní	modrá, zelená
aktivní	purpurová, oranžová, žlutá
slabá	fialová, modrá
stabilní	zelená až žlutá
silná	žlutá, oranžová, purpurová
regresivní	modrá, zelená
neutrální	žlutá
progresivní	oranžová, purpurová
záporná	zelená, modrá
kladná	žlutá, oranžová, purpurová

Velmi významnou úlohu hraje barva ve vyjádření obsahu map životního prostředí. Na těchto druzích tematických map se používá barva podle následujících pravidel:

- Pro prvky aktivně degradující životní prostředí se používají odstíny fialové barvy. Fialová barva je dobře viditelná na podkladě jiných znaků. Pouze pro ropné produkty se vyčleňuje

barva tmavě červená. Tímto přístupem se opticky nejvýrazněji vyznačují oblasti nejvíce ohrožené až zničené.

- Pro prvky pasivně degradující životní prostředí se používají odstíny teplých barev - od žluté přes oranžovou k červené a barvou šedou (neplodné půdy, sportovní areály apod.).
- Pro prvky regenerující životní prostředí se používají barvy zelené a modré. Odstíny zelené se volí tak, aby platilo, že čím méně prvek regeneruje životní prostředí, tím více se pak odstín přibližoval barvě žlutozelené, až by nakonec přešel k barvám prvků degradujících životní prostředí pasivně.
- Pro prvky antropogenní transformace georeliéfu se vyčleňují odstíny hnědé barvy. Objekty nejvíce narušující životní prostředí se znázorňují tmavě hnědou barvou.
- Jas a sytost barev se používají pro vyjádření dominantnosti prvků. Dominující prvky se znázorňují v sytých odstínech, druhořadé a doplňující prvky v bledých odstínech.
- Kvantitativní charakteristiky jevů se vyjadřují intenzitou barevného odstínu s použitím bodových, čárových a pultónových rastrů.

### Optické barevné klamy

Optické barevné klamy jsou způsobeny subjektivními barevnými vjemy, podněty a podrážděním sítnice, její únavou a citlivostí na barvy. K optickým barevným klamům, které nejvíce ovlivňují proces sdělení kartografické informace, patří:

- **Barvoslepost** - Stejná barva znaku, který je umístěn na různě barevném podkladě, může být různě rozlišena a jinak identifikována z legendy mapy, kde je znak na bílém nebo světlém podkladě. Proto je vhodné používat pro znaky různé tvary, velikosti, orientaci, struktury nebo různé rastry a ty pak dodatečně rozlišovat barevně.
- **Jev kontrastu** - Vzniká při pozorování dvou nebo několika ploch s různými jasy, případně různě zbarvených ploch. Znaky provedené na světlém podkladě se jeví jako tmavší než stejné znaky na tmavém podkladě. Šedý kruh na jasném pozadí se jeví jako tmavší než týž kruh na černém pozadí. Totéž platí pro barevné kontrasty, tzn. že šedý proužek papíru položený na červeném podkladu se jeví nazelenale. Položíme-li tento šedý proužek na zelenou podložku, jeví se dočervena, tedy v doplňkových barvách.
- **Barevná aberace** - Barvy se jeví v různých rovinách. Například modrá se jeví pozorovateli nejvzdálenější, zatímco červená nejbliže. Černé znaky na červeném podkladě se jeví bližší než bílé znaky na stejném podkladě.
- **Laterální přízpůsobování** - Jsou-li dvě barvy stejného barevného tónu, avšak znatelně rozdílné sytosti položeny blízko sebe, nastává tendence u barvy menší sytosti přibrat odlišný barevný tón. Červená způsobí, že světle růžová se stane modrozelenou, zelená způsobí, že světle zelená dostane nafialovělé zabarvení, modrá způsobí, že světle modrá bude vypadat nažloutle atd. Tyto zdánlivé odstíny jsou doplňkovými barvami, které by při smíchání se sousedními barvami vytvořily barvu bílou.

## 5.4. BARVA V KARTOGRAMECH

Důležitým předpokladem použití barvy pro kvantitativní rozlišení jevů v mapě, v tzv. barevném kartogramu, je správné stanovení stupnice průběhu intenzity zkoumaného jevu v dané ploše mapy. Pokud se vytvoří neexaktní stupnice, barvy celkový výsledek nezachrání.

Při použití barev pro kvantitativní rozlišení jevů v mapě existují dva základní přístupy:

- použití standardizovaných barevných stupnic; některé druhy map (např. lesnické mapy - stáří porostu, klimatické mapy aj.) mají standardizovány celé legendy (které ovšem mnohdy nedbají kartografických zásad),

- sestavení vlastní barevné stupnice, ve které se barevné odstíny znázorňovaných jevů maximálně přibližují svým přírodním barvám; tento přístup se volí pouze v případě, že standardy pro znázornění daného jevu nebo objektu neexistují.

Na klimatických mapách se pro vyjadřování záporných teplot používají modré odstíny, resp. zelené, pro vyjadřování kladných teplot se používají červené odstíny. Pro suché oblasti se vyčleňují žluté odstíny, pro vlhké oblasti modré odstíny.

V českých lesnických mapách (mapy stáří porostů) se používá nepříliš kvalitní barevná stupnice, ve které je stáří porostu vyjádřeno následovně:

1 - 20 let	žlutá	81 - 100	světle hnědá
21 - 40	červená	101 - 120	šedá
41 - 60	zelená	121 - 140	tmavě fialová
61 - 80	světle modrá	141 a více	tmavě zelená

Základním pravidlem použití barvy pro kvantitativní rozlišení jevů je dodržení zásady: čím vyšší intenzita jevu, tím vyšší intenzita barvy. To vyžaduje použití takové sady barevných odstínů, ve které se rozpětí intenzit jednotlivých barev pohybuje v dostatečně širokém intervalu. Výsledkem pak je možnost vyjádřit odlišně areály s různou intenzitou jevu. Optická váha všech barevných ploch je natolik rozdílná, že barvy v místech nejvyšších hodnot jevu na mapě vynikají a barvy ploch nízké kvantity nezanikají. Nelze v žádném případě aplikovat zásady použití barev pro kvalitativní rozlišení jevů, kdy se například ve zvoleném intervalu intenzit barev používají pro nejintenzivnější barvy pro malé plochy, zatímco velké areály se vykreslují méně intenzivními barvami.

Při kvantitativním rozlišení jevů se používají různě tmavé odstíny v přechodu od barev studených (pro jevy záporné, pro hodnoty nízké) po barvy teplé (pro jevy kladné, pro hodnoty vysoké). Typické je užití barev v hypsometrii na obecně geografických mapách: nížiny jsou zelené, vyšší polohy postupně žluté až hnědé.

Nejobecnější zásady volby barev pro kvantitativní rozlišení jevů lze shrnout následovně:

- nejoptimálnějším řešením je použití odstínů jedné barvy - nejsvětlejší odstín reprezentuje nejmenší intenzitu jevu a naopak,
- použití více barevných tónů může u čtenáře mapy vyvolat pocit nesrozumitelnosti, protože může připisovat barvám zcela jiný, zpravidla kvalitativní význam - z tohoto důvodu je například naprosto nevhodná stupnice červená - zelená - modrá - černá,
- důraz musí být položen na užití teplých a studených barev - studené barvy pro nízké hodnoty nebo záporné jevy, teplé barvy pro vysoké hodnoty nebo kladné jevy,
- je-li nezbytné použít více barevných tónů, volí se barvy ve stejné části barevného spektra - nelze proto použít například stupnici světle zelená - oranžová - tmavě fialová,
- také jas a optická váha barev hrají důležitou roli - nepoužívá se například stupnice typu světle modrá - zelená - žlutá - oranžová - černá pro příliš širokou různost barev a pro větší jas žluté a oranžové; celkový vjem intenzity jevu v mapě by byl posunut (největší intenzita jevu neodpovídá žluté barvě),
- při využití hloubky vjemu lze sestavit následující stupnici: zelená - žlutá - oranžová - červená.

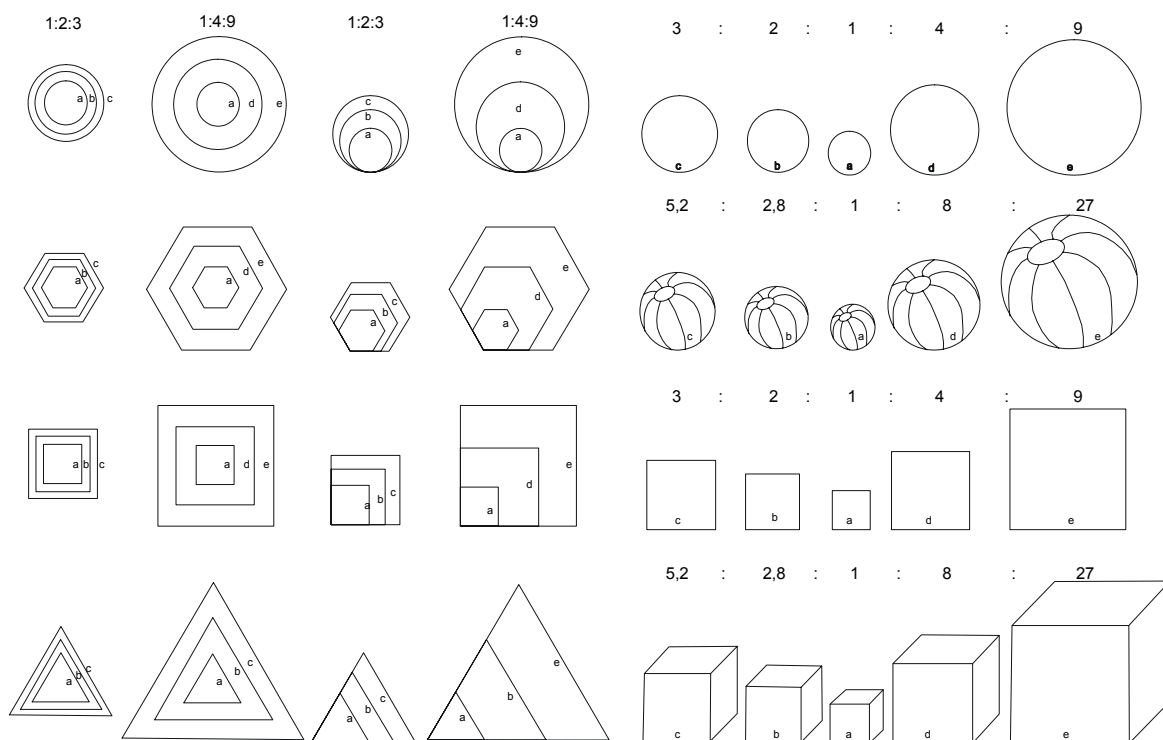


## 6. KARTODIAGRAMY

### 6.1. TEORIE BODOVÉHO ZNAKU

Bodový kartografický znak je prostředek jazyka mapy, který umožňuje v určitém místě mapy vyjádřit vlastnost vybraného jevu. Bodových znaků je velké množství.

K vyjádření třetího (vertikálního) rozměru geografického prostoru na mapě slouží fiktivně objemové znaky. Používání těles jako kartografických znaků není příliš vhodné. Je třeba si uvědomit, že lidské oko nejnáze rozlišuje a porovnává délky konstruované v lineárním měřítku. Optické porovnávání ploch je obtížnější. Budou-li například délky znázorněny v poměru 1 : 2 : 4, pak geometrické obrazce se základními rozměry opět 1 : 2 : 4 budou mít plochy v poměru 1 : 4 : 16. Obtížnost porovnávání objemů je pak znásobena přítomností třetího rozměru. U těles se vyskytují analogické problémy jako u vztahu délek - plocha, umocněná dále přítomností třetího rozměru. Bez použití hodnotového měřítka jsou například grafické znaky koule, znázorněné svými objemy v poměru 1 : 2 : 4 prostým okem prakticky nerozlišitelné. Exaktní vyhodnocení interpretované informace je tedy značně obtížné. Proto tam, kde číselné hodnoty odpovídají konkrétnímu znaku, není příliš vhodné tento způsob grafického provedení využívat. Ovšem tam, kde třetí rozměr nemá kvantitativní význam a grafické provedení touto fiktivně objemovou metodou přispívá k oživení a nápadnosti grafického znázornění, lze pseudostereoskopické znaky pro popularizační účely a vybrané záměry doporučit.



Obr. 6.1 Vizualní vztah mezi délkou, plochou a objemem

## Parametry znaku

V rámci bodového kartografického znaku požímaného jako určitý grafický komplex se vyčleňují jeho variabilní charakteristiky, které se označují jako parametry (někdy také proměnné) bodového kartografického znaku nebo grafické proměnné. Vyjadřují se mimi kvalitativní i kvantitativní atributy geografických jevů. Jedná se o:

- **Tvar** - daný obrysovou čarou znaku (např. kruh, čtverec, trojúhelník apod.).
- **Velikost** - udává kvantitativní hodnotu jevu. Platí při tom zásada, že tato kvantita je úměrná velikosti znaku, obvykle jeho ploše. Při použití kruhu se poloměr znaku počítá ze vzorce

$$r = \sqrt{\frac{P}{\pi}}$$

jedná-li se o čtverec, pak ze vzorce

$$s = \sqrt{P}$$

kde  $P$  lze přímo nebo po určité konstantní redukci nahradit velikostí jevu, např. počtem obyvatelstva, množstvím vytěžené suroviny apod.

V případě, že rozdíly extrémních hodnot jsou příliš velké a znaky by tak dosahovaly nepřijatelně velikých rozměrů, lze stanovit podmínku, že velikost jevu má být úměrná objemu těles. Tak se obdobně počítá poloměr koule podle vzorce

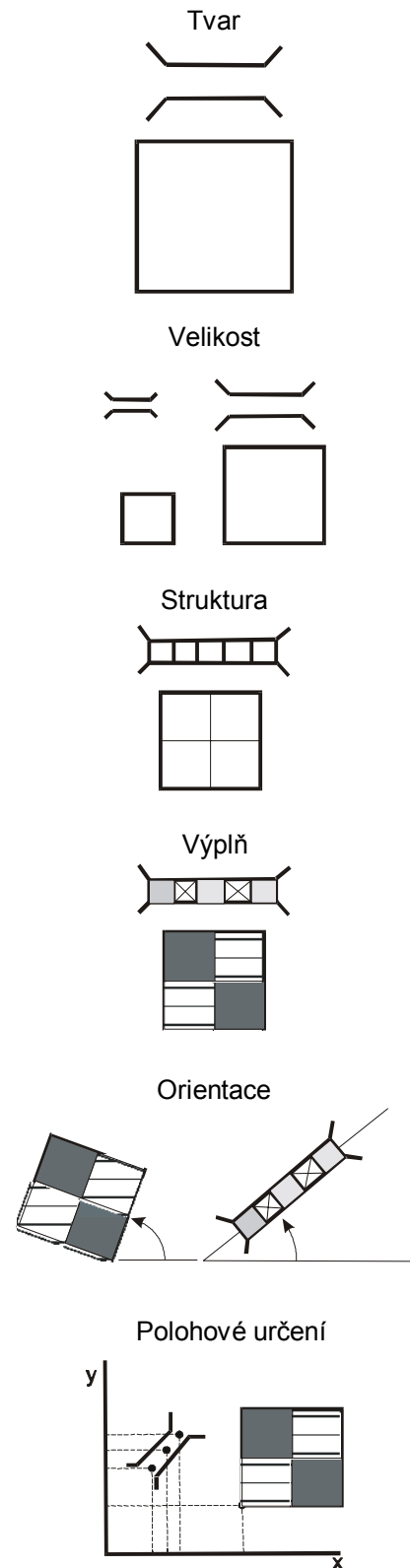
$$r = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}}$$

resp. strana krychle

$$a = \sqrt[3]{V},$$

kde hodnota  $V$  přímo odpovídá velikosti jevu. V praxi se často používá předem vypočtených hodnot sestavených do tabulek. Hodnoty poloměrů příslušných určitým kruhům nebo koulím mohou být rovněž získávány z grafů, které tyto závislosti vyjadřují. Pro běžné účely často tyto graficky určené hodnoty co do přesnosti zcela postačují.

- **Struktura** - je vnitřní grafické členění znaku. Může vyjadřovat kvantitativní vazby mezi jednotlivými složkami tvořícími jev jako celek nebo obdobné vazby v rámci kompozice více jevů zobrazované jedním znakem. Struktura však může mít i význam kvalitativní nebo pouze estetický, sloužící ke snadnému rozlišování jednotlivých kartografických znaků.
- **Výplň** - se vztahuje ke struktuře znaku. Pomocí barev nebo v černobílém provedení pomocí rastru vyjadřuje kvalitu jevu nebo jeho dílčí složky. Změnou intenzity barvy nebo rastru lze vyjádřit i kvantitu. Používá se ovšem jen v případě, že plocha znaku je dostatečně velká.



Obr. 6.2 Parametry bodových znaků

- **Orientace** - má smysl u znaků vyjadřujících polohu objektu vůči souřadnicové síti (např. ke světovým stranám) nebo jinému objektu (týká se zejména bodových znaků - např. příslušnost ke středisku) nebo vývoj jevu podél určité trasy nebo v určité ploše (např. směr migrace zvířat). Není-li orientace geografického jevu součástí kartografického znázorňování, musí být orientace kartografického znaku v celé mapě konstantní.
- **Polohové určení** - je umístění znaku v mapě pomocí souřadnic některého místa (bodu) znaku (např. rohu) nebo geometrického středu či osového nebo obvodového polygonu, jednoznačně definujícího v území, a tím i na mapě, polohu jevu vyjadřovaného bodovým znakem. Nazývá se vztažný bod znaku. Poloha kartografického znaku je jako jediný parametr určen jinými pravidly než ostatní.

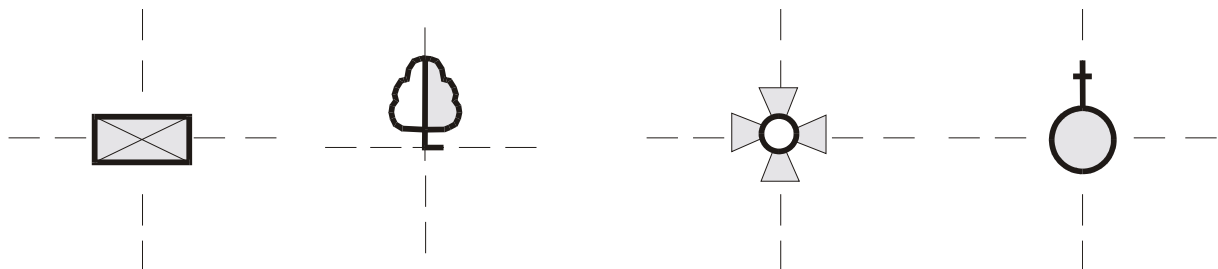
Možností grafické kompozice diagramových znaků je velké množství.

### 6.1.1. LOKALIZACE DIAGRAMOVÉHO ZNAKU

Diagramy jsou v podstatě bodové znaky, kterými se obecně vyjadřují bodové jevy nebo plošné jevy, které v měřítku mapy nelze půdorysně vyjádřit. Velikostí bodového znaku se nejčastěji vyjadřují kvantitativní vlastnosti zobrazovaného jevu.

Diagram se do mapy umísťuje na základě pozice bodového kartografického znaku, tj. pomocí jeho definičního (referenčního, vztažného) bodu, kterým bývá většinou geometrický střed diagramu nebo střed jeho podstavy. Tento bod bývá volen jako počátek souřadnicového systému diagramu, který může mít kartézské i polární souřadnice.

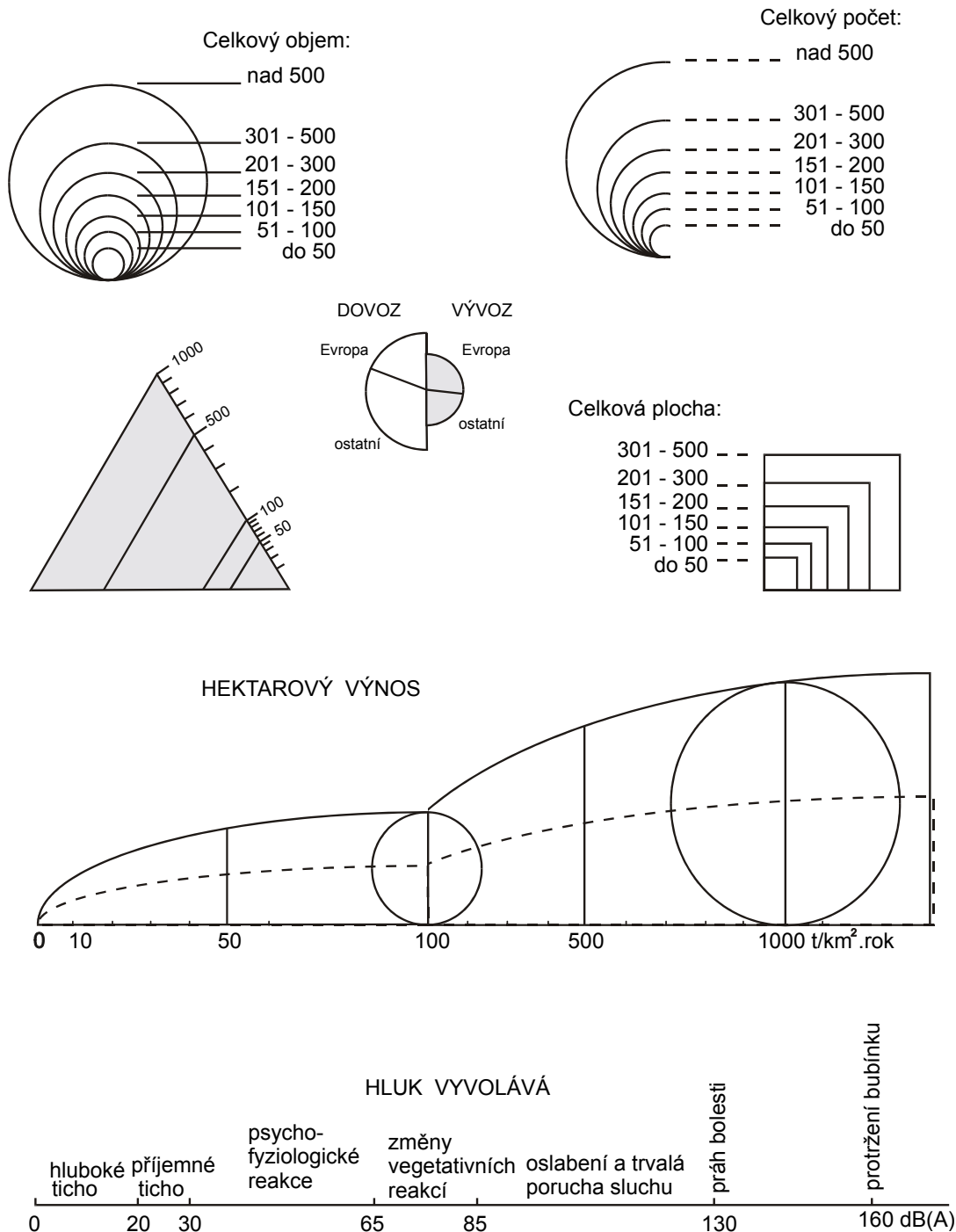
Při použití metody kartodiagramů se používá plošné lokalizace diagramového znaku. Při lokalizaci do plochy areálu se umísťují diagramy tak, aby se vzájemně nepřekrývaly a neprotínaly hranice areálu. Tuto zásadu nelze ovšem někdy důsledně dodržet. Překrytí diagramů se řeší pravidlem „menší přes větší“, tj. ve shluku diagramových znaků se začíná vždy vykreslovat diagram nejmenší plošné velikosti. Lokalizace do bodu je přesnější, často však dochází ke grafickým kolizím diagramů.



Obr. 6.3 Popisný a lokalizační smysl bodových znaků

### 6.1.2. HODNOTOVÉ (DIAGRAMOVÉ) MĚŘÍTKO

Na tematických mapách je řada objektů a jevů znázorněna diagramy, plošnými znaky a areály, kde plocha vyjadřuje skutečné kvantitativní hodnoty prvků obsahu mapy. Aby bylo možné tyto hodnoty z mapy odvozovat a navzájem srovnávat, musejí být k dispozici srovnávací poměry. K tomu se obecně používají hodnotová (diagramová) měřítka.



Obr. 6.4 Příklady hodnotových měřítek

Hodnotové měřítko slouží ke zjištění velikosti objektu nebo jevu v mapové kresbě. Má zpravidla podobu srovnávacího obrazce, symbolu, diagramu, velikostní stupnice apod.

Při určování velikostní stupnice diagramu se uvažuje daný soubor geometrických kvantit  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ , které jsou zobrazeny diagramovými znaky o výškách  $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$ . Výškou znaku  $d$  se rozumí nezávisle proměnná konstrukční veličina diagramu, tj. například vzdálenost mezi jeho spodní a horní částí.

Diagramové měřítko  $M_d$  je relace jednoznačného zobrazení množiny daných kvantit na množinu výšek diagramových znaků

$$M_d: A \rightarrow d$$

$$d = f(A); \text{ resp. } d_i = f(A).$$

To znamená, že pro každý diagramový znak je podle výše uvedené rovnice individuálně určena pomocí jeho výšky jeho celková velikost a znak je vykreslen v příslušné části mapy.

Tabulka 6.1 Lineární vztah mezi kvantitou jevu a velikostí diagramového znaku - hodnoty souboru  $A$  určují výšku diagramového znaku  $d$

Tvar diagramu	Výchozí vztah	Závislost $A, d$	Výška $d$	Plocha $P$
Úsečka	$d = A$	$A = d$	$A$	-
Čtverec	$d = A$	$A = d$	$A$	$A^2$
Trojúhelník	$d = A$	$A = d$	$A$	$0,58 A^2$
Kruh	$d = A$	$A = d$	$A$	$0,79 A^2$

Poznámka: V tabulce jsou voleny vztahy, kdy výšky znaků jsou rovny počtům jednotek kvantity  $A$ , tj.  $d = A$ . Při velkém variačním rozpětí  $a_{min}$ ,  $a_{max}$  je metoda nepoužitelná. Příklad pro výpočet kruhu:  $d = A$ ;  $P = 3,14 A^2 / 4 = 0,79 A^2$ .

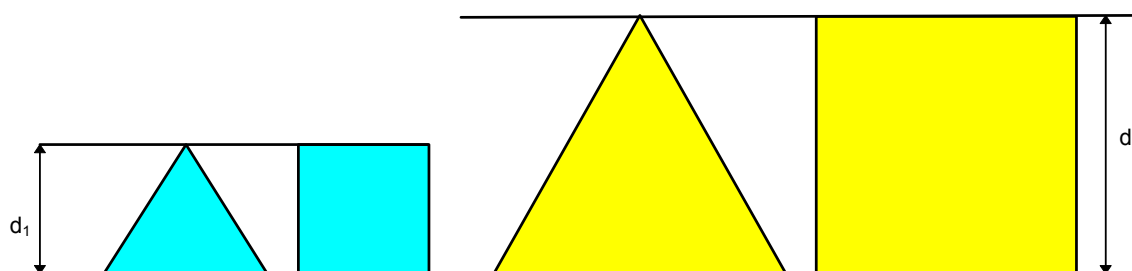
Mnohem vhodnější je vyjádření hodnoty  $A$  plochou diagramu  $P$  s tím, že výška diagramového znaku  $d$  se vypočítá jako zprostředkovaná veličina.

Tabulka 6.2 Kvadratický vztah mezi kvantitou jevu a velikostí diagramového znaku - hodnoty souboru  $A$  určují plochu diagramového znaku  $P$

Tvar diagramu	Výchozí vztah	Závislost $A, d$	Výška $d$	Plocha $P$
Čtverec	$P = A$	$A = d$	$A^{1/2}$	$A$
Trojúhelník	$P = A$	$A = 0,58 d^2$	$1,32 A^{1/2}$	$A$
Kruh	$P = A$	$A = 0,79 d^2$	$1,13 A^{1/2}$	$A$

Poznámka: Příklad výpočtu kruhu:  $P = A$ ;  $d = (4 A / 3,14)^{1/2} = 1,13 A^{1/2}$ .

Zobrazování kvantitativních charakteristik jevu do plochy diagramu je z kartografického hlediska nejpřirozenější, protože mapa je především plošný rovinný model a intenzitu vjemu vyjadřují nejlépe plochy diagramů. Při požadavku, aby poměr kvantit sousedních diagramů byl roven poměru jejich ploch, tj.  $a_1/a_2 = P_1/P_2$ , je tato podmínka splněna pro obrazce tvaru čtverce, rovnostranného trojúhelníku i kruhu bez ohledu na přesný průběh jejich obrysové čáry.



Obr. 6.5. Poměr ploch dvou diagramových znaků - trojúhelníku a čtverce

Výpočty se provádějí podle vztahů:

- pro čtverec  $d_1^2 / d_2^2$
- pro rovnostranný trojúhelník (délka strany  $z$ ), kde plochy  $P_1$  a  $P_2$  jsou dány vztahem  $d_1 z_1 / 2$ , resp.  $d_2 z_2 / 2$ , se dále vyjadřuje vztah mezi základnou  $z$  a výškou trojúhelníku  $d$  je  $z = 2d / \cotg 60^\circ$ , což opět vede ke vztahu  $d_1^2 / d_2^2$ .
- pro kruh  $(3,14 d_1^2 / 2) / (3,14 d_2^2 / 2) = d_1^2 / d_2^2$

Z výše uvedených vztahů vyplývá, že poměr dvou ploch diagramových znaků stejné výšky, ale rozdílného tvaru není tímto tvarem ovlivněn.

Tabulka 6.3 Kubický vztah mezi kvantitou jevu a velikostí diagramového znaku - hodnoty souboru  $A$  určují objem  $V$  diagramového znaku

Tvar diagramu	Výchozí vztah	Závislost $A, d$	Výška $d$	Objem $V$
krychle	$V = A$	$A = d^3$	$A^{1/3}$	$A$
koule	$V = A$	$A = 0,52 d^3$	$1,24 A^{1/3}$	$A$

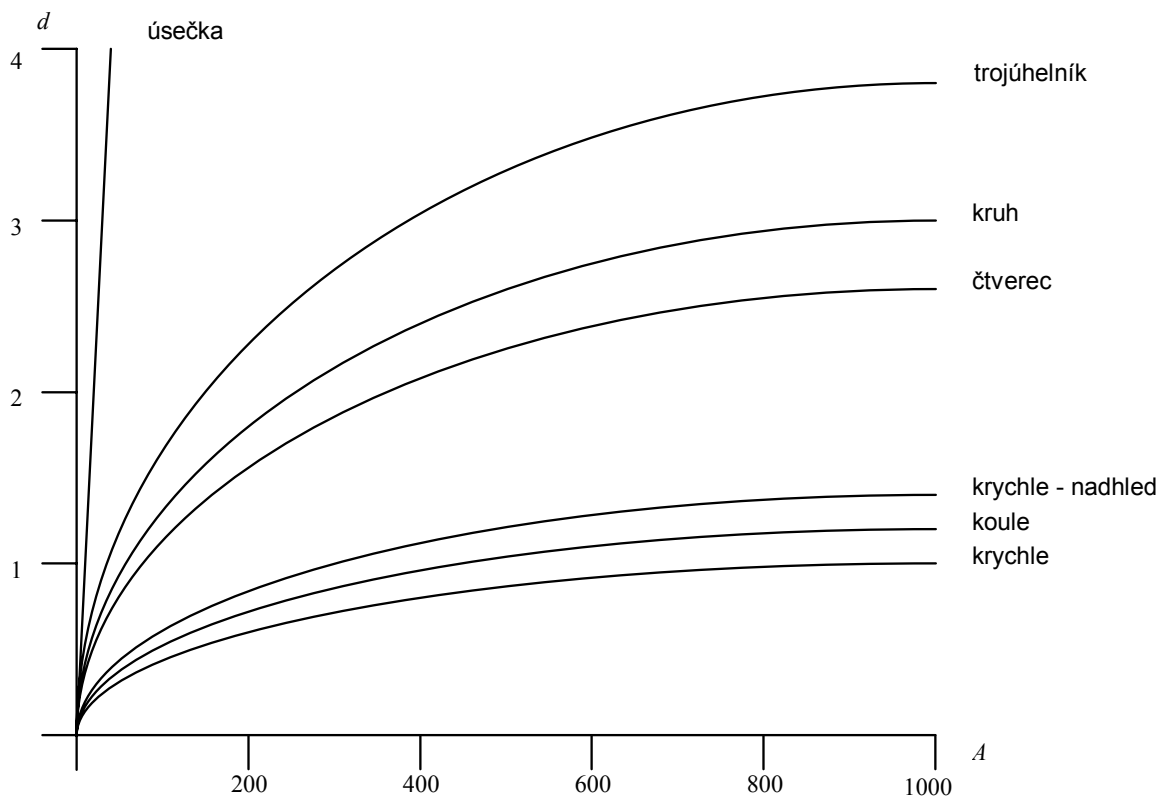
Poznámka: Příklad výpočtu objemu koule  $V = A$ , tj.  $A = 3,14 (4/3) d^3/8 = 0,52d^3$  čili  $d = 1,24 A^{1/3}$ .

Kubické závislosti jsou vhodné při značném variačním rozpětí souboru  $A$ , protože vzorce předpokládají půdorysný pohled na zvolená tělesa, čímž dochází ke zkreslenému plošnému vjemu. To lze částečně řešit zobrazením v pseudoperspektivě.

Tabulka 6.4 Pseudoprostorový vztah mezi kvantitou jevu a velikostí diagramového znaku - hodnoty souboru  $A$  určují plochu  $P$  diagramového znaku určené kubickou závislostí

Tvar diagramu	Výchozí vztah	Závislost $A, d$	Výška $d$	Plocha $P$
krychle - náhled	$P = f(A, V)$	$A = d^3$	$1,50 A^{1/3}$	$2,00 A^{2/3}$
koule	$P = f(A, V)$	$A = 0,52 d^3$	$1,24 A^{1/3}$	$0,97 A^{2/3}$

Vliv výpočtů podle předchozích tabulek je patrný z následujícího obrázku.



Obr. 6.6 Graf závislosti velikosti stran, resp. poloměrů, na vyjadřovaném množství

Výraz  $M_d: A \rightarrow d$  vyjadřující proces výpočtu velikosti diagramového znaku z hodnot statistického souboru  $A$  lze zapsat jako exponenciální závislost

$$d = c A^{1/r}$$

kde  $c$  je koeficient vlivu geometrického obrazce a reciproká hodnota exponentu  $r$  určuje kvadratický (je-li  $r = 2$ ) nebo kubický (je-li  $r = 3$ ) vztah mezi výškou diagramového znaku a vyjadřovanou kvantitou.

Hodnotové měřítko se v praxi určuje i jinými způsoby, které nejsou matematicky založeny na vztazích mezi vyjadřovanou kvantitou a plochou diagramového znaku. Běžný je pragmatický přístup, kdy se s ohledem na měřítko mapy a velikost areálů předběžně zvolí největší a nejmenší velikost diagramu  $d$ . Pak se již nepracuje s celým souborem  $A$  (tj. se všemi jeho individuálními hodnotami), ale provede se skupinové rozdělení do třídních intervalů. Úkolem pak je určit velikosti diagramových znaků  $d_j$  v intervalové stupnici  $j = 1, 2, \dots, k$ . Požaduje se, aby poměr velikostí dvou sousedních diagramových znaků byl konstantní. Jestliže se označí tento poměr symbolem  $q$  a zvolí velikost diagramu příslušejícího prvnímu intervalu stupnice  $d_1$ , potom bude pro  $j$ -tý interval platit:

$$\begin{aligned} d_2 &= d_1 q \\ d_3 &= d_1 q^2 \\ &\dots \\ d_j &= d_1 q^{j-1} \end{aligned}$$

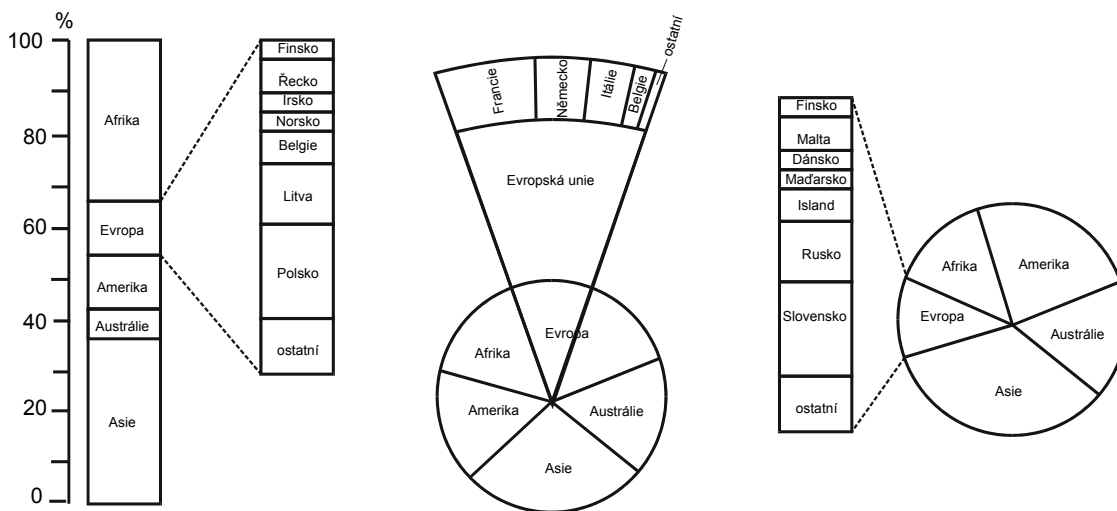
Obdobně, je-li zvolen poměr zvětšení  $q$  a hodnoty  $d_1, d_k$ , tj. velikosti nejmenšího a největšího diagramového znaku, určí se počet intervalů  $k$  vztahem

$$k = 1 + (\log d_k - \log d_1)/q.$$

Případně známé hodnoty  $k, d_1$  a  $d_k$  umožní zjistit poměr  $q$  podle vztahu

$$q = (d_k/d_1)^{1/k-1}.$$

V případě potřeby vyjádření malých hodnot znázorňovaného jevu se používá zjemnění diagramu.

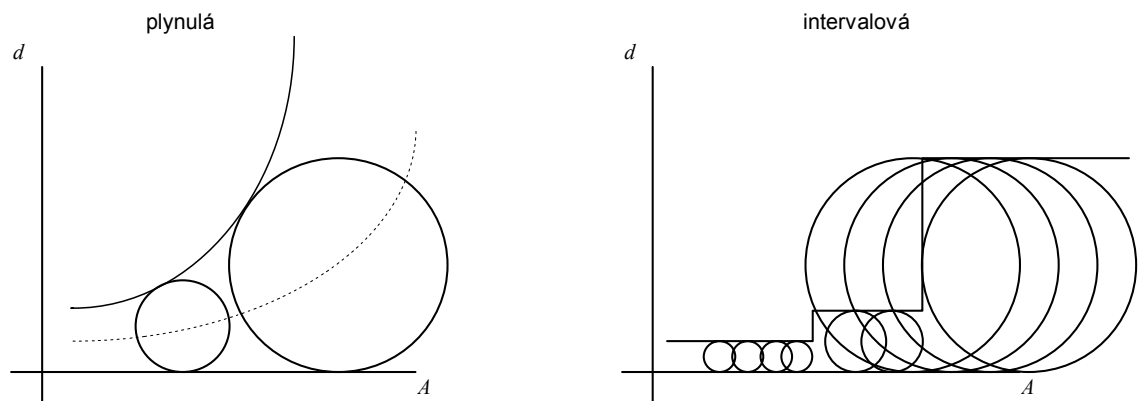


Obr. 6.7 Možnosti zjemnění vyjádření dílčích hodnot v diagramu

### 6.1.3. VELIKOSTNÍ STUPNICE HODNOTOVÉHO MĚŘÍTKA

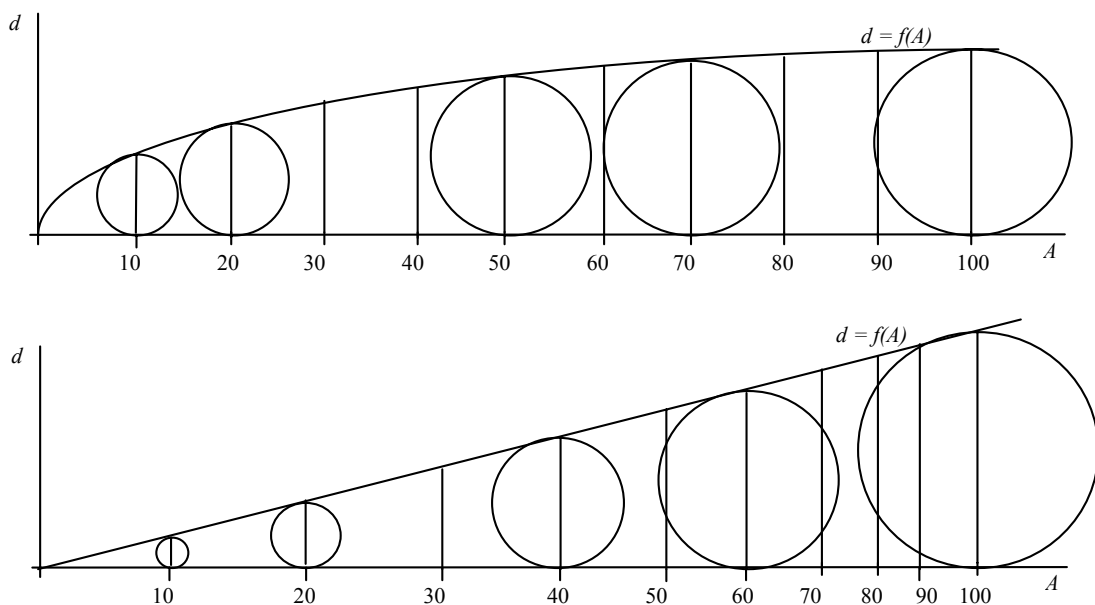
Velikost diagramového znaku závisí na předchozím statistickém rozboru vyjadřovaných hodnot, navržení a ověření vhodného matematického vztahu pro přepočtení těchto údajů na konstrukční veličiny znaku. Z uživatelského hlediska je nutné doplnit mapový obraz grafem průběhu diagramového měřítka, ze kterého lze zjišťovat závislosti mezi velikostí diagramového znaku a vyjadřovanou kvantitou. Správně zvolená a sestavená stupnice má zásadní význam pro přesnou kartografickou interpretaci kvantitativních charakteristik zobrazovaného jevu. Dále je nutno respektovat celkovou grafickou zaplněnost mapy a zejména její čitelnost v místech vysoké koncentrace mapových znaků. Velikostní stupnice mají v mapách různorodou povahu. V zásadě se sestavují dva druhy stupnic, a to stupnice plynulé a intervalové:

- **stupnice plynulé** - Každý údaj  $a_i$  ze souboru  $A$  je vyjádřen svým diagramovým znakem individuálního rozměru (výška, šířka, plocha) v závislosti na diagramovém měřítku  $M_d$ . Plynulé stupnice sice umožňují velmi přesnou kvantitativní charakteristiku, jejich konstrukce je však velmi pracná, protože pro každý znak je třeba určit její rozměr (tato nevýhoda odpadá při počítačovém zpracování), a při běžném čtení (bez použití grafických hodnotových měřitek nebo přeměrování) lze drobné rozdíly ve velikostech jen velmi obtížně určit. Obecně jsou plynulé rovnice exaktnější, z map lze zpětně kartometricky zjišťovat zobrazenou kvantitu. Pro většinu úloh jsou proto plně postačující stupnice intervalové.
- **stupnice intervalové** - Soubor  $A$  je předběžně rozdělen na třídní intervaly a všechny hodnoty  $a_i$  ze souboru  $A$ , které spadají do jednoho intervalu jsou vyjádřeny diagramem stejné velikosti. Výška diagramového znaku  $d$  přitom zpravidla odpovídá hodnotě středu intervalu. Výhoda intervalových stupnic spočívá v pomalejším zastarávání obsahu mapy, protože změny hodnot v rámci intervalů se do aktualizace mapy nepromítají. Používají se při větším variačním rozpětí souboru znázorňovaných hodnot.



Obr. 8.8 Velikostní stupnice diagramových znaků - plynulá a intervalová

Na mnoha tematických mapách se lze setkat s lineárním i nelineárním (např. logaritmickým) dělením stupnice hodnotového měřítka. Důsledkem tohoto dělení je exponenciální nebo přímkový průběh grafu diagramového měřítka. Typickou aplikací nelineárních stupnic jsou stupnice kartodiagramů.



Obr. 8.9 Lineární a nelineární dělení velikostní stupnice (plynulé)

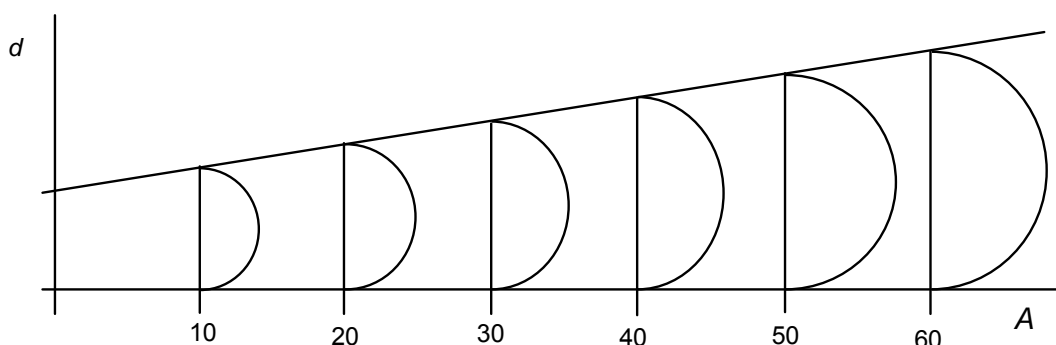


Při volbě intervalové stupnice se často vyskytují intervaly obecně proměnné délky (např. výšková stupnice pro zobrazení reliéfu při barevné hypsometrii). Děje se tak v případě, kdy zkoumaný jev  $A$  má atypické rozdělení četností. Pak je nutno použít metody matematické statistiky a hranice intervalů určit z frekvenčního grafu souboru. Hranice intervalů se volí zásadně v místech inflexních bodů frekvenčního grafu a naopak nikdy v místech jejich lokálních maxim, tj. v oblastech největší pravděpodobnosti výskytu. U souborů znázorňovaných v tematickém mapování nelze obecně očekávat normální rozdělení.

**Plynulá stupnice s konstantním dělením** nalézá uplatnění především u grafů, histogramů a strukturních diagramových znaků. Diagramové měřítko je pak určeno vztahem

$$M_d = \frac{a_{\max} - a_{\min}}{L},$$

kde  $M_d$  určuje počet jednotek jevu  $A$  připadající na délkovou jednotku  $L$ , která má v tomto případě konstantní hodnotu.

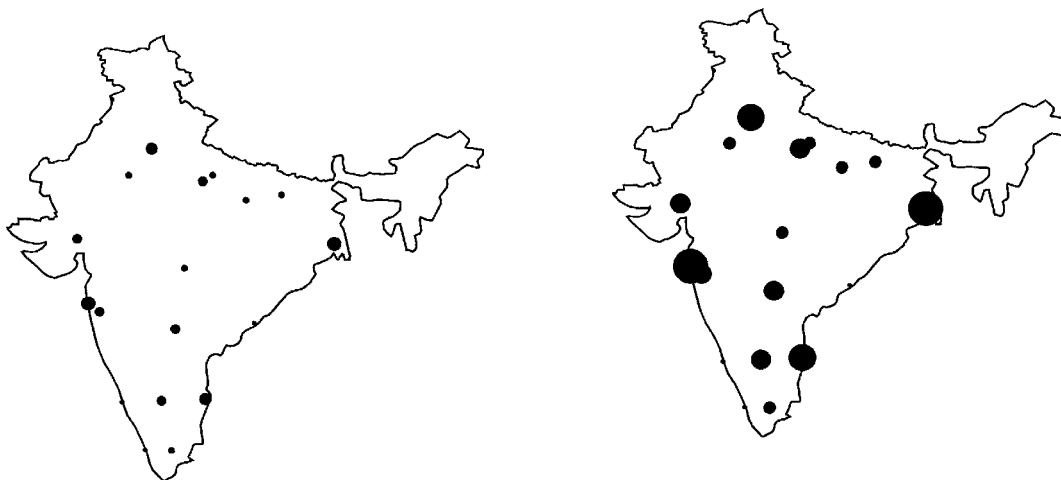


Obr. 8.10 Plynulá stupnice s konstantním dělením

**Plynulá stupnice s pravidelně proměnným dělením.** V mnoha případech má jev  $A$  značné variační rozpětí a nerovnoměrné rozložení četností svých složek, kde užití konstantních intervalů může vést ke graficky obtížné a z hlediska uživatele mapy nepřehledné situaci. V tomto případě musí být funkce hodnotového měřítka  $M_d$  určena empiricky jako vhodný logaritmický nebo exponenciální vztah. Logaritmické vztahy se užívají k analýze dynamiky vývoje jevů. Konstantní veličiny jsou určeny vztahy

$$M_d = \frac{\log a_{\max} - \log a_{\min}}{L}$$

$$d = \frac{\log a}{M_d}$$



Obr. 8.12 Vliv diagramového měřítka na čitelnost znaků (vlevo nevhodné)

**Intervalová stupnice s pravidelnými intervaly.** Zde je mapovaný soubor  $A$  roztríděn do  $k$  intervalů, přičemž všechny hodnoty  $a_i$ , které padnou do téhož intervalu, jsou zobrazeny diagramovým znakem konstantní velikosti. Velikost intervalů může být opět konstantní nebo plynule proměnná, a to podle vhodné matematické funkce. Hodnotové měřítko určující velikost znaků  $d_j$  v intervalech  $j = 1, \dots, k$  je určeno např. z požadavku, aby poměr velikosti znaků pro každé dva sousední intervaly byl konstantní. Označí-li se tento poměr  $q$ , bude platit

$$d_j = d_1 q^{j-1}.$$

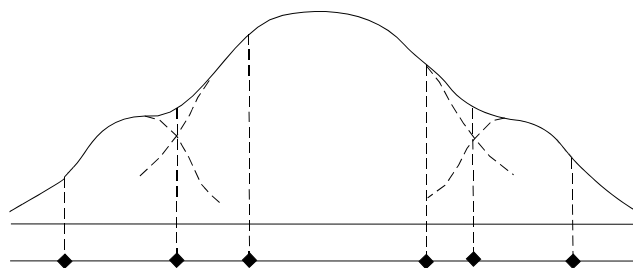
Podobně, je-li dána nejmenší a největší velikost diagramového znaku a požadovaný poměr zvětšení  $q$ , určuje se počet intervalů  $k$  vztahem

$$k = \frac{\log d_k - \log d_1}{\log q} + 1$$

a případně, hledá-li se poměr zvětšení  $q$  pak vztahem

$$q = \sqrt[k-1]{\frac{d_k}{d_1}}.$$

**Intervalová stupnice s obecnými intervaly.** Řada statistických souborů nemá obecně normální rozdělení, známé z teorie chyb. Jestliže frekvenční křivka souboru má více vrcholů, volí se intervaly tak, aby na této křivce vhodnými okrouhlými hodnotami vymezovaly oblasti stejné homogenity pravděpodobnosti výskytu hodnot. Za hraniční hodnoty intervalů se volí tedy zásadně vždy minima na frekvenční křivce a dále oblasti zahrnující dostatečně široké okolí jejich vrcholů. Samotné vrcholy se přitom nikdy nevolí, oblast koncentrace jevu nesmí být hranicí intervalu, ale jeho středem.



Obr. 8.13 Intervaly odvozené z frekvenčního grafu

## 6.1.4. OPTICKOFYZIOLOGICKÉ A PSYCHOLOGICKÉ VLIVY NA TVORBU ZNAKŮ A JEJICH VNÍMÁNÍ

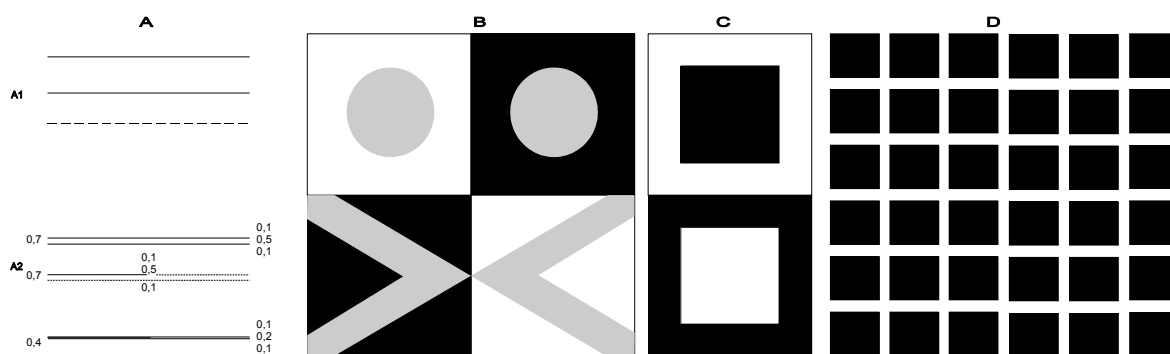
Pomocí zraku čtenář mapy vnímá a pomocí myšlenkových pochodů dešifruje informace znázorněné na mapě. Proto je nutné si uvědomit, že lidské oko není z hlediska geometrické optiky dokonalým optickým systémem.

Důležitým požadavkem bezchybného využívání kartograficky interpretovaných informací je dobrá čitelnost celého komplexu mapových prvků, včetně diagramových znaků. Snadná čitelnost je dána především viditelností, názorností a rozpoznatelností mapových prvků, tzn. kontrastem mezi mapovými prvky. Proto je důležité respektovat zákon kontrastu a optickofyziologické zákony tak, aby se snížila únava zraku a chybné čtení interpretovaných informací na minimum.

Mezi optickofyziologické a psychologické jevy, které ovlivňují záznam a vnímání interpretovaných informací, patří irradiance a optické klamy vyplývající z vlastností zrakového orgánu.

### *Irradiace*

Irradiace vzniká vlivy sférické a chromatické aberace, difrakce a nesprávného zaostření oka. Projevuje se především tím, že světlé plochy na tmavém pozadí se zdají větší než velké tmavé plochy na světlém pozadí. Rozlišuje se irradiance pozitivní a negativní.



Obr. 6.14 Optickofyziologické a psychologické jevy: irradiance a jevy kontrastu (podl

Pozitivní irradiance způsobuje, že kartografický znak provedený dvěma slabými čarami (tloušťka čáry např. 0,2 mm a světlost čáry např. 0,6 mm) se jeví jako slabší než kartografický znak provedený jednou plnou a jednou přerušovanou nebo dvěma přerušovanými čarami o stejné tloušťce čar a rozstupem mezi nimi (čáry po 0,2 mm a rozstup 0,6 mm). V tom případě například komunikace nižšího řádu provedená přerušovanými čarami je vnímána jako výraznější a širší než komunikace vyššího řádu provedená nepřerušovanou dvojlinkou. Také kartografický znak provedený plnou čarou (o tloušťce čáry např. 0,4 mm) se jeví jako slabší než znak provedený dvěma jemnými čarami - dvojlinkou (čáry po 0,1 mm a rozstup mezi nimi 0,2 mm, celkem 0,4 mm). Stejně i tak světlý kartografický znak (bílý čtverec) na černém nebo tmavém pozadí se jeví větší než tmavý znak (černý čtverec) na bílém nebo světlém pozadí.

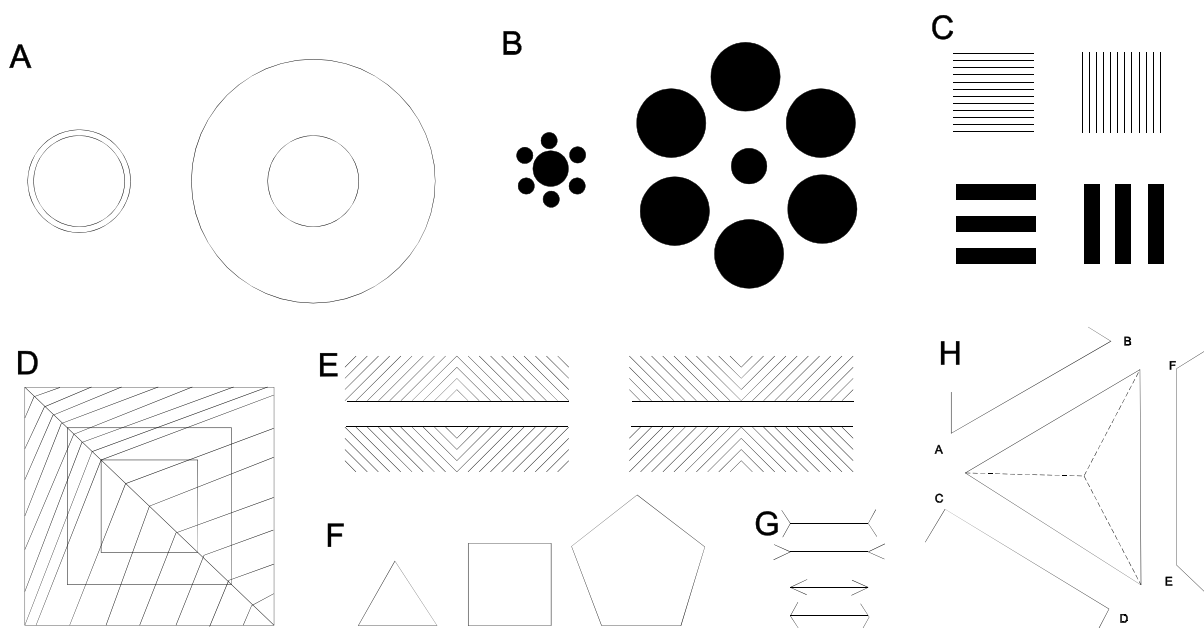
Negativní irradiance způsobuje rozšiřování jemných čar na úkor jejich světlého okolí. To je způsobeno tím, že světlé okolí čáry se rozšíří na celou čáru. Šedý okraj čáry se pak neliší svým jasnem od středu čáry a oko ho přičítá k čáře. Negativní irradiance se projevuje i v situaci, kdy plná čára o určité tloušťce (např. 0,5 mm) se jeví jako slabší vzhledem k přerušované čáře o stejné tloušťce (0,5 mm). Čárkovaná čára se tedy jeví jako tlustší.

Irradiace ovlivňuje proces sdílení informace v kartografii i tím, že při zorném úhlu 3' (tj. při síle čáry nebo mezer 0,2 mm) se pozitivní irradiance mění v negativní. Proto při mezní hodnotě zorného úhlu 3' má tloušťka čáry nebo mezery stejnou subjektivní optickou hodnotu jako ve skutečnosti.

### *Optickogeometrické klamy*

V tematické kartografii se rozlišují optickogeometrické klamy objektivní (jsou vyvolány odrazem a lomem světla), fyziologické (jsou způsobeny nerovnoměrným a postupným podrážděním různých míst sítnice a její únavou - podobně jako u iradiace) a psychologické (vznikají z čistě psychologických důvodů při pozorování stejných délek, ploch, objemů a celých znaků ze stejné vzdálenosti a při stejném zorném úhlu). K nejčastějším optickogeometrickým klamům patří:

- *Wundtův klam* - Opsaná kružnice subjektivně zvětšuje vnitřní vepsanou kružnici a naopak, tzn. vepsaná kružnice zmenšuje vnější kružnici. Na obrázku 8.26A se průměr vnitřních kruhů o stejném poloměru jeví v levém obrazci soustředných kruhů větší než v pravém obrazci.
- *Subjektivní zvětšování a zmenšování ploch podle barvy podkladu* - Plochy se jeví jako různě velké v závislosti na barvě a sytosti podkladu nebo okolí znaku. Na obrázku 6.15B je vnitřní kruh na levé straně obrazce vnímán jako větší než stejně velký kruh uprostřed pravého obrazce.
- *Subjektivní zvětšování a zmenšování ploch šrafováním* - Jemně šrafované plochy se jeví větší a jejich rozměr kolmý ke směru šrafování se prodlužuje (obr. 6.15C). Naopak plochy, které jsou šrafované silnými čarami s velkým intervalem rozestupů se jeví menší a jejich rozměr kolmý ke směru šrafování se zkracuje.
- *Deformace přímek a obrazců* - V rovnoběžném různě hustém šrafování nebo v různoběžných paprscích se zakreslené obrazce deformují. Na obrázku 6.15D se pravoúhlé obrazce jeví jako kosoúhlé, kružnice se deformují apod. Rovné přímky se jeví jako zalomené (obr. 6.15E).
- *Zkreslení délek a ploch subjektivním srovnáním* - Všechny strany trojúhelníku, čtverce a pětiúhelníku jsou stejně dlouhé, avšak u trojúhelníku se jeví jako nejkratší, u pětiúhelníku se jeví nejdelší (obr. 6.15F).
- *Müller-Lyerův klam* - Ramena úhlu obrácená od středu úsečky tuto úsečku prodlužují, zatímco ramena úhlu směřující do středu úsečky tuto úsečku zkracují. Změna délky stejně dlouhé úsečky podle tvaru zakončení (obr. 6.15G). Na obrázku 6.15H se AB jeví menší než CD a CD se jeví menší než EF, přičemž všechny strany jsou stejně dlouhé, tj.  $AB = CD = EF$ .



Obr. 6.15 Optickogeometrické klamy

Diagram se umísťuje do mapy podle místa svého výskytu. Pokud je místo výskytu daného jevu zobrazeno pouze bodem nebo velmi malou ploškou, umísťuje se diagram do místa výskytu. Je-li to

větší plocha, pak je třeba zvážit, je-li jev rozložen rovnoměrně nebo nerovnoměrně. V prvním případě i umístění bodů je rovnoměrné, ve druhém případě, lze-li stanovit místa největší intenzity, umísťuje se do nich.

Nevhodným způsobem, i když často používaným, je znázornění struktury jevů pomocí většího počtu znaků, které jsou umístěny kolem bodu, ke kterému se vztahují. Nevýhodou je nepřesná lokalizace a malá přehlednost mapy.

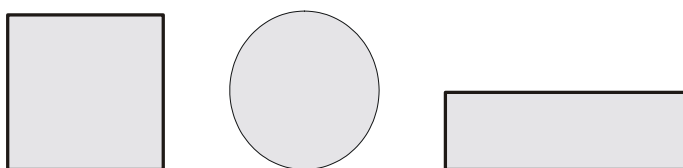
Časté jsou případy, kdy je jev velmi intenzivně zastoupen na malé ploše, čímž dochází k nakupení znaků. Přehlednost mapy je možno řešit tím, že ke se znázornění jevu použije místo kruhového diagramu pouze mezikružší. Určitou nevýhodou tohoto přístupu však je, že jev není znázorněn v místě svého výskytu. Vedle tohoto nedostatku v lokalizaci se připojuje i obtížnější srovnání kvantitativní.

## 6.2. DIAGRAMY

Diagramy vyjadřují většinou absolutní hodnoty. Znázorňuje-li se závislost dvou proměnných, má diagram tvar dvojrozměrného obrazce - kruhu nebo mezikružší, čtverce, trojúhelníku, sloupce, čárového grafu, růžice nebo mnohoúhelníku. Pro názornost anebo pro tři proměnné se mohou užít prostorové diagramy - perspektivní kresby kvádrů nebo koulí. Nejčastěji se používají diagramy:

### *Jednoduché diagramy*

Jednoduché diagramy používají znázorňování jedním geometrickým tvarem, který vyjadřuje jeden jev nebo jednu charakteristiku (např. hustotu zalidnění). Velikost obrazce narůstá s hodnotou znázorňovaného jevu (např. produkce mléka).



Obr. 6.16 Jednoduché diagramy

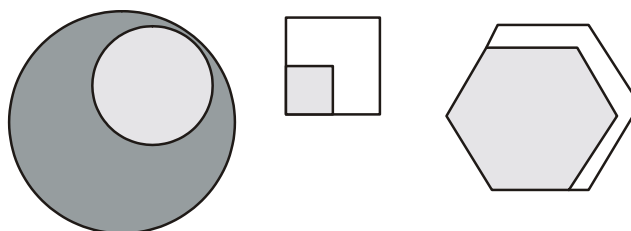
Sloupcový diagram vyjadřuje číselnou hodnotu jevu pomocí své výšky. V legendě se uvádí závislost mezi naměřenou hodnotou na diagramu a znázorňovaným množstvím vztahem:

$$M = m \cdot v$$

kde  $M$  je skutečná hodnota velikosti jevu,  $m$  je jednotková délková míra užitá v diagramu (měřítko, koeficient převodu hodnoty naměřené na diagramu) a  $v$  výška sloupce vyjádřená ve stejných jednotkách délky jako  $m$ . Legenda může mít například podobu  $1 \text{ mm} \cong 100 \text{ t}$  (tj. 1 mm odpovídá 100 tunám). Vyjádřením více jevů různými obrazci vznikne složený diagram.

### *Složené diagramy*

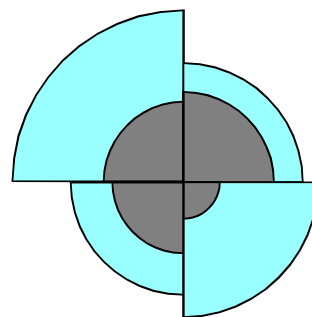
Složené diagramy využívají znázorňování více diagramy různých geometrických tvarů, které vyjadřují současně více jevů nebo více charakteristik, a to buď různým tvarem diagramu nebo různou polohou či orientací stejných tvarů diagramu. Přitom velikost diagramu může být stejná nebo rozdílná.



Obr. 6.17 Složené diagramy

### **Součtové diagramy**

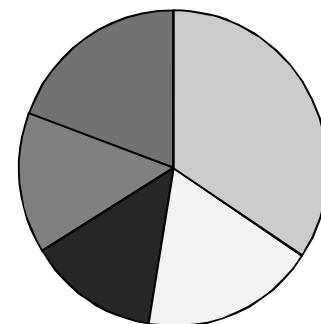
Součtové diagramy vyjadřují vnitřní strukturu jevu a současně i součet těchto struktur (např. zemědělská produkce podle odvětví). Velikost obrazce odpovídá celkové hodnotě jevu (např. plocha nebo poloměr kruhu odpovídá celkové zemědělské výrobě) a vnitřní struktura podílu jednotlivých složek (např. kruhové výseče odpovídají dílčím zemědělským odvětvím). Pro odlišení kvality slouží barva nebo rastr.



Obr. 6.17 Součtový diagram

### **Strukturní diagramy**

Často je struktura zobrazovaného jevu složitější. Diagram může například vyjadřovat nejen počet obyvatel podle sídel, ale navíc i jejich rozdělení podle věkových skupin. V tomto případě představuje plocha strukturního diagramu hodnotu 100 % jevu (počet obyvatel) rozdělenou na dílčí složky (věkové skupiny). Strukturní diagramy vyjadřují především strukturu kvantitativní charakteristiky jevu bez znázornění velikosti výsledných součtů těchto struktur.



Obr. 6.18 Strukturní diagram

### **Výsečový diagram**

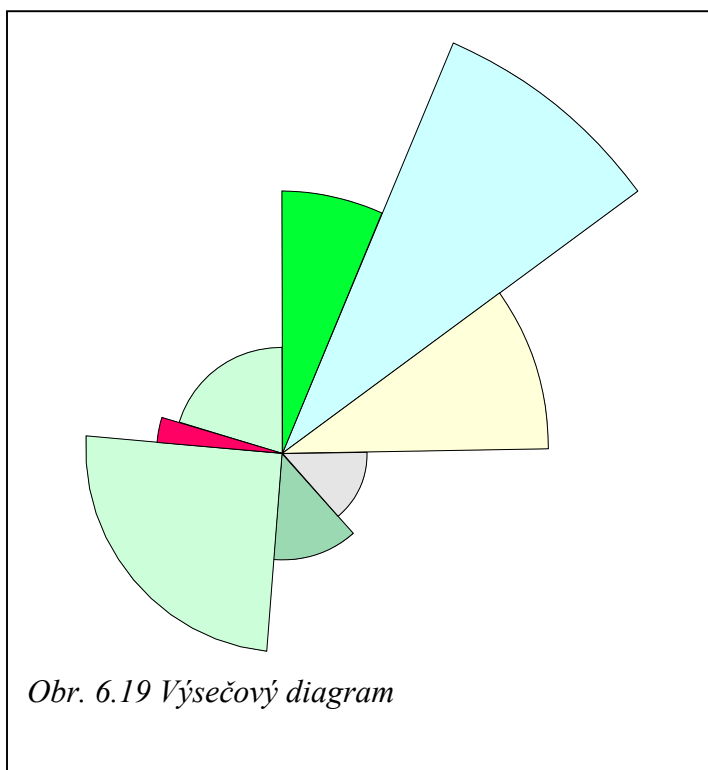
Často používanou formou bodových kruhových diagramů jsou srovnávací výsečové diagramy, které umožňují současné zobrazení dvou na sobě nezávislých veličin, z nichž jedna je zobrazena jako funkce velikosti středového úhlu výseče a druhá je funkcí poloměru.

### **Srovnávací diagramy**

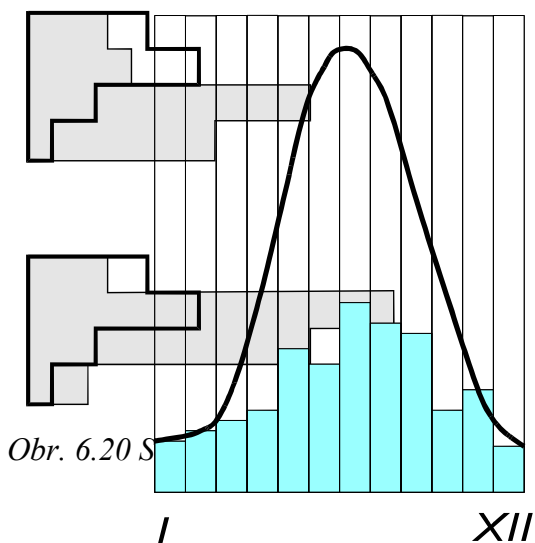
Srovnávací diagramy umožňují srovnání téhož jevu v různých časových obdobích nebo vzhledem k průměrné hodnotě jevu či k jinému parametru téhož jevu.

### **Dynamické diagramy**

Dynamické diagramy znázorňují změnu velikosti jevu nebo jeho kvantitativní charakteristiky v čase (např. roční úhrny srážek a chod teploty).

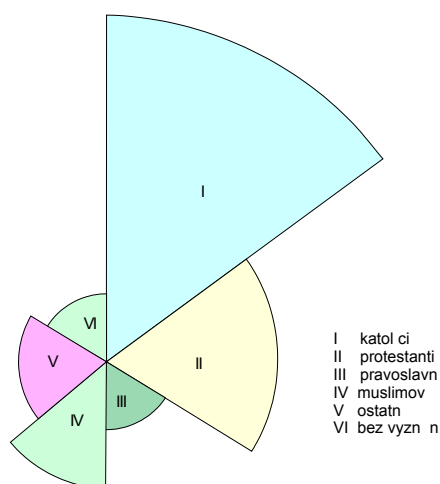


Obr. 6.19 Výsečový diagram



Obr. 6.20 S

Obr. 6.21 Dynamický diagram

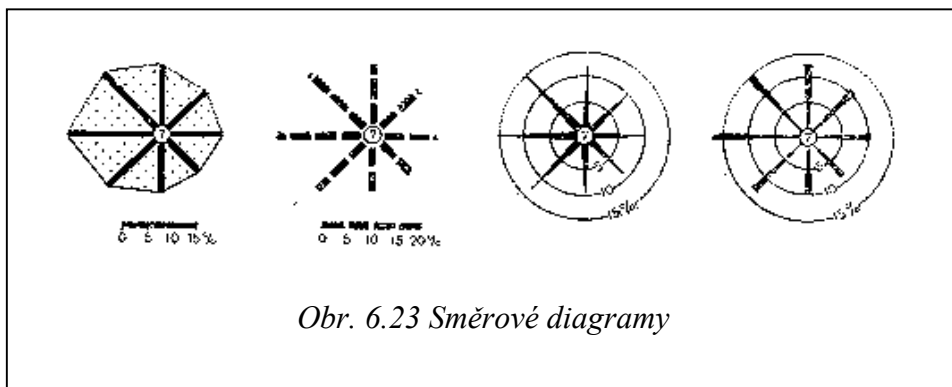


1 cm3 ..... 1000 obyvatel

Obr. 6.22 Hvězdicový diagram

užívaných na tematických mapách. Nověji se místo termínu kartodiagram používá termín „diagramová mapa“. Kartodiagramy lze kombinovat i s jinými vyjadřovacími metodami, např. s metodou kartogramu.

Kartodiagramy se nejčastěji používají k prezentaci statistických údajů. Vyjadřované hodnoty jsou vždy v absolutní podobě. Bývají také častým doplňkem geografických publikací, novinových článků, propagačních materiálů a různých kartografických produktů určených pro širší veřejnost.



Obr. 6.23 Směrové diagramy

Při konstrukci kartodiagramů se často používá barevného řešení diagramů, v černobílých grafických dílech se používají různé rastry. Barvami nebo rastry se nejčastěji vyplňují dílčí plochy diagramů, např. jednotlivé výseče kruhových diagramů. V některých oborech, např. v klimatologii, mají velké uplatnění diagramy vyjadřující časové řady, kde se specifickými grafy - klimagramy - vyjadřuje zejména roční chod některých klimatických veličin, nejčastěji teploty, srážek a slunečního svitu.

### BODOVĚ LOKALIZOVANÉ KARTODIAGRAMY

Bodově lokalizované kartodiagramy (též bodové kartodiagramy) jsou kartografickým vyjádřením statistických dat ve formě diagramů vztahených ke konkrétní lokalitě (meteorologické stanici, zemědělském podniku apod.) umístěných v mapové kostře. Od plošných kartodiagramů se odlišují skutečností, že nevyjadřují hodnoty platné pro celé územní jednotky. Udávají charakteristiky jevů v určitých místech, nejčastěji sídlech, stanicích nebo bodech, kde byly zjištěny. Bodové kartodiagramy nacházejí široké uplatnění v geologii, geomorfologii, klimatologii i ekonomické geografii. Příkladem je vyjádření puklinatosti hornin pomocí směrových diagramů nebo diagramy odvětvové struktury měst.

Bodově lokalizované kartodiagramy používají k vyjádření vlastností jevu bodové diagramy, které vyjadřují kromě kvality i kvantitu v míře absolutní. Využívají se rovněž pro znázornění vývoje jevu v čase (dynamické kartodiagramy) a četnosti nebo intenzity jevu v různých směrech (směrové kartodiagramy). Při velkých kvantitativních rozdílech se prudký nárůst rozměrů diagramů v závislosti

### Směrové diagramy

Směrový diagram vyjadřuje intenzitu jevu v různých směrech (např. četnost směrů větru).

### Hvězdicový diagram

Ve hvězdicovém diagramu je každé dílčí struktuře zobrazovaného jevu přiřazena stejně velká výseč kruhu. Jejich počet závisí na počtu zobrazovaných částí celku. Proměnnou veličinou je poloměr výseče vyjadřující kvantitativní charakteristiku jevu. Aby zůstala zachována dobrá čitelnost diagramu, není vhodné používat více než 8 částí celku.

## 6.3. TVORBA KARTODIAGRAMŮ

Kartodiagramy patří do skupiny tzv. statistických map. Jsou jedním ze základních prostředků

na velikosti jevu zmírňuje tím, že se používají prostorové diagramy, např. perspektivně kreslené koule pro sídla s velkým počtem obyvatel. Tento způsob se označuje jako *Steen de Geerova metoda*.

## LINIOVĚ LOKALIZOVANÉ KARTODIAGRAMY

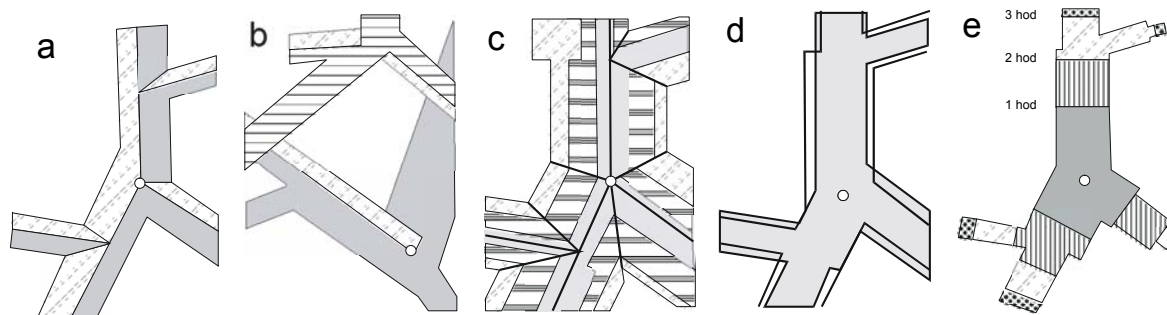
Vedle bodově lokalizovaných kartodiagramů se v tematické kartografii používají liniově lokalizované kartodiagramy (též liniové kartodiagramy), nazývané též stuhové kartodiagramy (pendlogramy) nebo také pásové či proužkové kartodiagramy. Vyjadřují především dvě základní informace o geografickém jevu, a to směr jevu a velikost jevu. Používají se především na dopravních mapách k vyjádření dopravní zátěže. Pásky mohou být rozčleněny podle směru a vnitřně členěny podle typu dopravy. Topografická osnova dopravních tras bývá značně schematizovaná. Liniovými kartodiagramy se znázorňují především ty jevy, jejichž podstatným rysem je pohyb. Může to být proudění vzduchu, oceánských proudů, pohyb vody v řekách, doprava osob a nákladů, obchod nebo pohyb kapitálu. Nejedná se o pouhé znázornění směru, k tomu postačuje šipka, umístění nápisu nebo vhodný výběr znaku. Cílem liniového kartodiagramu je zobrazit povahu jevu včetně jeho struktury, případně i dynamiky. K tomu se používají pohybové liniové znaky, jejichž šířka je úměrná kvantitě jevu, barva nebo rastr charakterizují kvalitu a strukturu jevu.

Liniové kartodiagramy jsou diagramy ve tvaru pásů, probíhajících ve směru znázorňovaného jevu. Kvalita se vyjadřuje barvou nebo rastrem. Tato metoda se často chápe jako součást metody pohybových čar. Kromě směru a kvality vyjadřuje změnu šířky pruhu i kvantitu, např. průtok řek, frekvenci přepravy nebo její objem. Liniovými kartodiagramy lze znázornit například i vnitřní strukturu dopravy v obou směrech - trasa dopravy je vyznačena půdorysnou čarou, po jedné straně se kreslí pruh podélně dělený podle druhu a objemu přepravovaného nákladu nebo osob v jednom směru a po druhé straně obdobný pruh pro dopravu v opačném směru. Typy liniových kartodiagramů jsou - vyjma směrového - obdobné jako u kartodiagramů bodových. Nejběžněji se vyskytují jednoduché liniové kartodiagramy, s pásky podélně dělenými na dvě části. Kartodiagramy mohou být izochronní - vyznačují se na nich časové úseky trvání cesty vzhledem k počátečnímu bodu.

Podle vnitřní struktury se používají:

- *Jednoduchý liniový kartodiagram* - Vyjadřuje jeden jev nebo jeho jednu charakteristiku. Kvantita se znázorňuje proměnlivou tloušťkou linie (např. frekvence železniční dopravy mezi stanicemi) (obr. 6.24a).
- *Složený liniový kartodiagram* - Vyjadřuje současně několik jevů, přitom každému z nich odpovídá jiná barva či rastr nebo struktura linie (obr. 6.24b).
- *Součtový liniový kartodiagram* - Celá šířka linie znázorňuje celkový tok jevu, zatím co šířky dílčích linií, rozlišených barvou nebo rastrem, znázorňují kvantitu jednotlivých složek (např. znečištění půdy podle jednotlivých složek znečištění) (obr. 6.24c).
- *Strukturní liniový kartodiagram* - Odpovídá součtovému liniovému kartodiagramu s tím rozdílem, že celá šířka linie v libovolném bodě představuje 100 % hodnoty jevu, má tedy konstantní šířku, a vnitřní struktura představuje hodnotu dílčích složek v procentech.
- *Srovnávací liniový kartodiagram* - Je založen na stejném principu jako bodový srovnávací kartodiagram, přičemž srovnání se děje mezi konturami linií (obr. 6.24d).
- *Izochronní liniový kartodiagram* - Odpovídá jednoduchému liniovému kartodiagramu, ve kterém délka linií, vycházejících z určitého střediska, je rozdělena na úseky, které odpovídají stejným časovým intervalům. Každý úsek je odlišen barvou nebo rastrem (obr. 6.24e).





Obr. 6.24 Liniové kartodiagramy

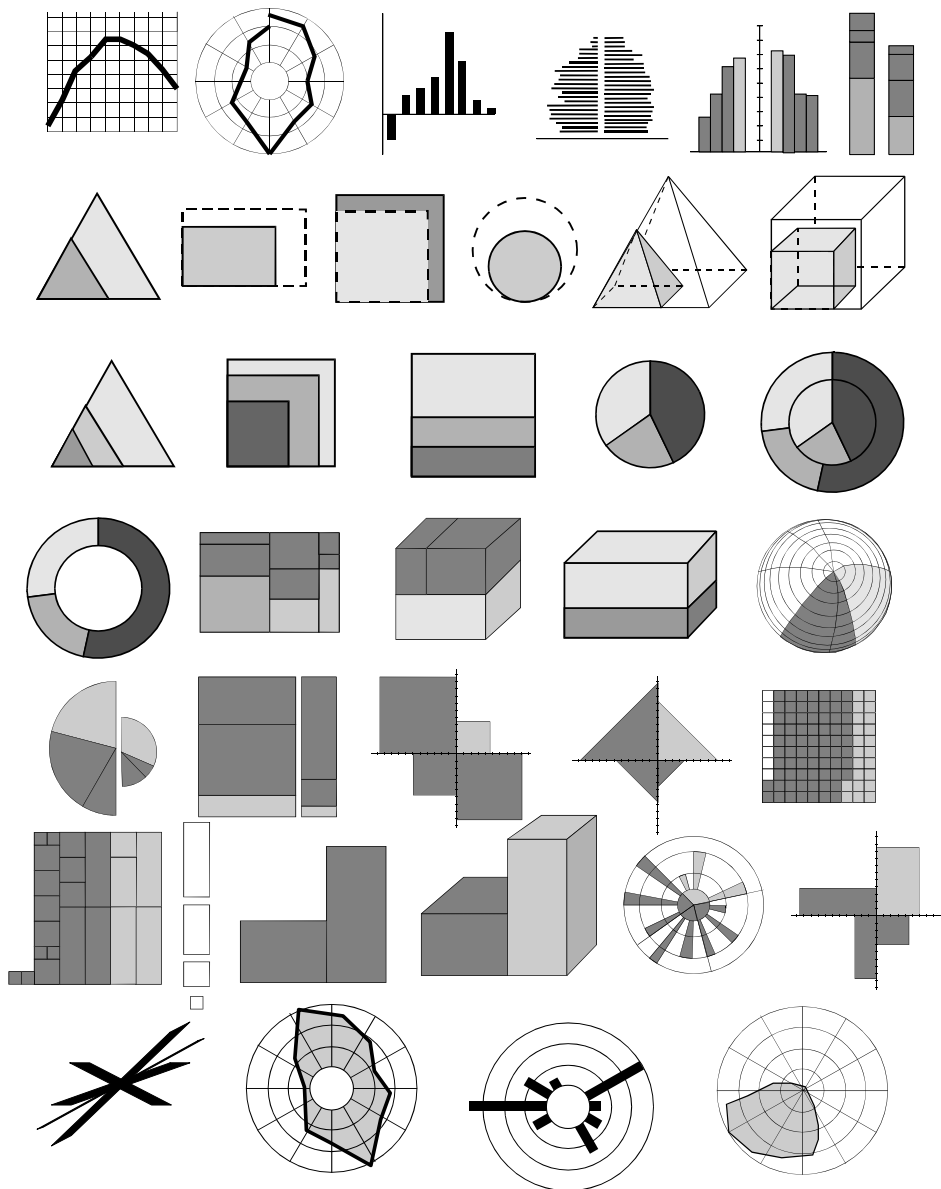
## PLOŠNĚ LOKALIZOVANÉ KARTODIAGRAMY

Plošně lokalizované kartodiagramy (též plošné kartodiagramy) se od bodově lokalizovaných kartodiagramů liší pouze tím, že se vztahují k ploše, nikoliv k bodu. Jsou to v podstatě mapy, do jejichž mapové kostry jsou vloženy diagramy. Touto kostrou se rozumí zjednodušený topografický podklad, především hranice dílčích územních jednotek.

Konstrukce vlastních diagramů je poměrně snadná. Většina statistických dat je zjišťována za celé administrativní jednotky a není proto třeba konat ještě další šetření, která jsou v mnoha případech nezbytná ke konstrukci diagramu nebo přímo kartodiagramu.

Lokalizace zvoleného druhu diagramy do plošného kartodiagramu je volnější. Diagramy se do mapy umísťují tak, aby ležely pokud možno celé uvnitř území, ke kterému se vztahují, u sloupcových nebo spojnicových tak, aby tam ležely alespoň jejich základny. Je-li potřeba, použije se k přesnění polohy šipka nebo číslo (ve vysvětlivkách se toto uvede). Vždy je na prvním místě snaha je umístit diagram do středu plochy.

Plošné kartodiagramy se dělí podle způsobu konstrukce a počtu znázorňovaných jevů. Lze klasifikovat až 24 konstrukčních možností kartodiagramu, ovšem nejčastěji se používá přibližně 10 základních druhů. Počítačové produkty, které jsou v současné době dostupné na domácím trhu, však nejsou schopny zabezpečit kartograficky správnou konstrukci všech druhů kartodiagramů ani těch 10 nejběžnějších. GIS produkty se v současné době používají k tvorbě jednoduchých, především sloupcových a kruhových (strukturních a dynamických) kartodiagramů.



Obr. 6.25 Druhy diagramů užívaných v bodových a plošných kartodiagramech