
VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERSITA
OSTRAVA
HORNICKO-GEOLOGICKÁ FAKULTA

LADISLAV PLÁNKA

KARTOGRAFIE I

ČÁST 1

(PRACOVNÍ) VERZE 2

STUDIJNÍ OPORY
PRO STUDIJNÍ PROGRAMY S PREZENČNÍ I KOMBINOVANOU
FORMOU STUDIA

OBSAH

1	Předmluva	7
2	Úvod	9
3	Kartografie jako vědní disciplína.....	11
3.1	Definice kartografie	11
3.2	Kartografie v systému věd	13
3.3	Vnitřní struktura kartografie	16
3.4	Kartografická metoda poznávání skutečnosti	22
3.5	Kartografická vizualizace	23
3.6	Vznik vědní disciplíny kartografie.....	24
4	Kartografická díla	25
4.1	Rovinná (dvourozměrná) kartografická díla	26
4.1.1	Náčrty.....	27
4.1.2	Plány	27
4.1.3	Mapy	28
4.1.3.1	Základní vlastnosti	29
4.1.3.1.1	Zmenšený obraz.....	29
4.1.3.1.2	Zjednodušený obraz.....	32
4.1.3.2	Mapy individuální.....	33
4.1.3.2.1	Způsob vzniku a další využití map	33
4.1.3.2.2	Měřítko	34
4.1.3.2.3	Kartografické vlastnosti.....	35
4.1.3.2.4	Účel, funkce a funkční styl	35
4.1.3.2.5	Obsah.....	39
4.1.3.2.6	Forma vyjádření skutečnosti.....	45
4.1.3.2.7	Zobrazený prostor a územního rozsah	46
4.1.3.2.8	Koncepce vyjádření skutečnosti	46
4.1.3.2.9	Časové hledisko	47
4.1.3.2.10	Další kritéria	47
4.1.3.3	Kartogramy a kartodiagramy	48
4.1.4	Díla se zdůrazněním třetího rozměru	57
4.1.5	Mapové soubory (atlasy).....	58
4.1.5.1	Mapová díla	59
4.1.5.2	Atlasy	59
4.1.6	Hybridní kartografická díla.....	61
4.2	Prostorová kartografická díla	62
4.2.1	Tyflokartografická díla	63
4.2.2	Glóby.....	64
4.3	Digitální kartografická díla	65

4.3.1	Digitální mapy	65
4.3.2	Holografická mapa	66
4.3.3	Dynamická kartografická díla	67
4.3.4	Elektronické atlasy	68
4.4	Kartografické doplňky	69
4.5	Kartografické kuriozity	69
5	Geometrické základy kartografických děl.....	71
5.1	Tvar a velikost Země	71
5.2	Volba průmětny	72
5.3	Určování polohy	75
5.3.1	Souřadnice na sférické ploše	75
5.3.1.1	Souřadnicový systém WGS 84.....	77
5.3.2	Kartografické souřadnice	79
5.3.3	Rovinné souřadnice	80
5.3.3.1	Systémy Stablního katastru	80
5.3.3.2	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální.....	81
5.3.3.3	Systém S-JTSK/95	82
5.3.3.4	Systém S-42.....	83
5.3.4	Geografický identifikátor	84
5.3.5	Základní kostra pro polohopisné mapování	84
5.4	Kartografické zobrazení (projekce).....	85
5.4.1	Volba kartografických zobrazení	87
5.4.2	Transformace.....	88
5.4.2.1	Transformace v rovině	88
5.4.2.2	Transformace geocentrických systémů	88
5.4.2.3	Transformace mezi geodetickými souřadnicovými systémy	89
5.4.2.4	Transformační software.....	90
5.4.3	Výšková základní kostra	91
6	Obsah kartografických děl.....	93
6.1	Mapová plocha	93
6.2	Prvky obsahu mapového pole.....	98
6.2.1	Konstrukční (matematické) prvky.....	98
6.2.1.1	Měřítko kartografických děl.....	100
6.2.1.2	Kompozice kartografických děl	100
6.2.2	Obsahové prvky mapy.....	100
6.2.2.1	Topografický obsah.....	100
6.2.2.2	Tematický obsah	102
7	Kartografická interpretace	103
7.1	Teorie kartografického jazyka	104
7.1.1	Vývoj jazykové koncepce mapy	104
7.1.2	Obecné vlastnosti kartografických znaků	110
7.1.3	Znaková zásoba	112
7.1.4	Klasifikace mapových znaků	117
7.1.4.1	Bodové znaky	118

7.1.4.2	Znaky čárové (liniové).....	123
7.1.4.3	Znaky plošné (areálová metoda).....	128
7.1.4.4	Prostorové znaky.....	130
7.1.5	Přiřazování mapových znaků (mapová signace).....	131
7.1.5.1	Základní principy mapové signace	132
7.1.5.2	Pravidla přiřazování mapových znaků.....	133
7.1.6	Morfografie mapových znaků.....	135
7.1.6.1	Morfografické operace.....	137
7.1.7	Projektování kartografických znaků	141
7.1.8	Mapová syntaxe	148
7.1.8.1	Typizační syntaxe	148
7.1.8.2	Komponentní syntaxe	152
7.1.8.3	Stratigrafická syntaxe.....	154
7.1.9	Mapová stylistika	155
7.1.10	Kompozice mapy	155
7.2	Interpretační metodika	157
7.2.1	Interpretace polohopisu.....	158
7.2.1.1	Interpretace bodových jevů.....	158
7.2.1.2	Interpretace liniových jevů	159
7.2.1.3	Interpretace plošných objektů a jevů	159
7.2.1.3.1	Metoda kvalitativních areálů,	160
7.2.1.3.2	Metoda kvantitativních areálů (kartogramů)	160
7.2.1.3.3	Metoda izolinií.....	162
7.2.1.3.4	Metoda teček (bodová metoda)	163
7.2.1.4	Kartografická anamorfóza	164
7.2.1.5	Způsoby tvorby anamorfovaných zobrazení.....	171
7.2.2	Interpretace výškopisu	179
7.2.2.1	Metoda výškového kótování	181
7.2.2.2	Metoda vrstevnic.....	181
7.2.2.3	Hypsometrická (batymetrická) metoda.....	184
7.2.2.4	Metoda šrafování	185
7.2.2.5	Metoda stínování (tónování)	189
7.2.2.6	Fyziografické metody	190
7.2.2.7	Metody kartografického modelování.....	191
7.2.2.8	Speciální metody.....	192
7.2.2.9	Digitální modely georeliéfu	194
7.2.3	Interpretace popisu.....	195
7.2.3.1	Grafická stránka popisu	195
7.2.3.2	Klasifikace písem.....	198
7.2.3.2.1	Upravená klasifikace ATypI.....	198
7.2.3.2.2	Československá klasifikace Jana Solpery.....	198
7.2.3.3	Braillovo písmo.....	200

7.2.3.4	Umístování popisu	200
7.2.3.5	Obsahová stránka popisu.....	202
7.2.3.6	Jazyková stránka popisu.....	203
7.2.4	Barevné řešení map	204

1 Předmluva

Pojem kartografie je v široké veřejnosti spojován převážně s mapou a jejími tvůrci. Ostatní kartografická díla jako glóby, atlasy aj. se do kartografie řadí automaticky také, ale nemají již tak obecný význam jako mapa, dnes především mapa digitální. Řekne-li někdo, že „kartograf dělá mapy“, absolutně tím nevylučuje skutečnost, že „kartograf dělá i glóby, atlasy aj.“ Obráceně již tato teze platí v daleko menším počtu případů. Složitější vztah je mezi kartografem a tvůrcem digitálních kartografických děl, včetně těch, která jsou umístěna na počítačových sítích (Intranet aj.) nebo na záznamových médiích typu DVD apod. Že kartograf je, nebo by alespoň měl být, jejich tvůrcem, je upozaděná informace - významněji je v tomto případě vnímán specialista informačních technologií (IT), který takové dílo veřejnosti zpřístupňuje. Z toho vyplývá i nízké společenské povědomí o potřebě nahlížet na jakékoliv kartografické dílo jako na dílo, jež podléhá autorské ochraně stejně jako kniha, píseň či film.

Následující text svědčí o značných rozpacích při specifikaci povolání „kartograf“. Podle Pravdy, J., 2001 jej pravděpodobně může vykonávat každý, neboť: *„Kartograf je profese, odborný pracovník v oblasti teorie a praxe tvorby, zpracování a vydávání map. Má zpravidla vysokoškolské (univerzitní) nebo středoškolské vzdělávání, anebo je odborně zaškolený. V některých státech se za kartografa považuje jen zručný kreslič nebo jiný účastník procesu zpracování mapy s nižší kvalifikací. U nás se považují za kartografy i jiní specialisté (např. geodeti, geografové, geologové, meteorologové, etnografové apod.), kteří se specializují na kartografické vyjadřování (tvorbu map) s tematikou svého oboru. ... V minulosti byl kartografem zručný řemeslník až umělec“.*

Tematika kartografie a kartografických děl je po všech stránkách velmi obsáhlá, a proto není v silách jedinice, postihnout ji v celé její šíři se stejnou mírou podrobnosti. Předkládaný text vznikl postupně při přípravě přednášek s kartografickou tematikou pro studenty oboru geodézie a kartografie a obsahuje především informace pocházející z děl renomovaných kartografů - pedagogů, především pak V. Hojovce, B. Veverky a J. Pravdy, doplňované a korigované z dalších informačních zdrojů, včetně Intranetu, v něm i Wikipedie. Je třeba na něj nahlížet jako na subjektivní materiál, který musí být nutně neustále doplňován a zpřesňován. Jeho uživatele by měl v mnoha případech „provokovat“ k hledání „absolutní pravdy“ a dalších informací v novějších nebo mnou nepoužitých literárních zdrojích a k doplňování témat, která se do něj zatím nedostaly vůbec, nebo jen nedostatečně. Jedná se především o problematiku vlastní digitální kartografie a národních kartografických děl jednotlivých zemí světa s důrazem na země Evropské unie.

Společenský týdeník REFLEX č. 32/2006 uveřejnil na str. 3 krásný úvodník svého šéfredaktora, který si dovoluji použít jako předmluvu mého pojednání o kartografických dílech.

Píše se v něm:

„Mapa je základ. Avšak neposlouží každému. Na okrajích silnic potkávám cyklisty zírající do papírů, chodci vyznavačsky upírají zraky k barvám na

stromech a ladí je s tím, co si nosí v batohu. Turisté stojí na pražských ulicích a zírají do map a plánů města. Závidím jim. To první ponoření do neznámého organismu, jenž se zdá chaotický, ale ve skutečnosti má hlubokou logiku! Chvilu, kdy se vám vyjeví zákonitost dosud neznámé krajiny nebo města, se dostavuje až po delším úsilí a je odměnou jako každé osvícení. Mapa vám tlumočí genetický kód místa. Mapa není potištěný papír, nýbrž zpráva o stavu tvůrčího záměru nebo naopak touhy ničit. Krajina se neubrání změnám cest, města snášejí demolice i nové stavby, dálnice porcují kopce jako dorty a je na mapách, aby s neochabující trpělivostí a mravenčí píli zaznamenávaly střet lidí se zemským povrchem a vedly nás k nadhledu.

Mapy nás učí, že důležitost či nicotnost věci jsou otázkou zvoleného měřítka. Jsou povahy, které se nezdržují detaily, žijí v přesvědčení, že tu nejsou od toho, aby se zabývaly prkotinami. Jiní naopak stavějí svůj svět od maličkostí a vědí, že celek se skládá z detailů. Každý z těchto typů prostě jezdí podle jiné mapy. Když se nedostaneme k mapě, jež odpovídá našemu vnitřnímu nastavení, bývá to v životě problém, protože pak těžko hledáme pohodu. Znáte lidi, o kterých všichni říkají, jak jsou talentovaní a schopní, ale pak přijde povzdech a dovětek, jenže si nerozumějí. Nevědí, co chtějí. Člověk s mapou v ruce nehledá cíl. Člověk s mapou v ruce ví, co chce, jen hledá, jak toho dosáhnout. Z toho plyne malé prázdninové poučení: Mapa pomůže jen cílevědomým lidem.

Petr Bílek, šéfredaktor“.

Výše uvedené text již komentář nepotřebuje.

Ladislav Plánka

2 Úvod

Staré mapy a atlasy jsou v posledních letech nejen předmětem sběratelské vášně, ale i dobrou investicí. Díky iniciativě Society for National Research vznikla v roce 1927 v Greenwichském námořním muzeu v Londýně mj. i knihovna kartografických děl, kterou lze t. č. pokládat v tomto ohledu za největší na světě. Základem této knihovny je soukromá sbírka A.G.Macphersona.



Obr. 2-1

Z pozice teorie poznání se na mapu i na další kartografická díla pohlíží jako na prostorový, matematicky určený a zevšeobecněný obrazově-znakový model skutečnosti, který se používá pro splnění vědeckých a praktických výzkumů, řešení technickoinženýrských úloh, prostorové plánování a projektování aj. Takový model má cenné **gnoseologické (poznávací) vlastnosti**.

Velmi rychle se rozvíjí digitální (počítačová) kartografie, jejíž produkty přestávají být doménou geodetů, kartografů, resp. geografů a stávají se díky uživatelsky příjemnému softwarovému zabezpečení pracovním nástrojem projektantů, architektů a dalších specialistů, kteří lokalizují svá data v prostoru a kartograficky je znázorňují. Tak jak byla dříve kartografie věcí vybraných jednotlivců, je dnes prostřednictvím digitální kartografie v podstatě věcí veřejnou. Setkat se s ní můžeme i na velmi neobvyklých místech, např. i na etiketě vinné lahve, na oděvních součástech aj.

Ne každá mapa znázorňuje určitý konkrétní prostor či výsek objektivní reality. Často je tento fakt zřejmý, někdy nikoliv. Prohlásím-li, že mě souseď vytopil byt a že mi na stropě po vyschnutí omítky zůstaly „mapy“, nebudu na nich studovat polohopis či výškopis, nýbrž objednám malíře pokojů. V jiném případě, který představuje např. mapa M. Seuttera „*Království lásky a její dobytí*“ (1730 – 1750), jde o úmyslně vytvořenou fantaskní mapu, která je však významná svou textovou částí, tvořící popis dobových zvyklostí v milostné

praxi. Takové mapy fiktivních území nejsou neznámé ani ve výukovém procesu ani jako součásti různých stolních her, včetně her počítačových. Tolkienova „Středozemě“ z Pána prstenů byla po vydání knihy vtištěna samostatně ve velkém formátu a barevně. V roce 1981 vyšel dokonce „Atlas Středozemě“, který vytvořila Karen Wynn Fonstadová, který obsahuje všechna místa a země Tolkienových děl. Obdobné mapy jsou i v jiných fiktivních literárních dílech (např. v Milneho knize Medvídek Pú aj.).



Obr. 2-2 Tolkienova mapa Středozemě

Velmi obtížnou částí tvorby kartografických děl je kartografická interpretace, tj. metodika a prostředky přetvoření objektivní reality pomocí kartografického jazyka do grafické podoby. Jejím výsledkem musí být technicky dokonalé, obsahově věrné a přitom esteticky vyvážené „čtivé“ dílo. Pro velkou vážnost a velký rozsah jsou tematické kartografické interpretace věnovány samostatné kapitoly.

3 Kartografie jako vědní disciplína

Kartografie je vědní obor i technická disciplína, mající svůj předmět zkoumání, odbornou terminologii, vlastní formální jazyk pro popis teoretických i praktických aspektů a matematicky podložené teorie i zákonitosti.

Výsledkem činnosti kartografů jsou **kartografická díla**.

Předmětem zkoumání v kartografii je proces vytváření a využívání kartografických děl jakožto specifických zobrazení (abstraktních modelů) prostorového uspořádání skutečnosti. Hlavními složkami metodiky kartografie jsou matematické vztahy mezi referenční plochou zobrazované skutečnosti (Země, planet, hvězdné sféry) a jejím obrazem na zvolené ploše (nejčastěji v rovině mapy). Dále jde o proces kartografického zevšeobecnování (generalizace) a interpretace zobrazovaných jevů pomocí kartografických vyjadřovacích prostředků (smluvených znaků, jazyka mapy).

Vznik mapových (kartografických) děl a práce s ním spojené můžeme rozčlenit do následujících základních etap:

- práce astronomicko-geodetické, jejichž účelem je zhotovení geodetické kostry, tj. zaměření určitých význačných bodů, které propojeny vytvářejí geodetické sítě různých určení a přesností,
- práce topografické, jimiž se rozumí mapovací práce¹, které jsou různého druhu. Jde buď o topografické práce v terénu, tedy o tzv. klasické (polní) metody, nebo o metody fotogrammetrické a metody dálkového průzkumu Země (DPZ), při nichž vzniká původní mapa vyhodnocováním leteckých a družicových snímků, ale může jít i o sběr dat a informací např. statistickými šetřeními, geologickými metodami aj.,
- práce redakční,
- práce kartografické představují proces vlastní tvorby mapy na základě předchozího sběru polohopisných, výškopisných, popisných a speciálních informací o vymezené části objektivní reality,
- práce reprodukční představují rozmnožení finálního kartografického produktu z kartografického originálu na žádaný počet kvalitních kopií.

3.1 Definice kartografie

Definovat kartografii je s ohledem na její pestrý vývoj v různých částech světa velmi obtížné. Jistě má své počátky již v mladší době kamenné, ale jako o svébytné disciplíně o ni můžeme hovořit až od 19. století. Podle některých

¹ Mapovací práce, resp. mapování je pak obecně souhrn praktických činností, měření, výpočtů a zobrazování konaných pro vyhotovení původní mapy. Jde tedy o činnosti, při nichž jsou pořizována data a informace, jež umožňují vytvořit kartografické dílo. Z kontextu vyplývá, o jaké mapování jde (např. topografické, geologické, maloměřítkové aj.). Kartografické dílo je konečným výsledkem mapování. O „novém mapování“ hovoříme v případech, kdy původní mapování nahrazuje mapové dílo staršího data, které již nedosahuje v nových podmínkách např. požadované přesnosti.

zdrojů byl termín „kartografie“ z řeckých výrazů *chartes* (list) a *graphein* (psát) vytvořen až v roce 1839. Jako o vědecké disciplíně v moderním pojetí lze o kartografii hovořit nejspíše až od 20. století. V následujícím textu uvedeme pro srovnání jen některé definice.

- **Kuchař, K.:** Kartografie je nauka o mapách.
- **Definice OSN:** Kartografie je věda o sestavování map všech druhů a zahrnuje veškeré operace od počátečního vyměřování až po vydání hotové produkce (United Nations, Department of Social Affairs, 1949)
- **Terminologický slovník ICA:** Kartografie je umění, věda a technologie vytváření map, včetně jejich studia jako vědeckých dokumentů a uměleckých děl (Multilingual Dictionary of Technical Terms in Cartography, Wiesbaden, 1973).

Česká národní definice: Kartografie je vědní obor zabývající se znázorněním zemského povrchu a nebeských těles a objektů, jevů na nich a jejich vztahů ve formě kartografického díla a dále soubor činností při zpracování a využívání map (ČSN 73 0401 *Názvosloví v geodézii a kartografii*, účinnost od 1. 9. 1990).

- **Slovenská národní definice:** Kartografie je vědní a technický obor, který se zabývá zobrazením Země, kosmu, kosmických těles a jejich částí, objektů a jevů na nich nebo vztahujících se na ně (včetně jejich charakteristik a vztahů) ve formě map, atlasů a jiných kartografických děl, jakož i souvisejícím výzkumem a tříděním získaných poznatků do ucelených koncepcí. Představuje soubor technických a technologických činností souvisejících s tvorbou a zpracováním kartografických děl (STN 73 0401).
- **Sališev (1982):** Kartografie je věda o zobrazování a studiu jevů přírody a společnosti, jejich prostorového rozmístění, vzájemných vazeb a změn v čase prostřednictvím map a jiných kartografických modelů.

Arnberger (1966): Kartografie je věda o logice, metodice a technice konstrukce, tvorby a využití map a jiných kartografických vyjadřovacích forem, které jsou způsobilé vzbudit prostorově správnou představu o skutečnosti.

- **Geoinformační definice:** Kartografie je proces přenosu informací, v jehož středu je prostorová datová báze, která sama o sobě může být považována za mnohvrstevný model geografické skutečnosti. Taková prostorová datová báze je základnou pro dílčí kartografické procesy, pro něž čerpá data z rozmanitých vstupů a na výstupu vytváří různé typy informačních produktů (Morrison, J. L.).

S ohledem na historický vývoj dnes kartografie navazuje jednak na geodetické disciplíny zabývající se měřením Země a jejího povrchu (geodézie, mapování), jednak na širokou škálu geovědních (např. geografie) a technických disciplín, od nichž přebírá informace, resp. dílčí technologie pro některou etapu kartografické tvorby (polygrafie, počítačová grafika, fotografie aj.) a jimž naopak poskytuje prostředí pro lokalizaci jejich závěrů do zeměpisných

souřadnic. Velmi těsnými vazbami je spojena s dálkovým průzkumem Země (soubor metod a technických postupů zabývajících se pozorováním a měřením objektů a jevů na zemském povrchu a ve styčných nadzemních a podpovrchových vrstvách bez přímého kontaktu s nimi a zpracováním těchto dat za účelem získání informací o poloze, stavu a druhu těchto objektů a jevů), aplikovanou informatikou (geoinformační systémy) a s uživatelskou sférou (vojenství, státní správa aj.), pro niž plní mapa roli grafického pasportu zájmových objektů, pedagogického media aj.

Od kartografie se vyžaduje, aby:

- uměla promítnout zemský povrch na vhodnou plochu (kartografickou průmětnu), kterou lze rozvinout do roviny,
- uměla sestavit plán, mapu, model, resp. jiné kartografické dílo, jež by zobrazilo topografickou nebo tematickou informaci o území v odpovídajícím zmenšení a ve vhodné úpravě,
- uměla vydat zpracované dílo ve velkém nákladu nebo jiným způsobem (např. elektronicky) šířit za účelem poskytování informací o zobrazovaném prostředí.

Na základě výše uvedeného pak lze formulovat i takovou definici kartografie, podle níž se jedná o vědní obor zabývající se tvorbou a vydáváním vhodně a esteticky zpracovaných kartografických děl, jejich studiem a využitím (Hybášek, J.).

Předmětem zájmu kartografie a kartografického ztvárnění nemusí být jenom Země, nýbrž i jiná vesmírná tělesa, nebeská sféra nebo její části apod., a proto je třeba každé kartografické dílo chápat jako názorný souhrn určitých informací o Zemi, jiných vesmírných tělesech nebo o částech Vesmíru, zobrazený vhodným způsobem a ve vyhovujícím zmenšení do roviny nebo do modelu a tvořící tak informační medium.

3.2 Kartografie v systému věd

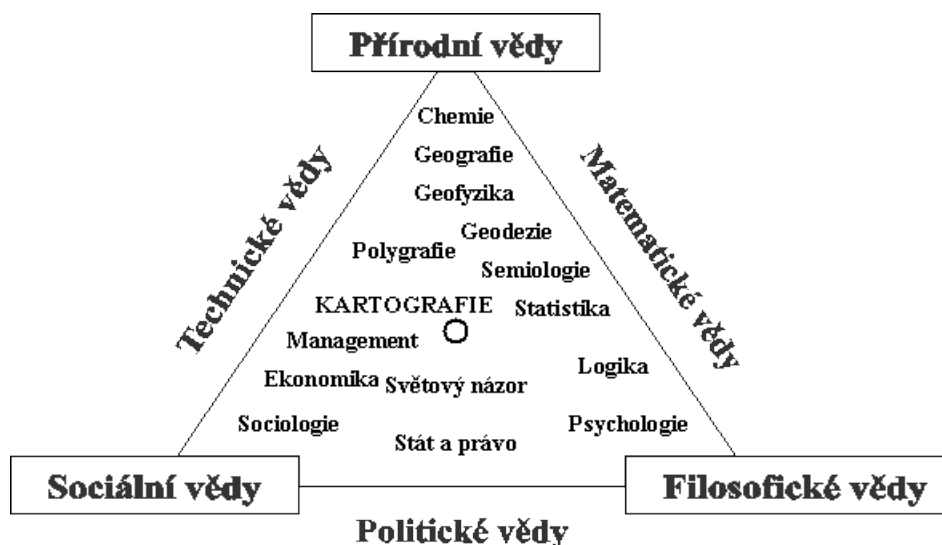
Kartografie má četné návaznosti na celou řadu vědních i praktických oborů. Tyto vazby jsou oboustranné. Na jedné straně kartografie od těchto oborů přijímá, pracovně využívá a kartograficky interpretuje jejich poznatky, na druhé straně jim poznatky ve vhodné formě poskytuje.

Kartografii si přivlastňují celé skupiny vědních disciplín. Hovoří o ní jako o vědě, která je součástí technických, historických, geografických aj. věd. Každá takováto teze je do určité míry pravdivá, neboť kartografie může zobrazit každou informaci (topografické, tematické), u které je vhodné, resp. účelné hovořit o prostorové poloze. Takovým zobrazením pak zpětně předává zdrojovým vědním disciplínám materiál pro studium prostorových vazeb.

Kartografie je těsně svázána s:

- a) vědami, které svým matematickým základem budují geometrickou kostru mapy a každého mapového díla (geodézie, fotogrammetrie, astronomie, geofyzika aj.),

- b) vědami, které vysvětlují podstatu a popisují příčiny přírodních pochodů a jevů, modelujících povrch Země (geografie, geologie aj.),
- c) vědami a technologiemi, které umožňují rozmnožení a šíření kartografických produktů (polygrafie, reprografie, informační technologie aj.),
- d) vědami filosofickými a společenskými.



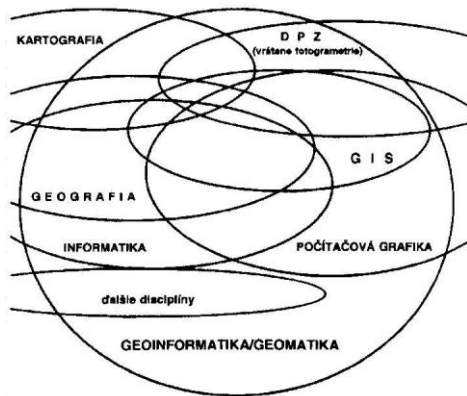
Obr. 3-1Klasifikační trojúhelník věd

V souvislost s kartografií se velmi často hovoří o topografii (topografické mapování, topografické mapy apod.). Z historického pohledu je topografie pokládána za vědní a technickou disciplínu, která se zabývá tvarem, popisem, měřením a zobrazováním zemského povrchu, čímž se zařadila na styk, resp. průnik kartografie a geodézie. Hlavním předmětem jejího zájmu je georeliéf, vodní toky a plochy, vegetační kryt a objekty vytvořené člověkem (v oceánografii se tento název aplikuje na povrch mořského dna). Do poloviny 20. století se topografie věnovala technikám zaměřování zemského povrchu a různých objektů a jevů na něm (včetně využívání leteckých snímků) s cílem vyhotovit topografické mapy. V současnosti ještě přetrvává názor o určité samostatnosti topografie, ale v rámci geodézie, nebo v rámci kartografie, kde se označuje jako topografické mapování.

V současné době je kartografie ovlivňována rozvojem techniky. Do kartografické tvorby úspěšně pronikla automatizace založená na aplikaci výpočetní techniky a v prostředí současné informační exploze se tak stává kartografické dílo důležitým článkem komunikačního řetězu, založeného na zpracování a poskytování kartografických informací. S tím souvisí i inovace teorií jazyka mapy, teorií znakových struktur a v porovnání s geografickými informačními systémy i názorů na předmět a obsah kartografického díla a kartografie jako vědní disciplíny vůbec.

V souvislosti s rozvojem informatizace se nabízí pojetí kartografie jako vědy o sdělování, založené na procesu vzniku, záznamu a přenosu speciální formy datové komunikace - mapového obrazu. Samy mapy mají přitom povahu celospolečenských informačních fondů a na jejich obsah je nahlíženo jako na modely kartografické informatiky. Kartografie se zde dostává do spojení s

teorií modelování (obraz mapy jako datový ale i matematicko-logický model reality), což vede k vazbám na teorii systémů a teorii informace a kybernetiku. Ani toto spojení nevystihuje kartografii jako celek ve všech jejích aspektech, i když pojetí obrazu mapy jako datového modelu reality sílí především s rozvojem geoinformačních technologií. Je trvale zakotvena jak v geoinformatice/geomatice, tak v geoikonice.



Obr. 3-2 Schéma geoinformatiky, resp. geomatiky

mapy) a k různým cílům. Jedná se o interdisciplinární oblast poznání na styku geografie, kartografie a informatiky, která zkoumá přírodní a socioekonomické geosystémy (jejich strukturu, vztahy, dynamiku apod.) pomocí modelování.

Geomatika bývá chápána jako synonymum pro geoinformatiku, ale postupně proniká z Kanady a frankofonních zemí do světa a Evropy, zde výrazně proti prosazovanému (Rusko, Německo) termínu geoinformatika. Dnes ji lze považovat za širokou vědecko-technickou oblast, která zahrnuje používání geoinformačních technologií a telekomunikačních prostředků ke zpracování a využívání geografických informací, včetně automatizované mapové tvorby. Je považována za vědecký a technický interdisciplinární obor, zabývající se získáváním, ukládáním, integrací, analýzou, interpretací, distribucí a užíváním geografických dat (geodat) a geografických informací (geoinformací) pro potřeby rozhodování, plánování a správy zdrojů. Geomatika zahrnuje geodézii, kartografii, dálkový průzkum Země, fotogrammetrii, mapování a geografické informační systémy. Jako geografické informační systémy (GIS) označujeme organizovaný soubor počítačového technického vybavení, programového vybavení, geografických dat a personálu, určený k účinnému sběru, uchování, údržbě, manipulaci, analýze a zobrazování všech forem geograficky vztažené informace.

Geoikonika (podle A. M. Berľanta) je rozvíjející se vědní disciplína, která vznikla na styku dálkového průzkumu Země, kartografie a počítačové grafiky. Zabývá se všeobecnou teorií geobrazů, metodami jejich analýzy a využívání ve vědě a v praxi.

S ohledem na klasifikační trojúhelník věd má kartografie své místo v blízkosti jeho těžiště na straně věd technických a blíže k vrcholu věd sociálních.

Z nejširšího hlediska je možno zařadit kartografii do oblasti věd o Zemi. Kartografie zde sehrává roli samostatného vědního oboru, který má sice s mnoha vědními disciplínami společný předmět zájmu - objekty a jevy vázané na

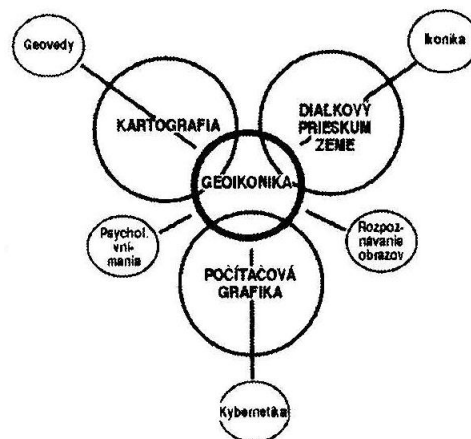
zemský povrch, prezentuje je však z hlediska ostatních oborů nezastupitelným způsobem.

3.3 Vnitřní struktura kartografie

Hledisek jak rozčlenit tak složitý vědní obor jako kartografie může být celá řada. Některá upřednostňují jednotlivé disciplíny, které se během vývoje v rámci kartografie formovaly jako relativně ucelené oblasti (klasické členění kartografie), jiné zohledňují základní aplikační oblasti kartografie (tzv. členění podle přívlastků). Konkrétní představa o klasifikaci kartografie může vycházet i z několika teoretických koncepcí (logicky

propracovaných soustav principiálních názorů), mezi nimiž se prosazují především koncepce:

- **informační**, podle níž je kartografické dílo považováno za informační médium (Koláčný, 1967, 1968), v němž je v každém bodě (znaku) mapy skryta (zakódována) nějaká informace. Za kartografickou informaci tedy můžeme považovat libovolnou informaci, která existuje v kartografické formě, tj. je vyjádřena kartografickými znaky. Na mapu tak lze aplikovat teorii informace, podle které lze provádět příslušné výpočty (např. entropii mapy, tj. stupeň neurčitosti před vytvořením mapových prvků určité podrobnosti),
- **komunikační**, která považuje kartografické dílo za prostředek přenosu prostorově kódovaných informací (Koláčný, 1967, 1968) od jejího tvůrce k uživateli, neboli za prostředek kartografické komunikace,
- **sémiotická**, která představuje mapu jako systém grafických výrazových prostředků. Je předmětem zájmu grafické sémiotiky (Bertin, 1967). Zkoumá-li tato věda znaky a znakové systémy obecně, pak do jejího zorného pole patří i mapové znaky, v jejichž systému lze stejně jako v systému obecných znaků, rozlišovat sémantiku, syntaktiku a pragmatiku,
- **jazyková**, která představuje kartografické dílo jako výsledek aplikace prostředků a pravidel kartografického jazyka (Schlichtmann, 1985 - mapový symbolismus, Ljutyj, 1988 - jazyk mapy, Pravda, 1990 - mapový jazyk),
- **systémová**, která považuje kartografické dílo za abstraktní systém sloužící k zobrazení prvků a vazeb reálného (super)geosystému (Krcho, 1981, 1986), složeného z přírodních a společenských subsystémů různých řádů,
- **modelová**, která považuje kartografické dílo za matematicko-kartografický model (Žukov, Serbeňuk, Tlkunov, 1980) a kartografii za soubor



Obr. 3-3 Geoikonika a její vztahy k vybraným vědním disciplínám

odborných činností bezprostředně souvisejících s kartografickým modelováním,

- **poznávací (modelově poznávací)**, která chápe kartografické dílo jako obrazově-znakový model a vyzdvihuje jeho poznávací stránku, a to jak směrem k tvůrci, tak k uživateli díla,
- **geoinformační**, která se vydělila postupným sblížením některých výše uvedených koncepcí (Berľant, 1993).

Podmínkám české kartografie je blízká jazyková koncepce kartografie, byť se stále silněji prosazují koncepce informační a komunikační.

Základem komunikační teorie mapy byla představa, že mapa je prostředek komunikace a tvůrce mapy tvoří odesilatele informace pro čtenáře (příjemce) mapy, kde komunikační kanál tvoří vlastní mapa. Původní teorie (Koláčný, A., 1968) předpokládala, že při přenosu dochází ke zkreslení (šumu) informace a hlavní úlohou kartografa je jeho odstranění a že čtenář mapy nijak neovlivňuje proces její tvorby. V roce 2005 přidává T. A. Slocum do této komunikační teorie i prvek zpětné vazby čtenáře mapy na její vzhled a formu. S nástupem počítačových technologií se ke kartografické prezentaci dat stále častěji používají zdrojová data a metody vyjádření, definovaná výhradně na základě požadavků uživatelů, kteří v podstatě přebírají úlohy kartografa, jenž se z procesu přenosu kartografické informace ztrácí. Kartograf se přesouvá do role, která jej nutí definovat mezní pravidla a způsob prezentace dat, aby byla zachována alespoň základní pravidla kartografické gramatiky. Stává se jen konzultantem tvůrců, resp. autorem počítačových programů, určených pro tvorbu digitálních mapových děl.

Vnitřní struktura kartografie může mít podle klasického přístupu např. tuto podobu:

- všeobecná kartografie (nauka o mapách),
- matematická kartografie,
- tematická (speciální) kartografie,
- kartografická tvorba,
- kartografická polygrafie,
- kartometrie,
- kartografická informatika.

Všeobecná kartografie (nauka o mapách) zahrnuje kromě otázek terminologických a definičních také metodologii, kartografickou interpretaci a generalizaci, estetiku, tj. výtvarnou stránku kartografických děl, jakož i studium kartografických děl, tj. jejich třídění, hodnocení a kartografickou historii. Pro studium grafických obrazů z doby, z níž nejsou známy písemné památky, se vžil pojem **paleokartografie**. Samostatné postavení může mít **metakartografie** (obecná teorie kartografie), ve smyslu vědy o kartografii, vědeckého zkoumání jejich základních teoretických problémů, tj. předmětu jejího poznání, metody výzkumu a vyjadřování skutečnosti. Metakartografie je nazývána ze širokého spektra úhlů pohledu. Např. z pohledu W.Bungeho se jedná o analýzu vlastností mapy v porovnání s nekartografickými způsoby -

popisem, obrázkem, fotografií, matematickým vyjádřením aj. a z pohledu A. F. Aslanikašviliho se jedná o obecnou teorii kartografie, ve které převládá jazyk mapy a metodika kartografické interpretace.

Matematická kartografie převádí reálný povrch zobrazovaného tělesa na exaktně definovanou referenční plochu, která se zobrazuje matematickou (geometrickou) cestou (tzv. kartografickým zobrazením) do kartografické průmětny (do roviny), a popisuje a hodnotí deformace, které jsou nezbytnými důsledky těchto převodů (transformací).

Tematická (speciální) kartografie² na potlačený všeobecný obsah kartografických děl zobrazuje jako prioritní vlastní tematický (speciální) obsah. Tematická kartografie používá takové formy jazyka mapy, které mají svůj původ často ve statistické grafice. Její výrazové prostředky se vyznačují vysokým stupněm abstrakce a nemají asociativní povahu typickou pro topografickou kartografii. S rostoucí úlohou informatiky (geoinformačních systémů) prodělává silný odklon mimo oblast geodézie, geografie a kartografie.

Za tematická (speciální) kartografická díla lze označit taková díla, jejichž hlavní obsahovou náplň tvoří znázornění libovolných přírodních a socioekonomických objektů a jevů, resp. jejich vzájemných vztahů. Mohou mít podobu map, glóbů a jiných trojrozměrných modelů i profilů.

Nutno si však uvědomit, že mezi všeobecně geografickým a tematickým kartografickým dílem je hranice velice subjektivní. První je v podstatě dílem polytematickým, v němž jsou různá témata zastoupena v různých proporcích (vodstvo, komunikace, sídla atd.). Na tematických kartografických dílech slouží často výše uvedený všeobecný obsah jen jako podklad pro orientaci (je tištěn v potlačených odstínech), na nějž se vykreslí nebo vytiskne vlastní speciální obsah (geologické, hydrologické, dopravně-inženýrské, socioekonomické aj. charakteristiky). V mnoha případech je všeobecný obsah kartografických děl redukován velmi razantně (zůstanou např. jen státní hranice), nebo funkci orientační přeberou transparentní fólie, které mají naopak velmi často bohatý místopis. Tyto se při zabezpečení dostatečně přesného lícování překládají přes vlastní tematické kartografické dílo.

V protikladu k **tematické kartografii** se často hovoří o **kartografii topografické**, která produkuje všeobecně-geografické mapy, jež popisují určitou lokalitu polohově a výškově. Kresba na těchto mapách má zpravidla asociativní povahu, tj. znaky jsou voleny tak, aby samy o sobě navozovaly vjem pozorování reality. Jedná se o mapy, které vznikly geodetickými a fotogrammetrickými metodami a v neposlední řadě i metodami dálkového průzkumu Země. Své opodstatnění má v tomto smyslu i vyčlenění **katastrální kartografie**, jako části kartografie, která se zabývá metodikou a technikou kartografického zpracování katastrálních map a jejich šíření.

Kartografická tvorba (tvorba map) představuje proces sestavení a vykreslení kartografických originálů z elaborátů původních měření nebo z jiných, pokud možno původních a podrobnějších podkladů. V souvislosti s využíváním geoinformačních technologií, neboli s tvorbou a zpracováním map v prostředí

² Dříve užívané synonymum „mapy s dodatkovým obsahem“ pro tematické mapy je nevhodné.

geografických informačních systémů na základě databází, se dnes místo o kartografické tvorbě hovoří o kartografickém modelování. To chápeme jako vyhotovování zmenšených a generalizovaných obrazů (modelů) objektivní reality v podobě 2D, 2,5D, 3D nebo 4D (dynamických) map.

Kartografická polygrafie zahrnuje vydávání kartografických děl, tj. zhotovení velkého počtu jejich identických duplikátů tiskovými technologiemi.

Kartometrie (měření na mapách) je část kartografie, která se zabývá měřením a hodnocením geometrických a topologických vlastností prvků na mapách a jiných kartografických dílech. Obvykle zahrnuje i zakreslování změn a doplňků do map a třídění a hodnocení map z kartografického hlediska. Původní rozsah kartometrických prací (např. měření délek, srážek, souřadnic bodů, základních morfometrických charakteristik georeliéfu aj.) prováděných na topografických mapách pomocí klasických kartometrických pomůcek je rozšířen o zjišťování tvarů, křivosti, orientace a dalších charakteristik georeliéfu na topografických mapách a o zjišťování charakteristik obsahových prvků tematických map (odečítání hodnot diagramových znaků, vyhodnocování polí izolinií apod.). Z tohoto důvodu se místo kartometrie rozšiřuje pro část kartografie, která se zabývá určováním kvantitativních charakteristik objektů a jevů z map, označení **využití (využívání) map** a klasické kartometrické pomůcky byly většinou vytěsňeny vhodnými pracovními nástroji CAD a GIS systémů (metodami kartografické informatiky), v nichž je kartografické dílo zobrazeno.

Kartografická informatika se zabývá náhradou mapy ve smyslu konvenčního grafického obrazu simulačním matematicko-logickým modelem geografického prostoru, na kterém lze řešit např. topologické úlohy. Jejím výsledkem jsou datové báze geoinformačních systémů (GIS), vymezení, algoritmizace a počítačové zabezpečení úloh na těchto systémech.

Kartografii lze strukturalizovat i z mnoha jiných pohledů (členění podle přívlastků), zejména pak podle převažující povahy obsahu kartografických děl a v neposlední řadě i podle postupů vzniku mapy. Takové členění kartografie může mít např. tyto podoby:

- a) podle zastoupení fyzické a duševní práce při tvorbě map rozlišujeme **kartografii teoretickou** a **praktickou** (užitou, aplikovanou). Předmětem zájmu teoretické kartografie není realita, ale její kartografický obraz. Jejím cílem je neustálé zlepšování kvality tohoto obrazu z hlediska jeho čitelnosti, názornosti, přesnosti, harmonické vyváženosti a estetického působení. Do teoretické kartografie patří i metakartografie (obecné teoretické, metodické, axiomatické, definiční, klasifikační aj. základní problémy kartografie), kartografická generalizace a celá oblast kartografické interpretace ve smyslu teorie grafického zobrazování jevů pomocí kartografických znaků. S výhradou sem lze zařadit i kartometrii a dějiny kartografie. V koncepci L. Ratajského se teoretické kartografii (teorii kartografie) dostalo označení **kartologie**, které je však podrobováno značné kritice. Praktická kartografie se zabývá procesem tvorby a výroby map jako konkrétní výrobní technologií. Řadíme sem i kartografickou dokumentaci.
- b) **podle obsahu produkovaných kartografických děl** můžeme rozlišovat kartografii atlasovou, velkoměřítkovou (např. v ČR tvorba map do měřítko 1:5 000), topografickou, chorografickou, tematickou aj. Topografická

kartografie se zabývá tvorbou a využitím topografických (podrobných a místopisných) map, chorografická kartografie se zabývá přehlednými a obecně zeměpisnými mapami a tematická kartografie řeší problematiku map s vymezeným tematickým obsahem. Podle tohoto obsahu je pak možné další podrobnější členění tematické kartografie (námořní kartografie, ekonomická kartografie aj.)

- c) z hlediska vzniku mapy se běžně hovoří o **klasické kartografii**, kdy se mapa tvoří pomocí tradičních převážně rukodělných technologií, a kartografii počítačové³, či lépe **digitální**, kdy je obsah mapy i jeho kartografické, resp. i polygrafické zpracování prováděno pomocí počítače.
- d) Často užívaný, i když neopodstatněný, přístup dělí kartografii na **geodetickou (technickou)**, která se zabývá především tvorbou státních mapových děl všech měřítek a účelového zaměření včetně tvorby digitálních kartografických datovýchází celostátní povahy, a **kartografii geografickou**, která se zabývá tvorbou obecně zeměpisných map většinou menších měřítek. Zatímco geodetická kartografie se zabývá mapami vzniklými na základě přímého měření nebo z těchto map bezprostředně odvozených a sloužících zpravidla hospodářské praxi, zabývá se geografická kartografie přehlednými mapami s vysokým stupněm generalizace (zevšeobecnění).

Soubor činností (rekognoskace, měření, výpočty a zobrazování) souvisejících s vyhotovováním původních map se obvykle označuje jako **mapování**. Podle principu zjišťování vzdáleností, směrů a výšek rozlišujeme různé mapovací metody (pohledová, s využitím měřického stolu, geodetické, fotogrammetrické aj.), jež se od sebe liší nejenom technologicky, ale samozřejmě i přesností získaných geoprostorových informací. Podle použité metodiky a účelu připravovaných map se pak hovoří (bez nároku na obsahovou úplnost a klasifikační čistotu) např. o mapování digitálním, fotogrammetrickém, technickohospodářském, tematickém (geomorfologickém, klimatologickém, geobotanickém aj.), velkoměřítkovém (např. katastrálním), topografickém, výškopisném, doplňovacím, geodetickým, báňským, vojenském aj.

Kartografii lze členit i s ohledem na zobrazovaný prostor (např. kartografie astronomická, terestrická, báňská aj.) nebo s ohledem na účel zpracovaných děl (např. kartografie školská, vojenská, turistická apod.), často se podle „počtu“ zobrazovaných rozměrů hovoří i o rovinné (2D, 2,5D), resp. prostorové kartografii (3D). Každá z těchto disciplín se od druhé jistě liší balíkem specifických přístupů a metod.

Uvést bezchybnou a úplnou klasifikaci vnitřní struktury kartografie není možné a nakonec ani nezbytně nutně potřebné. Náhled na ni, ale i obsah jejích jednotlivých částí se totiž neustále mění a vyvíjí. V principu lze vytvořit celkem bez problémů jakoukoliv jinou subjektivní klasifikaci kartografie na základě jedinečných klasifikačních kritérií.

Pro ilustraci předkládám i klasifikaci publikovanou J. Pravdou (2001), který

³ Termín „počítačová kartografie“ považuji za nevhodný, neboť je často zavádějící. Používá se totiž často pro okruh činností, které dobře vystihuje termín „automatizovaná kartografická tvorba“

klasifikuje kartografii podle „vertikálních“ úrovní, podle zaměření a podle několika dalších účelových kritérií.

Podle vertikálních úrovní rozlišuje:

- **teoretickou kartografii**, která se zabývá teoretickými a metodickými problémy souvisejícími s tvorbou kartografických děl,
- **inženýrskou (vědecko-technickou) kartografii**, která se zabývá dotvořením a aplikací vědeckých poznatků pro potřeby tvorby kartografických děl (zejména projektování, redigování, konstrukce kartografických zobrazení, sestavování map, jejich dokumentace a hodnocení aj.),
- **praktická (aplikovaná) kartografie**, která se zabývá praktickými činnostmi při zpracovávání kartografických děl.

V současnosti se rozdíl mezi uvedenými úrovněmi stírá. V rámci kartografického modelování (počítačové tvorby map) se praktické a inženýrské činnosti neobejdou bez integrovaných teoretických kartografických znalostí (např. při tvorbě databází a kartografické vizualizaci dat).

Z hlediska zaměření rozlišuje:

- **(vše)obecnou kartografii**, za níž je pokládána kartografie jako učební předmět. Chápe se takto jako celek zabývající se jak teoretickou, tak praktickou kartografií. Občas se ještě dnes v jejím smyslu použije dříve běžně používané označení „základy kartografie“.
- **geodetickou kartografii**, která se zabývá vyhotovováním map (kartografickým modelováním) geodetickými metodami ve velkých a středních měřítkách.
- **geografickou kartografii**, která se zabývá zobrazováním Země (někdy též „geokartografie“), také označení pro část tematické kartografie, která se zabývá kartografickým modelováním geografických jevů, neboli tvorbou geografických map (map, které jsou výsledkem poznání vědní disciplíny geografie).
- **katastrální kartografii (kartografii katastrálních map)**, která se zabývá metodami a technikami zpracování katastrálních map.
- **matematickou kartografii**, která se zabývá teorií a konstrukcí kartografických zobrazení, jejich klasifikací, zkráceními apod.
- **školskou kartografii (kartografii školních map a atlasů)**, která se zabývá tvorbou školních map, atlasů a didaktických pomůcek mapového charakteru,
- **tematickou kartografii**,
- **topografickou kartografii**,
- **vojenskou kartografii**.

Taková klasifikace není dle mého názoru příliš šťastná, prakticky však akceptovatelná je. V jejím duchu se tvorba některých druhů map považuje za druh mapování (např. geomorfologické, klimatické, půdní aj.), ale nikoliv za

odvětví kartografie (např. geomorfologická, klimatická, půdní kartografie apod.). Občas se můžeme setkat s opisným označením tvorba, např. tvorba geomorfologických, klimatických, půdních, ale i historických aj. map.

Z účelových klasifikací vyplývá členění kartografie na:

- tradiční, tj. kartografii v dosavadním chápání, která se zabývá technologiemi zpracování analogových map a
- digitální (počítačovou), která se prioritně zaměřuje na tvorbu latentních a virtuálních map v prostředí elektronických médií.

Podle jiných účelových kritérií rozlišujeme např. atlasovou kartografii, kartografii reliéfních map, tyflokartografii (tvorba map pro nevidomé a slabozraké) aj.

V jazykové koncepci A. A. Ljutého se objevuje všeobjímající pojem **kartonomie**. Má se jednat o systém vědeckých disciplín, který se skládá z podsystemu věd o mapovém jazyku, jeho zákonech, fungování, rozvoji, propojení s realitou, společností, vědomím a myšlením. Kartografie je podle Ljutého rozsáhlejší systém, který obsahuje kartonomii a komplex disciplín věnujících se technologiím kartografických činností. Prosazovaný pojem nemá u kartografické veřejnosti širší podporu.

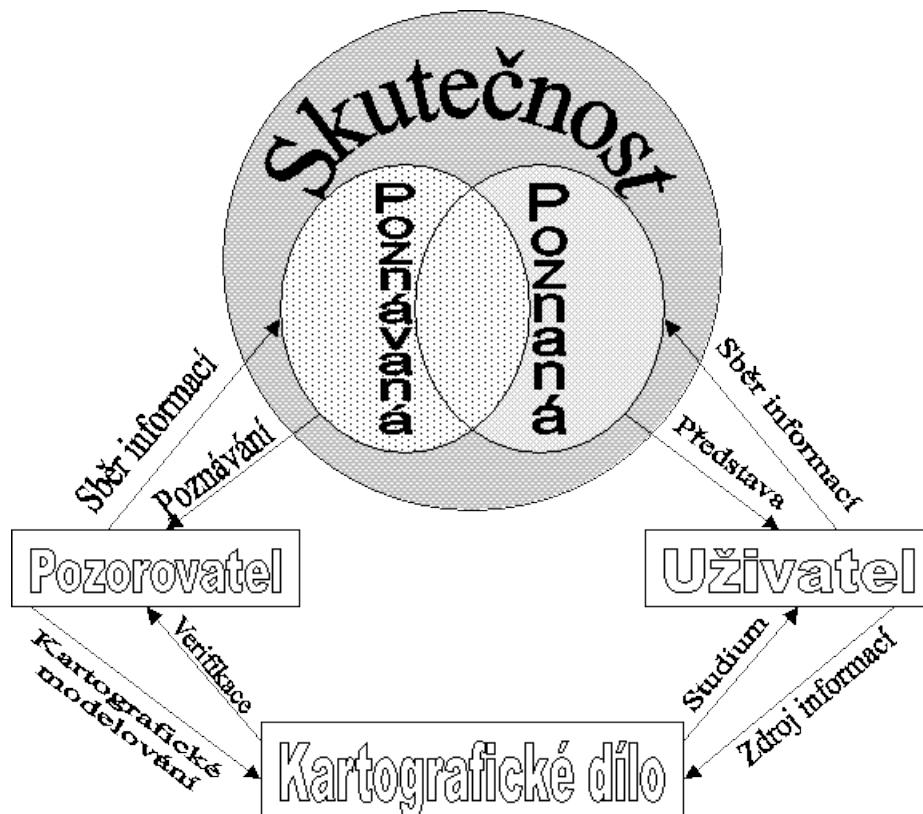
3.4 Kartografická metoda poznávání skutečnosti

Základní funkce kartografie, její hlavní pracovní kroky a problémové oblasti lze zobrazit do grafu, znázorňujícího **kartografickou metodu poznávání skutečnosti**.

Tento uzavřený poznávací proces vychází z objektivní skutečnosti. Tu tvoří povrch celé Země, planet nebo nebeské sféry, resp. jejich části. Tato objektivní skutečnost je odborníky určitého zaměření (geodet, geolog, geograf apod.) zkoumána a získané informace o ní jsou textově, graficky či číselně dokumentovány. Kartograf obdrženu dokumentaci přetvoří (interpretuje), tj. v duchu vhodného kartografického jazyka vyjádří smluvenými znaky v kartografickém díle tak, aby toto vyjádření (znázornění) v jednotlivostech i v souhrnu poskytovalo názorný a co možná úplný souhrn znalostí o dříve pozorovaném, zkoumaném a nyní zobrazeném prostředí, a to pro ten okruh jeho uživatelů, který nebyl primárně účasten zkoumání vlastností zobrazovaných částí objektivní reality. Takto vytvořený originál kartografického díla se faksimilně (tj. pokud možno věrně) rozmnoží a poskytne všem zájemcům o dokumentovanou lokalitu. Uživatelé kartografických děl tyto studují, zobrazené informace opět svým způsobem interpretují a na tomto základě si vytvoří vlastní představu o původní skutečnosti, se kterou nebyli primárně v kontaktu. Je zřejmé, že není v silách a v možnostech původního pozorovatele (mapéra, odborníka určitého zaměření) zcela a jednoznačně poznat objektivní skutečnost, kterou pozoruje, studuje a popisuje. Jím poznávaná a poznaná realita je jen částí této objektivní skutečnosti. Kartografem interpretované dílo podává jen obraz modelu sestaveného z odpozorovaných informací. Uživatelem kartografického díla subjektivně vytvořená představa je zase jiným vyobrazením téhož modelu a není totožná s původní objektivní skutečností. V nejlepším případě představuje

pouze její část, která je různá s ohledem na věk, zkušenosti a intelektuální schopnosti uživatele - čtenáře mapy. Chápání obsahu mapy na základě vnímání kartografických znaků (zrakem, hmatem, pomocí čtecích zařízení apod.) spolu s jejich významy a prostorovými souvislostmi totiž běžně označujeme jako čtení mapy.

Kartografická metoda výzkumu tedy využívá mapy a ostatní kartografická díla ke zkoumání (poznávání) na nich zobrazených objektů a jevů a jejich charakteristik pomocí různých grafických, matematicko-statistických aj. analýz.



Obr. 3-1 Kartografická metoda poznávání skutečnosti (ve smyslu L. Ratajského, upraveno)

3.5 Kartografická vizualizace

Termín vizualizace (*visualization*) je používán v řadě vědeckých oborů v různých významech. Nejrozšířenější je chápání vizualizace jako mentální reprezentace (např. v psychologii obrazu nebo modelu nějakého objektu či jevu vytvořeného v mysli v okamžiku, kdy tento objekt či jev nevnímáme přímo svými smysly). V oborech zabývajících se grafickou reprezentací nejrůznějších údajů (tzn. i v kartografii) je jako vizualizace obecně označován proces, jehož prostřednictvím jsou vytvářeny reprezentace údajů ve vizuální formě, a také různé formy výstupů tohoto procesu.

Kartografická vizualizace (*cartographic visualization*) jako jedna z vědeckých metod vizualizace, může být definována jako taková vizualizace, v rámci které je k reprezentaci objektů a jevů použit kartografické dílo.

Kontextová kartografická vizualizace je taková kartografická vizualizace, v jejímž rámci je způsob reprezentace jevů nebo objektů volen (a podle potřeby měněn) tak, aby byl co nejvhodnější s ohledem na kontext.

3.6 Vznik vědní disciplíny kartografie

Kartografie byla velmi dlouhou dobu považována za praktickou činnost spojenou s vyhotovováním map. Jedinou exaktní teorií vyvíjenou pro kartografické účely byla matematická kartografie. Názor, že mapa není pouhé technické dílo, ale náročná záležitost spojená s filozofickou interpretací jevů, vyslovil jako první Max Eckert (1868–1938), který v roce 1907 navrhl pojem „vědecká kartografie“. Přestože zůstává se svým názorem dlouho osamocen, začíná se od těchto dob v kartografii pomalu ale jistě rozlišovat její praktická a teoretická část.

Do kartografické praxe zahrnujeme všechny úkony výrobní povahy, spočívající v manuální činnosti (úkony měřické, výpočetní, kresličské, reprodukční aj.), kterou velmi výrazně vnímáme především při tvorbě a výrobě map velkých a částečně středních měřítek (např. technickohospodářských, katastrálních apod.). Při tvorbě odvozených map malých měřítek, zachycujících na malé ploše a s omezeným a nepřiliš složitým souborem základních grafických prvků (mapových znaků) geografickou realitu z území států, světadílů či celé Země musí kartografie řešit složitou otázku generalizace mapového obrazu vědeckým způsobem, založeným na jeho objektivizaci pomocí matematicko-logických postupů, a proto v těchto případech obvykle teoretické aspekty práce svým rozsahem kartografickou praxi převyšují.

Samostatnou teorií formující se v moderní kartografii je otázka matematické podstaty a filozofického aspektu grafických znakových systémů, užívaných pro kartografickou interpretaci zobrazovaných jevů. Ta se rozvíjí především v oblasti tematické kartografie, která v porovnání s kartografií topografickou užívá mnohem abstraktnějších kartografických výrazových prostředků. Při vytváření a využívání obecně geografických i tematických map je třeba provádět klasifikaci, hodnocení, výběr a zevšeobecňování informací a pracovat s takovými filozofickými pojmovými kategoriemi, jako jsou indukce a dedukce, analýza a syntéza, analogie, hypotéza, korelace, kauzalita a další.

Kromě teorie kartografické generalizace a kartografické interpretace se rozvíjí teorie kartografické informace a komunikace, jakož i teorie práce s mapou. Zajímavé výsledky se projevují v oblasti rozvoje teorie mapy jako systému (modelu) objektivní reality, v oblasti inženýrské kartografie aj.

Současným základním vývojovým trendem kartografie je rychlé prohlubování a rozvíjení její teoretické podstaty, založené na interakci s řadou moderních i tradičních oblastí společenské teorie i praxe, vedoucí ke zdokonalování účinnosti kartografických děl. Současně se prohlubuje i kartografická praxe, převážně zaváděním moderní výpočetní a zobrazovací techniky do procesu sestavování a kresby map, zbavující kartografy jednotvárné ruční práce a používáním progresivních technologií i nových výrobků v oblasti kartografické polygrafie.

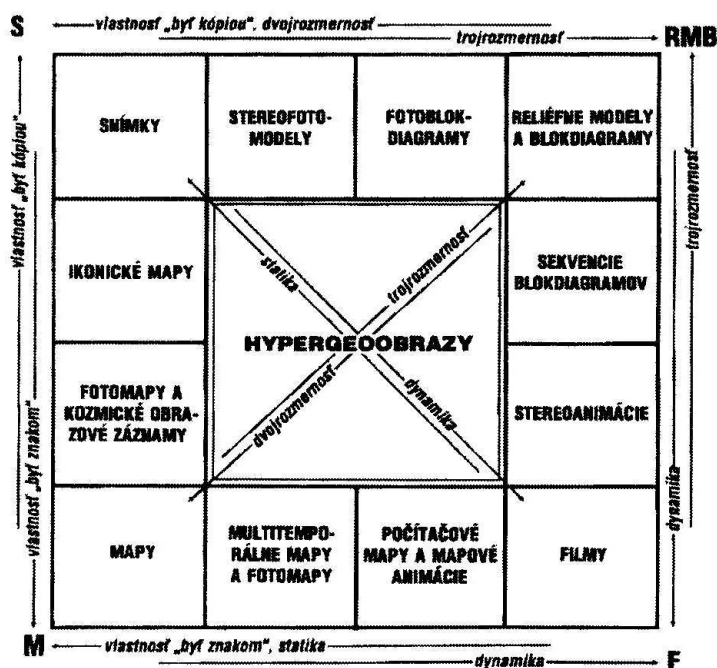
4 Kartografická díla

Díla, jejichž základem je vyjádření skutečnosti pomocí kartografických vyjadřovacích prostředků (kartografických znaků) metodami kartografické interpretace, označujeme jako **kartografická díla**. **Může se přitom jednat o kartografické vyjádření Země a její části, vesmírných těles a jejich částí, nebeské sféry (hvězdné oblohy) a jednotlivých objektů a jevů na nich, včetně jejich vzájemných prostorových vazeb, a to jak v grafické, tak v digitální formě, a to spolu se všemi textovými, resp. dalšími (např. tabulkovými) doplňky.** V převážné míře prezentují obsah, který je aktuální, tj. v souladu se skutečností, k určitému datu. Tímto datem bývá nejčastěji datum redakční uzávěrky. V procesu kartografické výroby jej však lze posunovat až velmi blízko vlastnímu produkčnímu tisku. V každém případě pak většina kartografických děl informuje o minulém stavu objektivní reality a je jen otázkou dynamiky zobrazovaných objektů a jevů, do jaké míry je jejich „historický“ obsah akceptovatelný pro současnou potřebu. Nastane-li vážný nesoulad mezi obsahem kartografických děl a skutečností, je třeba provést urychleně jejich aktualizaci. Poněkud jinou dimenzi může mít aktuálnost digitálního kartografického díla, u něhož si lze představit „průběžné“ doplňování obsahu a úpravy v souladu jak se změnami objektivní reality, tak se změnami náhledu na přesnost, sdělnost, grafickou úroveň či na jiný atribut díla.

Z dalších základních vlastností kartografických děl je třeba jmenovat metriku (vlastnost zabezpečující pomocí matematických zákonů sestavení, přesné sestavení a reprodukci díla a zpětné určení kvantitativních parametrů znázorněných objektů a měření kartometrických veličin), prostorovou, resp. znakovou jednoznačnost (tj. mít pouze jedinou přesně určenou prostorovou polohu v užitém souřadnicovém systému, resp. jediný význam každého bodu v přijatém souboru smluvených znaků) celistvost (existence kartografického zobrazení ve všech místech kartografického díla, tj. bez prázdných míst a přerušení), názornost (tj. možnost příjemného zrakového vjemu prostorových tvarů, rozmístění, spojitosti objektů), čitelnost (tj. vizuální rozlišení prvků a detailů kartografického zobrazení) a přehlednost (tj. schopnost podat jediným pohledem co nejvíce obsáhlý prostor, předvést zákonitosti rozmístění a jednotlivých vazeb objektů a základní prvky jejich struktury).

Třídění kartografických děl lze provádět z mnoha hledisek podle toho, co a jak vyjadřují. Můžeme je např. členit podle počtu rozměrů na rovinná nebo prostorová. Mnozí kartografové užívají v tomto smyslu označení 2D, 2,5D, resp. 3D kartografická díla. Rovinná kartografická díla (2D, 2,5 D) jsou především plány a mapy, prostorová kartografická díla (3D) jsou např. reliéfní (plastické) mapy a globusy. Rovinná kartografická díla však používají takové výrazové prostředky, které navozují (nebo by alespoň měla navozovat) prostorový dojem (vrstevnice, barevná hypsometrie, stínování, anaglyfy apod.). Digitální kartografická díla vytvořená tzv. ve 3D, mají již z principu vzbudit prostorový dojem, na monitoru počítače se však prezentují jako rovinná díla a fyzickou prostorovost jim může být „vdechnuta“ teprve po aplikaci některé z metod rychlého modelování (rapid prototyping), resp. virtuální reality. Jak budeme definovat 4D kartografická díla (dynamická sama o sobě nebo

vyjadřující dynamiku zobrazovaného prostoru)? Odvážíme se definovat např. 5D kartografická díla např. aplikací tematické nadstavby na 4D díla?⁴ Podobné „základnosti“ můžeme u kartografických děl hledat i při aplikaci jiných klasifikačních kritérií.



Obr. 4-1 Klasifikace geoobrazů (podle A. M. Berl'anta, 1996)

Dalším klasifikačním kritériem může být např. druh podložky (neprůhledné, transparentní), barevnost (achromatické a barevné), charakter vzniku (původní nebo odvozené), míra dynamiky (statická, dynamická), podrobnost, měřítko, stáří atd. Jako samostatná skupina se někdy vyčleňují i tzv. kartografické kuriozity.

Teoretická kartografie dnes zná pojem geoobraz. Označuje za něj libovolný časoprostorový metrický a generalizovaný model pozemních (vesmírných) objektů nebo procesů v obrazové formě. Složitý mnohodomenzionální grafický model, který je syntézou geometrických, dynamických a stereoskopických vlastností označujeme jako hypergeoobraz.

4.1 Rovinná (dvourozměrná) kartografická díla

Rovinná kartografická díla mohou být produkována jako samostatná individuální kartografická díla, či jako mapové soubory, resp. konvoluty⁵.

⁴ Americká Agentura pro výzkum pokročilých obranných projektů (GARPA) začala pracovat na projektu „chemické kartografie“. Jejím cílem je zpracovat jakousi „čichovou mapu“ (že by 7D nebo 8D?) vybraných amerických měst, podle níž by se daly od látek, běžně se vyskytujících ve vzduchu, operativně odlišit nové látky, jež by případně mohly souviset s chemickým útokem nepřítelů.

⁵ **Konvolut** (propleteneček) je smíšený svazek, který vznikl spojením více tištěných nebo rukopisných děl dle záměru sestavitele. Představuje jedinečný knižní útvar, který např. shrnuje obsahem blízké tisky či tisky od jednoho autora. Nemusí se týkat jen tisků (může zahrnovat

4.1.1 Náčrty

Náčrty (mapové náčrty, schémata, skice) jsou jen přibližným obrazem menší části zemského povrchu, který naznačuje polohu bodů, resp. průběh hranic nebo terénních tvarů (jedná se o pracovní schematické zobrazení mapového obsahu). Správná poloha bodů se na něm vyjadřuje buď číselně (délkovými, směrovými či jinými údaji) nebo jen čísla bodů, k nimž se vztahují měřené údaje, zaznamenané jinde (např. v polních zápisnících, na digitálních mediích měřících přístrojů apod.). Poměr zmenšení se u náčrtů může uvádět (a často se i uvádí), ale má obvykle jen orientační funkci a není po celé ploše obrazu konstantní. Často se kreslí náčrt jen od ruky a podle potřeby se obraz zkresluje. Používá se jako podklad pro vytyčování, pro vyhotovování a zejména pro doplňování map a plánů. Běžně se pořizují např. náčrty pro místní šetření, polohopisné náčrty, výškopisné náčrty, měřické (dříve polní) náčrty, tachymetrické náčrty aj.

4.1.2 Plány

Plány (z angl. „plane“ = rovina) jsou pravoúhlé (ortogonální) průměty omezené části zemského povrchu do roviny (kartografické průmětny) s poměrně malým zmenšením. V terénu zjištěné hodnoty se do něj vkreslují pouze s přihlédnutím k jeho měřítku. Malé zmenšení nenutí k využívání smluvených znaků či k nějakému přílišnému zjednodušování. Plány jsou kresleny pro relativně velmi malá území. Plošné omezení kartografického vyobrazení je odůvodněno tím, že kartografická průmětna tvoří tečnou rovinu (nebo je s touto rovnoběžná) k zobrazované ploše (zemskému povrchu). S rostoucí vzdáleností od dotykového (referenčního) bodu progresivně roste polohová deformace (zkreslení grafického ztvárnění zobrazeného území). Při zobrazení plochy o poloměru cca 15 km (plocha cca 707 km² je považována za rovinu, z toho též „rovinný plán“) se chyba na jejím okraji mezi zobrazovanými a skutečnými naměřenými délkami v používaném rozmezí měřítkových čísel v kresbě neprojeví (nedosáhnou limitu 0,2 mm, což se rovná síle vlasové čáry). Při určování výšek však již toto zjednodušení přípustné není. V těchto případech je třeba uvažovat rozdíl mezi zdánlivým a skutečným horizontem již u vzdáleností jdoucích do stovek metrů.

Plán se obvykle využívá k půdorysnému vyjádření objektů ve velkém měřítku, zpravidla v místním souřadnicovém, popř. i výškovém systému. Plány obsahují obvykle jen polohopis, výškopis však v nich není až tak velkou vzácností.

Dlouho se u nás používalo pojem katastrální plán. Teprve katastrální zákon z roku 1927 zavedl definitivně pro měřický operát označení „mapa“. Název „plán“ se udržuje u podkladů pro určité místní úkoly (např. plán pozemku, domu, závodu apod.) nebo u technických listin (např. geometrický plán, tachymetrický plán aj.).

Široká veřejnost má snahu označovat termínem plán všechna kartografická díla v měřítku 1:200 a větším (v Německu 1:500 a větším) bez ohledu na to, jakým

mince a jiné sbírkové předměty, kresby aj.). Konvolutům vděčíme za zachování různých dobových příležitostných tisků jako letáků, novin, prosoctví, modliteb nebo jarmarečních písní.

způsobem byla informace z reálného terénu na kartografickou průmětnu přenesena. V těchto případech je osvěta nutná. Plán, jako samostatná kategorie kartografických děl, není totožný s pojmem (orientační) „plány města“. Tyto vznikají převážně odvozením z podkladových map stejného nebo většího měřítko a jsou s ohledem na využití kartografických zobrazení mapami. Někteří kartografové prosazují pro označení takovýchto kartografických děl pojem „mapa města“.

4.1.3 Mapy

Pojem „mapa (mappa)“ je pravděpodobně punského původu, nebo byl převzat z jazyka starých Féničanů a znamenal původně plátěnou roušku, šátek, ubrousek, resp. pokreslenou tkaninu. Prostřednictvím latiny přešel do jiných evropských jazyků a ve smyslu kartografického znázornění světa nebo jeho části byl asi poprvé použit v 9. století. Z té doby je v seznamu knih kláštera St. Gallen zmíněna mappa mundi (mapa světa). V Českých zemích se podobný nálezní váže až k letům 1390–1394, kdy byla v inventáři břevnovského kláštera zaznamenaná blíže neurčená „mappa mundi picta“. V češtině zdomácněl pojem mapa ve významu kartografického díla až od 16. století. S objevem papíru, se pro list papíru (papyrus), listinu a jinou písemnost s polohopisnými grafickými informacemi od 15. století vžil pojem „karta“. Tento termín se stal slovním základem pro příslušný obrazový výtvar prakticky ve všech jazykových oblastech. Např. chartés (*řec.*), carta (*lat.*), die Karte (*něm.*), kapra (*rus.*), carte (*fr.*), chart (*angl. - pro námořní mapy*). V polštině a španělštině zdomácněl pojem „mapa“. V některých jazykových oblastech, resp. v historických materiálech se velmi často setkáme s pojmem „tabula“ (*lat.*), tj. deska. Pojmy jako „descriptio“, „delineatic“ nebo v češtině „obrys“ (z německého „Abriss“) v 17. a 18. století, nejspíše pak v průběhu 19. století, vymizely.

Uvést jednotnou definici mapy, na níž by se shodli všichni její uživatelé či tvůrci, je prakticky nemožné. Uveďme proto alespoň některé.

- **ICA:** Mapa je zmenšené zevšeobecněné zobrazení povrchu Země, ostatních nebeských těles nebo nebeské sféry, sestavené podle matematického zákona na rovině a vyjadřující pomocí smluvených znaků rozmístění a vlastnosti objektů vázaných na jmenované povrchy. **ICA NEW 1998, č. 30** uvádí tuto definici: Mapa je symbolický (znakový) obraz geografické reality zobrazující vybrané jevy a charakteristiky; je výsledkem tvořivého úsilí autora, který provedl výběr; je určená k takovému užívání, při němž mají prostorové vztahy primární důležitost.

Česká národní definice: Mapa je zmenšený generalizovaný konvenční obraz Země, nebeských těles, kosmu, či jejich částí, převedený do roviny pomocí matematicky definovaných vztahů (kartografickým zobrazením), ukazující podle zvolených hledisek (prostřednictvím metod kartografického znázorňování) polohu, stav a vztahy přírodních, socioekonomických a technických objektů a jevů (ČSN 73 0402).

- **Hojovec, V. (ed.), 1987:** Mapa je zmenšené, zevšeobecněné zobrazení povrchu Země, ostatních nebeských těles nebo nebeské sféry, sestavené podle matematického zákona na rovině a vyjadřující pomocí dohodnutých znaků rozmístění a vlastnosti objektů vázaných na jmenované povrchy.

- **Slovenská národní definice:** Mapa je zmenšený, generalizovaný, konvenční obraz Země, kosmu, kosmických těles a jejich částí, vyhotovený v rovině pomocí matematicky definovaných vztahů (pomocí kartografického zobrazení), ukazující prostřednictvím metod kartografického znázorňování polohu, stav a vztahy přírodních, socioekonomických a technických objektů a jevů (Názvoslovná norma STN 73 0401, 1989).
- **Sališev:** Mapy jsou matematicky určená, zevšeobecněná obrazově-znaková zobrazení zemského povrchu na rovině, vyjadřující rozmístění, spojení a vztahy různých přírodních a společenských jevů, vybraných a charakterizovaných v souladu s určením každé konkrétní mapy. Z ní lze jednoznačně vyvodit, že mapa nejdůkladněji vyjadřuje svou zájmovou sféru (např. geologická mapa informace o geologickém složení Země), zatímco ostatní obsah je více méně generalizován nebo i vynechán (např. výškopis na mapách politického rozdělení státu).

Některé z uvedených definic jsou velmi přísné. Podle nich by totiž nebylo možné považovat za mapy např. všechny staré (historické) mapy a další kartografická díla, která nejsou vyhotovená „... v rovině pomocí matematicky definovaných vztahů“, či která nejsou sestavená „podle matematického zákona v rovině“.

Mapy jsou tedy průměty částí zemského povrchu, položených na vhodnou referenční plochu (elipsoid, koule) prostřednictvím **kartografického zobrazení** na jinou plochu, rozvinutelnou do roviny. Mapa je zjednodušeným (generalizovaným) a zmenšeným modelem určité prostorové struktury.

4.1.3.1 Základní vlastnosti

4.1.3.1.1 *Zmenšený obraz*

Nutnost zmenšení mapy (a obecně i ostatních kartografických děl) oproti skutečnosti je zřejmé a není třeba ji vysvětlovat. Míru zmenšení prezentuje **měřítko kartografického díla** neboli poměr zmenšení nezkreslené délky v kartografickém díle vůči odpovídající délce ve skutečnosti (úhly a tvar zmenšovaného předmětu se buď nemění, nebo podléhají jiným zákonitostem zkreslení). S ohledem na vliv délkového zkreslení m_A , ke kterému dochází při zobrazování referenční plochy Země (elipsoid, koule) na referenční plochu mapy (rovinu), platí poměr 1:M přesně pouze v délkově nezkreslených místech mapy (např. pouze v dotykových polednicích, resp. rovnoběžkách). Všude jinde na mapové ploše platí **místní měřítko**, dané hodnotou $m_A : M$, které je obecně závislé nejen na poloze zájmové délky, ale i jejím azimutu A. Místní měřítko se v mapě mění spojitě a určujeme je výpočtem, či z průběhu izolinií stejného délkového zkreslení (tzv. ekvideformát).

Měřítko kartografického díla (mapy) tedy je proměnlivé bod od bodu a kolísá kolem **měřítka normálního (základního, hlavního)**. Skutečné **měřítko místní** je závislé na zeměpisných souřadnicích a použitém kartografickém zobrazení. V kartometrii se ze zprůměrovaných místních měřítek tvoří **měřítko střední**.

Měřítko se uvádí nejčastěji v číselné podobě ve tvaru 1:M, kde M je měřítkové číslo. Účelně zvolená posloupnost měřítek map bývá označována jako měřítková řada. Konkrétní posloupnost měřítkových řad může být u státních mapových děl dána závazným předpisem (např. pro Slovensko ve vyhlášce Ministerstva obrany SR č. 177/1996 pro topografické mapy a ve vyhlášce ÚGKK SR č. 178/1996 pro základní mapy SR).

Měřítko se vyznačuje na mapách obvykle na jejím jižním, obecněji lépe na dolním, okraji, obvykle číselně, ale i graficky a často obojím způsobem, nebo i slovně. Grafické měřítko se vyjadřuje pomocí délkové stupnice, jejíž délky v měřítku mapy odpovídají číselným hodnotám těchto délek ve skutečnosti. S ohledem na uživatelskou pohodu je žádoucí, aby bylo měřítkové číslo co nejjednodušší tak, aby umožňovalo rychlý přepočítání v mapě odečtených vzdáleností (ploch) na skutečné vzdálenosti (plochy). Běžná měřítko, samozřejmě s uvážením národních specifik v metrologii, toto pravidlo většinou ctí. Výrazný nástup digitálních technologií se však nepříznivě odrazil i v častém používání nezaokrouhlených měřítkových čísel, které mají navodit prostorovou přesnost prezentovaného kartografického díla. Např. ve Švýcarsku se objevily mapy v měřítkách 1:303 000 - turistická a silniční mapa firmy Schad and Frey AG, 1:37 500 - Mapa ochrany a využití krajiny firmy Anderhub Kartographie AG aj.

Chybí-li měřítko, je to vážný kartografický nedostatek, který znemožňuje plné využití kartografického díla.

Tabulka 4-1 Běžná měřítká map v různých soustavách

Soustava	Příklad měřítka	Poznámka
Metrická	1:10 000	pěticentimetrová mapa, tj. 5 cm = 1 km
	1:50 000	dvoucentimetrová mapa, tj. 2 cm = 1 km
	1:75 000	1000 kroků = 1 km
Francouzská	1:20 000	
	1:40 000	
	1:80 000	jako náhrada starší mapy 1:86 400, tj. 1 čárka = 100 toises
Anglická	1:63 360	tzv. jednomílová neboli jednopalcová mapa, tj. 1'' = 1 angl. míle
	1:126 720	dvoumílová neboli půlpalcová mapa
	1:253 440	čtyřmílová neboli čtvrtpalcová mapa
	1:633 600	desetímílová mapa
Americká	1:62 500	vesměs dekadicky zaokrouhlená anglická měřítka
	1:125 000	
	1:250 000	
	1:24 000	1:48 000 atd.
Stará ruská	1:42 000	jednoverstovka, tj. 1 versta = 1 palec
	1:84 000	dvouverstovka, tj. 2 versty = 1 palec
	1:504 000	dvanáctiverstovka atd.
Stará rakouská	1:2 880	40 sáhů = 1 palec
	1:144 000	1 poštovní míle = 2 palce
	1:288 000	1 poštovní míle = 1 palec

Čím je měřítko mapy větší, tím je třeba větší kreslicí plochy pro znázornění určitého prostoru. Větší území se proto zobrazují po částech. Tyto části se nazývají mapové (sekční) listy. Listy většiny map vznikají rozdělením průmětu zobrazované plochy myšlenými čarami sítě pravoúhlých (např. katastrální mapy, SM5) nebo zeměpisných souřadnic (např. vojenské topografické mapy GŠ AČR). Síť mapových rámu však může mít i velmi obecný tvar (např. Základní mapy ČR). Pro mapy velkých měřítek jsou typické mapy traťové (honové), na Slovensku obdobně mapy komasační a na Hlučínsku v souvislosti s pruským katastrem tzv. Flurkarte. Zobrazovaly nejčastěji místní trati (mapy příložné) a vyhotovovaly se vždy ve větším měřítku než mapy základní. Zaměřenou plochu omezoval omezníkový obvod místní trati nebo hranic pozemků v místní trati. Ostrůvkovité mapy pro územní celek jedné obce jsou příznačné pro katastrální mapy, které jsou pokreslené jen k obecní hranici. Území sousední obce se nezobrazuje a na okrajových listech katastrálního území se tak vytváří prázdný prostor.

Kromě skutečnosti, že se na mapové ploše liší místo od místa místní měřítko v závislosti na zvoleném kartografickém zobrazení a na odlehlosti zobrazovaného území od základních definičních (hlavních, „dotykových“, „sečných“) křivek daného kartografického zobrazení, a to v řádech odpovídajících hodnotám kartografického zkreslení, může být mapa (kartografické dílo) úmyslně konstruována s velmi proměnlivým měřítkem v mapové ploše, které je typické pro tzv. anamorfní mapy (viz např. kartografická anamorfóza).

Změna mapového měřítka na jednom listu takové mapy může být použita pro:

1. zvýraznění nejdůležitějších prvků obsahu mapy,
2. vyjádření prostorového rozmístění a prostorových vazeb znázorňovaného tématu,
3. analýzu různých geografických jevů a charakteristik.

Nejvíce rozšířené jsou modely prvního typu, vyvinuté pro zvýraznění obsahu. Charakteristiky, které uživatele mapy zajímají nejvíce, jsou znázorněny nejvěrněji a nejpodrobněji, ostatní obsah má druhořadý význam. Tato mapa potom poskytuje, za použití vhodných grafických metod (kontrast, hierarchizace), efektivnější využití v mapě obsažených informací a zlepšuje její čitelnost. Nemělo by tak docházet ke špatným interpretacím prostorových uspořádání důležitých prvků obsahu na celé ploše mapy. Příklady takových použitelných modelů lze nalézt už v historických kartografických dílech (např. Peutingerova „*Itineraria picta*“ z 16. století, podle níž se počítaly dopravní náklady či plán Moskvy z roku 1611), v současné době se proměnlivých měřítek používá při konstrukcích orientačních plánů měst.

Modely druhého typu využívají toho, že každý čtenář čte mapy ze dvou vzdáleností. Nejprve z větší vzdálenosti přečte kompozici mapy (kompoziční prvky napoví náplň mapy, název prozradí přesné vymezení tématu mapy atd.) a dále přečte určující prostorové vazby prvků obsahu mapy. Detaily obsahu se čtou z podstatně větší blízkosti jako běžný text. Při zjišťování kvantitativních informací u tohoto typu map má základní význam přímé vizuální porovnávání velikosti ploch znázorněných oblastí. Tyto plochy jsou přímo úměrné např. počtu voličů, populaci v produktivním či důchodovém věku, zastoupení

jednotlivých národnostních menšin, náboženských skupin atd. Úloha mapového „pozadí“ je značně oslabena, znázorněno bývá často jen správní středisko dané oblasti. Uživatel tak už z onoho prvního pohledu na mapu získá okamžitou informaci o rozšíření sledovaného tématu. Tyto mapy jsou často používány v hromadných sdělovacích prostředcích (schémata sítí hromadné dopravy).

Třetí typ modelů s proměnlivým měřítkem slouží k analýze nejrůznějších fyzicko-geografických nebo socioekonomických jevů zjištěných pozorováním, měřeními nebo statistickým šetřeními (např. teplota vzduchu, náboženské vyznání) nebo poznatků získanými různými vědeckými postupy - analýzou, syntézou, modelováním (např. dopravní dostupnost, eroze půdy). Právě mapy časových vzdáleností jsou častou aplikací tohoto typu modelu. Např. při studiu dopravní situace v Německu se za použití vhodné kartografické metody podařilo prezentovat tu skutečnost, že město Mnichov je relativně blíž ostatním velkým městům v okolních státech při zohlednění časové dostupnosti, než by se mohlo zdát při odměřování vzdáleností na mapách s konstantním měřítkem.

V poslední době se často objevuje myšlenka použití tzv. **dynamického měřítka**. Podstatou je určení tzv. řídicí funkce, která definuje vztah mezi původními souřadnicemi bodu mapového podkladu a novými souřadnicemi bodu na mapě proměnlivého měřítka. Přejít z jednoho měřítka do druhého je v rámci celého zobrazovaného území plynulý, nedochází k žádným nespojitostem. To je vlastnost, která odlišuje dynamické měřítko od proměnlivého, které se v mapách mění skokovým způsobem.

Produkty digitální kartografie a GIS by měly obsahovat tzv. **interaktivní měřítko** schopné změny při každé operaci s mapou. U digitálních map totiž z tohoto důvodu obecně měřítko udáno není. Uváděné měřítko pouze udává míru podrobnosti mapových podkladů, z nichž byl digitální ekvivalent vytvořen.

4.1.3.1.2 Zjednodušený obraz

Od mapy se vyžaduje objektivní a přitom přehledné, názorné a rovněž esteticky dobře podané vyjádření skutečnosti. Proto musí být její obsah při zmenšení oproti skutečnosti, resp. oproti původní mapě většího měřítka, zveřejňován (generalizován), tj. oproštěn od řady podrobností čitelných např. ještě na leteckém snímku stejného měřítka. Na mapách se zobrazují (vyjadřují) nejen objekty (budovy, komunikace, horstva atd.), ale i přírodní a společenské jevy (geofyzikální, klimatické, hospodářské aj.). Každý tento objekt, resp. jev má celou řadu kvantitativních a kvalitativních (charakteristik) vlastností (počet obyvatel v sídlech, správní funkce sídel, údaje o jejich hospodářské struktuře aj.). Kvalita a kvantita vyobrazované skutečnosti se v mapě rozlišují **smluvenými mapovými znaky (kartografickými vyjadřovacími prostředky)**, jejichž prostřednictvím se obsah mapy stává pro její uživatele srozumitelným, neboli jsou prostředky jazyka mapy.

Kvalita map představuje souhrn mnoha kritérií, mezi něž řadíme matematickou přesnost včetně geometrické a topologické věrnosti, obsahovou (tematickou) úplnost a aktuálnost, logickou správnost, sémiotickou, jazykovou a gnozeologickou korektnost, grafickou a polygrafickou perfektnost (především přesný soutisk barev). Vnitřní přesnost, tj. skutečná vzájemná

poloha zobrazených terénních předmětů a reliéfu terénu je pouze jedním z možných ukazatelů kvality mapy. Nedostatky v některých kritériích vedou ke snížení užité hodnoty mapy, tj. ke snížení její kvality.

4.1.3.2 Mapy individuální

Mapy třídíme podle široké škály kritérií, přičemž mnoho druhů map má víceúčelovou povahu a lze je tudíž řadit do různých kategorií. V následujícím možném příkladu třídění map mohou mít uváděné třídící znaky velmi rozdílnou prioritu. Z hlediska kartografie lze mapy členit např.:

- podle způsobu vzniku a dalšího využití,
- podle měřítka,
- podle kartografických vlastností,
- podle účelu, funkce a funkčního stylu,
- podle obsahu,
- podle formy vyjádření (záznamu) skutečnosti,
- podle zobrazeného prostoru a územního rozsahu,
- podle koncepce (metody) vyjádření skutečnosti,
- podle časového hlediska,
- podle ostatních kritérií, např.:
 - barevnosti,
 - konečné úpravy (nástěnné, olištované, laminované, skládané, skládané do obálky, skládací aj.),
 - materiálu (papírové, plastové dřevěné apod.),
 - druhů převažujících použitých kartografických znaků (**mapy bodové, liniové či areálové**),
 - velikosti (příruční mapa),
 - stupně rozpracovanosti (pracovní mapa, schematická mapa) aj.

Základním přístupem ke třídění map však musí být vždy jejich obsah (co vyjadřuje) a následně pak způsob vyjádření skutečnosti (jak to vyjadřuje). Obě tyto základní charakteristiky jsou pak určovány především účelem, kterému má mapa sloužit.

Samostatnou skupinu mapových děl tvoří kartogramy a kartodiagramy.

4.1.3.2.1 *Způsob vzniku a další využití map*

Podle způsobu vzniku a dalšího využití map můžeme rozlišovat:

- **mapy původní (originální)**, které vznikají z přímého a původního mapování v terénu, vyhodnocováním leteckých a družicových snímků, přímým využitím statistických materiálů a jiných datových souborů či jiným tvořivým způsobem (např. při terénní rekognoskaci vybírají a do mapy zakreslují geologové, biologové aj. odborníci předem dohodnuté objekty či jevy bez přesnějšího měření),

- **mapy odvozené**, které vznikají na podkladě již existujících map nebo digitálních databází, zpravidla většího měřítka a podrobnějšího obsahu, tj. zpravidla zmenšováním původních map za přísného dodržování principů kartografické generalizace,
- **mapy částečně odvozené**, které vznikají kombinací odvozených a původních map např. tak, že do mapy velkého měřítka s polohopisnou kresbou se přidá vrstevnicový obraz,
- **mapy podkladové**, které slouží jako podklad ke zpracování jiné mapy (mapy odvozené, tematické apod.),
- **mapová schémata** neboli mapy se zjednodušeným (schematickým) grafickým vyjádřením topografického nebo tematického obsahu. Zobrazení objektů a jevů je provedeno s menší přesností polohy bodových a areálových prvků nebo průběhu liniových prvků (např. orografické schéma), jež může vyústit až do tvorby anamorfních map.

Původní mapy patří obecně mezi nejhodnotnější kartografická díla bez ohledu na to, zdali jsou vytvářeny v zájmu státu, profesních sdružení či z iniciativy jednotlivce. Ve smyslu dalšího textu jsou obecně spíše velkých až středních měřítek, ale výjimky do sféry malých měřítek nejsou vzácné.

4.1.3.2.2 *Měřítka*

Členění map podle měřítka je velmi neurčité a je široce poplatné zvyklostnímu právu ať už motivovanému regionálně, oborově či jinak. Obecně platí, že mapy podle jejich měřítka lze dělit na **mapy velkých, středních, malých měřítek** a z jiného zorného úhlu na **mapy konstantních a proměnlivých měřítek**.

Toto dělení je poplatné uplatňovaným profesním hlediskům a regionálním zvyklostem. Přijmeme-li české technické hledisko, pak jsou za mapy středních měřítek v různých profesních sdruženích pokládány mapy, jejichž měřítková čísla leží v rozmezí 5 000–50 000, resp. 10 000–200 000 (250 000), nebo 5 000–200 000 (250 000) a jedná se o mapy, které obvykle vznikly topografickým mapováním. Mapy s měřítkovým číslem menším než 5 000, výjimečně 10 000, považujeme za mapy velkých měřítek, tj. za mapy obvykle vzniklé na základě podrobného mapování (např. technické mapy města) a mapy s měřítkovým číslem větším než 50 000, resp. 200 000 (250 000) za mapy malých měřítek. Např. v Rusku je obdobným hraničním měřítkovým číslem až 1 000 000. Přijmeme-li však hledisko geografické, pak jsou v českých podmínkách za mapy středních měřítek pokládány mapy s měřítkovými čísly v rozmezí 200 000 (250 000)–1 000 000. Mapy, jejichž měřítková čísla leží mimo hranice tohoto intervalu, jsou pak podle výše uvedeného schématu buď mapy velkých, nebo mapy malých měřítek.

Pro tematické mapy se vžilo označení mapy středních měřítek pro mapy s měřítkovými čísly od 10 000 do 200 000 (resp. 250 000). Mapy větších měřítek, zpravidla s vyobrazením technických objektů, se používá označení **mapy účelové**. Jedná-li se v tomto směru o oficiální tematickou mapu velkého měřítka zobrazující prostor, objekty a zařízení různých technologických a provozních celků, pak hovoříme o **základních mapách** (např. základní mapa dálnice, stanice metra, tunelu, závodu, lomu, letiště aj.). Měřítka tematických map velmi úzce souvisí s jejich účelem. Např. technickohospodářské mapy

jsou účelné ve větších měřítkách (1:500 apod.), zatímco klimatické mapy splní svůj účel i ve velmi malých měřítkách (např. 1:1 mil. apod.). Měřítkové číslo mapy se může implicitně objevit i v obecném názvu typu mapy, např. **mapa podrobná**, která zobrazuje podrobně buď všechny, nebo vybrané prvky jejího obsahu, přičemž míra podrobnosti je hodnocena subjektivně z pohledu uživatele mapy (z pohledu školáka podrobná mapa bývá pro profesionální využití jen mapou orientační). Na opačném konci měřítkového spektra můžeme v obdobném smyslu nalézt **mapy přehledné**.

Na mapách proměnlivých měřítek (anamorfní mapy) dochází ke změně měřítka nad rámec změn souvisejících s běžně používanými kartografickými zobrazeními. V těchto případech se sice měřítko mění se vzdáleností obrazu od dotykových (sečných) křivek, ale v praktickém používání tuto změnu běžně ignorujeme a pracujeme v základním měřítku uvedeném v projektu mapy (na mapové ploše např. číselně, graficky, slovně), neboli pracujeme s konstantním měřítkem. Při anamorfním zobrazení aplikujeme výraznou změnu měřítka v mapovém poli, např. od středu mapy k jejím okrajům (obvykle se měřítko zmenšuje tak, jak tomu bývá u některých orientačních plánů měst). Změna měřítka může, ale nemusí, podléhat matematickým, resp. logickým zákonitostem. Podle jejich volby pak rozlišujeme různé druhy anamorfózy.

Ve slovenské literatuře se objevují dále kategorie map velmi velkého měřítka (1:100, 1:200) a plány (1:10, 1:50).

4.1.3.2.3 *Kartografické vlastnosti*

Podle kartografických vlastností použitého kartografického zobrazení rozlišujeme mapy:

- **konformní** (úhlojevné, stejnoúhlé), které zachovávají úhlové vzdálenosti zjištěné v terénu,
- **ekvidistantní** (stejnodélné, délkojevné), které zachovávají buď ve směru poledníků, nebo rovnoběžek nebo v daném obecném směru v definičních křivkách kartografického zobrazení délky přesně v poměru definovaném hlavním měřítkem mapy; v celé ploše mapového pole jsou ekvidistantní kartografická díla (mapy, plány), vytvořená v ortografické (kolmé) projekci,
- **ekvivalentní** (stejnoploché, plochojevné), které zachovávají výměry v poměru definovaném hlavním měřítkem mapy,
- **vyrovnávací**, které částečně eliminují zkreslení jednoho prvku na úkor zkreslení jiného prvku. Jsou z kartometrického hlediska málo použitelné, pokud nejsou známy ekvideformáty délkového, úhlového a plošného zkreslení v mapovém poli.

4.1.3.2.4 *Účel, funkce a funkční styl*

Účel, funkce a funkční styl jsou velice obsáhlými a často vzájemně zaměnitelnými kritérii členění map.

Funkce mapy se dá obecně chápat jako poslání, oblast působení, platnost i jako význam mapy. Považuje se za širší pojem než účel mapy. Účel mapy je

schopnost mapy uspokojovat určité konkrétní potřeby jejich uživatelů. Je to záměr, cíl (může jich však být i více), se kterým se tvoří, zpracovává a vydává každá mapa. Funkce mapy je imanentní⁶ vlastnost mapy, která se odvozuje z funkcí jejích prvků, zobrazených objektů a jevů, z relací mezi nimi a z jejich výsledné skladby. Každá mapa, i kdyby měla jen jeden deklarovaný účel (cíle), je zpravidla polyfunkční, tj. plní současně více funkcí.

Funkce mapy pomáhají plnit nějaký konkrétní účel a ne naopak. Nějaká konkrétní mapa bude marně deklarovat např. turistický účel, nebude-li schopna plnit funkce podporující tento účel. Turistická mapa se vyhotovuje speciálně pro to, aby plnila požadavky turistů. Zpravidla jsou to speciální požadavky pro zimní, letní, vodní aj. turistiku. Tento účel je splněn vytvořením map pro zimní, letní vodní aj. turistiku. Stejný účel však splní do určité míry i mapy topografické, vlastivědné a mapy podobného charakteru, a to proto, že různé mapy mají určité základní, imanentní vlastnosti – funkce, díky kterým mohou plnit stejný účel.

Účel může plnit jen jedna funkce mapy, ale zpravidla se na jeden účel sdružuje více funkcí mapy najednou. Např. pro to, aby některá mapa plnila turistický účel, musí mít informační funkci (má být zdrojem dostatečného množství účelově vybraných a aktuálních informací, které jsou zajímavé z hlediska turisty), orientační funkci (má být skutečně spolehlivá pro pohyb v prostoru, pro určení směru, vzdáleností, nadmořských výšek, ale také vybavená tak, aby umožnila rychlé vyhledání libovolného objektu třeba pomocí orientační sítě a rejstříku názvů), klasifikační funkci (vyjadřované objekty, jevy a jejich charakteristiky má, obvykle v legendě, uvádět v určité hierarchii) apod. Mapa by nemohla plnit orientační funkci, kdyby nezachovávala topologické vztahy, tj. kdyby neplnila i topologickou funkci (takovou neplní např. některé anamorfované mapy).

Funkce mapy můžeme třídít např. do následující hierarchické struktury (v závorce jsou uvedeny možné podtřídy):

1. univerzální (všeobecné) funkce - hospodářská, formalistická, gnozeologická (mentální, kognitivní, memoriální), informační, interpretační, jazyková, komunikační, kulturní, modelová, reflexní, sémiotická, sumarizační, systémová, topologická aj.
2. specifické funkce, a to:
 - akční funkce - hospodářská, navigační, organizační, plánovací, rozhodovací, strategická, operační, taktická, sportovní ap.,
 - účelově-užitné funkce - reklamní, diagnostická, edukačně didaktická, evidenční (archivační, inventarizační, aktualizací, dokumentační), explanační, extrapolační, prognostická, ilustrační až demonstrační, klasifikační, metrická (např. kvantifikační), prakticko-utilizační, orientační, sociální (např. osvětová), umělecká (estetická) aj.,
 - dichotomické funkce - (konkretizační – zevšeobecňovací), (nestranná – tendenční), (potvrzovací – popírací), (pravdivé

⁶ Imanentní - takový, který vyplývá ze své vlastní vnitřní podstaty.

výpovědi – zavádějící až klamavé), (proklamační – utajovací), (sjednocovací – diferenciační) aj.

Množství, resp. kombinace relevantních funkcí mapy určuje tzv. funkční styl mapy (mapový styl). Je tvořen komplexem charakteristických rysů, kterých mapa nabývá v důsledku uplatnění mapových stylistických prostředků v souladu s tematikou, relevantními funkcemi a konkrétním účelem mapy.

Mapový stylistický prostředek je libovolný vnitřní (intrakompoziční) grafický výrazový prvek, nebo soubor takových prvků (např. mapový znak nebo soubor znaků, včetně např. souboru šraf aj.) v mapovém poli, který se svým tvarem, velikostí, barvou a dalšími charakteristikami podílí na vytváření stylu map. Je to ale také libovolný extrakompoziční prvek nebo soubor těchto prvků v okraji mapy, který svoji zvláštností dotváří styl každé konkrétní mapy.

Stylotvorné faktory mohou být subjektivní nebo objektivní.

Za subjektivní stylotvorné faktory považujeme především:

- odbornou vypělost
- přístup k tématu a
- individuální sklony.



Obr. 4-2 Výřez Automapy Švýcarska (Hallwag Kümmerly und Frey AG), 1:301 000 (vlevo) a Orientační plán města Basel (Orell Füssli Kartographie AG), 1:15 000 (vpravo)

Odborná vypělost je důležitá nejen pro autora a tvůrce mapy, ale i pro další spolupracující osoby (redaktora, sestavitele, litografa aj.), včetně oponentů, recenzentů a konečně i uživatelů. Je to soubor vědomostí a zkušeností, které jsou v daném historicko-spoločenském období potřebné ke vzniku mapy jako artefaktu, jako grafického, uměleckého, ale i technického díla. V minulosti např. stačilo, když tvůrce mapy uměl dobře kreslit, tj. aby měl zkušenosti z konstrukce a grafického ztvárnění mapy. V současnosti je proces tvorby mapy značně diferencovaný a každé kartografické dílo je výsledkem práce mnoha individualit při vzájemné spolupráci. Zpracovatelský proces se sice stále více standardizuje a objektivizuje, ale přesto si mapy vyhotovené na různých pracovištích zachovávají jistou míru specifičnosti (nakonec i díky rozdílné odborné úrovni jejich tvůrců). Výrazným fenoménem je v současné době tvorba kartografických děl s využitím výpočetní techniky. Sám „počítač“

však není i přes nejmodernější a nejvýkonnější software a další hardware zárukou vyhotovení obsahově správné a stylově výrazné mapy. K tomu jsou nevyhnutelně potřebné kartografické interpretační znalosti.

Přístup k tématu mapy může být jednoduchý (např. populární), složitý (např. vědecký), statický, dynamický, analytický, syntetický apod. Někteří autoři si např. potrpí na vyjádření co největšího počtu podrobností, a přitom jim uniká vnímání celku, jiní naopak vyjadřují pouze celek bez výraznějších detailů.

Individuální sklony tvůrců mapy se projevují zpravidla v preferování některého z druhů vyjadřovacích prostředků (např. jemných nebo tlustých čar, geometrických nebo asociativních mapových znaků apod.).

Objektivní stylové faktory mapy jsou zejména:

- téma (obsah),
- účel a
- technická vybavenost.

Téma mapy je hlavní obsah mapy jako objektivní faktor, který ovlivňuje, resp. podmiňuje výběr a současně i způsob syntaxe mapových znaků. Např. automapa a klimatická mapa v komplexním atlase používají k vyjádření svého tématu jiné vyjadřovací prostředky, a tak je jejich vzhled stylově odlišný.

Účel mapy vyžaduje podřízení obsahu (tématu) určitému konkrétnímu záměru zpracování a vydávání mapy. Např. nástěnná školní mapa se jistě vyhotovuje k jinému účelu jako topografická mapa Státního mapového díla.

Technická vybavenost, jako soubor pracovních prostředků potřebných ke zhotovení mapy, způsobí, že mapa vyhotovená klasickou analogovou technologií se bude podstatně lišit od obsahově stejné mapy vyhotovené digitálními technologiemi, totéž lze tvrdit o mapách tištěných např. ofsetem nebo na plotru.

Subjektivní a objektivní faktory působí nejen při rozlišování skupin mapových stylů, ale i při rozlišování jejich variant a subvariant. Jednotlivé mapové styly lze klasifikovat podle mnoha hledisek, např.:

- z časového hlediska rozlišujeme **historické** (např. antický, arabský, portulánový aj.) a **současné** mapové styly,
- z hlediska účelovosti můžeme rozlišit **užitkový** styl, který je vlastní především mapám velkých a středních měřítek, **vědecký** styl, který je obvykle obsahově bohatý a vyžaduje určité odborné a kartografické znalosti uživatele mapy, **populární styl**, který se snaží preferovat asociativní mapové znaky, **umělecký styl**, který preferuje jako stylistické prostředky grafické a malířské prvky aj.,
- z hlediska zachování individuálních nebo kolektivních rysů např. **autorský styl** (autora je možno identifikovat z pouhého pohledu na mapové dílo), **vydavatelský**, **národní** a **regionální styl** (stylové odlišnosti jednotlivých vydavatelů map, mapových produkcí jednotlivých států a regionů jsou zřejmé) aj.

Podle účelu můžeme mapy rozdělit také na:

- **mapy pro vědecké a odborné účely,**
- **mapy pro osvětu, včetně map politických a administrativních** (např. obecně geografické mapy),
- **mapy pro sport a kulturu** (mapy pro orientační běh, orientační mapy měst, automapy, archeologické mapy, mapy historických památek, itinerářové mapy zobrazující jen pás území o určité šířce kolem zvolené trasy aj.),
- **mapy pro vojenské účely** (taktické, operační, strategické),
- **mapy pro výuku** (atlasové, nástěnné, obrysové),
- **mapy propagační a reklamní,**
- **mapy pro technickohospodářské účely** (katastrální, technické, SM5 aj.).

Počítačová technologie ve službách kartografie umožňuje definovat ještě obecnější pojem než účel mapy, a to pojem „kontext“. Lze jej chápat jako informace, které mají potenciál ovlivnit vzhled kartografického díla, ale přímo s ním nesouvisí. Typicky se jedná o informace popisující polohu uživatele díla, jeho roli při jeho využívání, situaci (např. ohrožení) a/nebo aktivitu uživatele, vlastnosti zobrazovacího zařízení, okolní přírodní podmínky aj.



Obr. 4-3 Obrysová mapa

4.1.3.2.5 *Obsah*

Podle **obsahu** neboli také **z obecně kartografického hlediska**, lze rozdělit mapy na polohopisné, resp. situační (např. mapy stabilního katastru), polohopisné a výškopisné, jež jsou kompozicí polohopisu, výškopisu a popisu a mapy výškopisné. Posledně jmenované se tvoří hlavně jako příložené mapy k mapám polohopisným. Např. k bývalým katastrálním mapám se v případě potřeby zpracovávaly tzv. výškopisné přílohy a soukopií těchto dvou materiálů vznikla katastrální mapa s výškopisem, sloužící speciálně pro projekční nebo jiné technické účely. Mapy bez popisu se vytváří jako tzv. **mapy obrysové, resp. němé („slepé“)**, a to především pro didaktické účely. Velmi časté dělení map podle obsahu rozlišuje:

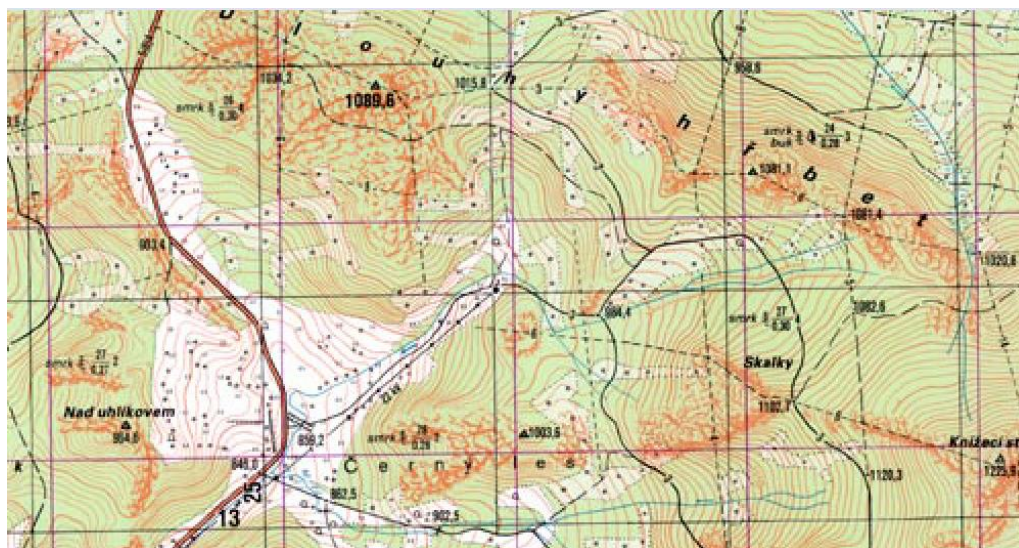
- **mapy obecně zeměpisné**, které se vyznačují v podstatě stejnou úrovní generalizace jak fyzicko-geografických, tak socioekonomických prvků,
- **mapy speciální (tematické, účelové)** jsou mapy, jejichž obsahovou složku více či méně vytváří specialista (geograf, demograf, urbanista aj.), tj. nekartograf. Vyjadřují přednostně vymezenou tematiku (jeden nebo několik vybraných obsahových prvků), zatímco ostatní informace jsou potlačeny nebo i vynechány. Většina tematických map je interpretována prostýma očima. Lze se však setkat s tematickými mapovými díly, k jejichž sledování je třeba optických pomůcek (*mapy stereoskopické, mapy anaglyfické*).

Tematické mapy se ve většině případů zhotovují v barevných verzích. Lze se však setkat i s verzemi černobílými (nejčastěji u kartogramů a kartodiagramů). Tematické mapy představují celosvětově běžné, ne-li nejběžnější, kartografické dílo pro veřejnost, zejména díky masovým sdělovacím prostředkům.

4.1.3.2.5.1 Obecně zeměpisné mapy

Podle míry podrobnosti rozlišujeme obecně zeměpisné mapy:

- **topometrické** do měřítka 1:5 000, u nichž je zobrazení prvků provedeno s minimální generalizací a s maximální mírou podrobnosti. Přesnost odměřených dat je v podstatě ovlivněna jen grafickou chybou. Jsou kartometricky vysoce přesné. Jejich měřítka jsou zpravidla větší než 1:5 000,
- **podrobné zeměpisné** (topografické), neboli **původní topografické** (místopisné, podrobné topografické), které v daném, většinou velkém, resp. středním měřítku (nejčastěji 1:5 000 až 1:50 000) zobrazují co nejspolehlivěji jak polohopis, tak výskopis. Vznikají přímým topografickým mapováním. Při jejich tvorbě se používá jen mírný stupeň kartografické generalizace. Často jsou součástí tzv. státního mapového díla, které se vyznačuje společnými geodetickými základy, souvislou měřítkovou řadou, jednotným systémem kladu a značení mapových listů, jednotným kartografickým zobrazením a unifikovaným znakovým klíčem. Tato jednotnost má v řadě případů mezinárodní charakter,



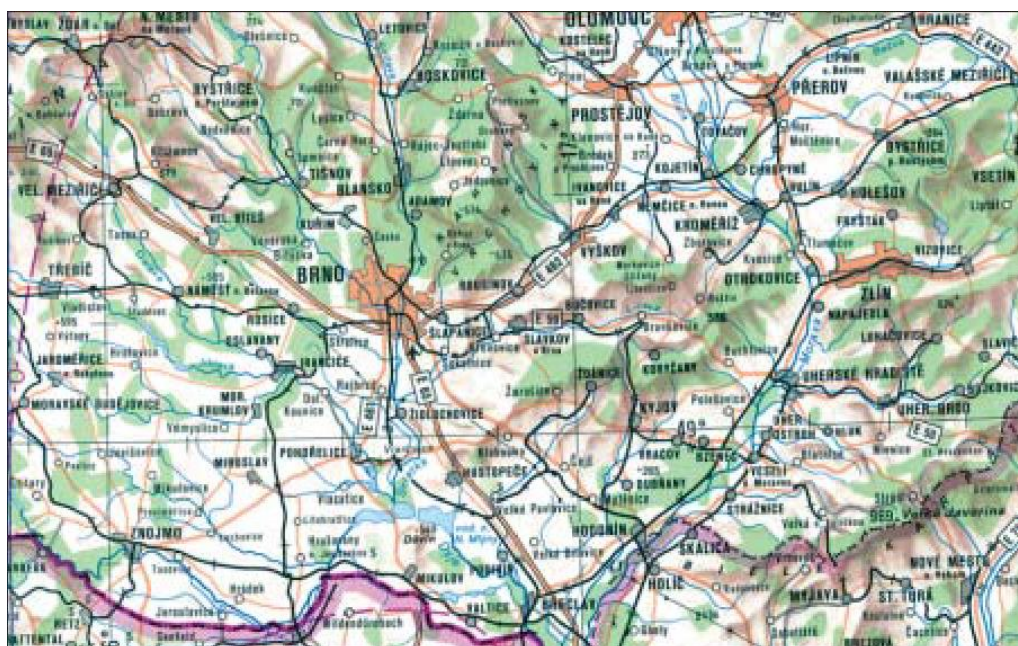
Obr. 4-4 Příklad topografické mapy, originální měřítko 1:25 000 (upraveno)
(GeoSI AČR)

- **přehledné topografické** (odvozené topografické mapy), které vznikají postupnou generalizací s využitím kartografické abstrakce a zdůrazňováním orientačně významných prvků obsahu již hotových topografických map větších měřítek. Jsou konstruovány obvykle v měřítku 1:100 000 až 1:200 000.
- **přehledné zeměpisné**, které jsou obvykle vytvářeny ve středních a malých měřítkách (1:200 000 až 1:1 000 000), se vyznačují značným stupněm generalizace, včetně velké míry abstrakce. Zobrazují rozsáhlé geografické

celky často na jednom mapovém listu. Je u nich dávana přednost přehlednosti obsahu před jeho podrobností.

- **chorografické** (obvykle menší než 1:1 000 000) obsahují pouze podstatné prvky a zobecněné globální vztahy. Zachycují převážně obsáhlý geografický prostor, např. území států, kontinentů a světa.

Terminologie této kategorie mapových děl není jednotná. Pro první skupinu mapových děl se často používá společný termín **topografické mapy** a pro druhou skupinu termín **zeměpisné mapy**. Základní rozdíl mezi nimi spočívá v rozlišení topografického pojetí detailu. Zatímco na topografických mapách např. nelze zobrazovat sídla izolovaně bez jejich vazby na komunikace, vyznačují se v zeměpisných mapách jen dominantní komunikační spoje a nejvýznamnější sídla. Na zeměpisných mapách je třeba vystihnout orografii rozsáhlých horských celků, charakter říční sítě a převažující půdní pokryv s podstatně menší podrobností, než vyžadují topografické mapy. Zeměpisné mapy obvykle znázorňují na jednom mapovém listu, často atypických rozměrů, celé zájmové území. Topografické mapy pak obvykle pokrývají zájmové území řadou mapových listů standardizovaných rozměrů v uceleném kladu, které tvoří mapové, resp. státní mapové dílo. Existuje však celá řada výjimek.



Obr. 4-5 Topografická mapa obnovená k roku 2000, čtyřbarevná, originální měřítko 1 : 1 000 000, upraveno (GeoSI AČR)

Pojem zeměpisná (geografická) mapa však může být také chápán jako obecné označení pro všechny mapy zobrazující povrch Země nebo jejich částí, nebo označení pro mapy zobrazující jakékoliv geografické informace (např. mapy geologické, geofyzikální, pedologické, klimatické aj.) a konečně i jako jakékoliv mapy zobrazující objekty, jevy a charakteristiky, které jsou předmětem studia geografie.

4.1.3.2.5.2 *Tematické mapy*

Tematické mapy lze vymezit jako mapy, které na topografickém podkladě přebíraném z vhodné podkladové mapy podrobně zobrazují zájmové přírodní, společenské a technické objekty a jevy a jejich vztahy, jako např. polohu,

rozšíření, pohyb, funkce, frekvence výskytu, intenzitu, kvalitu, kvantitu aj. (Veverka, B., 1997).

Na základě převzaté topografické osnovy se na tematických mapách prezentují především **netopografické objekty a jevy**, tj. takové jevy, které nelze v realitě zpravidla jednoznačně lokalizovat a zaměřit pomocí geodetických metod. Tematické mapy tedy výrazně preferují kartografické vyjádření toho mapového prvku, který je s ohledem na tematiku mapy dominantní. Tento prvek se vyjadřuje co nejpodrobněji a nejvýrazněji. Ostatní prvky obsahu tematické mapy mají zpravidla pouze doplňkový význam a zobrazují se v potlačených barevných odstínech, schematizovaně, na zvláštních průhledných fóliích nebo se zcela vypouštějí.

Jazyk tematických map se velmi liší od map obecně zeměpisných. Vyznačuje se vysokou mírou abstrakce a geometrické schematičnosti. V oblasti tvorby tematických map nedošlo k obecné standardizaci a unifikaci výrazových prostředků jazyka mapy jako je tomu v případě mapových značek topografických map. Standardy jsou vyhrazeny jen kartografickým dílům, tvořeným v rámci jednoho vědního oboru (např. geologické mapy), v rámci jedné technické disciplíny (např. vodohospodářské mapy) apod. V každém případě to znamená, že před čtením tematické mapy je nutno nejprve se seznámit s její legendou (vysvětlivkami), resp. s oborově příslušným znakovým klíčem.

Klasifikace tematických map jsou mnohačetné a v mnoha ohledech přebírají obecné klasifikace map. Povšimněme si podrobněji pouze jejich členění podle účelu a obsahu.

Mapy fyzicko-geografické, resp. mapy přírodních podmínek či jevů zahrnují objekty a jevy vzniklé převážně činností přírodních činitelů. K obsahově takto zaměřeným mapám, vzniklým pro vědecké a odborné účely řadíme např.:

- *geologické mapy*, a to jak mapy komplexní, tak mapy specializované (např. tektonické, hydrogeologické, mapy nerostných surovin, kvartérních sedimentů, důlní mapy, mapy dobývacích prostorů aj.),
- *pedologické mapy*,
- *geofyzikální mapy* (např. mapy geomagnetické, seizmické, gravimetrické, mapa recentních pohybů zemské kůry aj.),
- *mapy reliéfu zemského povrchu*, k nimž patří např.:
 - *výškopisné mapy (mapy reliéfu terénu)*, které znázorňují reliéf terénu a zpracovávají se obvykle ve velkých a středních měřítkách, jako např. *mapy hypsografické* (pro pevninu) a *mapy batymetrické* (vyjádření hloubek vodních nádrží), jež vyjadřují reliéf terénu pomocí vrstevnic (tzv. vrstevnicové mapy). Řada výškopisných map využívá takových grafických a technických prostředků, které podtrhují a usnadňují vnímání prostorového vjemu (např. mapy anaglyfové, stereoskopické),
 - *orografické mapy*, které znázorňují také reliéf terénu, ale zpracovávají se obvykle v menších měřítkách, přičemž se u nich klade důraz na regionalizační a názvoslovnou stránku,

- *geomorfologické mapy*, nezachycují terén jen popisně, nýbrž obsahují i určitou nadstavbovou informaci. Lze je rozdělit např. na:
 - *všeobecné* (analytické, syntetické), např. *mapa georeliéfu* (pro malá měřítka též *fyzická mapa*) bývá pokládána za dvojrozměrnou mapu zobrazující kótami, šrafami, vrstevnice apod. vertikální poměry zemského povrchu, tzv. *reliéfní mapa* pak za trojrozměrnou prezentaci mapy georeliéfu,
 - *speciální* (např. strukturně geomorfologické),
 - *morfografické* (výškopisná mapa nebo jen vrstevnicová mapa),
 - *morfometrické*, které umožňují využít číselných ukazatelů k charakteristice tvarů reliéfu terénu, takže umožňují sledovat jejich vývoj, porovnávat různá území apod., např. mapa hustoty členitosti reliéfu, středního sklonu (sklonitosti) georeliéfu, orientace reliéfu terénu a jeho oslunění aj.,
 - *morfodynamické*,
 - *užité* (průchodnost terénu, erozní jevy)
- *mapy dna světového oceánu* aj.
- *mapy meteorologické a klimatické*, jako např. *mapy synoptické, předpovědní, mezoklimatické* aj.
- *mapy hydrologické a vodohospodářské*, které lze členit na:
 - *mapy vod pevnin* (např. *potamologické mapy* znázorňující říční síť a její hustotu, povodí, průtoky, specifický odtok, povodně aj., *limnologické mapy* znázorňující kvantitativní a kvalitativní charakteristiky jezer, *mapy pramenů, mapy podzemních vod* aj.),
 - *mapy oceánů a moří (oceánografické)*,
 - *mapy glaciologické* popisující ledovce a trvalou sněhovou pokrývku aj.
- *mapy biogeografické* (výskyt a rozšíření rostlinných a živočišných druhů), *geobotanické, zoogeografické, biocenologické, fenologická* aj.

Mapy socioekonomické, resp. mapy společenských jevů zahrnují objekty a jevy vzniklé lidskou činností nebo s touto činností bezprostředně souvisejí. Tematika jednotlivých socioekonomických oborů se pro vědecké a odborné účely kartograficky zpracovává buď samostatně (*mapy odvětvové, např. mapy průmyslu, zemědělství* aj.) nebo se do jedné mapy spojují různá témata (*mapy komplexní*). Vzhledem k tomu, že mnohé socioekonomické jevy jsou nespojitě z hlediska prostorového, uplatňuje se při jejich znázorňování velmi často kartogram nebo kartodiagram.

Mezi socioekonomickými mapami pro vědeckou a odbornou veřejnost dominují:

- *mapy dopravy*, např. *silniční mapy*, *mapy železničních sítí*, *mapy dopravy* znázorňující především dopravní výkonnost, *mapy dopravní dostupnosti* (izochronické), *letecké mapy*, *námořní mapy*, *plavební mapy*, (letecké, námořní, říční) *navigační mapy* aj.,
- *mapy obyvatelstva a sídel* (demografická mapa),
- *mapy terciérní sféry*, jako např. mapy služeb, občanské vybavenosti aj.,
- *mapy politické a administrativní* (*mapy správního rozdělení*),
- *mapy historické*, jejichž předmětem jsou historické události, situace, apod.



Obr. 4-6 Příklad politické mapy světa (upraveno z měřítka 1 : 15 000 000)

Mapy technickohospodářské (technické) jsou určeny především pro inženýrskou činnost, a proto jsou konstruovány obvykle ve větších až velkých měřítkách s minimální generalizací a maximální geometrickou věrností a přesností. Pro vědeckou a odbornou veřejnost jsou z této skupiny map konstruovány především katastrální a technické mapy měst (např. mapy technických sítí se souvisejícími povrchovými objekty aj.), hraniční mapy, které jsou vyhotovované podle jednotných zásad na základě mezinárodních dohod sousedících států, mapy letišť, výrobních závodů, železničních vleček aj.

Mapy životního prostředí a krajinářské mapy patří mezi nejmladší obor tematické kartografie. Vykazují jak znaky fyzicko-geografických, tak socioekonomických map. Lze rozlišit:

- *mapy životního prostředí*, které lze podle obsahu blíže specifikovat jako:
 - *mapy charakterizující krajinu a životní prostředí*,
 - *mapy stupně přetvoření krajiny a životního prostředí*,
 - *mapy ohrožení životního prostředí*,
 - *mapy ochrany životního prostředí*.
- *mapy krajinářské*, a to:
 - *mapy přírodní krajiny* (oblasti podle typů povrchu, podnebí a potenciálního typu vegetace a půdního pokryvu),
 - *mapy kulturní krajiny*.

Mapy regionalizační (rajonizační) zobrazují členění určitého územního celku do regionů (rajonů), které jsou chápány jako homogenní a neopakovatelné územní jednotky vyčleněné na základě metod geografické regionalizace (rajonizace). Obvykle jsou totožné s některou z výše jmenovaných map s fyzicko-geografickým nebo socioekonomickým obsahem, či s tematikou ochrany a tvorby životního prostředí.

Tematické mapy pro veřejnost mohou zastupovat různé všeobecně vzdělávací mapy, turistické (i tzv. pohledové), reklamní a propagační mapy, ale i mapy (orientační plány) měst. Škála **tematických map pro školní a výukové účely** může být ještě širší. Mohou zde být zastoupeny např. vlastivědné, dějepisné, etnografické aj. mapy v různých úpravách (slepé, příruční, nástěnné apod.).

Školská kartografie se vyznačuje některými specifickými rysy. Obsah a forma map musí odpovídat mentální úrovni dětí příslušného věku, požadavku dobré čitelnosti z větších vzdáleností atd. Výrazové prostředky užívané v mapách, stupeň generalizace, způsob tisku atd. musí respektovat didaktické zásady.

4.1.3.2.6 *Forma vyjádření skutečnosti*

Podle formy vyjádření (záznamu) skutečnosti lze rozlišovat:

- **mapy analogové**, které jsou v klasické kreslené obrazové podobě provedené tiskem, nebo ve formě rukopisu),
- **mapy obrazové**, které jsou v podobě obrazu skutečnosti získaného upravením záznamu leteckých nebo družicových snímků (např. fotoplány),



Obr. 4-7 Výřez družicové mapy 1:50 000 (GeoSI AČR)

- **mapové transparenty (diamapy, diapositivní mapy)**, jež jsou určeny pro promítání
- **mapy digitální (elektronické apod.)**, jejichž mapové prvky jsou uloženy na vnějších pamětech počítačů v podobě souboru číslicových dat. Mapový obraz není vizualizován (*mapy latentní*). Teprve pomocí grafických, resp. tiskových periférií jsou převáděny do čitelné podoby (*mapy virtuální, analogové* aj.). Často je používán termín *počítačová mapa* nebo *číslicová mapa* (zde někdy ve smyslu mapy, jejíž obsah je vyjádřen čísly). Podle

způsobu záznamu hovoříme o *mapách rastrových* nebo *vektorových*. V prvním případě je mapa zpravidla vyhotovena skenováním klasické mapy a prezentována buď jako tzv. *binární mapa* (černobílý rastrový formát) nebo obecněji jako *bitmapová mapa* (v černobílém nebo barevném rastrovém formátu) a v druhém případě vektorizací bitmapových (rastrových) podkladů, nebo přímou konstrukcí s využitím vektorové geometrie,

- **mapy mentální** představují grafické (kartografické, schematické, anamorfni) vyjádření představy člověka o geografickém prostoru (o jeho tvaru, velikosti, uspořádání, o výskytu určitých objektů a jevů v něm apod.). Vizualizuje se z obrazové paměti člověka, nebo z importovaných slovních informací o prostoru. Jedním z druhů mentální mapy je *mapa kognitivní* (mapový obraz subjektem poznávaného prostoru a věcí v něm), nebo *mapa kortikální* (mapový obraz prostoru zapamatovaný jen krátkodobě v mozkové kůře). Na základě výzkumu mentálních map se v rámci behaviorální geografie zkoumá vnímání prostoru člověkem, interakce člověka s prostorem a chování člověka v prostoru.

4.1.3.2.7 *Zobrazený prostor a územního rozsah*

Podle zobrazeného prostoru můžeme hovořit o mapách terestrických (zobrazujících Zemi a její jednotlivé části) a astronomických (zobrazující astronomické objekty a jevy, např. mapa hvězdné oblohy, povrchu konkrétních vesmírných objektů aj.). V terestrických mapách rozlišujeme podle územního rozsahu:

- **mapy (Země) světa** (planisféry) při souvislém zobrazení plochy celé Země na jediném mapovém listu,
- **mapy zemských polokoulí (hemisféry),**
- **mapy kontinentů, resp. oceánů a moří,**
- **mapy územních celků různé plošné výměry** (soustátí, státy, části států), které obvykle označujeme jako *mapy regionální*.

4.1.3.2.8 *Koncepce vyjádření skutečnosti*

Podle koncepce (metody) vyjádření skutečnosti vyčleňujeme:

- **mapy analytické**, které vyjadřují jednotlivé konkrétní, přímo pozorovatelné a měřitelné skutečnosti (*katastrální mapy, topografické mapy, mapy rozmístění průmyslu* aj.),
- **mapy diagnostické**, které zobrazují stav nějakého jevu a příčiny, jež daný stav vyvolaly,
- **mapy syntetické** vyjadřující údaje vyvozené cestou abstrakce, generalizace a jiných myšlenkových pochodů tak, že vyjadřují vzájemné závislosti mezi jednotlivými prvky a jevy (*mapy využití půd, mapy členitosti reliéfu, mapy klimatických pásem* aj.). Pokud mapa zobrazuje potenciál nějakého jevu, lze hovořit o *mapě potenciálové*,

- **mapy komplexní**, které kombinují vlastnosti analytických a syntetických map (*synoptické mapy, mapy zemědělských produkčních oblastí* aj.).

V jiném výkladu se za mapy analytické považují takové mapy, které zobrazují výskyt jednotlivých objektů, jevů a jejich charakteristik, které jsou považovány za *elementární* (mohou být monotematické, např. zobrazení výskytu železných rud nebo polytematické, např. zobrazení výskytu všech rud), nebo komplexní. V *komplexních mapách* se pak zobrazuje celý komplex objektů, jevů a jejich charakteristik (např. mapa průmyslu). V takovém pojetí nemůže být mapa nikdy „komplexní“. Tomuto typu map s určitým (neúplným) souborem objektů, jevů a jejich charakteristik se říká *komponentní mapa*.

4.1.3.2.9 Časové hledisko

Podle časového hlediska lze hovořit o mapách:

- **statických**, které zobrazují předměty a jevy k určitému datu a **dynamických**, které zachycují vývoj území v čase,
- **genetických**, které zachycují vznik a vývoj jevu v prostoru i v čase za určité období,
- **retrospektivních**, které rekonstruují stav objektu v minulosti a **prognostických (předpovědních)**, které odhadují stav jevu v budoucnosti,
- **současných (aktuálních)**, které jsou vydávány a užívány v aktuální době a **historických**⁷, které byly vyhotoveny v minulosti a dnes mají většinou jen sběratelskou, historickou hodnotu.

Při zohlednění časového hlediska lze do této kategorie zařadit i tzv. **kyvadlové** a **evidenční mapy**. Kyvadlové mapy představovaly listy Základní mapy v měřítku 1:50 000, které se aktualizovaly v bývalých okresních střediscích geodézie a poté zasílaly do „centrálního úřadu“ jako podklad k aktualizaci Základních map, ale i dalších map, pro které tato mapa sloužila jako mapový podklad. Po přenesení změn do evidenční mapy se listy kyvadlových map vracely zpět na okresní střediska geodézie.

4.1.3.2.10 Další kritéria

Přijmeme-li při třídění map hledisko barevnosti, pak můžeme hovořit o mapách:

- **jednobarevných**, nejčastěji černobílých (např. mapa krajů republiky v malém měřítku), ale také modrých (např. „slepé“ mapky pro didaktické účely) aj.,

⁷ V nejširším smyslu slova můžeme za historickou mapu chápat každou mapu, která byla vyhotovena v minulosti, včetně „map prehistorických“, tj. všechny „staré mapy“. V užším smyslu slova pak pouze mapu vyhotovenou v historickém období, tj. v období, které je vymezeno vznikem písemnosti, např. mapa antická, středověká aj. (označují se také jako „staré“ mapy). Jako historická bývá označována také tematická mapa ze současnosti, která zobrazuje historickou událost, např. mapa Velké Moravy v současném Školním dějepisném atlase.

- **vícebarevných**, se širokým spektrem barev v závislosti na obsahu, účelu, grafickém řešení aj. vlastnostech mapy.

Přijmeme-li hledisko „omezení mapového pole“ pak můžeme hovořit o rámových mapách, ostrovních mapách, mapách na spadávání, hlavních a vedlejších mapách apod.

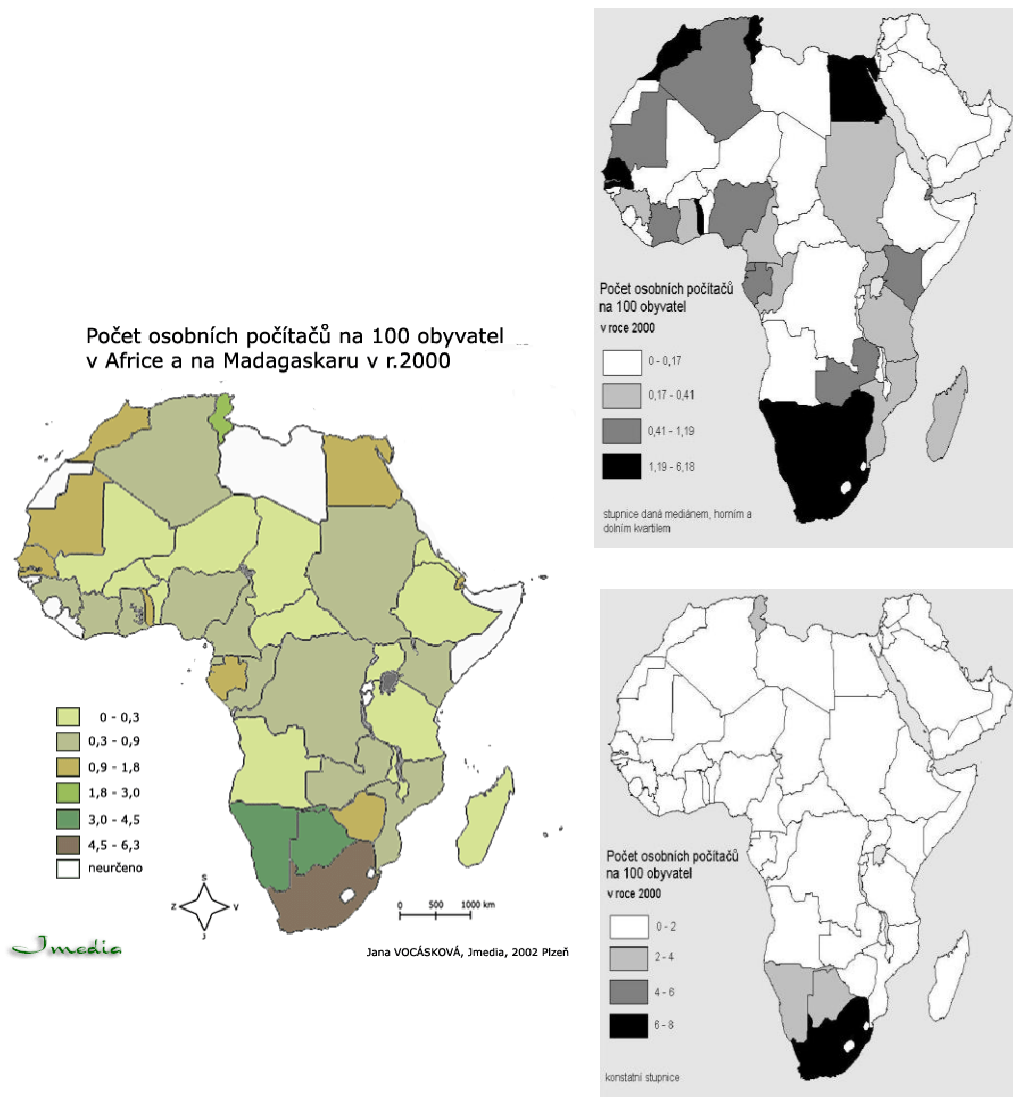
4.1.3.3 Kartogramy a kartodiagramy

Zvláštní skupinu tematických map můžeme vytvořit pro kartodiagramy a kartogramy. Mají charakter tematických kartografických děl, určených jak pro vědecké a odborné účely, tak pro veřejnost a školskou potřebu.

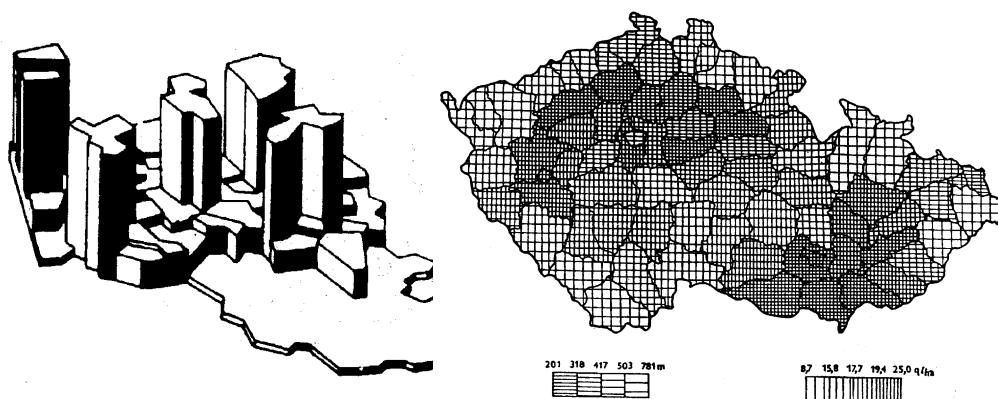
Kartogram⁸ je jednoduchá tematická mapa, znázorňující kvantitativní charakteristiky jevu v hranicích plošné jednotky (územní nebo statistické). Jejich informačním základem tedy je kartografický areál. Ten je nositelem kvantitativních údajů (jedná se obvykle statistická data geografického charakteru), které jsou vždy reprezentovány relativními hodnotami. Veškeré údaje jsou přepočítávány na měrnou jednotku plochy v rámci kartografického areálu (např. počet obyvatel na 1 km²). Pokud se v rámci kartografického areálu nepřepočítávají kvantitativní údaje na jednotku plochy, hovoříme o nepravém kartogramu. V praxi se tento způsob prezentace kvantifikovatelných jevů objevuje daleko častěji než forma (pravých) kartogramů. Jemný lingvistický i obsahový rozdíl bývá cítit mezi označením nepravý kartogram a pseudokartogram. Pro účely této práce označíme za pseudokartogram prezentaci kvalitativního jevu v rámci kartografických areálů. Výsledná intenzita zřetelného vjemu u (pravých) a nepravých kartogramů závisí na velikosti hodnoty zobrazovaného jevu, u pseudokartogramů závisí na charakteru zobrazovaných jevů (např. červeně, vztahují-li se k ženám, modře, vztahují-li se k mužům). Výplň kartografického areálu je buď barevná (kvantita/kvalita jevu je vyjádřena barevným tónem, nejlépe však, pro jeden druh jevu, odstínem jedné barvy) nebo černobílá (kvantita/kvalita jevu je vyjádřena bodovým nebo čarovým rastrem různé hustoty a různého typu).

Rozlišujeme **jednoduché kartogramy**, kdy v každém kartografickém areálu vyjadřujeme pouze jednu kvantitativní charakteristiku) nebo **složené (korelační) kartogramy**, u nichž se pro každý areál vyjadřují dvě a více kvantitativní charakteristiky, např. jedna vodorovnou šrafovou, druhá svislou šrafovou a třetí barevným odstínem, takže lze do jisté míry usuzovat na korelaci mezi zobrazovanými charakteristikami. Závislost mezi zobrazovanými charakteristikami nemusí být prokázána statistickými metodami, ale je logicky možná a z prezentace patrná (v tomto případě lze hovořit o **pseudokorelačních kartogramech**). Je-li kvantita příslušného jevu interpretována zvýšením základny příslušného areálu nad nulovou hladinu o hodnotu úměrnou zobrazované kvantitě, hovoříme o **objemových kartogramech**. Ve své podstatě jde o typ blokdiagramu.

⁸ Anglické slovo **cartogram** (value-by-area map) znamená v českém pojetí spíše obecně neradiálně anamorfovanou mapu, zatímco český pojem **kartogram** odpovídá anglickému traditional choropleth thematic map.



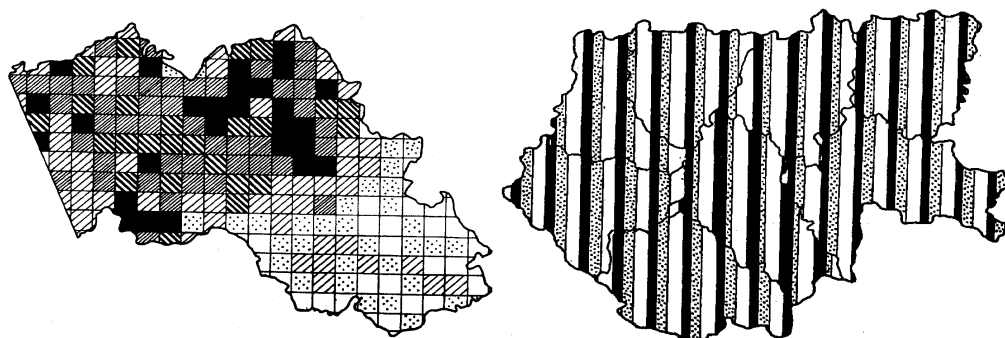
Obr. 4-8 Příklad jednoduchého kartogramu s různě definovanými intervalovými stupnicemi



Obr. 4-9 Příklad objemového (vlevo) a složeného (vpravo) kartogramu

Za hranice areálových jednotek se nejčastěji volí hranice administrativních jednotek, ekonomických regionů nebo se sledované území pokryje pravidelnou geometrickou sítí (čtvercovou, šestiúhelníkovou, trojúhelníkovou) a příslušná

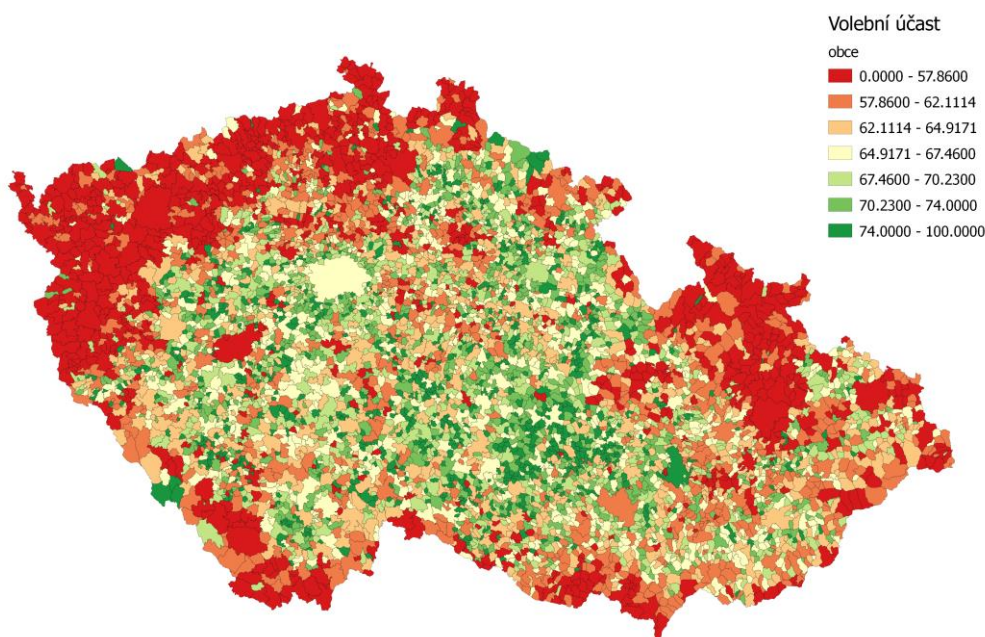
statistická data se sbírají vůči „okům“ této sítě. Takto vzniklé kartogramy označujeme jako **sít'ové (geometrické)**.



Obr. 4-10 Příklad sít'ového (vlevo) a strukturního (vpravo) kartogramu

Zvláštní formou kartogramu je **kartogram strukturní**. Ten umožňuje vyjádřit vnitřní strukturu jevu děleného na dílčí složky (např. národnostní, jazykové, politické a náboženské složení obyvatelstva regionů). Plochy kartografických areálů se rozdělí na pásy konstantní šířky, která prezentuje 100 % (např. počet obyvatel v regionu). V rámci každého pásu se proporčně specifikují dílčí relace jednotlivých složek celku (výplň pruhů vedoucích napříč areálem se opakuje).

V americké kartografii se kartogram, jehož kartografické areály reprezentují určité číselné hodnoty nebo intervaly hodnot označují jako choropletové mapy.



Obr. 4-11 Příklad nepravého kartogramu (Mapa účasti voličů v prvním kole českých prezidentských voleb v roce 2013. Mapa byla vytvořena v programu QGIS. Autor: Karel Komínek, KohoVolit.eu, <http://kohovolit.eu/cs/volebni-mapy-jake-jste-jeste-nevideli/>)

Kartogramy (nebo též metoda kartogramů, resp. metoda kvantitativních areálů) jsou používány často v kombinaci s kartodiagramy, což umožňuje současnou prezentaci absolutních i relativních hodnot jevu.

Kartodiagramy jsou mapová díla, do jejichž mapové kostry je vložen statistický diagram. Jedná se o jeden ze základních prostředků užívaných na tematických mapách prezentujících statistické údaje (na tzv. statistických mapách). Statistický diagram je v něm lokalizován buď do bodového (meteorologická stanice, průmyslový podnik, sídelní jednotka) či liniového prvku (komunikace, vodní toky, letecké linky apod.) nebo do plochy areálu (katastrální území, okres, stát aj.). V druhém případě pak vyjadřuje určitý jev vzhledem k celé této ploše. Z hlediska lokalizace diagramu se v těchto případech hovoří o použití bodového či liniového, resp. plošného postupu. Pro elaborát vzniklý aplikací bodového a liniového postupu se někdy též užívá označení „diagramová mapa“ (Proportional Symbol Maps, Diagrammkarten).

Lokalizace do bodu je prostorově nejpřesnější, přesto však při ní dochází k častým grafickým kolizím diagramů. Překryty diagramů se řeší pravidlem „větší pustí menší“, tj. ve shluku diagramových znaků se začíná vždy vykreslováním diagramů nejmenší plošné velikosti.

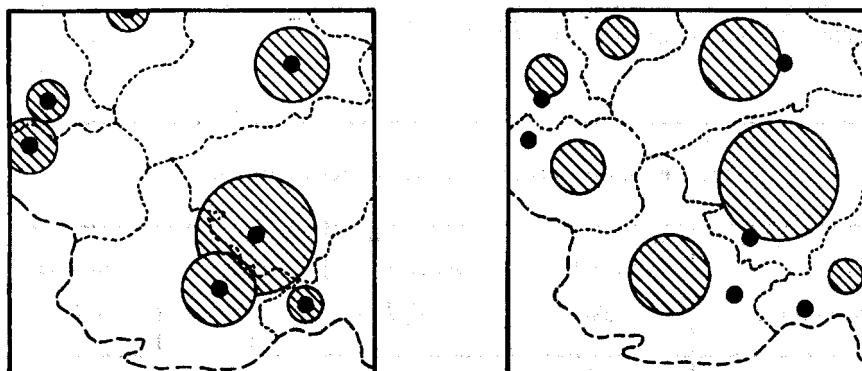
Vyjadřované hodnoty jsou převážně v absolutní podobě, mohou být i relativní, a mohou je tvořit i časové řady. Grafický tvar diagramů je velice pestrý. Jejich konstrukce se nejčastěji řídí pravidly matematické statistiky. Podle základních znaků vložených statistických diagramů lze stejně dělit i kartodiagramy. Velmi často se používají strukturní diagramy, kdy je plocha celého diagramu, představující hodnotu 100 %, rozdělena na dílčí složky, a srovnávací výsečové diagramy, které umožňují současné zobrazení dvou na sobě nezávislých veličin, z nichž jedna je zobrazena jako velikosti středového úhlu výseče a druhá je funkcí poloměru.



Obr. 4-12 Příklad jednoduchého kartodiagramu (http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/ea/Map_of_American_urban_areas_by_size.svg/1280px-Map_of_American_urban_areas_by_size.svg.png)

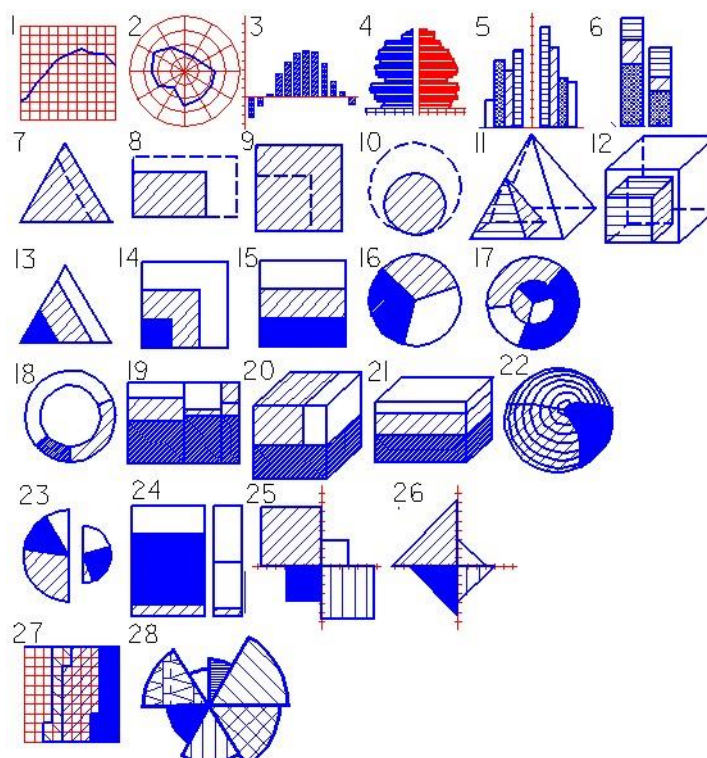
Příklady uvedené na Obr. 4-14 **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** vyjadřují např. časové řady (1), sloupcové diagramy (3-6, z toho diagramový znak 4 reprezentuje tzv. strom života, neboli věkovou pyramidu) a dále geometrické

znaky pro vyjádření různé struktury, graf 28 představuje příklad srovnávacího výsečového diagramu.



Obr. 4-13 Lokalizace diagramu do bodu (vlevo), do plochy (vpravo)

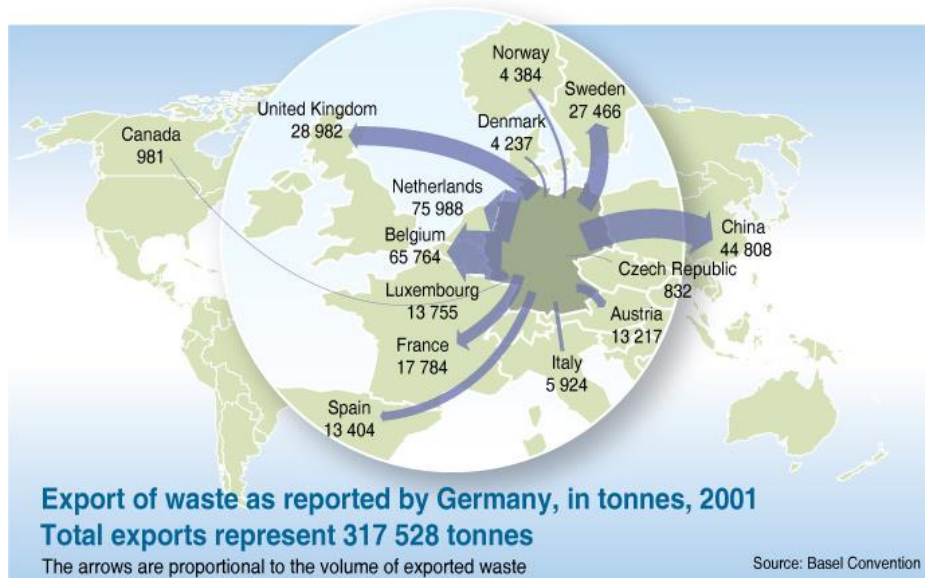
Kartodiagramy se vytvářejí nejen na základě bodových diagramů (bodově lokalizované kartodiagramy), ale i na základě liniových diagramů (kartodiagramy stuhové, liniové, proužkové, pásové neboli pendlogramy – flow maps, dynamic maps). Liniově lokalizované kartodiagramy se používají především na mapách zobrazujících přenos hmoty a energie (např. dopravních mapách k vyjádření dopravní zátěže, hydrologických mapách k vyjádření množství vody v tocích aj.). Pásky (proužky, stuhy, linie) prezentují svojí šířkou velikost (intenzitu) jevu. Dále mohou být separovány podle směru dopravy a vnitřně strukturovány podle typu přepravovaného materiálu (energie, dopravy aj.). Topografická osnova dopravních tras bývá silně schematizována.



Obr. 4-14 Ukázka používaných diagramových znaků

Za samostatnou skupinu liniových kartodiagramů můžeme považovat tzv. **vektorové kartodiagramy**, které jsou sestavené z jednotlivých vektorů, které směřují z centrálního bodu (může jít i o plochu) k jiným bodům, které mají s centrem příslušnou vazbu (liniové kartodiagramy vektorové dosahové) nebo

představují vhodně lokalizovaný trs vektorů bez centrálního bodu (liniové kartodiagramy vektorové proudové), jako např. při prezentaci mořských a vzdušných proudů na mapách. Vektory mohou nést pouze směrovou a velikostní informaci (jednoduché kartodiagramy) nebo ve své tloušťce a vnitřní struktuře i další informace o zobrazovaném jevu (součtové kartodiagramy).

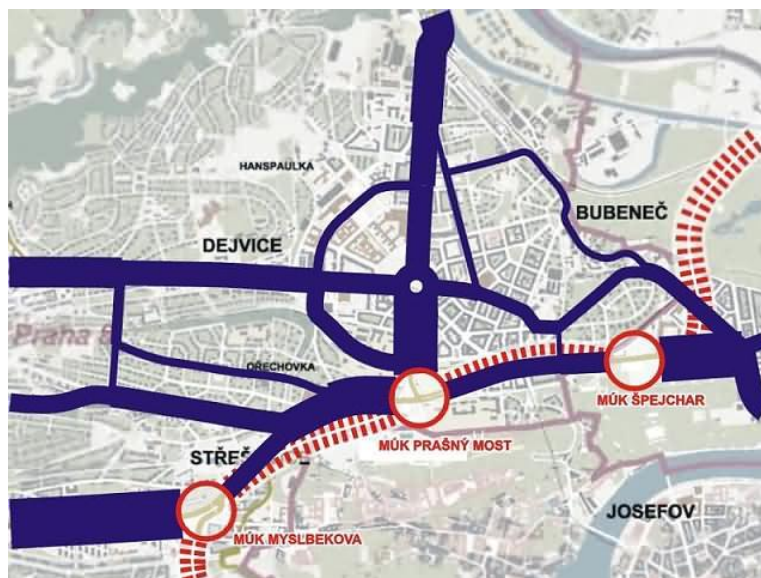


Obr. 4-15 Příklad (součtového) vektorového kartodiagramu (http://www.grida.no/graphicslib/detail/export-of-waste-as-reported-by-germany-in-tonnes-2001_54f2)

Stuhové kartodiagramy mohou být:

- **jednoduché**, které vyjadřují jen jeden jev, jehož kvantitu znázorňuje šířka stuhy. Je-li obousměrný, pak jsou směry odlišeny strukturou či výplní stuhy nebo šipkami,
- **složené**, které zobrazují více jevů, jež se odlišují strukturou či výplní stuhy,
- **součtové**, u nichž představuje celková šířka stuhy součet dílčích linií, které nemusí být v celkovém součtu explicitně vyjádřeny, nebo mohou být zachovány pomocí výplně, jež je přiřazena jednotlivým dílčím zobrazovaným jevům.
- **strukturní**, které jsou podobné součtovým kartodiagramům. Na rozdíl od nich však má „součtová“ linie stále stejnou šířku a proměnlivá je jen tloušťka dílčích linií, která znázorňuje podíl jednotlivých částí na celku. Existuje i kartodiagram strukturní výsečový, v němž není velikost intenzity zobrazena na celém úseku, ale pouze na krátké části úseku (tato varianta je možná i pro jiné typy stuhových kartodiagramů),
- **srovnávací**, které obsahují minimálně dva proužky, přičemž jeden z nich, bývá označený zesílenou konturou a představuje hodnotu, se kterou srovnáváme. Druhá linie, která může přesahovat nebo ležet uvnitř předchozí linie, ukazuje hodnotu srovnávanou. V prvním případě se často jedná o průměrnou, výchozí nebo perspektivní hodnotu, zatímco ve druhé se jedná o hodnotu aktuální,

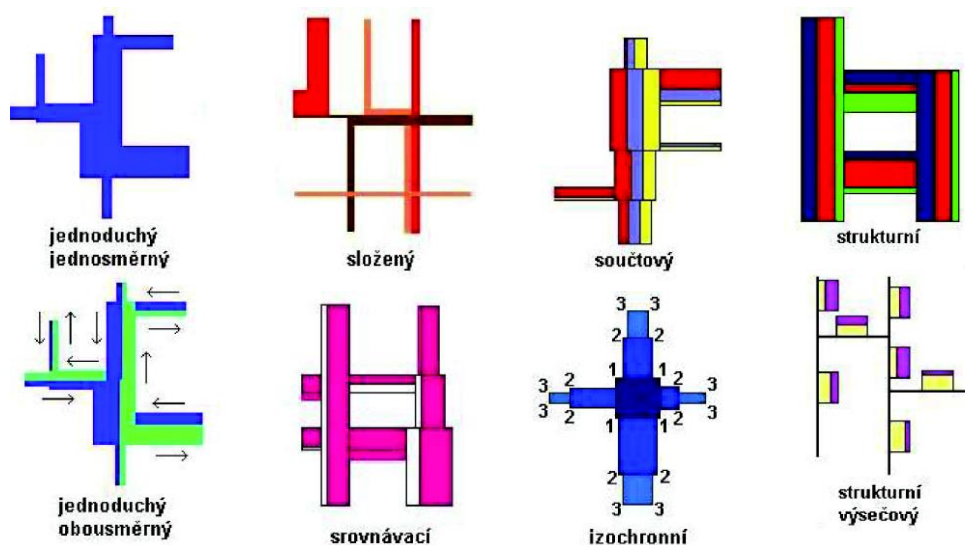
- **izochronní**, které jsou podobné jednoduchým líniovým kartodiagramům. Linie jsou v nich rozděleny na úseky, které odpovídají stejným časovým intervalům. Každý úsek je pak odlišen barvou nebo rastrem.



Obr. 4-16 Příklad stuhového kartodiagramu (Dopravní zátěž podle www.praha6.ecn.cz/dalnice.php?&a=5)

Obdobně jako u kartogramů lze přistoupit při tvorbě kartodiagramů k zobrazení kvantity pouze jednoho jevu (jednoduchý kartodiagram) nebo lze vyjádřit charakteristiky objektů a jevů pomocí několika diagramů, vztahujících se k jednomu místu (složený kartodiagram) apod. Další podrobnější dělení kartodiagramů lze provést podle druhu použitých diagramů (součtové, strukturní, vývojové aj.).

Plošně lokalizované kartodiagramy (plošné kartodiagramy) využívají umístění diagramu do středu (těžiště, centroidu) plochy (administrativní jednotky, geometrické útvary, fyzicko-geografické regiony apod.). Pokud to z různých důvodů není možné, umístí se do plochy alespoň celá základna diagramu, není-li ani toto možné využije se k přesné lokalizaci diagramu šipek nebo (číselných) odkazů (diagram leží mimo domovskou plochu).



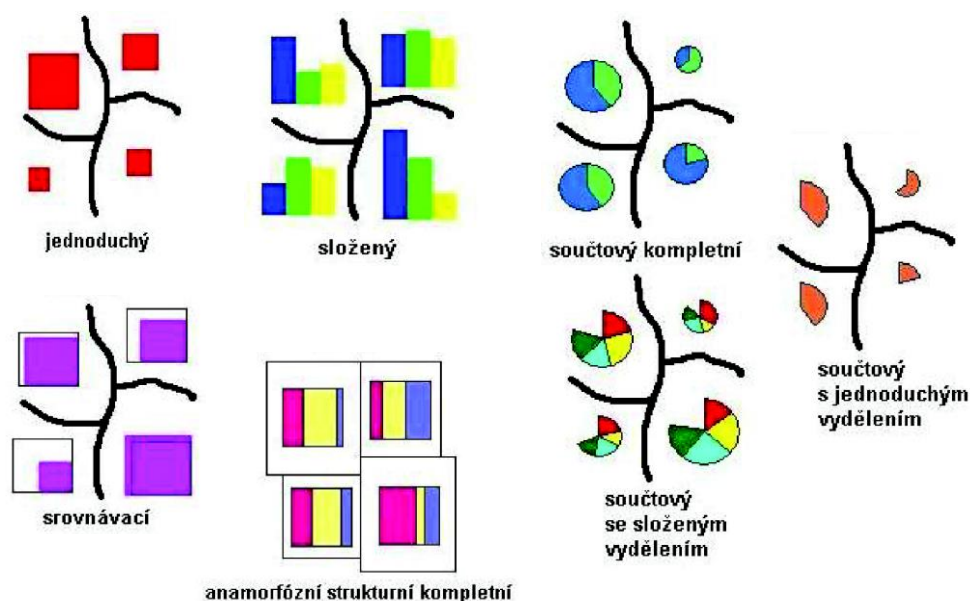
Obr. 4-17 Vybrané typy stuhových kartodiagramů

Obdobně jako u liniových kartodiagramů můžeme rozlišovat i:

- **jednoduchý plošný kartodiagram,**
- **složený plošný kartodiagram,**
- **součtový plošný kartodiagram** (součtový kompletní; v případě že se zobrazí, jen jedna součást – sčítanec, hovoříme o kartodiagramu s jednoduchým vydělením, bude-li sčítanců více, ale ne všichni, půjde o kartodiagram se složeným vydělením),
- **strukturální plošný kartodiagram** (strukturální kompletní, nebo obdobně jako u součtových kartodiagramů s jednoduchým, resp. se složeným vydělením),
- **srovnávací plošný kartodiagram,**
- **anamorfnní plošný kartodiagram** (princip anamorfózy se uplatní většinou při deformaci tvaru plochy, ale lze jej uplatnit i při deformaci diagramu).

Za zvláštní případ kartodiagramu se dá považovat dílo vytvořené **metodou teček (bodovou metodou)**, přičemž „tečky“ mohou mít i velmi složitou grafickou strukturu.

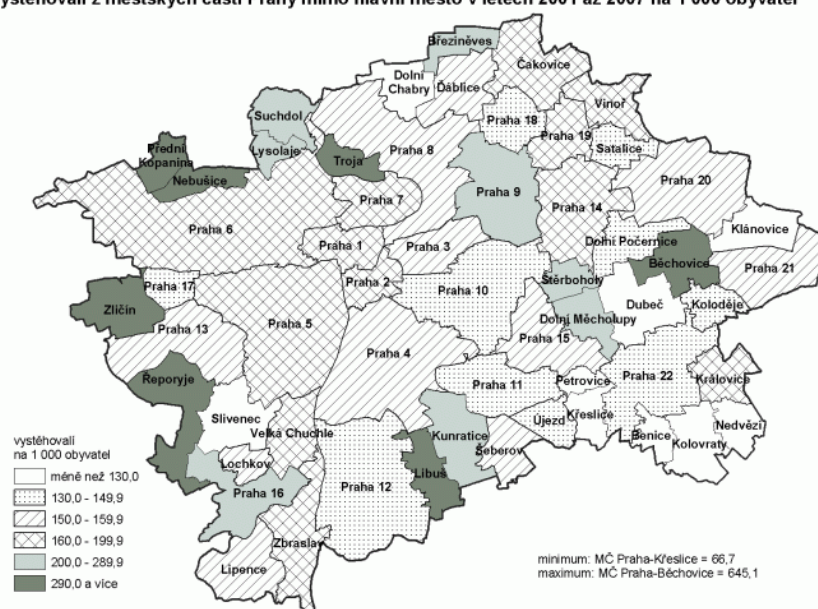
Pokud použijeme pro tvorbu kartodiagramu vývojový diagram (prezentaci vývoje jevu v čase), můžeme se setkat s označením **dynamický kartodiagram**. V některých případech se pod označením dynamický kartodiagram skrývá kartodiagram v digitální podobě, kdy se velikost, případně struktura nebo jiné vlastnosti mění přímo před očima uživatele (animace).



Obr. 4-18 Vybrané typy plošných kartodiagramů

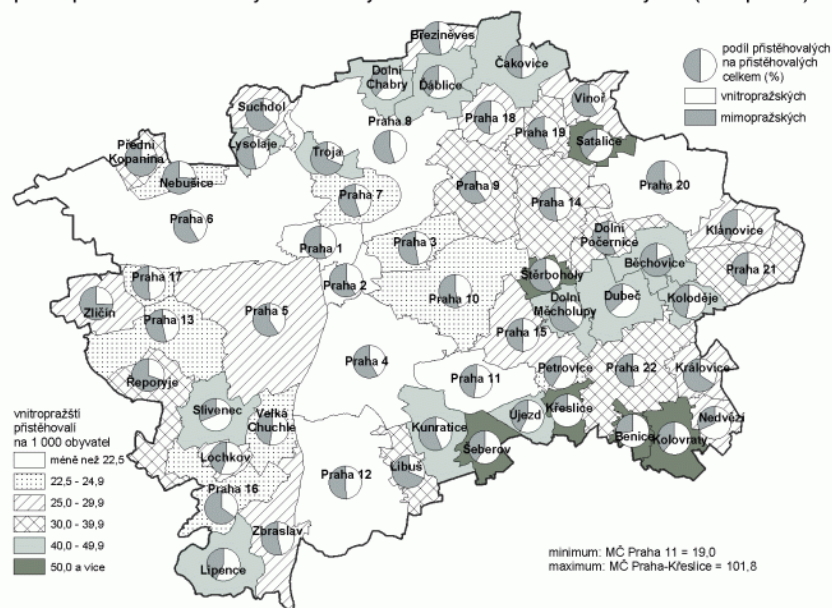
Při konstrukci kartogramů a kartodiagramů bývá největším problémem správná volba (barevných, velikostních) stupnic zobrazovaných charakteristik. Častěji než vědecký přístup se při ní preferuje až přílišná podbízivost čtenáři. Projevuje se především v barevnosti a v tendenčně volených stupnicích pro zobrazované charakteristiky. Striktně ovšem nelze takové přístupy odmítnout, pokud umožňují jednoznačný výklad, konvenující záměru tvůrců těchto kartografických děl. Často představují nejrychlejší a nejsrozumitelnější zobrazení prostorového uspořádání řady jevů a jejich charakteristik, jehož interpretace je plně „v rukou“ uživatele díla.

Vystěhovali z městských částí Prahy mimo hlavní město v letech 2001 až 2007 na 1 000 obyvatel



Obr. 4-19 Příklad jednoduchého kartogramu kombinujícího šrafuru a barevnou výplň pro různé třídní intervaly hodnot jedné charakteristiky geografického jevu ([http://csugeo.i-server.cz/csu/2008edicniplan.nsf/t/000038807A/\\$File/13-113508m451.gif](http://csugeo.i-server.cz/csu/2008edicniplan.nsf/t/000038807A/$File/13-113508m451.gif))

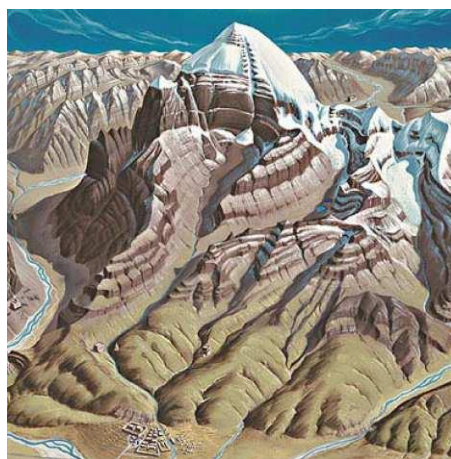
Vnitropražští přistěhovali do městských částí Prahy v letech 2001 až 2007 na 1 000 obyvatel (roční průměr)



Obr. 4-20 Příklad kartodiagramu kombinujícího areálové a diagramové vyjádření různých charakteristik téhož geografického jevu (přistěhovalectví) podle [http://csugeo.i-server.cz/csu/2008edicniplan.nsf/t/000038B18A/\\$File/13-113508m511.gif](http://csugeo.i-server.cz/csu/2008edicniplan.nsf/t/000038B18A/$File/13-113508m511.gif)

4.1.4 Díla se zdůrazněním třetího rozměru

Při důsledném uplatnění perspektivy nebo axonometrie (vojenská perspektiva, kavalírní perspektiva) na celý mapový list vznikne **pohledová nebo též panoramatická mapa**. Je-li zájmové území menší, obvykle vymezené v půdoryse vhodným geometrickým útvarem (čtverec, obdélník) a je doplněné plochami vertikálních řezů, hovoříme o blokdiagramu.



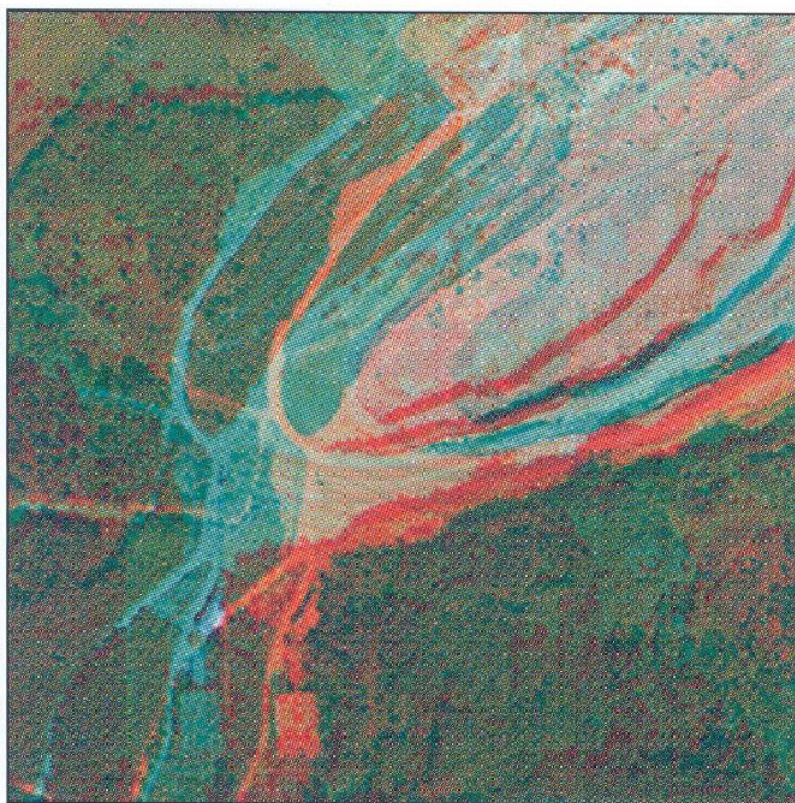
Obr. 4-21 Výřez panoramatické mapy - Kailash, Tibet, Gecko Maps

Kromě běžných blokdiagramů lze konstruovat i tzv. metachronní blokdiagramy, v nichž je jedna z os určena pro časové údaje. Podle této osy lze zařadit mapy (geoobraz) stavu nějakého jevu (např. klimatického). Výstup je obdobný blokdiagramu konstruovanému metodou profilů (metoda postupných řezů Kitiro Tanaky).

Při konstrukci panoramatických map musí být využívány kartografické znaky. Často jsou totiž za panoramatické mapy vydávány např. jen šikmé letecké snímky horských svahů.

Anaglyfové (anaglyfické) mapy jsou vytvořeny ze dvou mírně posunutých dílčích obrazů, které představují stereoskopicky rozložený obraz krajiny. Jednotlivé půdorysné obrazy se vytisknou doplňkovými barvami, nejčastěji červenou a modrozelenou barvou. Takto získaná „dvojexpozice“, pozorovaná anaglyfovými (anaglyfickými)

brýlemi s jedním okulárem modrozeleným a druhým červeným umožní pozorovateli prostorový vjem. Trojrozměrné vnímání je výsledkem binokulárního vidění dvou dvojrozměrných obrazů stejného území, které se od sebe liší paralaxami. Vyhotovení mapových anaglyfů bylo bez použití výpočetní techniky poměrně pracné, a proto se v minulosti jejich obsah zaměřoval většinou jen na vrstevnice. Využitím metod počítačové grafiky lze v současnosti vytvořit obsahově poměrně velmi bohatou anaglyfovou (anaglyfickou) mapu.



Obr. 4-22 Výřez anaglyfové mapy (GeoSL AČR)

4.1.5 Mapové soubory (atlasy)

Soubor map vyhotovených a uspořádaných podle jednotné koncepce a vyjadřujících postupně informace o celém vymezeném území či zvolené obsahové problematice, nazýváme **mapový soubor**. Vytváří se tedy v případech, kdy nelze dané území v daném měřítku, nebo celou šíři témat o zájmovém území, zobrazit na jedné mapě (na jednom mapovém, resp. sekčním listu). Mezi jednotlivými mapovými listy tvořícími mapový soubor mohou příležitostně existovat překryty nebo mezery (viz např. turistické mapy). V rámci mapového souboru mají jednotlivé mapové listy jednotný znakový klíč (samozřejmě s výjimkou multitematických mapových souborů) a systém značení (např. pořadovým číslem a názvem). Mapy v mapovém souboru mají zpravidla stejné zobrazení i měřítko, mohou se však lišit rozměrem v závislosti na zobrazovaném území (tématu). Zvláštním případem mapových souborů jsou **mapová díla**.

Mapové soubory pro veřejnost obvykle vycházejí v edičních řadách a slouží kulturně vzdělávacím potřebám (např. mapový soubor *Poznáváme svět*). Charakter mapových souborů mají i volně distribuované mapy pro vědecké a odborné účely s nějakým jednotícím kritériem (např. Soubor fyzicko-geografických map České republiky v měřítku 1:500 000). Mezi mapové soubory můžeme zahrnout i příležitostně vydávané reprinty starých historických map, jež jsou vydávány pro účely sběratelské a dekorační.

4.1.5.1 Mapová díla

V nejširším kontextu lze za mapové dílo považovat mapovou část jakéhokoli kartografického díla, např. atlasu, i když obsahuje i textovou a obrazovou část, rejstřík apod. Nejčastěji se však za mapové dílo považuje soubor mapových listů souvisle pokrývajících celé zájmové území (obvykle státní území), které není možné v daném měřítku zobrazit na jediném mapovém listě. Na rozdíl od mapových souborů se u mapových děl předpokládá nejen jednotné měřítko, kartografické zobrazení a znakový klíč, ale především jednotná velikost **mapových listů** (sekcí mapy, mapových sekcí, sekčních listů) a souvislé pokrytí zájmového území bez překrytů a nedokrytů. Z toho vyplývá i systém značení jednotlivých mapových listů, tzv. **klad mapových listů** (tj. způsob rozdělení a uspořádání mapového díla na jednotlivé mapové listy), který v sobě zahrnuje možnost určení sousedních mapových listů a případně i polohu mapového listu v rámci území. Přehled kladu bývá obvykle k dispozici v menším měřítku, než je převažující měřítko mapového díla. Pokud se jedná o mapová díla, která jsou vyhotovována a udržována ve státním zájmu a za státní prostředky, pak hovoříme o **státních mapových dílech**. Mapová díla, která jsou pokládána za státní, vymezuje obvykle Zákon nebo jemu na roveň postavený právní předpis. Např. pro ČR Nařízení vlády č. 430/2006 Sb. Na Slovensku se vyčleňují základní státní mapová díla (vyhláška ÚGKK SR č. 178/1996 Sb.) a vojenská státní mapová díla (vyhláška Ministerstva obrany SR č. 177/1996 Sb.).

4.1.5.2 Atlasy

Atlasy (v kartografii **mapové atlasy**, dále jen atlasy) jsou systematicky sestavené soubory tematických a/nebo topografických atlasových map z určitého prostoru nebo soubory map podávajících informace o stejných jevech v různých územích. Jinak řečeno představuje atlas soubor map spojených účelem, tematikou, měřítkem či měřítkovou řadou, generalizací, způsobem zpracování, zájmovým územím a dalšími systémovými hledisky, zpracovaný koncepčně kartograficky a polygraficky jako jednotné dílo. Rozdíl mezi atlasem, který je nejčastěji prezentován v knižní vazbě, a mapovým souborem snad spočívá v tom, že v rámci atlasu se mapovaný jev nebo území zobrazuje nikoliv postupně, ale naráz, obvykle k datu redakční uzávěrky atlasového díla. Setkáme se však i s atlasy, tzv. sypanými, které vycházejí po jednotlivých částech (listech, tematických souborech aj.) a uživatel je postupně řadí do předem připravené kroužkové vazby. Na atlasové mapy, a v určité modifikaci i na celé atlasy, se vztahují všechna klasifikační kritéria uvedená pro individuální mapy. S ohledem na specifika území je třeba často u atlasových map volit nejen různá měřítka, ale i různá kartografická zobrazení. Atlasové mapy mají zpravidla malá měřítka. Za měrnou jednotku atlasu lze považovat

atlasový mapový list, který může obsahovat řadu map různých měřítek, grafy, tabulky, obrázky, text aj.

Atlas obvykle obsahuje:

- * mapovou část, která zpravidla obsahuje hlavní mapy zobrazující některé z hlavních témat atlasu a vyhotovené v základním měřítku atlasu a doplňkové (vedlejší) mapy v obvykle menším měřítku,
- * textovou část a
- * rejstřík zeměpisných názvů.

Atlasy lze třídit podle principů uvedených u individuálních map. Vzhledem k tomu že obsah a měřítko jednotlivých atlasových map mohou být velmi výrazně vzájemně odlišné, ukazuje se účelnější provádět třídění atlasů:

- * podle rozsahu zobrazovaného území (světa, regionální, národní, kontinentů, moří a oceánů apod.),
- * podle účelu (vědecké, pro široké použití, školní, vlastivědné, navigační, cestovní, turistické, vojenské, autoatlasy, encyklopedické aj.).

Vědecké atlasy se vyznačují především velice podrobným zobrazením určitého jevu, které je důležité pro vědecké zkoumání a studium i pro různou praktickou činnost.

Atlasy pro široké použití jsou určeny pro široký okruh uživatelů s nižší kartografickou gramotností. Jejich cílem je poskytnout základní informace o jevu nebo území, aniž by měly vyčerpávací charakter jako vědecké atlasy.

Školní atlasy se používají pro školní a studijní účely školách různých stupňů. Jejich obsah by měl dobře doplňovat učebnice a poskytovat žákům a studentům dobrý přehled o probíraném učivu.

Vlastivědné atlasy jsou komplexní atlasy státu, kraje nebo regionu. Mohou sloužit různým vlastivědným výzkumům nebo jako doplňující učební pomůcky pro školy. Přestože nebývají obvykle moc obsáhlé, poskytují informace o místních geografických, historických a jiných zvláštích.

Mořské navigačně geografické atlasy jsou určeny pro námořníky. Zobrazují podrobně dna oceánů a moří pomocí izobat a hloubkových údajů. Znázorňují mořské proudy, navigační zařízení (majáky, bóje), pobřeží apod.

Cestovní atlasy obsahují mapy cestní sítě zaměřené buď na jejich jednotlivé typy, nebo obsahující všechny druhy sítí.

Turistické atlasy jsou určeny turistům a obsahují převážně turistické mapy. Topografický obsah může být doplněn značenými stezkami a tematickou legendou.

Vojenské atlasy jsou určeny pro potřebu armády. Slouží k výuce politické, fyzické a vojenské geografie, částečně také ke studiu vojenské strategie a historie.

- * podle velikosti, která zpravidla souvisí se stupněm jejich podrobnosti (přehledné, podrobné), rozlišujeme:
 1. velké (příruční) atlasy, které jsou dostatečně podrobné a celková plocha map v nich je větší než 15 m²,

2. střední atlasy (pro veřejnost a školy), které mívají knižní rozměr (cca 20 x 30 cm) a plocha map v nich je 6 až 14 m²,
3. kapesní popř. kolibří atlasy o rozměrech cca 15 x 20 cm s plochou map menší než 6 m²,
4. staré obří nebo nástěnné atlasy

* podle obsahu (obecně geografické, tematické, komplexní).

Obecně geografický atlas se skládá především ze zeměpisných map. Na začátku bývá několik map celého území. Obvykle jsou to fyzicko-geografická a politicko-administrativní mapa. Potom se zařadí obecně geografické mapy všech částí zobrazovaného území. Tyto zaujímají největší část atlasu.

Tematický atlas obsahuje různé tematické mapy. Tyto atlasy se ještě mohou rozdělovat na atlasy přírodních a společenských jevů. Oba dva typy jsou buď úzce specializované (např. Atlas silničních komunikací) nebo komplexní oborové (Atlas podnebí) či komplexní mezioborové (Atlas rozvoje zemědělství a kultury).

Komplexní atlasy v sobě slučují mapy tematického i obecně geografického charakteru a poskytují tak úplnou informaci o zobrazovaném území. Mívají buď celosvětový, nebo národní charakter a vypovídají o úrovni kartografického umění jednotlivých států.

- * podle tematických okruhů (monotematické atlasy, např. historické, klimatické, geologické, oceánografické, hospodářské, politické, turistické se zaměřením na pěší, vodáckou, lyžařskou turistiku, cykloturistiku aj. a polytematické atlasy, které slučují více tematických okruhů),
- * podle způsobu zpracování obsahu (analytické atlasy, v nichž převažují analytické mapy, obdobně syntetické a komplexní atlasy),
- * podle způsobu vazby (knižní provedení v pevné vazbě nebo sešitové vazbě, volně ložené mapy do knižních desek „šanonů“ - tzv. „sypané“ atlasy, mapové soubory v obálce, volně ložené mapy).

Pojmem „atlas“ se často zaštiťují různé publikace encyklopedického charakteru, které z prostorovým faktorem nemají absolutně nic společného, jako např. Atlas geometrie (Geometrie krásná a užitečná) – Voráčková, Š. a kol (2012).

4.1.6 Hybridní kartografická díla

Řada kartografický děl vzniká přímým využitím leteckého, resp. družicového snímkování zemského povrchu. Máme na mysli především:

- (orto)fotomozaiku, (orto)fotonáčrt neboli (orto)fotomontáž, tj. montáž (orto)fotosnímků jednotného měřítka, jejichž okraje zůstávají zřetelné,
- (orto)fotoplán, tj. bežešvý fotografický obraz území nebo objektu sestavený z překreslených snímků v požadovaném měřítku,
- (orto)fotomapu, jejíž polohopisný obsah je vyhotoven diferenciálním překreslením tónového analogového nebo digitálního leteckého či

družicového snímku, a je doplněna geografickým názvoslovím a mapovými znaky,

- reliéfní fotomapsu neboli mapu, jejíž polohopis tvoří fotomapa a výškopis (georeliéf) je trojrozměrný.

4.2 Prostorová kartografická díla

Prostorová kartografická díla (někdy též „kartografické modely“) zahrnují jak vyobrazení polohopisu a popisu mapy na reliéfně ztvárněnou průmětnu, jako např. mapy reliéfní (plastické), tyflokartografická díla⁹, tj. kartografická díla pro zrakově postižené), tak glóby, které zobrazují povrch celého zemského (nebeského) tělesa na povrch koule, redukovaný do malého měřítko.

Významné místo mezi těmito kartografickými díly mají **digitální modely terénu**, které jsou v současné době základem jak pro vytváření fyzických modelů metodami rychlého modelování (rapid prototyping), tak pro vytváření virtuálních modelů (virtual prototyping).

V minulosti vznikaly reliéfní mapy jako fyzické modely z vrstvených plátů papíru či dřeva. Vzniklé stupňovité nerovnosti byly zahlazovány parafínem nebo pryskyřicí. Vlastní polohopisný obsah byl na tyto modely většinou ručně dokreslován nebo postupně lepen po malých částech zobrazovaného území. Postupně se přešlo na rychlejší a ekonomičtější výrobu těchto map na PVC fóliích, primárně potažených mapovým obsahem a sekundárně deformovaným pomocí dokonalých fyzických modelů terénu. Tvorba takovýchto modelů už zdaleka není záležitostí klasických stupňových modelů, nýbrž některé z mnoha metod rychlého modelování, např.:

- stereolitografie (model se tvoří na základě vytvrzení fotopolymerů UV laserem),
- Solid Ground Curing (model se tvoří zpevněním kovového nebo jiného prášku pomocí UV laseru),
- Laminated Object Manufacturing (model se tvoří postupným ořezáváním vrstev papíru napuštěným speciální látkou laserem a jejich lepením na sebe),
- Fused Deposition Modelling (model se vytváří postupným nanášením na vzduchu tuhnoucí hmoty),
- Multi – Jet Modelling (model se tvoří pomocí nanášení zvoleného množství hmoty tryskami do jednoho místa).

Vzhledem k relativní plochosti reliéfu Země se jeho zmenšený model konstruuje tak, že je převýšen (zpravidla 5 - 10 krát) oproti polohopisu.

⁹ Z řeckého „tyflos“, tj. slepý. Ve spojení s kartografickými díly není užití předpony *tyflo-* příliš vhodné, neboť uváděná díla nejsou určena výhradně jen zcela nevidomým, ale v podstatě všem zrakově postiženým.

4.2.1 Tyflokartografická díla

Těžiště přijímání informací obecně leží, podle Jesenský, J. (1988) až z 90 %, ve zrakovém vnímání, a tak je zřejmé, že při poškození zrakových orgánů dochází u takto postižených lidí k určitému informačnímu deficitu. Funkce mapy je totiž u zrakově postižených osob často suplována popisem, který je podáván mluveným nebo psaným slovem. Snahou kartografů je, aby byl, s ohledem na stupeň zrakového postižení, zmíněný informační deficit co nejmenší. Zatímco u osob se sníženými zrakovými schopnostmi (slabozrací a osoby binokulárně postižené, např. tupozrací a šilhaví) lze používat běžná kartografická díla, kdy problematiku jejich čtení převádíme do sféry nasazení vhodné kompenzační tyfлотechniky (lupy, čtecí kamery apod.), je u osob zcela nevidomých potřebné převádět sdělovanou informaci do podoby vhodné pro sluchové a hmatové vnímání, tedy pro tzv. audializaci a haptizaci. Prakticky nevidomé osoby (se zbytky zraku) pak kombinují oba způsoby přebírání informací podle individuálního stavu jejich zrakového orgánu.

Podle stupně zrakového postižení zcela nevidomých a věku, kdy k němu došlo, pak u těchto osob registrujeme různě zkreslené a neúplné představy o objektivní realitě a různé problémy s vnímáním prostorových vztahů, pohybů objektů a orientací. U zcela nevidomých, postižených od narození, je korekce takových představ a problémů kartografickými prostředky velmi obtížná.

Hmatové vnímání je oproti zrakovému vnímání značně omezeno. S objekty je třeba se seznamovat prostřednictvím přímého kontaktu s nimi. Takové seznamování je vždy zdlouhavé, neboť je prováděno po částech, z nichž si postižená osoba postupně vytváří silně zjednodušenou představu o celku, který nesmí být nikdy příliš velký, a to jak fyzicky, tak duševně. Fyzický rozměr kartografického díla, připravovaného pro haptické vnímání, je většinou limitován bimanuálním polem, což je prostor vymezený dosahem alespoň jedné z rukou. Jedná se přibližně o obdélník dlouhý 105 cm (dosah ve směru levá - pravá) a široký 55 cm (dosah ve směru přední - zadní). Optimální velikost mapového pole je však podstatně menší, neboť je třeba vycházet z vymezení oblasti překrytí zón nejpřesnějších pohybů pravé a levé ruky.

Z hlediska duševního může rozměr tyflokartografického díla, v koordinaci s jeho obsahem a způsobem ztvárnění, limitovat i intelektuální a zkušenostní úroveň zrakově postižených.

Mezi tyflokartografickými díly jednoznačně převažují **tyflografické mapy (hmatové mapy, „tyflogmapy“)** a **hmatové orientační plány**, v daleko menší míře se setkáváme s modely, atlasy a glóby. Mohou být uzpůsobeny pro kteroukoliv kategorii zrakově postižených, navíc ještě buď pro obecné užití (např. pro výuku v hodinách zeměpisu), nebo pro individuální potřebu jejich konkrétního uživatele (např. hmatové orientační plány pro nácvik prostorové orientace a samostatný pohyb v určité oblasti). Všechna tato díla jsou obvykle určena pro relativně malý okruh uživatelů, a i to je jeden z důvodů, který předurčuje jejich vyšší finanční náročnost ve srovnání s klasickými kartografickými díly.

Tyflokartografická díla je vhodné podle speciálních hledisek rozdělit na:

- mapy pro nevidomé, zpracované výhradně pro potřeby aktivního hmatového vnímání,

- mapy pro slabozraké, upravené pro vnímání poškozeným zrakem,
- mapy pro částečně vidící, umožňující čtení hmatem i zrakem a
- mapy pro binokulárně vadné.

V produkci map pro zrakově postižené převládají mapy obecně geografické, v menší míře pak mapy topografické (orientační plány měst), atlasy a tematické mapy.

Organizace mapové plochy, její obsah i obsah mapového pole je u tyflokartografických děl velmi poplatný konkrétnímu užití díla, jakož i prostoru, resp. tématu, které znázorňuje. Značná omezení v obsahu ve srovnání s běžnými kartografickými díly jsou dána nejen maximální velikostí mapové plochy, ale i vysokým stupněm nutné generalizace, ke které dochází díky použití speciálních reliéfních kartografických znaků a Braillova písma.

Při tvorbě a výrobě tyflokartografických děl se dříve využívala především stavebnicové technologie - puzzle (např. jednotlivé státy Evropy po složení vytvoří obraz kontinentu) a technologie lisování papírových map pomocí matric, resp. matric a patric. V současnosti jednoznačně převládá technologie termoforem, tj. termovakuové tvarování fólií známé z tvorby běžných reliéfních map a velmi operativní využití mikrokapslového papíru, neboli papíru plněného termovzlínatelnými hmotami. Mikrokapslový papír s černobílou kresbou, která je na něj nanesena (nakreslena, nakopírována, vytištěna např. na inkoustových tiskárnách) je zahříván v tzv. fuseru (infrapeci). Termovzlínatelná hmota se v místě kresby zahřeje silněji než okolí bez ní, a tak v žádaných místech papír nabude na objemu a kresba z jeho plochy reliéfně vystoupí (při nátisku informace laserovou tiskárnou dojde ke znehodnocení mikrokapslového papíru).

4.2.2 Glóby

Mapový obraz glóbu není ovlivňován kartografickými zkresleními, tzn., že podává věrný obraz předlohy. Vzhledem k jeho měřítku je však velmi silně generalizován.

Glóby se v praxi třídí:

- podle znázorněného tělesa (Země, planety, nebeská sféra),
- podle obsahu (politické, obecně zeměpisné, hvězdné),
- podle způsobu znázornění reliéfu terénu (hladké, reliéfní),
- podle technického řešení (svítící, nesvítící),
- podle měřítka od cca 1:10 mil. do cca 1:100 mil. V praxi se spíše ujal jejich třídění podle průměru na:
 - velké globy (průměr je větší než 40 cm),
 - střední globy a
 - malé globy (průměr je menší než 25 cm).

Mezi globy lze zařadit i mnohostěny (nepravé globy) a výřezy (vrchlíky), zobrazující pouze část povrchu Země (např. polární oblasti).

4.3 Digitální kartografická díla

V principu není problém zařadit digitální kartografická díla mezi rovinná, či prostorová kartografická díla. Jejich specifčnost si však samostatnou kapitolu určitě žádá. V mnoha případech je totiž uvedené dílo „pouze“ výsledkem vizualizace prostorové databáze, často jen na malých přenosných zařízeních, a záleží jen na „tvůrci“ tohoto díla (kartograf IT specialista, laik), bude-li splňovat alespoň obecně platné nároky na kartografické dílo, či nikoliv.

Při běžné kartografické vizualizaci, kterou využívá např. rozhraní WMS, musí mít její tvůrce, resp. uživatel povědomí o zásadách tvorby mapy. Proces vytvoření digitálního kartografického díla kartografickými prostředky na základě uživatelského přání (uživatelské potřeby) se označuje jako kontextová kartografická vizualizace. Při jejím použití uživatel nepopisuje vzhled požadovaného kartografického díla (seznam mapových vrstev, jejich symboliku apod.), ale svoji potřebu; nemusí tedy nutně mít odborné kartografické vzdělání.

Klíčovým aspektem kontextové kartografické vizualizace je automatické přizpůsobení vizualizované informace okolnostem jejího využití, tzv. kontextu, přičemž typickými prvky kontextu jsou např. informace o uživateli, jeho poloha, typ používaného zařízení, činnost, kterou je třeba na základě zobrazovaných informací vykonat, apod. Na základě těchto údajů je bez nutnosti zásahu uživatele zvolena taková forma vizualizace, která v maximální možné míře umožní rychlé a správné pochopení požadované informace a tím i její co nejefektivnější využití. Vhodné uplatnění nachází v krizovém managementu.

4.3.1 Digitální mapy

Podrobnější analýza digitálních map bude provedena v předmětu Kartografická informatika. Alespoň terminologicky uvádím na tomto místě některé používané, ale často ne příliš vyhraněné, pojmy z této oblasti.

Elektronická mapa je mapa založená na vizualizaci kartografické (prostorové) databáze a uložená na vnějším paměťovém médiu v digitální formě. Kombinuje technologie:

- GIS,
- digitální kartografie (objevuje se i pojem „elektronická kartografie“),
- multimédií (text, zvuk, video, animace) a
- virtuální reality.

Od tištěné mapy ji odlišuje především aktuálnost, pružnost vyjadřování, dynamičnost, rozšiřitelnost, snadná dosažitelnost a podrobnost.

Výhody elektronických map proti tištěným mapám jsou spatřovány v:

- interakci s objekty v mapě (výběr objektů bodem, obdélníkem, polygonem nebo SQL dotazem a získání prostorové a atributové informace),

- dynamické proměnlivosti atributů kartografických znaků (blikající a rotující objekty, pohybující se výplně aj.),
- podpoře multimédií, které mohou lépe vyjádřit prostorové informace a vylepšit zájem o používání map (zvýšit jejich atraktivitu),
- interaktivní změna měřítka mapy a velikosti výřezu mapového pole,
- možnosti individuální tvorby obsahu map (vykreslování libovolných vrstev, vlastností jevu apod.),
- možnosti plynulé a rychlé změny kartografického zobrazení,
- snadném řešení kartometrických úloh (např. zjišťování vzdáleností a výměr ploch),
- snadné aktualizaci obsahu a
- snadné přenositelnosti.

Elektronická mapa vzniká buď na základě jediné velkoměřítkové databáze (zvolí-li uživatel menší měřítko, automaticky se generalizuje obsah do požadované podoby; tento proces je kartograficky vyřešen, ale uspokojivé algoritmy nejsou běžně dostupné) nebo je k dispozici soubor více databází (multidatabáze) v různých měřítcích, které se vizualizují na základě volby uživatele.

Interaktivní mapa je mapa vzniklá v digitálním (počítačovém) prostředí, která umožňuje práci v dialogovém režimu. Po kliknutí na určité místo mapy se např. objeví doplňující informace o něm, nebo se latentní polygon vizualizuje ve větším měřítku s dalšími novými informacemi.

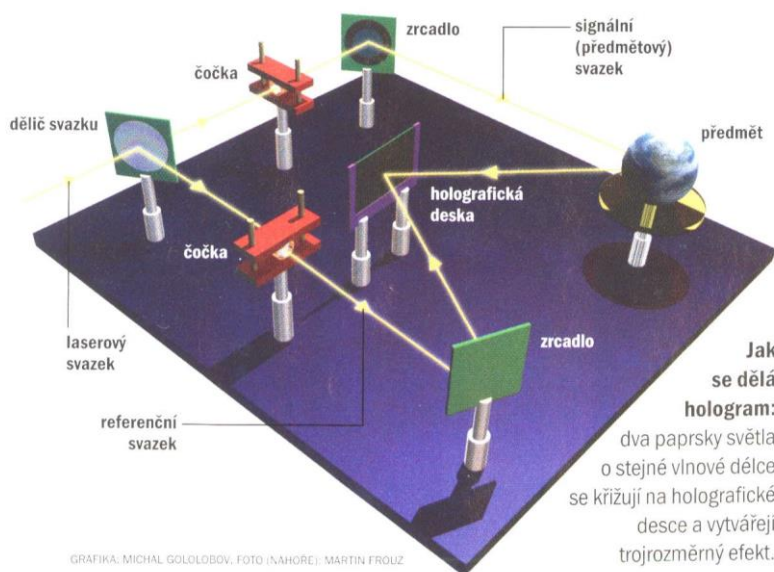
Internetová (webová) mapa je mapa v síti World Web Wide (www) popsaná prostředky Hyper Text Markup Language (HTML) určená ke čtení a používání prostřednictvím Internetu.

4.3.2 Holografická mapa

Holografická mapa může být vyhotovena jako hologram. Při vytváření hologramu pomocí laseru není na rozdíl od klasické fotografie výsledný snímek pouhým obrazovým záznamem intenzity snímaného předmětu na filmu, ale obraz má v sobě zakódovanou informaci o předmětu a jeho prostorové geometrii. Efektu se docílí překřížením paprsků osvětlujících předmět s referenčním paprskem o stejné vlnové délce. Tuto interferenční strukturu (hologram) pak vidíme trojrozměrně.

Vytvářením hologramů s pomocí elektronové litografie se dosahuje jemnější výsledky. Povrch hologramu vytvářejí vrypy řízeného proudu elektronů s hustotou vyšší než tisíc na milimetr délky. Světlo se na těchto vrypech láme a vytváří optické efekty, které se mohou měnit s úhlem pohledu. Způsob, jak se bude obraz s otáčením či při jiných změnách proměňovat, se musí přesně propočítat. Následuje vytvoření matrice hologramu do křemíkové destičky se speciální povrchovou úpravou a po jejím fotochemickém zpracování požadovaný jemný reliéf s hloubkou vrypů asi 200 miliontin milimetru. Hotový reliéf se pak obtiskuje do fólie. Informačně nabitě produkty elektronové litografie realizované na malých plochách (řádově pravouhelníky o

rozměrech stran v jednotkách až desítkách milimetrů) lze číst jen pod mikroskopem.



Obr. 4-23 Schéma tvorby hologramu (National Geographic)

4.3.3 Dynamická kartografická díla

Mapa vzniklá v počítačovém a hypermediálním prostředí, která se může skládat a kombinovat z mnoha obsahových vrstev, jež se permanentně aktualizují, bývá označována jako **hypermapa**. Kartografická díla tohoto typu odstraňují velký problém kartografie, a to udržování produktu v obsahově aktuálním stavu. Propojení s databázemi, na rozdíl od klasické údržby map (soustavné a pravidelné vyznačování změn obsahu mapy v souladu se skutečností např. na evidenčních mapových listech), velmi zefektivňuje všechny činnosti, spojně jak s tvorbou, tak s užíváním kartografických děl.

Dynamické vyjádření obsahu mapy je využito především k upoutání uživatelské pozornosti. Může však prezentovat i takové audio-vizuální atributy objektů a jevů, na které nelze klasickou znakovou strukturu aplikovat. Lze pro něj použít **zvuk, dynamické znaky, animaci, technologie prostorové virtuální reality**.

Zvukem lze navodit pocit pohody při čtení mapy (např. hudba na pozadí), vyjádřit prostorovou informaci (např. při výběru státu hraje jeho hymna nebo slyšíme komentář v úředním jazyce), použít typický zvukový atribut objektu či jevu při pohybu přes znak tohoto objektu či jevu (kavárna, divadlo, stadion, letiště, zpěv ptáků, šum moře) nebo poskytnout rychlou hlasovou informaci o objektech nebo k orientaci a navigaci (např. při výběru objektu „mapa řekne“ jak se k němu dostat).

Frekvence změny grafických atributů znaku (tvaru, barvy, orientace, polohy, otáčení, blikání) je dalším (novým) parametrem kartografického znaku k vyjadřování vlastností entit. Takové znaky označujeme jako dynamické znaky a mohou mít charakter bodový, liniový i plošný.

Multimediální mapy a atlasy jsou kartografická díla vytvořená v multimediálním prostředí, které umožňuje kombinaci různých obsahových

vrstev, jež jsou průběžně aktualizované a inovované. Umožňují práci obvykle s velkými kombinačními a analytickými, statistickými, syntetickými a dalšími možnostmi.

Jako prostorovou virtuální realitu označujeme v počítačové grafice napodobení reálného prostoru (i činnosti člověka v něm) pomocí prostředků počítačové grafiky. Jejím základem je digitální model trojrozměrného prostředí (např. georeliéfu, místnosti apod.) a efekt nadhledu („přeletu“) pozorovatele. Virtuální realita se vytváří i s využitím prostředků GIS. Pomocí nakládání obrazu z leteckých nebo kosmických snímků na digitální model georeliéfu se dosahuje velmi realistická konstrukce fyziognomie krajiny v různých situacích (ve dne při různém osvětlení, při mlze, při různé oblačnosti, při různém sezónním stavu krajiny apod.). V takových případech se často hovoří o „true“ reality“.

4.3.4 Elektronické atlasy

Obvykle se uvádějí tyto tři základní typy elektronických atlasů:

- elektronické atlasy určené pouze pro vizualizaci – atlasy jsou pouhé neskenované mapy, v nichž může uživatel listovat podobně jako v tištěných atlasech,
- elektronické atlasy vhodné pro interaktivní práci s jejich obsahem – atlasy už dovolují provádění případných změn (např. výřez mapy, volba určitých objektů atd.),
- elektronické atlasy umožňující kromě interaktivní práce i práce analytické – zde je atlas většinou doprovázen nějakým GIS softwarem, který umožňuje náročnější operace s poskytnutými daty.

Podle média použitého pro uložení a distribuci lze elektronické atlasy rozlišit na:

- CD/DVD, resp. jiná záznamová média,
- distribuované v režimu on-line prostřednictvím sítě Internet,
- hybridní, které by byly kombinací obou těchto způsobů.

Samostatné elektronické atlasy na CD ROM začaly být vydávány od poloviny 90. let 20. století. Mezi první publikované atlasy patřily World Reference Atlas (Dorling Kindersley), World Atlas 5 (Mindscape), The Swedish National PC-Atlas a mnoho dalších.

Samostatnou tematickou skupinou elektronických map na CD představují autoatlasy a CD přílohy knižních turistických průvodců. Mezi přednosti elektronických map a atlasů publikovaných na CD-ROM patří lepší možnost ochrany autorských práv než je tomu v prostředí internetu. Jinou výhodou tohoto řešení je nezávislost na připojení do sítě internet a rychlost přenosu dat. Tato metoda uložení kartografických děl na CD-ROM má i své nevýhody (např. problematické udržování aktuálnosti obsahu map).

4.4 Kartografické doplňky

Kartografické doplňky tvoří grafy, texty, statistické tabulky, znakový klíč, návody aj. (často v samostatné vazbě), které poskytují další informace o území, resp. zobrazovaném jevu, jež jsou kartograficky nezachytitelné, nebo které jsou nezbytné pro jednoznačnou identifikaci jednotlivých objektů a jevů v kartografickém díle.

4.5 Kartografické kuriozity

Zvláštní formy využití mapy nebo mapového obrazu označujeme jako kartografické kuriozity. Kritérium kurióznosti se mění s časem. Do poloviny 20. století byly např. kuriozitami mapy na známkách, pohlednicích, nebo etiketách. V současnosti nepřekvapí ani mapy na textiliích (trička, šátky aj.), na skle apod. rozšiřované obvykle jako reklamní materiály.

Některá díla zůstávají kuriozitami dlouhodobě, jako např. mapa Čech v podobě rozvinutého květu růže „Bohemiae Rosa“ od Kristiána Vettera z roku 1668.

Mezi kartografické kuriozity lze zařadit i Humoristickou mapu Evropy z roku 1914 („*Humoristische Karte von Europa im Jahre 1914*“), kterou vypracoval a nakreslil K. Lehmann-Dumont (48,2 x 27,3 cm). Mapa vyšla v Drážďanech asi v průběhu první světové války a je v ní personifikován stav ve 20 evropských zemích (včetně Turecka) a v Japonsku v počáteční etapě první světové války. Obdobnou mapu vytvořil a vydal i Arnold Neumann v roce 1870.



Obr. 4-24 Humoristische Karte von Europa im Jahre 1870. Entworfen und gezeichnet von Arnold Neumann, Berlin, Verlag v. Reinhold Schlingmann, Berlin (<http://www.vulture-bookz.de/imagebank/index.html>)

Mezi kuriozity lze jistě zařadit i kartografická díla extrémních velikostních či váhových parametrů.

Do české Guinnessovy knihy rekordů se dostala turistická mapa Moravy o rozměrech 7,5 x 3,5 m v měřítku 1:25 000 z dílny českolipských kartografů.

5 Geometrické základy kartografických děl

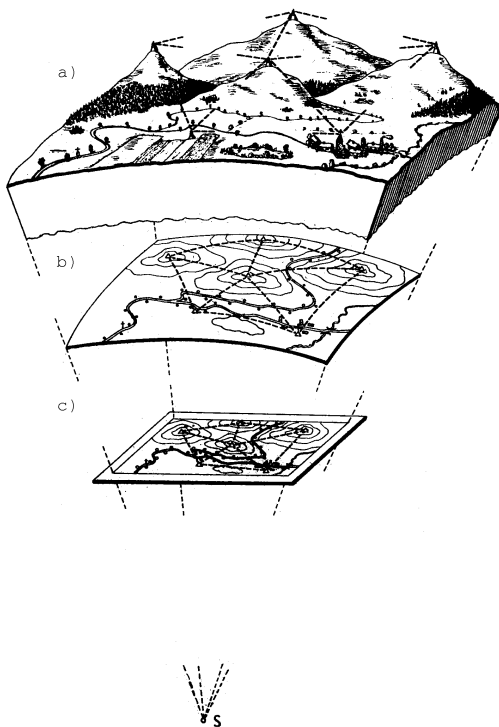
Při budování geometrických základů kartografických děl je třeba

- určit tvar a velikost zemského tělesa,
- zvolit vhodnou průmětnu na promítání polohopisné kostry a určování svislých vzdáleností od ní,
- zvolit a měřicky určit na zemském povrchu body základní polohopisné kostry,
- promítnout body základní polohopisné kostry na zvolenou průmětnu a
- doplnit body základní polohopisné kostry výškovou kostrou bodů.

Tento soubor úkolů je předmětem zájmu především geodetických činností a mapování. Při kartografickém zpracování geodetických výsledků se skutečný průmět polohopisné kostry převede matematicky ze zaoblené průmětny do roviny, zmenší se ve vhodném měřítku, rozdělí se na části nejlépe vyhovujících velikostí (mapové listy) a stanoví se náplň mapy a způsob znázorňování podrobností. Matematický převod polohopisné kostry ze zaoblené průmětny do roviny je výhradní záležitostí matematické kartografie.

Protože práce geodeticko-astronomické, ani topografické (mapovací), jakož ani matematická kartografie nejsou předmětem prioritního zájmu tohoto textu, má kapitola pouze orientační charakter s odkazem na další specializované texty.

5.1 Tvar a velikost Země



Obr. 5-1 Převedení terénu do roviny -
 a) reálný zemský povrch, b) zobrazení
 na zvolenou sférickou referenční plochu,
 c) zobrazení do roviny (gnómické)

Pomineme-li na této úrovni historické názory na tvar Země jako kulatá či jinak tvarovaná deska plovoucí v oceánu a triviální náhradní tvar Země, jímž je koule, pak má přirozený zemský povrch na pohled značnou členitost a vypadá, jakoby ze základního tělesa vystupovaly nepravidelné tvary, přesahující základní hladinovou plochu, nebo místy pod tuto plochu klesaly (u mořského dna pod hladinovou plochou). O základní hladinové ploše zemského tělesa se na základě fyzikálních zákonů a geodetických měření předpokládalo, že má tvar na pólech zploštělého rotačního elipsoidu. Gravimetrická měření však bezpečně prokázala, že vlivem nestejně hustoty hmot v různých místech zemské kůry se vytvořilo nepravidelné základní těleso, zvané geoid. Geoid se posuzuje jako zcela nepravidelná a matematicky

nedefinovatelná plocha, ohraničující prostor Země, kolmá k tížnicím v bodech o stejné normální intenzitě tíže (normální geoid) a procházející nulovým výškovým bodem. Plocha geoidu je nejlépe reprezentována střední klidnou hladinou oceánů, resp. moří a jezer (zde geoid v určité nadmořské výšce), prodloužená i pod vyvýšeniny nad zvolenou hladinou, které kopíruje s určitým zjednodušením. Geoid je hladinovou plochou kolmou k tížnicím, zatímco referenční elipsoid je plochou kolmou k normálám.

Tvar Země vypočtený geometrickými metodami z astronomických, geodetických a gravimetrických veličin, přičemž se nebere v úvahu nerovnoměrné rozložení hmoty zemského tělesa (viz geoid) označujeme jako kvazigeoid. Je totožný s geoidem na povrchu oceánů, ale na pevnině, zejména v místech vysokých pohoří, se jejich průběh liší.

Tvar Země vypočtený geometrickými metodami z astronomických, geodetických a gravimetrických veličin, přičemž se nebere v úvahu nerovnoměrné rozložení hmoty zemského tělesa (viz geoid) označujeme jako kvazigeoid. Je totožný s geoidem na povrchu oceánů, ale na pevnině, zejména v místech vysokých pohoří, se jejich průběh liší.

Dalšími z náhradních tvarů Země jsou např. teluroid, koule.

5.2 Volba průmětny

Skutečný zemský povrch je příliš členitý a pro účely geodézie a kartografie je nutno jej nahradit matematicky jednoduše definovatelnou plochou a tu teprve zobrazit do roviny mapy. Matematicky definovaná plocha, na kterou se přenášejí geodeticky měřené veličiny ze zemského povrchu a na kterou se vztahují geodetické výpočty, označujeme jako referenční plochu. Referenční plochou může být rovina (pro konstrukci plánů), ale pro tvorbu většiny dalších kartografických děl to nutně musí být sférická plocha. Dobře vystihuje tvar geoidu a Země referenční elipsoid. Protože však má velmi malé zploštění, lze jej pro některé účely nahradit referenční koulí.

Referenční elipsoid je výchozí referenční plochou v matematické kartografii. Vznikne rotací elipsy kolem její vedlejší (kratší) poloosy, která obvykle leží v ose zemské rotace (odtud také rotační elipsoid). Dvojosý referenční elipsoid je určen různými kombinacemi veličin (v trojosém elipsoidu přistupuje ještě délka třetí/pólové poloosy označovaná písmenem c):

a – délka hlavní poloosy elipsoidu,

b – délka vedlejší poloosy elipsoidu,

e – první excentricita, když $e = \frac{(a - b)}{a}$

e^2 – druhá excentricita elipsoidu, když $e^2 = \frac{(a^2 - b^2)}{a^2}$,

$1/e$ – inverzní (reciproké) zploštění,

n – zploštění podle vztahu $n = \frac{(a - b)}{(a + b)}$.

Na území Česka (Československa) se používaly nebo používají referenční elipsoidy, jejichž základní charakteristiky uvádí Tabulka 5-1.

Besselův elipsoid se používal v Rakousku-Uhersku od roku 1863 asi do roku 1908, v Československu od roku 1922 do roku 1938 a dále po druhé světové válce, s výjimkou 50. a 60. let 20. století, v souvislosti s Křovákovým zobrazením a S-JTSK na základních mapách velkých a středních měřítek. Používá se i v řadě států Asie a Evropy, jako referenční plochu topografických map jej používá kartografická služba v Německu, Rakousku, Švýcarsku a v Nizozemsku.

Clarkeův elipsoid 1880 se používá jako referenční plocha zejména ve Francii a v bývalých francouzských koloniích v Africe, dále v Izraeli, Jordánsku a v Iránu.

Hayfordův elipsoid (1909) byl v roce 1924 doporučen za mezinárodní. V současnosti se používá jako referenční plocha pro vojenské verze topografických a navigačních map členských států NATO, ale i pro topografické mapy mnoha států Asie, Jižní Ameriky a Antarktidy.

V mapování se často řeší podrobné úlohy na tzv. náhradní kouli o středním neboli místním poloměru $R = \sqrt{MN}$ (u nás 6380 km), která se v okolí daného místa ve značném rozsahu těsně přimyká k referenčnímu elipsoidu. Hodnota M je meridiánový a hodnota N příčný (v normále) poloměr křivosti v daném bodě. Pro obecnější úlohy se referenční elipsoid nahrazuje koulí o jednotném poloměru 6370 km, která má přibližně stejný obsah i povrch jako Besselův elipsoid.

Tabulka 5-1 Základní údaje o referenčních elipseidech (z různých zdrojů – např. <http://www.heliheyn.de/Maps/HowDo.html>, upraveno na max. 3 desetinná místa)

Autor	Velká poloosa (a) v m	Malá poloosa (b) v m	Zploštění (e)	Rok výpočtu nebo uznání
Airy	6 377 563,396	6 356 256,909	1:299,325	1830
Airy (V. Británie)	6 377 542,178	6 356 235,765	1:299,325	1830
Airy (Polsko)	6 377 563		1:229,332	1830
Airy (modifikovaný)	6 377 340,189	6 356 034,448	1:299,325	
Australský národní	6 378 160,000	6 356 774,719	1:298,250	
Bessel (F. W.) - Namíbie	6 377 483,865	6 356 165,383	1:299,153	1841
Bessel (F. W.)	6 377 397,155	6 356 078,963	1:299,153	1841
Clarke (A. R.)	6 378 249,145	6 356 514,870	1:293,465	1880
Clarke I (pro Irsko a Austrálii)	6 378 293	6 357 089	1:300,8	1858 (1860)
Clarke II (pro severní a střední Ameriku)	6 378 206,400	6 356 583,800	1:294,979	1866
Delambre	6 375 653		1:334	1806
Everest (Indie)	6 377 276,345	6 356 075,413	1:300,802	1830
Everest (Sabah a Sarawak)	6 377 298,556	6 356 097,550	1:300,802	

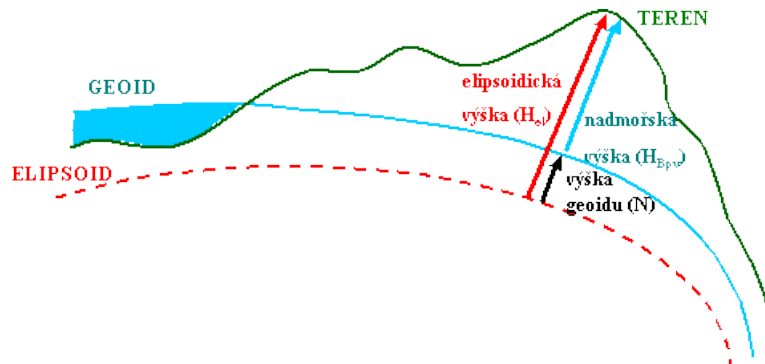
Autor	Velká poloosa (a) v m	Malá poloosa (b) v m	Zploštění (e)	Rok výpočtu nebo uznání
Everest (Indie)	6 377 301,243	6 356 100,228	1:300,802	1956
Everest (Malajsie)	6 377 295,664	6 356 094,668	1:300,802	1969
Everest (Malajsie a Singapur)	6 377 304,063	6 356 103,039	1:300,802	
Everest (Pákistán)	6 377 309,613	6 356 108,571	1:300,802	
Fischer (modifikovaný)	6 378 155,000	6 356 773,320	1:298,300	1960
GRS80 (Geodetic Reference System 1980),	6 378 137,000	6 356 752,314	1:298,257	1980
Harkness	6 377 972		1:300,2	1891
Hayford (J. F.)	6 378 388,000	6 356 911,946	1:297,00	1909 (od roku 1924 mezináro dní)
Hayford (J. F.)	6 378 283	6 356 868	1:297,8	1906
Helmert				1884, 1887
Helmert	6 378 200,000	6 356 818,170	1:298,300	1900, 1906
Hough	6 378 270,000	6 356 794,343	1:297,000	1960
IAG ¹⁰ 1967	6 378 160,000	6 356 774,516	1:298,247	1967
Indonéský	6 378 160,000	6 356 774,504	1:298,247	1974
IUGG ¹¹ 1975	6 378 137,000	6 356 752,314	1:298,257	1975
Jihoamerický	6 378 160,000	6 356 774,719	1:298,250	1969
Lambdon				1809
Zachův (katastrální)	6 376 045	6 355 477,113	1:310	
Krasovskij (F. N.)	6 378 245,000	6 356 863,019	1:298,300	1940
Walbeck (H. J.)	6 376 896	6 355 833	1:302,8	1819 (1822)
WGS 60	6 378 165		1:298,3	1960
WGS 66	6 378 145		1:298,25	1967
WGS 72	6 378 135,000	6 356 750,520	1:298,26	1972
WGS 84 (World Geodetic Systém)	6 378 137,000	6 356 752,314	1:298,257	1984
Struve				1860
Žyliński	6 377 096		1:302,5	

¹⁰ Mezinárodní geodetická asociace

¹¹ Mezinárodní geodetická a geofyzikální unie

V 19. století byl zaveden název geoid - tj. těleso nejpřesněji vystihující tvar Země. Geoid je těleso omezené střední hladinou světového oceánu probíhající myšleně i pod kontinenty, neboli plocha konstantního tíhového potenciálu, procházející střední hladinou moří, promítnutou i pod kontinenty. Pro potřeby kartografie se tento matematický nedefinovatelný tvar nahrazuje zploštělým rotačním elipsoidem označovaným pojmem referenční elipsoid - tj. elipsoid, na který se vztahují výpočty nebo kvazigeoidem, což je plocha blízká ploše geoidu, na niž jsou vztaženy tzv. normální výšky.

Sféroid je rotační těleso, omezené plochou stejného potenciálu tíže s hydrostaticky rovnoměrně uspořádanou hmotou; je blízký nebo se i ztotožňuje s rotačním elipsoidem se stejnými poloosami.



Obr. 5-2 Vztah elipsoidické a nadmořské výšky ($H_{Bpv} = H_e - N$)

5.3 Určování polohy

Jako referenční souřadnicové systémy označujeme prostorové souřadnicové systémy, které se vztahují k reálnému světu (Zemi, Vesmíru) prostřednictvím referenčních parametrů (nejčastěji) elipsoidů a geoidů. Lze je dělit na:

- globální (světové),
- evropské a
- lokální.

Poloha bodů převedených z referenční plochy do roviny se určuje pravoúhlými souřadnicemi X a Y od počátku O , zvoleného v některém skutečném trigonometrickém bodě základní sítě nebo v bodě myšleném. Pravoúhlé souřadnicové systémy se od sebe liší hlavně počátky a volbou směru kladných větví jejich os.

K přesné lokalizaci polohy bodu se používají i různé vztažné sítě, jako např. GEOREF, nebo tzv. hlásná síť UTM.

5.3.1 Souřadnice na sférické ploše

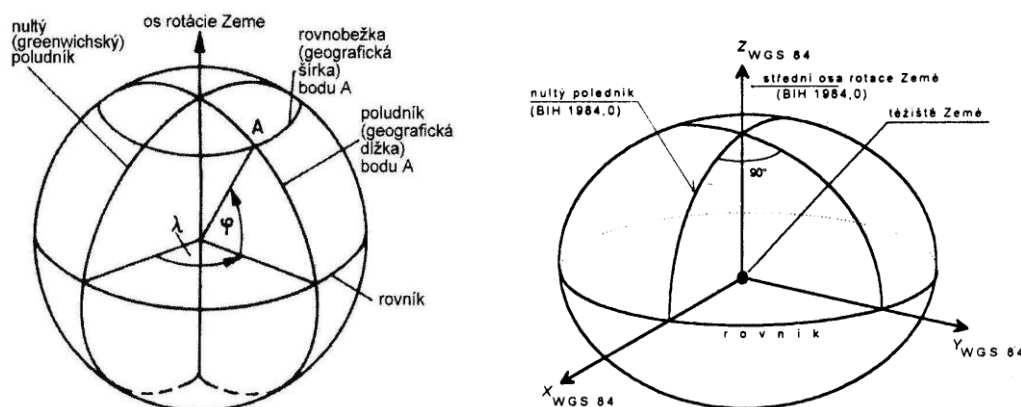
Geografické (zeměpisné) souřadnice představují určení polohy bodu na ploše elipsoidu pomocí zeměpisné šířky φ (U, B) a zeměpisné délky λ (V, L).

Geografická (zeměpisná) šířka je úhlová vzdálenost libovolného bodu na zeměkouli od plochy rovníkové kružnice. Na elipsoidu ji označujeme φ (úhel mezi normálou k ploše elipsoidu a rovinou rovníku), na kouli U . Rozlišuje se severní ($0 - 90^\circ$) a jižní zeměpisná šířka ($0 - 90^\circ$). Na severní polokouli je její

hodnota kladná (rovník a severní polokoule) a záporná (jižní polokoule). Čáry (geometrické místo bodů) se stejnou šířkou jsou rovnoběžky. Některé z nich mají vlastní názvy, a to:

- rovník (rovnoběžka s nulovou zeměpisnou šířkou),
- obratník Raka ($23^{\circ}27'$ severní šířky) a obratník Kozoroha ($23^{\circ}27'$ jižní šířky),
- severní polární kruh ($66^{\circ}33'$ severní šířky) a jižní polární kruh ($66^{\circ}33'$ jižní šířky),
- severní pól (90° severní šířky) a jižní pól (90° jižní šířky).

Geografická (zeměpisná) délka je úhlová vzdálenost libovolného bodu na zemské kouli od konvenčně zvoleného nultého poledníku. Na elipsoidu ji značíme λ , na kouli V . Rozlišuje se východní ($0 - 180^{\circ}$) a západní ($0 - 180^{\circ}$) zeměpisná délka. Směrem na východ (včetně nultého poledníku) jsou její hodnoty kladné, na západ záporné. Čáry (geometrické místo bodů) se stejnou zeměpisnou délkou jsou poledníky (meridiány).



Obr. 5-3 Geografické souřadnice (vlevo) a geocentrický souřadnicový systém na elipsoidu WGS 84 (vpravo)

Ravnoběžka, resp. poledník, na níž se nacházíme, se označuje jako místní rovnoběžka, resp. místní poledník. Poledníky a rovnoběžky jsou základními částmi geografické (zeměpisné) sítě. V realitě jsou na sebe kolmé, ale v různých kartografických zobrazeních se zobrazují zkresleně. Za první autory zeměpisné sítě jsou pokládáni Dikaearchos (diafragma) a Eratosthénés (sfragidy). Pravidelná zeměpisná síť byla zavedena až ve středověku.

Zeměpisná síť tvoří nezbytný základ pro určení sférických geografických či geocentrických souřadnic, jež jednoznačně určují polohu libovolného bodu na zemském povrchu, který je v prvním případě považován za povrch koule a v druhém za povrch elipsoidu. Počátek tohoto sférického souřadnicového systému leží na průsečíku nultého (základního, počátečního, hlavního) poledníku s rovníkem.

Mercator vedl nultý poledník ostrovem Corvo ze skupiny Azorů, protože se tam úchylka magnetické střelky rovnala nule. Na mys Orchilla na nejzápadnějším ostrově Ferro, dnes Hierro, na Kanárských ostrovech, se klade nultý poledník od roku 1634 do roku 1884. Do roku 1634, pomineme-li např. alexandrijský poledník aj. historické pokusy, se používal jako nultý poledník

azorský, neboli kapverdský (holandští a angličtí kartografové), pařížský, norimberský, boloňský, berlínský, vídeňský, budapešťský, petrohradský, bratislavský (prešpurský) aj.¹² Od roku 1833 platí pro Evropu a od roku 1884 pro celý svět jako nultý greenwickský poledník.

Geocentrické souřadnice X, Y, Z tvoří prostorový souřadný systém s počátkem ve středu elipsoidu. Osa X je vložena do průsečíku rovníku a roviny základního (nultého) poledníku, osa Z spojuje střed elipsoidu a severní pól a osa Y leží v rovině rovníku otočena o 90° proti směru hodinových ručiček od osy X (geodetická orientace os).

Geocentrická šířka je úhel, který svírá spojnice bodu na referenčním elipsoidu se středem elipsoidu a rovinou rovníku.

Tabulka 5-2 Vzájemný vztah zeměpisné délky nultého poledníku Greenwich a zeměpisné délky vybraných národních nultých poledníků

Název poledníku	Odstup od Greenwiche
Ferro (odstup podle různých autorů)	-17°39'45,02''
	-17°39'46''
	-17°39'59,7''
Paris	+2°20'13,95''
Amsterdam	+4°53'00,9''
Madrid	-3°41'14,55''
Lisabon (San Jorge)	-9°07'54,81''
Roma (Monte Mario)	+12°27'06,84''
Pulkovo	+30°19'38,55''
	+ 30°19'38,8''
	+30°19'28,318'' (S-42)

Nejvýznamnějšími geodetickými čarami jsou ortodroma a loxodroma. **Ortodroma** je průsečík roviny protínající zemskou osu ve středu Země pod libovolným úhlem. Protíná-li zemskou osu pod úhlem 90°, pak je ortodroma rovníkem a pod úhlem 0°, pak je poledníkem. Reprezentuje nejkratší spojnicí libovolných dvou bodů na povrchu Země po části hlavní kružnice. Při navigaci vyžaduje pohyb po ortodromě neustále měnit azimut směru pohybu. Výpočet ortodromy lze nalézt např. na adrese <http://www.zemepis.com/pocty.php>.

Loxodroma je speciální křivkou na referenční ploše, která protíná všechny poledníky pod stále stejným úhlem (azimutem). Výpočet loxodromy je možný např. s pomocí programu WinKart (<http://www.winkart.cz/download.htm>, <http://web.natur.cuni.cz/~bayertom/software.html>).

5.3.1.1 Souřadnicový systém WGS 84

Souřadnicový systém WGS 84 se celkem běžně označuje jako vojenský souřadnicový systém, protože je programově používán státy NATO.

¹² Počáteční poledník prochází ostrovem Chiuma v „*Atlase Imperii Russici*“ (I.K.Kirilov - 1734). Číslování zeměpisných délek začíná nultým poledníkem Sao Thiago (Kapverdské ostrovy) v roce 1709 v díle J.K.Müllera „*Augustissimo Romanor*“. Východiskem Mikoviniho mapovacích prací byl Bratislavský hrad, jehož poledník, procházející severovýchodní věží, zvolil za základní v roce 1735 aj.

Referenční plochou je elipsoid WGS 84 (World Geodetic System). Systém má počátek v hmotném středu Země (s přesností cca 2 m). Jedná se o geocentrický systém. Osa Z je totožná s osou rotace Země (v roce 1984). Osy X a Y leží v rovině rovníku. Počátek a orientace jeho os X, Y, Z jsou realizovány pomocí 12 pozemských stanic se známými přesnými souřadnicemi, které nepřetržitě monitorují dráhy družic systému GPS-NAVSTAR.

Prostorové geodetické geocentrické systémy se začaly zavádět v roce 1960. WGS 60 (1960) představoval výsledek snahy Ministerstva obrany USA o spojení klasických trigonometrických sítí do jednoho globálního systému. K rekonstrukci tohoto systému, ke které došlo v roce 1967, bylo použito optických a radiových pozorování umělých družic Země (WGS 66). V letech 1972 - 1987 byl v praxi využíván WGS 72. Od roku 1987 je postupně zaváděn a zpřesňován WGS 84. Souřadnicový systém WGS-84 je definován souborem pozemních stanic systému GPS-Navstar (Global Positioning System - Navigation System using Time and Ranging). Zpřesnění WGS 84 (G873¹³) bylo dnem 1.7.2004 neoficiálně, od 1.1.2006 plnohodnotně, zaveden do Geografické služby Armády ČR, stejně jako kvazigeoid WGS 84 (G876) pro převod elipsoidických výšek na nadmořské. WGS 84, geodetický, geocentrický a globální prostorový souřadnicový systém, má charakter konvenčního terestrického referenčního systému. Jeho počátek je umístěn v těžišti Země (s uvážením hmoty oceánu a atmosféry). Osa Z prochází IERS (International Earth Rotation Service, tj. Mezinárodní služba rotace Země) referenčním pólem (IRP) a je rovnoběžná se směrem konvenčního terestrického pólu v epoše 1984,0 s nejistotou 0,005". Osa X leží v rovině nultého poledníku (IRM), který je rovnoběžný s poledníkem BIH (Bureau International d'Heures) v epoše 1984,0 s nejistotou 0,005". Prochází počátkem zeměpisných souřadnic φ , λ a je kolmá na osu Z (je tedy průsečnicí roviny základního poledníku a roviny rovníku). Osa Y doplňuje prostorovou soustavu na pravotočivý geocentrický souřadnicový systém, rotující se Zemí. WGS 84 je pevně spjat s tělesem Země prostřednictvím souřadnic stálých družicových stanic pozorovacího systému GPS a je vztažen k referenčnímu zemskému elipsoidu WGS 84.

Pro řešení geodynamických úloh definovala IERS terestrický referenční systém ITRS (International Terrestrial Reference System), který je realizovaný souborem souřadnic stanic tvořících terestrický souřadnicový rámec ITRF (International Terrestrial Reference Frame) budovaný na základě laserového měření vzdáleností ke geodynamické družici LAGEOS, využitím metod dlouhodobé interferometrie a laserové lokace Měsíce. Globální souřadnicový terestrický rámec ITRF Mezinárodní služby rotace Země geocentrického systému ITRS je k systému WGS 84(G873) připojen. Kompatibilita mezi původní verzí WGS 84 a WGS 84 (G873), jakož i mezi WGS 84(G873) a různými aktualizacemi ITRF (ITRF 92, ITRF 94 a ITRF 96/97) se pohybuje na centimetrové úrovni. Totéž platí i pro vztah mezi posledním zpřesněním WGS 84 (G1150) a ITRS 2002.

V rámci NATO je standardně využíván globální model geoidu s úplným označením NATO WW15MGH.GRD (WGS 84 EGM96 15 Minute Geoid

¹³ Číslo 873 v závorce znamená počet týdnů od zahájení funkce systému GPS.

Height File), který je oficiálně k dispozici pro průsečíky v zeměpisné síti $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ a je součástí většiny současných softwarů pro zpracování měření GPS.

ETRS (European Terrestrial Reference System) tvoří jednotný souřadnicový systém, jehož realizace započala nástupem technologie GPS a je úspěšně celoevropsky budován. Koordinaci prací provádí EUREF (European Reference Frame). ETRS je definován systémem konstant a referenčním rámcem ETRF (European Terrestrial Reference Frame), který je realizován souřadnicemi stabilizovaných bodů na zemském povrchu. Systém využívá jak zeměpisné souřadnice $(\varphi, \lambda, H_{el})_{ETRS}$, tak pravoúhlé souřadnice $(X, Y, Z)_{ETRS}$. Je založen na elipsoidu GRS80 (Geodetic Reference System 1980), který je svými parametry velice blízký elipsoidu WGS84.

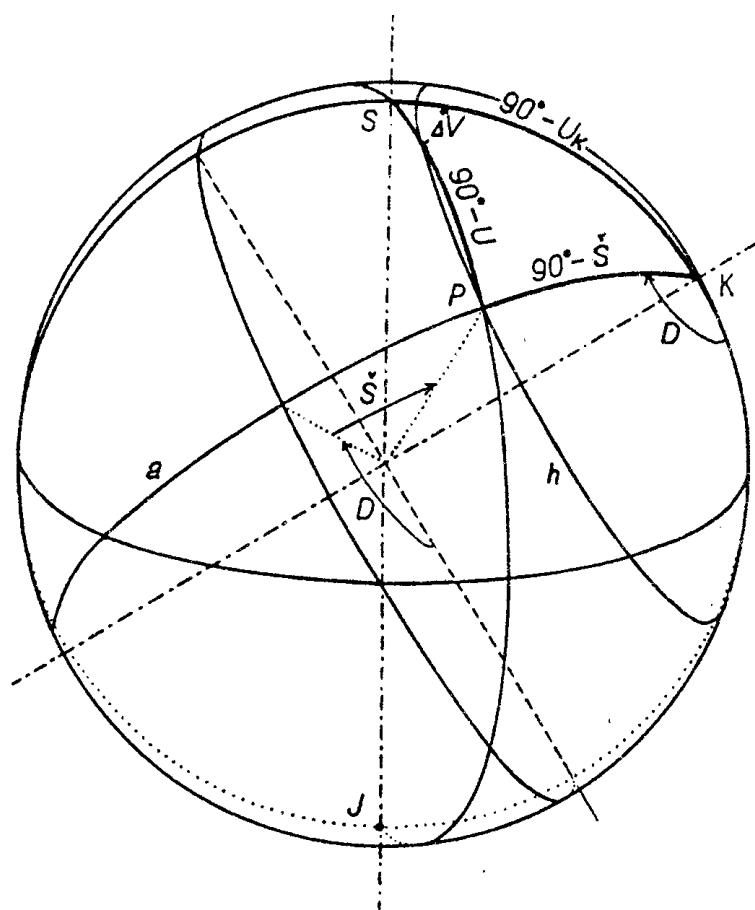
Souřadnicový systém WGS 84 se většinou používá ve spojení se zobrazením UTM, neboli příčným konformním válcovým (Mercatorovým) zobrazením poledníkových pásů o šíři 6° , přičemž každý z nich má vlastní souřadnicovou soustavu. Osa N (X) je vložena do obrazu osového poledníku. Osa E (Y) je vložena do obrazu rovníku. Střední poledník šestistupňového pásu má zkreslení 0,9996 (-40 cm/km). Mezi dvěma nezkraslenými poledníky (180 km od okrajů poledníkového pásu) se délky zkracují, vně se prodlužují. Na okrajích poledníkového pásu má zkreslení hodnotu + 17 cm/km.

Pro odstranění záporných znamének se k souřadnici E (Y) přičítá hodnota 500 km a obdobným způsobem se vyhneme záporným znaménkům i na jižní polokouli, kde k souřadnicím N (X) přičítáme 10 000 km. Takové určení polohy bodu musí být doplněno informací, ve kterém šestistupňovém pásu se bod nachází. Ze souřadnice musí být jednoznačně zřejmé, že je upravená. Zobrazení UTM pokrývá povrch Země mezi 80° jižní šířky a 84° severní šířky. Pro polární oblasti se se souřadnicovým systémem WGS 84 používá polární stereografická projekce (UPS) s počátkem v obrazu severního či jižního pólu.

5.3.2 Kartografické souřadnice

Kartografické souřadnice jsou obvykle definovány tehdy, když není osa zobrazovací plochy totožná s osou Země. Důvodem je co nejlepší přimknutí zobrazovací plochy k referenční ploše v dané oblasti. Souřadnice označujeme jako kartografická šířka S a kartografická délka D .

Kartografické souřadnice jsou definovány stejně jako zeměpisné souřadnice, ale jsou vztaheny ke kartografickému pólu K, jehož polohu vhodně volíme především s ohledem na kartografické zobrazení. Sférické souřadnice kartografického pólu označujeme obvykle v zeměpisných souřadnicích U_K, V_K (na kouli). Převod zeměpisných souřadnic na souřadnice kartografické se řeší na pomoci vět sférické trigonometrie (řešením sférického trojúhelníku).



Obr. 5-4 Kartografické souřadnice

5.3.3 Rovinné souřadnice

Rovinné (kartézské) souřadnice představuje určení polohy v rovině pomocí dvojice rovinných souřadnic X , Y v pravoúhlém (ortogonálním) souřadném systému. Počátek souřadnic a natočení souřadných os může mít v rovině při kartografických aplikacích různé podoby. Je nutno pečlivě rozlišovat zda zadaný systém má „matematickou“ orientaci os, tj. kladná osa X se s kladnou osou Y ztotožní pootočením o 90° proti směru pohybu hodinových ručiček, resp. jinou, např. „geodetickou“ orientaci os souřadnicových systémů JTSK č. Sv. Štěpán, kde se jedná o ztotožnění po směru hodinových ručiček. V řadě aplikací (např. zobrazení UTM) se používá symbolika E (ve smyslu Y), N (ve smyslu X), tj. rovinná souřadnice narůstající k východu (East) a k severu (North).

5.3.3.1 Systémy Stabilního katastru

V první polovině 19. století bylo na našem území mapováno v měřítku 1:2 880 na základě vybudované trigonometrické sítě (katastrální triangulace 1821 – 1864). Bylo použito Zachova elipsoidu a transverzálního válcového zobrazení Cassini-Soldnerova, tzn., že osa válce leží v rovině rovníku a válec se dotýká základního poledníku. Poloha základního poledníku se určila astronomicky. Na zvoleném trigonometrickém bodě, který byl určen jako počátek souřadnicové soustavy, se změřily astronomicky zeměpisné souřadnice a azimut alespoň

jedné trigonometrické strany. Obraz určeného poledníku se zvolil za osu X, jejíž kladná osa směřovala k jihu. Hlavní kružnice procházející počátečním bodem soustavy kolmo k ose X byla zvolena za osu Y, jejíž kladná osa směřuje na západ. Poloha každého bodu byla určena sférickými souřadnicemi.

Při přechodu z koule do roviny se však zobrazil nezkráceně jen základní poledník. U ostatních poledníků, které se zobrazovaly jako rovnoběžky se základním poledníkem, se zanedbávala jejich sbíhavost. To samé platí i o souřadnicích Y, které se zobrazovaly jako kolmice k ose X. To mělo vliv na zkrácení délkové, úhlové i plošné. Poněvadž se zkrácení zvětšují se vzdáleností bodů od počátku, zvolilo se pro území bývalého Rakouska celkem 7 souřadnicových soustav a další 3 pro země uherské. Tím se zabránilo neúměrnému zkrácení.

Jedna ze souřadnicových soustav Stabilního katastru má počátek v trigonometrickém bodě Gusterberg v Horních Rakousích ($\varphi = 48^{\circ}02'18,47''$, $\lambda = 31^{\circ}48'15,05''$ východně od Ferra). Pro území dnešního Česka byl tento, tzv. gusterberský systém použit pro území Čech. Pro území Vitorazska, Moravy a Slezska byla zvolena za základní trigonometrický bod věž katedrály sv. Štěpána ve Vídni ($\varphi = 48^{\circ}12'31,54''$, $\lambda = 34^{\circ}02'27,32''$ východně od Ferra) pro tzv. svatoštěpánský systém (systém sv. Štěpána). Pro oblast Horních Uher (Slovensko) a Dolních Uher (Maďarsko) byl definován souřadnicový systém se základním trigonometrickým bodem Gellérthegey.



Obr. 5-5 Trigonometrický bod sv. Štěpán (vlevo) a Gellérthegey (vpravo)

5.3.3.2 Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

Souřadnicový systém jednotné trigonometrické sítě katastrální (SS-JTSK) je definován Besselovým elipsoidem s referenčním bodem Hermannskogel, Křovákovým zobrazením (konformní kuželové zobrazení v obecné poloze), převzatými prvky sítě vojenské triangulace (orientací, rozměrem i polohou na elipsoidu) a Jednotnou trigonometrickou sítí katastrální. Navrhl a propracoval jej Ing. Josef Křovák roku 1922.

Zobrazení se často označuje jako dvojité, čímž je míněna ta skutečnost, že se trigonometrické body nejprve konformně zobrazí z Besselova elipsoidu na tzv. Gaussovu kouli a následně se referenční koule konformně zobrazí na kužel v

obecné poloze. Obecná poloha kužele byla zvolena z důvodu protáhlé polohy zobrazovaného území ve směru severozápad – jihovýchod. Tím se rovnoběžkový pás, ve kterém ležela ČSR, zúžil z 370 km na pouhých 280 km a maximální délkové zkreslení se na okrajích pásu zmenšilo z + 42 cm/km na + 24 cm/km. Zvolenou základní kartografickou (dotyková rovnoběžka kuželové plochy v obecné poloze) rovnoběžkou je rovnoběžka $78^{\circ}30'$ (základní geografická rovnoběžka má hodnotu $49^{\circ}30'$).

Koule se však nejprve zmenšila o 0,0001R. Tím jsme místo jedné nezkreslené kartografické rovnoběžky dostali dvě nezkreslené rovnoběžky a délkové zkreslení dosahuje hodnot pouze v rozmezí – 10 až + 14 cm/1 km.

Za počátek pravoúhlé rovinné soustavy byl zvolen obraz vrcholu kužele. Osa X je tvořena obrazem základního poledníku ($\lambda = 42^{\circ}30'$ východně od Ferra) a její kladný směr je orientován k jihu. Osa Y je kolmá k ose X a směřuje na západ. Tím se dostala celá republika do 1. kvadrantu a všechny souřadnice jsou kladné. Navíc pro libovolný bod na území bývalé ČSR platí $Y < X$.

Souřadnicový systém spojený s (Křovákovým) konformním kuželovým zobrazením v obecné poloze a s Besselovým elipsoidem nese označení Jednotná trigonometrická síť katastrální (JTSK) byl v bývalém Československu zaváděn v letech 1922 - 1938 na všech topografických a katastrálních mapách.

5.3.3.3 Systém S-JTSK/95

Systém S-JTSK/95 zavádí geocentrický souřadnicový systém, který umožňuje bezprostřední nasazení techniky GNSS. Z geocentrických souřadnic (X, Y, Z) resp. (φ , λ , H) jednoznačně definuje rovinné geodetické souřadnice odpovídajících bodů v Křovákově zobrazení (umožňuje tedy provádět klasická geodetická měření). Systém S-JTSK/95 umožňuje použití stávajících grafických podkladů vyhotovených v S-JTSK od měřítka 1 : 1 000 směrem k menším měřítkům. Je tedy vhodný pro přesné technické a katastrální měřické práce i pro řešení otázek lokalizace údajů v rámci GIS/LIS (střední hodnota rozdílu souřadnic od stávajícího S-JTSK je cca 10 cm).

Vlastnosti systému:

- existuje přesný vztah mezi ETRF-89 a S-JTSK/95,
- je přesně definované měřítko (dané transformační rovnicí mezi S-JTSK/95 a ETRF-89,
- souřadnice se od stávajícího S-JTSK lišit jen velmi málo.

Prostřednictvím 176 identických bodů byly vypočteny parametry Helmertovy prostorové transformace mezi systémy ETRS-89 a S-42/83. Touto transformací pak byly všechny trigonometrické body převedeny z S-42/83 do ETRS-89. Zbytkové odchylky na identických bodech byly rozděleny dotransformací. Systém byl označen jako S-JTSK/G. Opět pomocí již zmíněných 176 bodů byly vypočteny parametry Helmertovy prostorové transformace tentokrát mezi systémy S-JTSK/G a S-JTSK. Všechny body byly převedeny z S-JTSK/G do S-JTSK. Pro všechny body byly tedy známy dvojí souřadnice (v S-JTSK původním a novém). Rozdíly obou souřadnic byly zmenšeny kvadratickou dotransformací. Uvedená dotransformace je zahrnuto do Křovákova zobrazení

jako jeho modifikace. Systém odstraňuje chybné měřítko stávajícího S-JTSK a lokální deformace S-JTSK.

5.3.3.4 Systém S-42

Po druhé světové válce byl na topografických mapách (postupně v různých variantách) zaveden sovětský (ruský) souřadnicový Systém S-42 s referenčním bodem Pulkovo, související s (Gaussovým-Krúgerovým) konformním válcovým zobrazením v příčné poloze na Krasovského elipsoidu, časem vyčleněného pouze pro vojenské topografické mapy, zatímco civilní sféra přešla opět k S-JTSK (Základní mapy pro hospodářskou potřebu a všechny z nich odvozené tematické mapy).

Souřadnice bodů Systému S-42 jsou vyjádřené vlastním souřadnicovým systémem pro každý 6° , resp. 3° poledníkový pás (především pro území států bývalé Varšavské smlouvy). Geodetickým základem systému je astronomicko-geodetická síť (AGS), která byla mezinárodně vyrovnána a do níž byla transformovaná Jednotná trigonometrická síť katastrální.

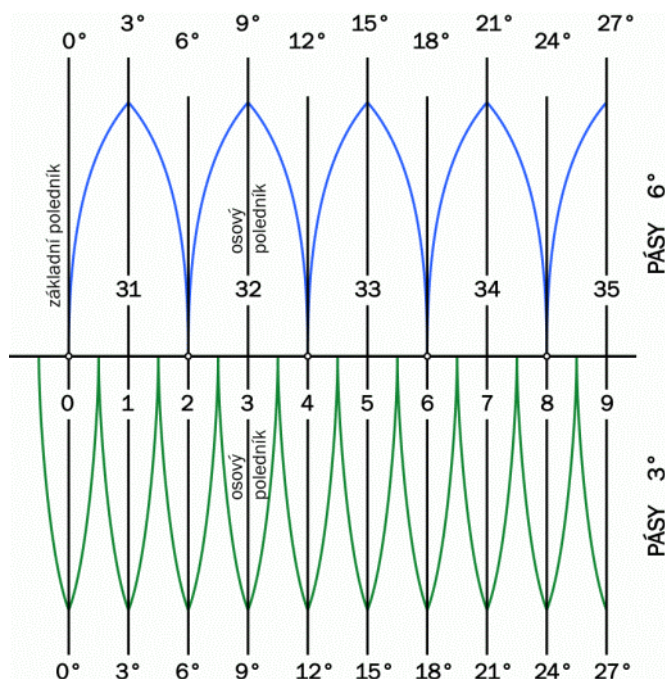
Po vyrovnání astronomicko-geodetické sítě v roce 1958 došlo k dalšímu zpřesnění a doplnění naměřených hodnot. Shromážděný materiál byl poslán na vyrovnání do Moskvy. Vyrovnání bylo provedeno roku 1983 spolu s národními sítěmi ostatních států a výsledná síť nese označení Jednotná astronomicko-geodetická síť (JAGS) a souřadnicový systém je označován S-42/83.

Krasovského elipsoid je zobrazován přímo na plášť kartografické průmětny Gaussova-Krúgerova konformního válcového zobrazení v příčné poloze. Válec se dotýká referenční plochy v základním poledníku, který je vždy volen ve středu pásu.

Ze šestistupňových pásů dnes připadnou na území Česka pásy číslo 33 a 34 (podle nomenklatury Mezinárodní mapy světa, 1:1 000 000), resp. číslo 3 a 4 („ad hoc“ regionální číslování) se základními poledníky 15° a 21° na východ od Greenwiche. Pro větší měřítko lze použít i třístupňové poledníkové pásy, čímž se docílí menších hodnot zkreslení na okrajích pásů. Ze třístupňových pásů zasahují na území bývalého Československa pásy 4 až 8 se základními poledníky 12° , 15° , 18° , 21° a 24° východní zeměpisné délky.

Obrazem základního poledníku Systému S-42 je osa X, jejíž kladná orientace směřuje k severu. Obraz rovníku představuje osu Y s kladnou orientací k východu. Souřadnice X jsou pro celé území Česka kladné. Souřadnice Y však mohou být kladné i záporné. Pro výpočty v běžné praxi se proto souřadnice Y převádějí na souřadnice kladné přičtením 500 km a předřazením jednociferného čísla (řád jednotek) poledníkového pásu.

Délkové zkreslení dosahuje maximální hodnoty na okraji pásu, a to $0,57$ m/km u šestistupňového pásu a $0,14$ m/km u třístupňového pásu. Z konformity zobrazení plyne, že úhlové zkreslení je rovno 0. Meridiánová konvergence (úhlový rozdíl mezi místním a osovým poledníkem pásu) nepřesáhne pro naši zeměpisnou šířku na okraji pásu hodnotu 3° .



Obr. 5-6 Dvojúhelníkové pásy S-42

5.3.4 Geografický identifikátor

Jiný způsob určení polohy než souřadnicemi (geografickými, pravouhlými, polárními) je, zejména v GIS, užití geografických identifikátorů (adresa, poloha vůči vrcholům (např. 300 m jihovýchodně od kóty 323,25 m n.m.) aj. Nejsou mnohdy příliš přesné, ale s ohledem na lokalizovaný objekt, nebo požadovanou přesnost určení plně vyhovují.

5.3.5 Základní kostra pro polohopisné mapování

Pro zaručení spolehlivosti v určování vzájemné vodorovné vzdálenosti bodů je třeba vybudovat pro polohopis geodetické základy, které tvoří základní trigonometrická síť. Její tvar je závislý na morfologii terénu. Správné rozměry základní trigonometrické sítě zaručuje a kontroluje několik přímo měřených geodetických základů. Z nich se z přesně měřených úhlů výpočtem určí délky odvozených základů buď přímo, nebo přes pomocné základny. Na odvozené základny se napojují trojúhelníkové řetězce ve směru poledníků a rovnoběžek tak, že kontrolní geodetické základny se volí v průsecích řetězců. Prázdná pole mezi řetězci se postupně vyplní dalšími trojúhelníky, napojenými na určené délky stran a na body řetězců tzv. vyplňovacích sítí. Zemský povrch je pokryt řadou vzájemně se prolínajících a souvisejících trigonometrických sítí různých řádů, vytvářených pro mapovací a geodeticko-astronomické práce různých účelů a měřítek. Správné umístění sítě na referenčním elipsoidu a její přesné usměrnění (orientaci) zaručuje astronomické určení zeměpisných souřadnic ψ a λ a azimutu A trigonometrických stran na základním (referenčním) bodě. Astronomicko-geodetická měření (ψ , λ , A) se v Česku pro kontrolu a zpřesnění bodů rozšiřuje na všechny základny i na další body základní trigonometrické sítě. Vznikají tzv. Laplaceovy body, tj. trigonometrické body, na nichž byly geodetickými metodami s maximálně možnou přesností zjištěny tři veličiny -

geografická (elipsoidická) šířka, geografická délka a azimut, a astronomickými metodami alespoň dvě veličiny, např. geografická délka a azimut.

Body polohopisné kostry je třeba promítnout do zvolené průmětny, např. na plochu referenčního elipsoidu. Děje se tak pomocí svislých paprsků, kolmých k referenční ploše, která se může považovat v okolí promítaných bodů vzhledem k promítacím paprskům v určitém rozsahu za vodorovnou. Průměty čar a obrazců se pak označují jako vodorovné (horizontální) průměty. Soubor vodorovných průmětů bodů, čar a obrazců se nazývá vodorovný (horizontální) průmět povrchu krajiny.

Z oblé plochy se polohopisná kostra jako základ všech map převádí na kartografickou průmětnu (na rovinu mapy) vhodným matematickým způsobem buď přímo, nebo přes plochy rozvinutelné do roviny (plocha kužel, válcová plocha). Podle zvolené matematické metody, zobrazovací plochy, tj., kartografické průmětny, na níž se převádí obraz z referenční plochy, a její polohy vůči zemské ose a zemskému povrchu rozlišujeme širokou škálu kartografických zobrazení, resp. projekcí (tj. jednoduchých kartografických zobrazení), které se od sebe liší mj. zkreslením úhlů, ploch a délek.

5.4 Kartografické zobrazení (projekce)

Kartografické zobrazení (projekce) je matematická relace udávající vztah mezi geografickými souřadnicemi φ , λ na elipsoidu, resp. U , V na kouli se zpravidla podstatně jednoduššími zobrazovacími rovnicemi a rovinou zobrazení (X, Y) . Zobrazovací rovnice, mající obecný tvar $X = f(\varphi, \lambda)$ a $Y = g(\varphi, \lambda)$, se vyvozují z požadavků kladených na vlastnosti zobrazení (např. konformita, ekvivalence ploch, ekvidistance křivek v určitém směru aj.). K zobrazovacím rovnicím existují i jejich inverzní tvary, umožňující zpětný výpočet φ , λ , při znalosti X , Y v rovině.

Kartografické zobrazení představuje v užším smyslu vzájemné přiřazení souřadnic bodů dvou různých (referenčních) ploch (např. povrchu elipsoidu a roviny) na základě předem definovaných matematických podmínek, daných tzv. zobrazovacími rovnicemi. Mezi kartografická zobrazení se však řadí i projekce, tj. vzájemné přiřazení poloh bodů na různých plochách na základě předem dané geometrické podmínky, např. geometrickým promítáním (stereografická projekce aj.). Geometrickým základem panoramatických map je např. axonometrie nebo perspektiva.

Při použití zobrazovacích rovnic vzniknou určité deformace, tj. zkreslení geometrických prvků (délek, úhlů, ploch), z nichž některé lze, ovšem na úkor ostatních, eliminovat.

Kartografická zobrazení se dělí:

1. podle vzhledu zobrazovací plochy na:

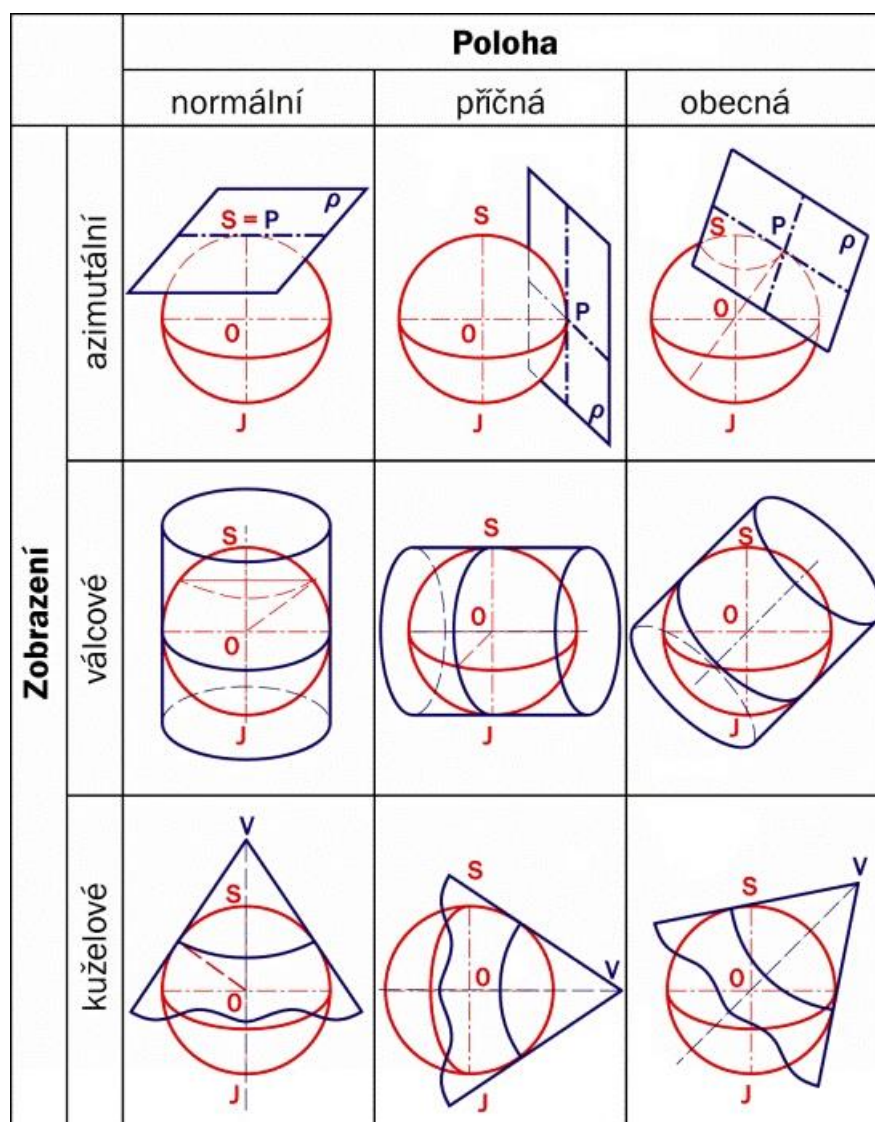
- zobrazení na kulové ploše,
- zobrazení jednoduchá čili pravá, tj. provedená přímo na rovinu nebo plochu přímo rozvinutelnou do roviny,
- zobrazení nepravá azimutální (válcová, kuželová), neboli

pseudoazimutální (pseudokónická, pseudocylindrická),

- zobrazení mnohostěnná (polyedrická), mnohokuželová (polykónická),
- zobrazení obecná,

2. podle druhu zobrazovací plochy na:

- zobrazení azimutální,
- zobrazení kuželová,
- zobrazení válcová,



Obr. 5-7 Kartografická zobrazení podle polohy (konstrukční osy) zobrazovací plochy

3. podle polohy konstrukční osy zobrazovací plochy (tečné, sečné) na:

- zobrazení normální (pólová),
- zobrazení příčná (transversální, rovníková),

- zobrazení šikmá (obecná),

4. podle zkreslení na:

- zobrazení ekvidistantní (stejnodélková, délkojevná),
- zobrazení ekvivalentní (stejnoplochá, plochojevná),
- zobrazení konformní (stejnouhlopá, úhlojevná),
- zobrazení vyrovnávací (kompenzační).

5.4.1 Volba kartografických zobrazení

Při tvorbě nové mapy je třeba pečlivě volit kartografické zobrazení. V úvahu bereme zejména charakteristiku zobrazovaného území, tj. jeho polohu na Zemi, velikost i tvar a dále požadavky kladené na vytvářenou mapu.

Teoreticky platí, že pro území rozložené podél rovnoběžky a neležící na rovníku je vhodné kuželové zobrazení, pro území rozložené podél rovníku pak normální válcové zobrazení. Pro území s převládajícím směrem sever - jih je vhodné transversální válcové zobrazení, pro území kruhového či čtvercového tvaru azimutální zobrazení. Leží-li území na pólech, pak půjde o azimutální zobrazení normální, leží-li v oblasti rovníku pak o zobrazení transversální, resp. obecné. Jedná-li se o území protažené v obecném směru, použije se obecná poloha válce, výjimečně pak kužele. Se zvětšováním rozlohy zobrazovaného území narůstá zkreslení. Pro malé plochy (do 5-6 mil. km²) jsou proto vhodná zobrazení se zkreslením nepřevyšujícím 0,5 %, pro středně velká území (35 – 40 mil. km²) 2-3 % a pro velká území zobrazení se zkreslením nepřevyšujícím 3 %. Nejmenší délkové zkreslení se dosáhne tehdy, když ekvideformáty kopírují tvar zobrazovaného území.

Mapy určené pro výuku většinou preferují ekvivalentní zobrazení, mapy pro navigační účely, ale i např. klimatické mapy, musí být konstruovány v konformním zobrazení, požadavek zachování nezkreslených délek v určitém směru vyžaduje volbu ekvidistantního zobrazení (např. pro všeobecně geografické mapy středních měřítek) a současné zachování přijatelného délkového, plošného a úhlového zkreslení dovoluje využít vyrovnávací zobrazení (např. pro přehledové mapy). Zobrazení pro velkoformátové mapy (např. školní nástěnné mapy) či tematické mapy vyžadují zobrazovat bez zkreslení, nebo jen s minimálním zkreslením, dominantní prvky jejich obsahu (např. u automap délky a průběh silniční sítě).

Velmi častým požadavkem uživatelů map je, aby objekty a jevy na mapě nepodléhaly jakémukoliv zkreslení. Takový požadavek nemůže být běžně akceptován (s výjimkou ortogonálních plánů či map malých územních rozměrů a velkých měřítek), a proto musí být přistupováno ke kompromisu, který odráží výše uvedené charakteristiky území či mapového díla. U mapových souborů bývá zvykem používat na hlavních mapách jedno základní kartografické zobrazení (pokud to plocha zobrazeného území dovolí), u doplňkových map se používají zobrazení, která se svým zkreslením odlišují od použitého základního kartografického zobrazení jen minimálně.

5.4.2 Transformace

V geodézii, kartografii, mapování, GIS se běžně setkáváme s celou řadou souřadnicových systémů, referenčních elipsoidů a kartografických zobrazení. (při zpracování souřadnicových údajů z jiného státního území, při použití dat z digitizéru, GNSS aj.), mezi nimiž musíme nalézt vhodné převodní vztahy.

Přeměnu geometrie mapy v důsledku převodu jejího obrazu (nebo jen jejího matematického základu) z jednoho kartografického zobrazení do druhého označujeme jako transformaci. Může být realizována grafickými metodami, v současné době však jednoznačně převládají výpočetní metody, jež jsou integrovány v počítačových programech.

5.4.2.1 Transformace v rovině

Transformace v rovině se používá v případě, kdy máme k dispozici soubor souřadnic jednoho souřadnicového systému získaných z relativně malého zájmového území (např. digitalizací jednoho mapového listu, zaměřením území jedné obce aj.), který je třeba převést do jiného souřadnicového systému.

Vstupní (získané, naměřené) souřadnice označme indexem „in“, výstupní (požadované, přepočítané) souřadnice indexem „out“. Formální zápis transformace může mít tvar:

$$[X_{in}, Y_{in}] \rightarrow [X_{out}, Y_{out}].$$

Helmertova rovinná lineární konformní transformace je vhodná pro rovinné systémy typu X, Y , jejichž počátky jsou vzájemně posunuty o hodnoty $\Delta x, \Delta y$, souřadnicové osy jsou vůči sobě stočeny o úhel β a ve směrech obou souřadnicových os platí měřítkový faktor m . Transformační rovnice mají tvar:

$$X_{out} = m (X_{in} \cos \beta - Y_{in} \sin \beta) + \Delta x$$

$$Y_{out} = m (X_{in} \sin \beta + Y_{in} \cos \beta) + \Delta y$$

Pro výpočet neznámých veličin $\Delta x, \Delta y, m, \sin \beta$ a $\cos \beta$ je nutné znát ve vstupních i výstupních souřadnicových systémech soubor identických bodů, tj. bodů, u nichž známe souřadnice v obou systémech. Vstupní i výstupní souřadnicové hodnoty jsou ovlivněny různorodou a pestrou směsicí náhodných i systematických chyb (srážka mapy, přesnost měření, tj. měřických pomůcek a přístrojů, schopnost operátorů, různorodost zobrazení, rozdílnost elipsoidů aj.). Je proto vhodné určit transformační koeficienty z většího počtu identických bodů rozmístěných na okrajích a ve středu zájmového území. Helmertova transformace k tomu účelu používá metodu nejmenších čtverců (MNČ)

Další a zejména v GIS hojně používanou metodou jsou transformace afinní a kolineární a transformace polynomické, maximálně však 3. řádu. Volba vyššího stupně polynomu zpravidla nepřináší zvýšení přesnosti výpočtů, ale naopak často vede k numerické nestabilitě řešení.

Každá z těchto metod má své výhody i problematické vlastnosti.

5.4.2.2 Transformace geocentrických systémů

Podobnostní transformace geocentrických souřadnic v prostoru řeší vztah mezi dvěma elipsoidy, jejichž centra jsou od sebe v prostoru posunuta o hodnoty

ΔX , ΔY , ΔZ . Dále je třeba uvažovat náklon osy X o úhel α , osy Y o úhel β a osy Z o úhel γ a konečně i „měřítkový“ faktor q zohledňující zploštění obou elipsoidů vztahem $q=1+m$, kde m je délkové měřítko. S ohledem na počet neznámých (tři posuny centra, tři úhlové rotace, jedna změna měřítka) se toto řešení označuje jako sedmi prvková prostorová (3D) podobnostní Helmertova transformace a je daná rovnicemi:

$$X_{\text{out}} = (1+m) (X_{\text{in}} + \gamma Y_{\text{in}} - \beta Z_{\text{in}}) + \Delta x$$

$$Y_{\text{out}} = (1+m) (-\gamma X_{\text{in}} + Y_{\text{in}} + \alpha Z_{\text{in}}) + \Delta y$$

$$Z_{\text{out}} = (1+m) (\beta X_{\text{in}} - \alpha Y_{\text{in}} + Z_{\text{in}}) + \Delta z$$

V geodetické literatuře se posuny udávají v metrech, úhlové hodnoty stočení, které jsou velmi malé, se udávají v řádu vteřin (do vzorce se dosazují v radiánech), zkreslení (změna měřítka) se udává v řádu 10^{-6} .

5.4.2.3 Transformace mezi geodetickými souřadnicovými systémy

Častou úlohou je znalost vstupních souřadnic X , Y v systému S-JTSK a požadavek na jejich přepočtení do systému S-42. Oba systémy se liší jak kartografickým zobrazením, tak referenčním elipsoidem. Lze zvolit dva postupy, a to:

1. Transformaci s použitím diferencí zeměpisných souřadnic, která má následující kroky:

- převod rovinných souřadnic $[X, Y]_{\text{S-JTSK}}$ na zeměpisné souřadnice $[\varphi, \lambda]_{\text{Bessel}}$,
- přičtení diferencí (oprav) $\Delta\varphi$, $\Delta\lambda$, tj. $\varphi_{\text{Krasovský}} = \varphi_{\text{Bessel}} + \Delta\varphi$, $\lambda_{\text{Krasovský}} = \lambda_{\text{Bessel}} + \Delta\lambda$,
- převod zeměpisných souřadnic $[\varphi, \lambda]_{\text{Krasovský}}$ na rovinné souřadnice $[X, Y]_{\text{S-42}}$,
- neznámé hodnoty oprav $\Delta\varphi$, $\Delta\lambda$ se pro zájmové území zjistí ze znalosti souboru identických bodů v obou soustavách, tvořících transformační klíč, kde je vhodné aplikovat polynomickeou funkci 2. (kvadratická transformace) nebo 3. stupně (kubická transformace). Oblast transformačního klíče pokrývá celé území republiky, či zvoleného poledníkového pásu. Mimo dané oblasti je použití této metody transformace nevhodné a může vést k matematicky nepřesným výsledkům.

Tuto metodu používá software MATKART.

2. Transformaci s použitím geocentrických souřadnic

Transformace s použitím geocentrických souřadnic je obecně použitelný výpočet platný pro celý elipsoid, jehož přesnost záleží na přesnosti určení parametrů sedmi prvkové Helmertovy transformace. Výpočetní postup je poněkud složitější než v předchozím případě. Představuje následující kroky:

- převod rovinných souřadnic $[X, Y]_{\text{S-JTSK}}$ na zeměpisné souřadnice $[\varphi, \lambda]_{\text{Bessel}}$,

- převod zeměpisných souřadnic $[\varphi, \lambda]_{\text{Bessel}}$ na geocentrické souřadnice $[X, Y, Z]_{\text{Bessel}}$,
- Helmertova prostorová transformace $[X, Y, Z]_{\text{Bessel}} \rightarrow [X, Y, Z]_{\text{Krasovský}}$,
- převod geocentrických souřadnic $[X, Y, Z]_{\text{Krasovský}}$ na zeměpisné souřadnice $[\varphi, \lambda]_{\text{Krasovský}}$,
- převod zeměpisných souřadnic $[\varphi, \lambda]_{\text{Krasovský}}$ na rovinné souřadnice $[X, Y]_{\text{s-42}}$.

Kromě znalosti zobrazovacích rovnic je nutno znát především hodnoty 7 parametrů Helmertovy transformace. Ty lze získat z odborné literatury, nebo jsou publikovány na webovských stránkách. V optimálním případě jsou oficiálně poskytovány jako úřední informace státních zeměměřických služeb. V jednodušším případě se pro transformaci použijí pouze tři parametry posunu centra.

5.4.2.4 Transformační software

Vzájemný převod souřadnic z jednoho souřadnicového systému do druhého řeší řada transformačních algoritmů, zakomponovaných do různých programů.

Systém **MATKART** je komplexní výpočetní software, dlouhodobě vyvíjený B. Veverkou. Má modulární stavbu a v současné době je z uživatelského hlediska tvořen třemi základními moduly. **Modul TRANSFORMACE** řeší zejména převody mezi různými souřadnicovými systémy v rovině i na ploše elipsoidu. **Moduly ZM** (Základní mapy) a **TM** (Topografické mapy) řeší výpočty v kladech listů státních mapových děl České republiky.

MATKART byl vyvinut především pro potřeby digitální kartografie a GIS. Obsahuje proto především globální řešení, tj. taková, kde jedním matematickým vztahem, byť mnohdy značně složité konstrukce, řešíme výpočetní úkony na libovolném místě České republiky. S tím souvisí limitní přesnost výpočtů, která se pohybuje v rozmezí decimetrů až metrů, tj. nepřesáhne hodnoty, které by byly graficky významné, např. v nejpodrobnější topografické mapě měřítko 1:10 000. Jádrem systému MATKART je programová jednotka čítající několik tisíc programových instrukcí a desítky podprogramů a funkcí. Systém MATKART lze provozovat v operačním systému DOS i WINDOWS a zabudovávat do systému řízení prostorové datové báze GIS. V České republice je používán desítkami uživatelů a je na různé úrovni implementace použit v dalších programových a kartografických produktech např. ARCDATA, GEPRO, HSI, Geodézie Liberec aj.

Program **MADTRAN** (Mapping Datum Transformation) slouží pro přepočty z lokálních geodetických souřadnicových systémů do WGS84 a zpět. Byl vytvořen především pro vojenské účely. Přesnost výpočtů je zpravidla v řádech metrů, uživatelský komfort při práci s programem však není příliš vysoký. MADTRAN je napsán v jazyce PowerBasic, jeho první verze byla vytvořena v rámci americké vojenské topografické služby pod vedením DMA (Defence Mapping Agency, Fairfax, Virginia, USA) a jeho první aplikace byla použita ve vojenské operaci *Storm Desert*. V současné době lze podrobné informace o tomto programu, včetně jeho volného stažení z Internetu, nalézt na webovské stránce NIMA (National Imagery and Mapping Agency, Washington, USA).

Program MADTRAN lze volně šířit, včetně dokumentace MADTRAN User's Guide, rovněž obsažené na Internetu, obsahující podrobný návod k práci s programem.

Do MADTRANu lze vkládat pozici zájmového bodového prvku pomocí zeměpisných souřadnic (Global Position), souřadnicemi GPS nebo polohovým kódem hlásné sítě UTM. Místní souřadnicový systém (Local Datum) se vybírá z bohatého seznamu.

Lze dohledat i řadu dalších transformačních programů, které jsou navrhovány v rámci řešení různých vědeckých a pedagogických (včetně diplomových a disertačních) úkolů, jako např. program TransForm (Hanzlová, M.).

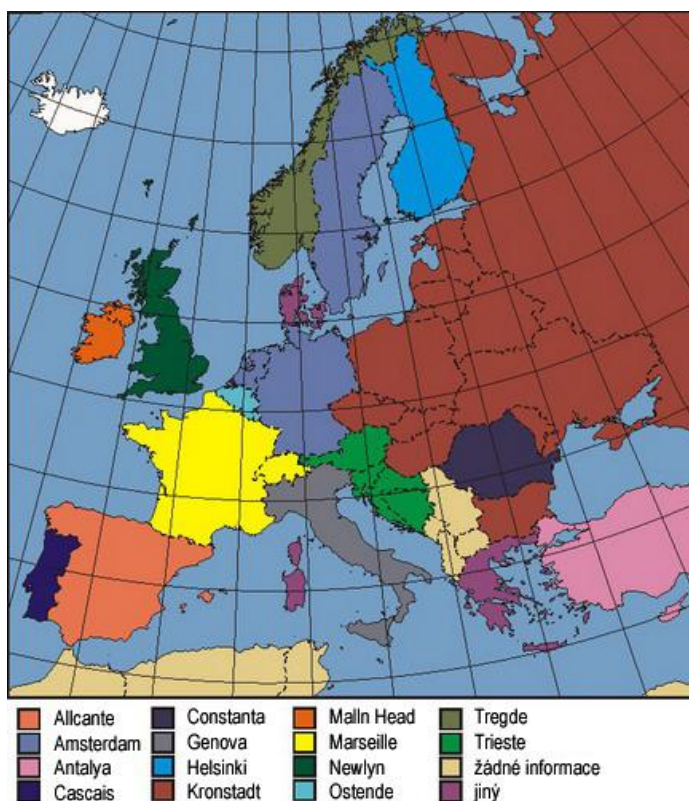
5.4.3 Výšková základní kostra

Pro znázornění tvaru zemského povrchu ve svislém směru je třeba vybudovat základní výškovou kostru, která bude východiskem pro určování svislých vzdáleností bodů od referenční plochy. Protože se referenční plocha nedá v přírodě vyjádřit nebo ustálit jako celek, vychází se z určení jejího jednoho bodu. Takový bod označíme na hladinové ploše jako nulový pro výšky a od něho postupně odvozujeme nivelaci všechny výšky dalších bodů. Ke zvolené hladinové ploše pak vztahujeme v prvním přiblížení systémy nadmořských výšek (MSL - Mean Sea Level). Nulový bod se výškově určuje jako průměr dlouholetého pozorování stavu vodní hladiny pomocí mareografu (obdobu limnigrafu), tj. registračního zařízení pro měření výšky vodní hladiny zvoleného moře (resp. jezera, řeky apod.) ve vhodné pobřežní lokalitě a udává nulovou (normální) výšku mořské hladiny. Nadmořská (absolutní) výška bodu pak je svislá vzdálenost bodu od základní (nulové) hladinové plochy. Souřadnicové systémy, v nichž se řeší navigační úlohy, jsou vztaheny ke geometrické ploše rotačního elipsoidu, a tak se výška určovaná v těchto systémech, označovaná jako HAE (Height Above Ellipsoid), od výšky MSL, vztahované k fyzikální ploše, tj. ke geoidu, liší.

Podle nulového výškového bodu se označují používané výškové systémy nebo zvolené horizonty názvem moře nebo lokality, od jehož vodočtu jsou odvozeny. Na území republiky se postupem času vyskytly horizonty (výškové systémy) jadranský, amsterodamský (Amsterdam, -0,249 m), cuxhafenský neboli labský (Cuxhaven, -4,99 až -5,04 m) a 3 různé baltské systémy.

Jadranský výškový systém byl odvozený od střední výšky Jaderské moře na molu Sartorio (Molo Sartorio) v Terstu, která byla stanovena na základě víceletých měření v roce 1786 V. Tarolfim. Přesná nivelace území Rakouska-Uherska byla na tento bod napojena v letech 1873 - 1898. Zavedení baltského výškového systému v bývalé Československé republice vyplývalo z usnesení vlády ČSR z roku 1953, kterým se nařizoval jako náhrada za dosavadní jadranský výškový systém. Již při vojenském topografickém mapování (1952/1953) v měřítku 1:25 000 byly výšky bodů Československé jednotné nivelací sítě (ČSJNS) převáděné do předběžného baltského výškového systému (tzv. „balt 68“ - B 68) odečtením konstantní hodnoty 0,68 m od výšek v jadranském systému. V roce 1955 zavedla Ústřední správa geodézie a kartografie (ÚSGK) dočasný baltský výškový systém, označovaný jako B 46. Výšky v něm vznikly odečtením konstantní hodnoty 0,46 m od výšek v jadranském systému. Rozdíl 0,46 m byl určen z jediného spojovacího bodu

měření mezi sítěmi ČSR a SSSR v roce 1954 v Čiernej (okres Trebišov). Již v roce 1957 byl realizován převod nadmořských výšek celé ČSJS do baltského výškového systému - po vyrovnání (Bpv). Výšky se v něm vztahují k nule kronšadtského vodočtu (severozápadně od Sankt-Peterburgu na ostrově Kotlin ve Finském zálivu Baltského moře). V porovnání s jadranským systémem jsou výšky v Bpv menší v průměru o 0,40 m. Jejich rozdíl je proměnlivý a pohybuje se v intervalu 0,36 - 0,44 m, což je způsobeno rozdílným uplatňováním redukci z tíže a odlišným způsobem vyrovnání jednotlivých výšek. K další inovaci výškového systému došlo po roce 1983.



Obr. 5-8 Definiční body evropských národních výškových systémů

6 Obsah kartografických děl

U každého kartografického díla hodnotíme, s ohledem na jeho určení, přehlednost, přesnost, názornost (tj. latentní schopnost vyvolat u uživatele představu ulehčující pochopení reality vyjádřené prostřednictvím mapových znaků) aj. Jeho celkové kompoziční řešení, tedy jeho estetická hodnota není zanedbatelný požadavek ani v dnešní přetechizované době. Jak již víme, ani ne v tak daleké minulosti byly právě tyto estetické požadavky při tvorbě kartografických děl nejdůležitější. Mnohé staré mapy je proto třeba hodnotit spíše jako umělecké dílo. Obsahují např. složité ozdobné kresby, tzv. **parerga**¹⁴, panoramatické pohledy na města (**veduty**) a jejich „rámy“, legendy či jiné části jsou ohraničeny velmi zdobnými **kartušemi** (cartouche, signette).

Různé výjevy, které dnes činí ze starých map skutečné skvosty, se začínají objevovat počátkem 17. století. V období baroka byla totiž mapa pojímána nejen jako užitečná pomůcka k účelům správním, vojenským nebo obchodním, ale také jako umělecké dílo vysoké estetické hodnoty. Obrazová výzdoba bývala situována zpravidla do nevyužitých okrajů a rohů map a zároveň, vzhledem k tehdejší úrovni kartografické vědy, posloužila dobře i k zaplnění a oživení ještě poměrně četných bílých míst na plochách moří i kontinentů.

Parerga mohla symbolicky vyjadřovat obsah a účel zhotovení mapy nebo charakteristické vlastnosti krajiny na ní zobrazených. V četných symbolech a alegoriích znázorňovala například bohatství dotyčné země, její význačné dominanty a scenérie, památníky aj. Výjimkou nebyly motivy heraldické, scény zachycující polní práce, činnosti v nejrůznějších průmyslových odvětvích či personifikace velkých hor a řek. Umělci s oblibou zobrazovali božstva války, obchodu nebo úrody, často válečné trofeje, motivy z oblasti zeměměřičtví (postavy zeměměřičů vybavených měřickým stolcem, kompasem, provazcem či Jakubovou holí k měření úhlů), astronomie a astrologie (dalekohledy, sextanty, astroláby, astronomické tabulky, nejrůznější astrologická znamení) nebo nejrůznější řemeslnické nástroje. Setkáváme se i s válečnými výjevy, ať už na souši nebo na moři, či se scénami s tematikou náboženskou (činnost poustevníků a misionářů, obracení pohanů na víru apod.).

V 17. a 18. století prožívala parergová výzdoba svůj největší rozkvět a v této době také vznikala celá řada umělecky cenných mapových děl. Známa jsou parerga vyobrazena na mapách pocházejících z dílen Jana Baptisty Homanna (resp. Homannových dědiců) a Matyáše Seuttera.

6.1 Mapová plocha

Potištěný list papíru (popř. jiného vhodného tiskového média), na němž je převažujícím a ústředním námětem mapa jako grafický obraz, můžeme označit jako mapový list (list mapy) a jeho lícovou stranu (avers) jako mapovou

¹⁴ Slovo „parergon“ pochází z řečtiny a lze ho přeložit jako doplněk, drobnější příspěvek nebo dodatek, V přeneseném významu jde o výzdobu v rozích map.

plochu. Rubová strana (revers) bývá buď nepotištěná, nebo obsahuje doplňující informace k území zobrazenému na lícové straně (např. rejstřík ulic u orientačních plánů měst) či obecné údaje s libovolným tématem, včetně různých propagačních témat.

Rozměry celé vytištěné mapy (mapové plochy) po oříznutí udávají formát mapy. Ten se udává v souladu s polygrafickými zvyklostmi šířkou a délkou archu papíru, neboli výškou a šířkou mapy v m/dm/cm/mm (např. 210 x 297 mm) nebo přímo označením standardizovaných formátů papíru A, B, C či D aj. (např. A4). Formát mapy vždy vycházel z kombinace praktických potřeb a disponibilních formátů papíru. V současné době je, díky existenci tiskových podkladů v digitální podobě, velmi často formát papíru tím nejdůležitějším kritériem pro volbu konečného formátu mapy a v souvislosti s tím i pro její měřítko. Běžně se tak setkáváme i s nezvyklými číselnými měřítky (např. 1:16 320), které je pro běžného uživatele velmi nevhodné.

V případě, že nelze vybrané území znázornit na jeden mapový list, jehož velikost je dána technologickými aspekty nebo projektem kartografického díla (formát papíru, formát tiskového stroje, příslušnost k určitému mapovému dílu aj.), je postupně natištěno na více mapových listů, které mohou, ale nemusí, mít stejně rozměry. Mapová plocha jednotlivých mapových listů může být technologicky a projekčně připravena tak, že umožní jejich soulep do velkorozměrné (nejčastěji nástěnné, příp. i olištované) mapy. U mnoha mapových děl jsou jejich jednotlivé mapové listy určeny k samostatnému využití, přičemž jejich vzájemná návaznost a identifikace je dána konstrukčními prvky (mapové rámy, měřítko) a (alfa)numerickým kódem (označení mapového listu, nomenklatura mapy). Grafické vyjádření způsobu uspořádání mapových listů z celého území označujeme jako klad mapových listů. U státních (úředních) mapových děl se předpokládá, že se území zobrazená na sousedních mapových listech nepřekrývají.

Plocha mapy se člení na mapové pole, mezirámové prostory a okraj mapy. Okraj mapy může být v principu prázdný, ale většinou obsahuje základní okrajové (mimorámové) údaje. Nejvýraznější a nejdůležitější z nich by měl být název mapy, dále její měřítko, popř. i vysvětlivky (legenda). Z hlediska identifikačního má velký význam horní okraj vyhotovené mapy, tzv. záhlaví mapy, v němž se obvykle uvádí označení (název) mapy, a z něhož se obvykle odvozuje orientace popisu mapy a orientace mapového obsahu ke světovým stranám.

Označení mapového listu (nomenklatura mapy) je alfanumerické pojmenování listu mapového díla, které vyjadřuje jeho umístění v kladu listů mapového díla a současně, často skrytě, i měřítko mapy. Klad listů mapového díla je přehledem o vzájemné poloze jednotlivých mapových listů k sousedním i o jeho poloze v souřadnicové soustavě.

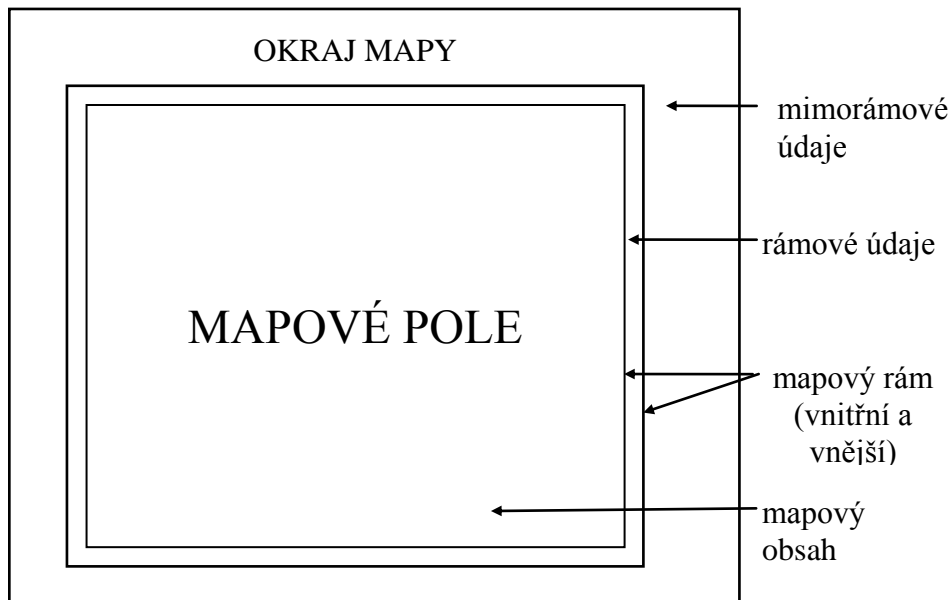
Na území Česka (Československa) se použilo nebo ještě používá těchto způsobů označování mapových listů:

- zeměpisnými souřadnicemi středního poledníku a střední rovnoběžky v celých stupních s připojením názvu významného nebo velkého místa na mapě (Generální mapa třetího vojenského mapování),

- čísla nebo písmeny vrstvy a sloupce, v jejichž průseku leží označovaný list (Speciální mapa třetího vojenského mapování),
- písmenem nebo číslem, připojeným k označení listu, z něhož dělením na stejné části vznikl list většího měřítka (např. topografická sekce třetího vojenského mapování),
- pravoúhlými rovinnými souřadnicemi některého mapového rohu v km, přičemž se volí roh mapy buď s největšími, nebo s nejmenšími pravoúhlými souřadnicemi (např. JZ roh u Triangulačních listů).

Při označování mapových listů platí většinou zásada, že v jejich označení má být označení původního listu, byť fiktivního, z kterého list dělením přímo vznikl (s výjimkou použití souřadnic). Název mapy musí stručně a výstižně charakterizovat zobrazené území a zobrazovaný jev, a to po stránce věcné, prostorové i časové. Druh mapy bývá někdy uveden i jako podtitul (např. Podyjí. Turistická mapa). U mapových děl, která jsou tvořena mnoha (mapovými) listy, se udává název celého mapového díla (často včetně měřítka), název mapového listu, jeho označení, popřípadě i pořadí v kladu mapových listů (např. Název mapového díla: WORLD MAP 1:2 500 000. Název listu: BOGOTÁ. Označení listu: NA-C 16-18. Pořadové číslo listu: 108).

Listy katastrálních map se označovaly, kromě souřadnic vybraného rohu mapového listu, průběžně ještě římskými, později arabskými číslicemi v rozsahu každé katastrální obce. Řada výjimek v označování mapových listů, ale i v tvaru a velikosti mapových rámců se objevovala právě u katastrálních map. Sledovaly většinou úsporu materiálu nebo snadnější grafické zaměření částí území při hranicích katastrálního území (např. poloviční listy s předložkou „ad“ a s číslem listu, k němuž patřily, kresba za mapovým rámem do 4, resp. podle Instrukce A 5 cm za ním aj.).



Obr. 6-1 Členění mapové plochy

Měřítko mapy se obvykle uvádí v číselné (1:10 000), matematické (1 cm = 100 m) i v grafické formě, někdy i slovně (1 centimetr na mapě odpovídá 100 m ve skutečnosti).

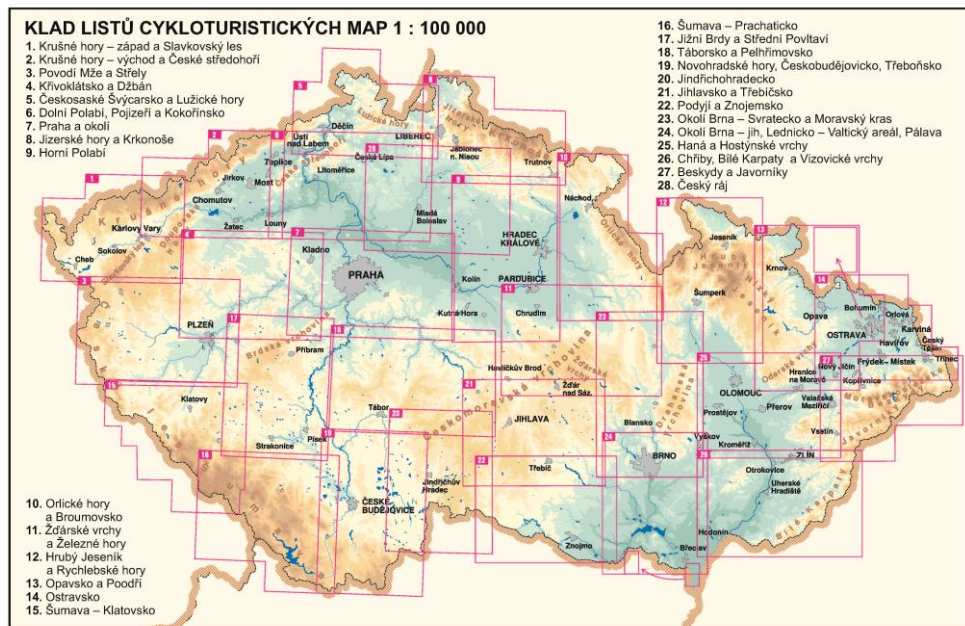
Vysvětlivky (legenda) podávají výklad všech použitých mapových znaků a ostatních kartografických vyjadřovacích prostředků včetně barevných stupnic, a to obvykle na každém mapovém listu. U mnohalistových mapových děl (např. Základní mapy ČR) je obsah mapových polí různorodý, a proto je počet použitých znaků v závislosti na konkrétním měřítku velmi vysoký (např. Základní mapy ČR v měřítku 1:25 000 používají 175 mapových znaků). V těchto případech se seznam mapových znaků vydává jako samostatná knižní příloha (znakový klíč) a jednotlivé mapové listy již vysvětlivky neobsahují.

Orientace mapy se může uvést vložení grafické informace do mapové plochy (směrová růžice nebo šipka s označením směru ke konkrétní světové straně). V současnosti celosvětově převládá severní orientace map (záhlaví mapy je při čtení mapy nahoře, zeměpisný sever je bez uvádění grafických symbolů vždy na horní straně mapy). Tato orientace se tak vžila, že se stala v určité části světa konvencí. Její užívání není stanoveno žádnou mezinárodní dohodou. Na středověkých křesťanských mapách převládala východní orientace map, arabské mapy měly často jižní orientaci.

Další mimorámové údaje závisí na druhu mapy a ne vždy se všechny uvádějí. Jsou to:

- magnetická deklinace a meridiánová (poledníková) konvergence,
- vyznačení severu nebo směrové růžice, má-li mapa jinou než severní orientaci,
- vrstevnicový interval a sklonový nomogram,
- náčrt politicko-administrativního rozdělení,
- klad mapových listů,
- přehled použitých mapových podkladů,
- datum, ke kterému se obsah mapy vztahuje,
- tirážní údaje (autoři, redaktoři, vydavatel/é, místo, pořadí a rok vydání náklad, kartografické zobrazení, souřadnicový systém, výškový systém, elipsoid, podklady, copyright mapy (©), druh tisku, údaje o papíru aj.), které jsou obvykle umístěny pod mapovým rámem (vnějším) v pravém dolním okraji mapové plochy.

Někdy se na okraj mapy umísťují i značně obsáhlé geografické popisy zobrazeného území (např. na Vojenské topografické mapě GŠ AČR 1:200 000). K tomuto účelu se však většinou využívá rub mapy.



Obr. 6-2 Klad listů cykloturistických map 1:100 000 Klubu českých turistů
(<http://www.trasa.cz/legenda-a-klad-listu/>)

Klad mapových listů se zpravidla prezentuje jako grafické schéma. Označení jednotlivých mapových listů (nomenklatura) může být vytvořeno přísně účelově (např. u turistických map), nebo má konvenční dlouhodobou praxi zavedený řád, který je obvykle vztažen k použité souřadnicové či zeměpisné síti (např. u státních mapových děl, mezinárodní mapy světa). Zvláštní klady mapových listů a zvláštní nomenklaturu si vynutilo i převedení map státního mapového díla do digitální podoby (např. pro SM5, ZABAGED).

Nemá-li mapa okraj (vnitřní mapový rám je totožný s čistým formátem mapové plochy), pak říkáme, že okraj mapy je na spadávání (na spad). Mimorámové (okrajové) údaje se u takových map, ale i u rámových map v místech s méně důležitým obsahem, mohou vkládat i do mapového pole. V některých případech přetéká obsah mapy přes vnitřní mapový rám, resp. do stykového pásu sousedních mapových listů. Takový okraj mapy pak označujeme jako překrytový.

Mezi vnitřní a nejvzdálenější vnější rámovou čarou se umísťují **rámové údaje**. Patří k nim:

- vyznačení čar souřadnicových sítí a podrobné dělení rámu mapy (např. stupňové nebo minutové),
- souřadnicové údaje čar sítí a rohů mapy,
- pokračování geografických jmen z mapového pole,
- označení sousedních mapových listů,
- názvy administrativních jednotek,
- údaje vztahující se k objektům na sousedních mapových listech (např. u komunikací se udává vzdálenost k nejbližšímu sídlu a název tohoto sídla).

Mapové pole je plocha vyplněná mapovým obsahem a omezená vnitřní rámovou čarou. Výjimečně zasahuje kresba mapového obsahu i přes rámové čáry, resp. vyplňuje celý formát mapy (překrytový okraj, resp. mapy „na spadnutí“). Kromě hlavní mapy může být v mapovém poli ještě jedna nebo více vedlejších map či mapových výřezů, fotografií, schémat či jiných grafických doplňků, které jsou do hlavní mapy vřezané, a proto jim říkáme vřezky.

Obsah mapy tvoří všechny polohopisné a výškopisné, resp. topografické a tematické prvky mapy, které jsou vyjádřeny mapovými znaky. Na ploše mapy tvoří její obsah **konstrukční (matematické) prvky**, **topografické**, resp. **tematické prvky** a **doplňkové prvky**, u topografických map obvykle v souvislosti s jejich obsahem hovoříme o polohopisu, výškopisu a popisu mapy. Obdobně lze u tematických map rozlišovat topografický podklad, tematický obsah, popis a doplňkový obsah.

6.2 Prvky obsahu mapového pole

Kartografické znázornění zprostředkovává obsah mapy, tj. souhrn informací o objektech zobrazených na mapě, jejich umístění, vlastnostech, vzájemné závislosti, dynamičnosti aj. Obráceně pak můžeme říci, že obsah mapy zahrnuje všechny objekty, jevy a jejich vztahy, které jsou v mapě kartograficky znázorněny. Pro vyjádření mapového obsahu se používají kartografické vyjadřovací prostředky, a to buď jednotlivě, nebo v různých kombinacích. Účelná volba a použití kartografických vyjadřovacích prostředků je pak záležitostí **metodologie kartografického znázorňování**.

Členitý obsah map je třeba systematicky roztrždit. V mapování se rozlišuje v obsahu map polohopis, výškopis a popis. Toto členění je výhodné z hlediska mapovacího postupu. V kartografii členíme mapové prvky podle jejich původu, charakteru a významu. V zásadě lze hovořit o dvou skupinách mapových prvků, a to o:

- konstrukčních (matematických) prvcích,
- obsahových prvcích (topografický a tematický obsah).

6.2.1 Konstrukční (matematické) prvky

Konstrukční (matematické) prvky nejsou v pravém smyslu slova obsahem mapy. Pro její konstrukci a využití jsou však nezbytné. Jsou výrazně závislé na zvoleném kartografickém zobrazení. U tematických map se např. velmi pečlivě vybírá mezi zobrazeními ekvivalentními (politické mapy) a konformními (dopravně-navigační mapy).

Matematické prvky tvoří kostru (konstrukční základ) každého kartografického díla. Řadíme mezi ně:

- a) body geodetického základu,
- b) (vnitřní) mapový rám,
- c) kartografické síť,

- d) kartografické zobrazení,
- e) měřítko,
- f) kompozice mapy.

Mezi pevné body, které jsou v terénu stabilizované a které patří k nejvýznamnějším **geodetickým základům** kartografického díla, řadíme jak pevné body (Laplaceovy, trigonometrické, polygonové, podrobné), které jsou polohově určeny souřadnicemi a tvoří základ půdorysné kresby, tak pevné body (nivelační body, trigonometrické body s výškovými kótami a polohopisně nezpochybnitelné výškové kóty), které tvoří základ výškové orientace na mapě (kartografickém díle).

(Vnitřní) mapový rám (resp. sekční rám) tvoří (hlavní) rámová čára. Paralelně s ní může být vedena jedna nebo více vnějších rámových čar, tvořících vnější rám. Hlavní účelem vnitřního mapového rámu je vymezení mapové pole. Zpravidla se zobrazuje jednoduchou tenkou černou čarou. Ve zvláštních případech není graficky vyjádřen, ale je ztotožněn s okrajem mapové plochy (mapa „na spadnutí“, „na spad“). Vnější rám je od vnitřního rámu oddělený mezirámovým prostorem. Má převážně zvýrazňující, resp. okrasnou funkci a nepatří mezi matematické prvky obsahu mapy. Vnější rámy některých starých map (kartuše) mají velmi bohaté ornamentální provedení.

Tvar mapového rámu je nejčastěji obdélníkový nebo lichoběžníkový, u map světa i eliptický nebo i jiný, podle použitého kartografického zobrazení. Vnitřní (mapový) rám je tvořen buď rovnoběžkami s osami kartézského souřadnicového systému, nebo se shoduje s obrazy okrajových poledníků a rovnoběžek, které jsou zobrazeny s ohledem na použité kartografické zobrazení jako části matematicky definovaných křivek obvykle s velmi malým vyklenutím. Obecně geografické mapy mívají svislé rámové čáry rovnoběžné s obrazem přímkového poledníku procházejícího středem mapy a vodorovné rámové čáry na ně kolmé. Případy, kdy vzhledem ke zvláštnímu tvaru území není mapa orientována k severu, a rámové čáry protínají čáry zeměpisné sítě pod ostrými úhly, jsou poměrně řídké (např. u map Japonska).

Kartografické sítě mohou mít různý charakter, a s ním související i jejich různé určení. Lze je v podstatě rozdělit na:

- konstrukční (souřadnicové) sítě, mezi něž řadíme sítě kilometrové, zeměpisné (geografické) a
- zvláštní.

Kilometrová síť se zakresluje do mapového pole v úplné formě v podobě rovnoběžek s oběma osami kartézského souřadnicového systému s předem danou, konstantní, vzdáleností, nebo jen ve zkrácené podobě, kdy se zakreslují pouze průsečíky této sítě s mapovým rámem (krátké spádovky o délce 2 mm směrem do mapového pole) nebo vzájemné průsečíky kolmých směrů kilometrové sítě v mapovém poli (křížky o velikosti 4 x 4 mm). Odchylna směru kilometrové sítě od směru sítě zeměpisné je udávána tzv. meridiánovou konvergencí, které je u topografických map součástí mimorámových údajů.

Zeměpisná síť se zakresluje do mapového pole obdobnými způsoby jako síť kilometrová. Konstruuje se z pravouhlých rovinných souřadnic průsečíků poledníků a rovnoběžek.

Mezi zvláštní sítě lze zařadit např. navigační síť.

Orientační síť je pomocná soustava čar, která dělí pole mapy na pravidelné plošné útvary (čtverce, obdélníky, lichoběžníky) s alfanumerickým označením sloupců a vrstev těchto útvarů po obvodu mapového rámu (např. A-6). Slouží k rychlému nalezení konkrétní lokality na mapě (v atlase) na podkladě předcházející rejstříkové informace. Funkci orientační sítě celkem běžně plní síť kilometrové a zeměpisné. Velmi často však orientační síť nemá matematický základ a nepatří tudíž k matematickým prvkům obsahu mapy.

6.2.1.1 Měřítko kartografických děl

Z uživatelského hlediska je jedním z nejvýznamnějších matematických prvků kartografických děl jejich měřítko. Měřítko patří spolu s mapovým polem, názvem, legendou a tiráží také k základním kompozičním prvkům každé, tedy i tematické, mapy. Měřítko mapy je podřízeno účelu a tematickému zaměření kartografického díla. Ovlivňuje podrobnost a přesnost znázornění prvků obsahu a možnosti řešení úloh na mapách. Je spojeno s formátem mapy a kartografickým zobrazením a tím vlastně určuje plošný rozsah území kartograficky znázorněného na jednom mapovém listu. Je hlavním ukazatelem stupně podrobnosti vyjádření geografických prvků a jevů.

6.2.1.2 Kompozice kartografických děl

Kompozicí mapy rozumíme umístění mapového obrazu a doprovodných grafických i textových informací vůči mapovému rámu. Grafický rozvrh umístění obrysů všech částí mapy (hlavní mapy, vedlejších map, okrajových náčrtů, diagramů, textů a jiných doplňků, ale i mapového rámu) v rámci mapové plochy (formátu mapy, mapového listu či atlasové stránky) označujeme jako **maketa mapy** (podle staršího označení **zrcadlo mapy**).

6.2.2 Obsahové prvky mapy

6.2.2.1 Topografický obsah

Topografický obsah tvoří prvky, které se vyváženě znázorňují v topografických a obecně geografických mapách. Jedná se o prvky fyzicko-geografické (přírodovědné) a prvky socioekonomické (společenskovední). Nedílnou součástí každé mapy jsou doplňkové prvky.

Fyzicko-geografické (přírodovědné) prvky zahrnují:

- a) **reliéf terénu** (tj. průběh zemského povrchu), který představuje plochu nezměřitelné složitosti. Proto se účelově schematizuje a nahrazuje tzv. topografickou plochou, která je jako tzv. třetí rozměr mapy převáděná vhodnými kartografickými prostředky do mapy. V mapách menších měřítek hovoříme spíše o orografii (horopisu),
- b) **vodstvo**, pod nímž rozumíme jak všechny formy vodstva tekoucího (vodní toky) i se zpomaleným oběhem (jezera, rybníky, bažiny), tak věčný sníh a led (ledovce) a koryta efemerních toků (vádí). S vodstvem souvisí i hydrotechnická zařízení (přehrady, jezy, hráze aj.),

- c) **půdní porosty**, které charakterizují schůdnost zemského povrchu a jeho využití.

Socioekonomické (společenskovední) prvky jsou produktem společnosti žijící na zemském povrchu. Zahrnujeme mezi ně:

- a) **hranice**, a to jak administrativní (státní, nižších správních jednotek), tak hranice,
- b) **sídla**, která patří mezi určující prvky kartografického díla, neboť jsou vázána celou řadou komunikačních sítí,
- c) **dopravní (komunikační) síť**, která je specifikovaná pozemními spoji (silnice, železnice, lanovky aj.), vodními spoji (námořní, říční doprava), vzdušnými spoji (letecká doprava) a zvláštními spoji (produktovody, telekomunikace aj.). Telekomunikační síť a podzemní energetické rozvody a produktovody bývají obvykle obsahem map speciálních (Technická mapa měst, inventární mapa inženýrských sítí aj.).

Doplňkové (resp. pomocné) prvky vhodně doplňují topografický, resp. tematický obsah mapy a usnadňují jeho využití. Doplnkové prvky obsahu mapy tvoří:

- a) **geografické názvosloví**, které je podle významu pojmenovávaného objektu stanoveno buď zákony a úředními výnosy vysoké právní síly (názvy států a správních území) nebo úředně autorizovanými seznamy, resp. lexikony (místní názvosloví). Pomístní názvy hor, řek, historických území apod. přebírají obvykle dikci místní tradice ovšem poté, co příslušný název kodifikuje autorizovaná Názvoslovná komise (tč. při ČÚZK),
- b) **kóty**,
- absolutní, označující nadmořskou výšku,
 - relativní, označující převýšení umělých i přirozených tvarů nad okolním terénem (strže, hráze, náspy, zářezy aj.),
 - rozměrové (plochy rybníků, šířky silnic, výšky mostů aj.).
- c) **druhové označení**, které tvoří obvykle alfanumerický znak pro označení druhu povrchu (např. druh vozovky).

Mezi doplňkové prvky jsou dále řazeny i výše zmíněné rámové a mimorámové údaje.

Z hlediska metod topografického mapování se topografický obsah mapového pole dělí na:

- výškopis,
- polohopis,
- popis.

Výškopis ukazuje vertikální uspořádání zemského povrchu, polohopis znázorňuje horizontální uspořádání ostatních prvků a popis mapy tvoří soubor všech slov, zkratk a čísel v mapě.

6.2.2.2 Tematický obsah

Tematický obsah mapy tvoří jeden nebo více prvků, jimiž mohou být libovolné přírodní nebo společenské objekty a jevy z nejrůznějších vědních oborů, stejně jako výsledky různých analýz, syntéz aj. vědeckých metod. Tematický obsah hraje hlavní roli v tematických (speciálních, účelových) mapách, kde je topografický obsah silně redukován a potlačen. Hranice mezi topografickým a tematickým obsahem není stálá ani ostrá. Někdy tvoří tematický obsah právě některý z prvků topografického obsahu, který je znázorněn výrazněji a podrobněji než ostatní (např. sklon reliéfu terénu). Výrazně tematický charakter může mít i popis mapy.

7 Kartografická interpretace

Odborníci širokého spektra profesí získávají informace o krajině, které kartograf přetváří a vyjadřuje v kartografickém díle tak, aby toto dílo v jednotlivostech i vzájemné souvislosti poskytlo široké veřejnosti zpětně maximální informace o zobrazovaném prostředí. Kartografický způsob vyjádření objektivní reality označujeme jako **kartografickou interpretaci**. Zájmovou složku objektivní reality v něm vyjadřujeme pomocí smluvených symbolů převážně grafické povahy. Specifický grafický způsob komunikace (informační výpovědi), který je založen většinou na půdorysném grafickém zobrazení trojrozměrného prostoru (většinou) v rovině označujeme jako kartografické vyjádření. K tomu, abychom se mohli kartograficky vyjádřit, máme k dispozici kartografické vyjadřovací (výrazové) prostředky (**kartografické znaky**, mapové znaky/značky). Jestliže se kartografické vyjádření týká jen prvků obsahu mapy, které mají reálnou a naší představivosti přístupnou názornost (např. vyjádření georeliéfu stínováním), pak hovoříme o **kartografickém znázornění**. Nesprávně se tento termín užívá i pro **kartografické vyjádření** abstraktních prvků obsahu mapy, které nemají fyzický obsah, např. index úrodnosti půdy, tlak vzduchu aj. V širším smyslu slova můžeme jak kartografické znázornění, tak kartografické vyjádření označit pojmem **kartografická prezentace**, nebo **kartografické zobrazení**. Druhý termín je však historicky i v obecném povědomí součástí odborné terminologie matematické kartografie.

Kartografické znaky jsou základními stavebními prvky tzv. **kartografických jazyků**. **Interpretací kartografického díla** (interpretací mapy) pak rozumíme chápání (vysvětlování si) obsahu kartografického díla při jeho čtení, které je založeno na vnímání jeho obsahu, jež je zprostředkováno použitými mapovými znaky, včetně souvislostí vyplývajících z významu znaků, jejich polohy v mapovém poli a vztahu k ostatním znakům. Informace, které jsou tímto procesem získány, nejsou s to vytvořit v očích uživatelů kartografického díla absolutní představu o objektivní realitě. Kartografem vytvořené dílo totiž představuje jen více či méně zdařilý model skutečnosti, který je sestaven z odpozorovaných informací. Úroveň interpretace kartografického díla je však přímo úměrná úrovni (kartografické gramotnosti) jeho uživatele.

Úlohou kartografických znaků je kartografická interpretace (zobrazení, reprezentace) přírodních a společenských objektů a jevů, jejich vývoje v prostoru a v čase. Problematika kartografické interpretace spočívá ve vytvoření metodicky ucelené soustavy grafických prvků, útvarů, přístupů a možností pro zobrazení kvantitativních i kvalitativních charakteristik zmíněných objektů a jevů. Přitom je třeba mít na zřeteli, že kartografické dílo představuje značně zmenšený a především účelově značně generalizovaný grafický záznam odrazu reality, pro jehož objektivizaci je nutno respektovat řadu matematických, psychologických, fyziologických a sémiologických zákonitostí.

Důsledná analýza a systematizace metod kartografické interpretace patří mezi základní úlohy teoretické kartografie, v jejímž rámci se úspěšně rozvíjí i teorie jazyka mapy, s aplikacemi zásad sémiologie (sémiotiky) na grafické znakové systémy. Grafická sémiotika je část sémiotiky, která se zabývá znaky a

znakovými systémy, jejich vlastnostmi, strukturou, fungováním ve společnosti a jejich vztahy k myšlení. Za jejího zakladatele je považován francouzský kartograf Jacques Bertin (1918). Teorii tvorby a užitím speciálně (kartografických, mapových) znaků se zabývá (**kartografická**) **sémiologie**¹⁵. Obráceně lze hovořit o „**semióze mapy**“ v případech, kdy kartografické znaky v ní obsažené fungují jako sémiotické znaky, resp. znakové systémy, tzn., že lze tyto mapové znaky zkoumat i z pozice sémiologie (sémiotiky).

Metody kartografické interpretace lze členit podle řady kritérií. Při navrhování kartografických znaků jakékoli povahy je možné členit zobrazované prvky mapované reality (obecně jevy) podle následujících hledisek:

- a) kvalitativní, tj. vyjádření druhu jevu, resp. jeho příslušnosti k určité třídě objektů,
- b) kvantitativní, tj. vyjádření číselně kvantifikovatelné charakteristiky objektu či jevu,
- c) topologické, tj. bodové, liniové či plošné (areálové) jevy,
- d) lokalizační, tj. geometricky přesné umístění jevů do prostoru v rámci vhodného souřadnicového systému, schematické umístění nebo zcela přetvořená lokalizace (např. kartografická anamorfóza),
- e) vývojové, tj. zachycení změny jevu v prostoru a v čase,
- f) významové, tj. sledující počet významů jevu,
- g) strukturální, tj. zachycení jevu jako součásti určitého celku, včetně rozčlenění na dílčí složky,
- h) asociativní, tj. vyvolání druhové představy o zobrazovaném jevu,
- i) systémové, tj. vyjádření struktury předlohy a logických vazeb mezi jeho dílčími složkami,
- j) estetické, tj. navození harmonického vjemu při pozorování mapy, emotivní působení kresby na podvědomí.

Jednotlivé metody kartografické interpretace nelze použít izolovaně, ale vždy v kombinaci.

7.1 Teorie kartografického jazyka

7.1.1 Vývoj jazykové koncepce mapy

Záznam, přenos a zpracování jakékoliv odborné informace se provádí pomocí **formálních jazyků**. Jsou to odborné skupinové jazyky, určené pro jednoznačný a hutný popis určité speciální problematiky v rámci určitého

¹⁵ **Sémiologie** (sémiotika), neboli věda o znacích, zahrnuje **gramatiku** (zabývá se pravidly kompozice znaků do vyšších celků), **syntaktiku** (zabývá se vzájemnými vztahy znaků), **sémantika** (zabývá se vztahy znaků k obsahu toho, co tyto znaky označují), **sygmatiku** (zabývá se vztahy znaků k funkci objektů, které označují), **pragmatika** (zabývá se vztahem uživatelů znaků k znakovým sestavám, znázornění uživatelské a užité stránky znaků, má význam pro rychlejší vnímání a trvalejší zapamatování) aj. dílčí disciplíny.

oboru. Formální jazyky mají exaktní a omezený soubor pravidel pro tvorbu přípustných výrazů (gramatika jazyka). Technikům je např. nejbližší jazyk matematiky a programovací jazyky počítačů. První pokusy, přirovnávající mapový způsob vyjadřování k jakémusi mapovému pravopisu nebo mapové gramatice se objevují až po skončení druhé světové války. Byla to však jen metaforická přirovnání k běžnému hovorovému jazyku. Vážnější pokusy o pojmání mapy jako grafického či jazykového systému pocházejí až z let 1967 – 1968.

Koláčny, A. (1967) vypracoval při řešení problému přenosu kartografických informací schéma kartografické komunikace, ve které měl mapový jazyk (zde kartografický jazyk) významné postavení, neboť se podílel jak na tvorbě mapy a tak na jejím využívání. Kartografický jazyk byl chápán, v té době ještě jako hypotetický, systém mapových znaků a pravidel jejich používání.






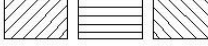





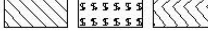



Bertin, J. (1967) studoval v rámci grafické sémiotiky problematiku obrazů, tabulek, grafů, diagramů a sítí, ale také kartogramů, anamorfních zobrazení aj. Každý, kdo se chce graficky vyjádřit má, podle J. Bertina, k dispozici nějaký grafický element, který má šest variabilních vlastností – grafických proměnných, a to tvar, velikost, sytost (intenzitu), strukturu (texturu), barvu a orientaci. Tyto proměnné mají pět signifikantních charakteristik, a to proporcionalitu (kvantitu), ordinaci (uspořádání), selekci (výběrovost), asociaci (shoda, podobnost) a disociaci (kvalitativní rozdíl). Proměnné a signifikantní charakteristiky vytvářejí 63 kombinací, které jsou použitelné i pro mapové vyjadřování.

Ve smyslu teorie J. Bertina tak tvoří kartografické znaky velmi vyhraněnou skupinu grafických znaků. Prostřednictvím grafických proměnných se pak realizuje schopnost znaku být nositelem různých významů. Kartografická sémiotika v plné míře přebírá základní grafické proměnné podle J. Bertina, ale v souvislosti s rozvojem digitálních technologií je jejich počet rozšířen.



















Aslanikašvili, A. F. (1968) považoval mapový jazyk (v jeho pojetí jazyk mapy) za objektový jazyk kartografie, resp. za specifický znakový systém, který tvoří velký počet znaků, vyjadřujících předmět poznávání kartografie (konkrétní prostor objektů a jevů skutečnosti včetně jejich změn v čase), a z principů a metod operování s těmito znaky v souladu s časoprostorovými změnami kartograficky vyjadřované skutečnosti. Mapa je podle Aslanikašviliho aktem seberealizace jejího autora pomocí „jazyka mapy“.

Freitag, U. (1971) publikoval další sémiotický přístup k mapě, při němž rozlišoval kartografickou syntaktiku, sémantiku a pragmatiku. Kartografická syntaktika se podle něj zabývá skladbou mapových znaků, kartografická sémantika studuje vztahy mapových znaků a mapovaných objektů a kartografická pragmatika se zabývá vztahem mapových znaků a jejich uživatelů. Posledně jmenovaná si však všimá také funkce mapy jako informačního média, psychologických až filosofických problémů vnímání znaků, rozlišovací schopností mapového obrazu, otázkami zaplněnosti mapy aj., tedy otázkami, jež směřují k různým požadavkům na mapy. Některými teoretiky kartografie byl k přístupu Freitaga přidán ještě čtvrtý aspekt, sigmatický, který byl zúžen na problematiku názvů na mapách. Freitagův přístup zůstal jen v teoreticko-hypotetické rovině jako návod na novou systemizaci těch kartografických poznatků, které se týkají znakového

vyjadřování. Ve svém důsledku vyústil v pokusy definovat tzv. přirozený kartografický jazyk.

FORMA VYJÁDŘENÍ	Z N A K Y		
	bodové	liniové	plošné
tvar			
orientace			
barva			
struktura (textura)			
intenzita			

Obr. 7-1 Třídy odlišnosti ("literary" abecedy jazyka mapy) podle Ratajského, L. (1976) pro vyjádření kvalitativních charakteristik

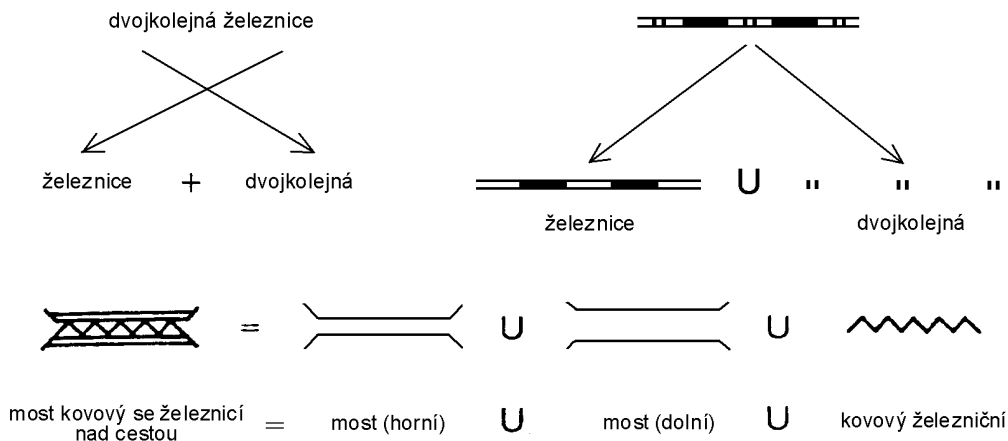
Přímý způsob vyjádření				Nepřímý způsob vyjádření			
Množství (v jednotkách zjišťování)	ZNAKY			Množství (v jednotkách zjišťování)	ZNAKY		
	bodové	liniové	plošné		bodové	liniové	plošné
8				0 - 10			
15				11 - 50			
72				51 - 100			

Obr. 7-2 Třídy odlišnosti ("literary" abecedy jazyka mapy) podle Ratajského, L. (1976) pro vyjádření kvantitativních charakteristik

Ratajski, L. (1973, 1976) pohlížel na jazyk mapy jako na systém morfologie a skladby (gramatiky), tj. jako na systém výrazových forem a prostředků jejich řazení do vět. Za výrazové formy považoval kartografické znaky, které reprezentují určité třídy prvků obsahu mapy (řeky, města aj.). Bodové, čarové a plošné znaky mapy z formálního a funkčního hlediska rozlišoval podle pěti kvalitativních forem vyjádření (tvaru, orientace, barvy, struktury a intenzity). Ratajského přístup byl velmi podnětný pro další rozvoj koncepce mapového jazyka např. tím, že rozlišil složky znaku na hlavní (hlavní morfémy) a doplňkové (doplňkové morfémy, které tvořilo několik druhů afixů). Rozeznával také dva způsoby kompozice znaku (ekvivalentní, subordinální) a syntaktiku mapy, kterou vymezil jako soustavu pravidel skládání výrazů a jejich změn /transformací).

Jazykové aspekty mapy studoval dále Meine, K. H. (1974), který vyslovil názor o existenci kartografické abecedy a Board, Ch. (1976), který rozšířil

počet liter v Ratajského schématu z 15 na 23, přičemž využil rozšíření Bertinových proměnných z 6 na 8.



Obr. 7-3 Složené (vícevýznamové) mapové znaky

Podle Arnbergera, E. tvoří mapové znaky (signatury) žádnou kartografickou abecedu, neboť nezastupují litery, ale pojmy (a často velmi složité). Bodové znaky dělí na názorné, jazykové a abstraktní. Rozlišuje v mapových znacích vlastní mapové znaky (signatury) a pomocné grafické prvky. Pojmenoval také důležité vyjadřovací vlastnosti mapových znaků, a to jednoduchost formy, zřetelnost a lehkost vnímání, schopnost měnit rozměry, odvozovat varianty, vstupovat do kombinací a vyjadřovat hierarchii pojmů.

Z výše uvedeného vyplývá, že postupem času vykrystalizoval názor, podle kterého jsou mapové znaky dělitelné na menší složky, neboli že řadu kartografických znaků můžeme považovat za složené (vícevýznamové) mapové znaky.

Zajímavý, byť nedokončený, přístup k mapovým znakům prezentovali Nebeský, L. a Palek, B. (1980, 1990). Mapu definovali jako produkt nějakého jazyka, ve kterém lze rozlišit tři roviny. První rovinu tvoří body, linie a areály, do druhé roviny patří diagramy a rastry, které vyjadřují vlastnosti objektů a jevů první roviny a do třetí roviny zařadili další charakteristiky objektů a jevů druhé roviny, např. jevy vyjadřované výseky kruhových diagramů. Prostředky první a druhé roviny mapy chápali jako jazykovou jednotku a nazvali ji molekulárním znakem.

Z teoretického hlediska není vyloučeno, aby si každý kartograf vytvořil svůj systém znaků. Ty by se od sebe lišily zejména důrazem jednotlivých tvůrců na výše uvedené obecné vlastnosti kartografických znaků. Dlouhý vývoj kartografie však podobu kartografického jazyka ustálil tak, že v současné době v podstatě existují dvě skupiny jazykových teorií v oboru kartografie, v jejímž rámci se projevují jen jemné národní, resp. firemní nuance. Jedná se o:

- interpretační teorii ve smyslu L. Ratajského,
- teorii přirozeného kartografického jazyka.

V současné době exploze automatizované tvorby kartografických děl nelze vyloučit, že se prosadí další jazykové teorie, vycházející z "počítačové" kartografie.

Pomocí mapového jazyka vyjadřujeme (interpretujeme) vstupní odbornou informaci. Nevýhodou této interpretační teorie je její určitá násilnost, vyplývající z předběžné a pouze geometrické schematizace a klasifikace mapových znaků, založené na jejich půdorysné povaze.

Kartografický jazyk (jazyk mapy, mapový jazyk, mapový symbolismus, mapová abeceda, mapová gramatika)¹⁶ je specifický systém kartografických znaků a metodika jeho užívání, který umožňuje vyjádřit se formou kartografického díla, pochopit obsah tohoto díla a využívat ho. Jde o specifický formalizovaný jazyk převážně grafické povahy, zobrazující pomocí kartografických (mapových) znaků zájmové objekty a jevy. Kartografický jazyk umožňuje přenos informací o objektech a jevech v jejich časovém určení či změně pomocí kartografického díla. Vytvoření kartografického jazyka spočívá v sestavení systému kartografických znaků, určení způsobu jejich zobrazení v mapě a přesné definici jejich významu.

Podle H. Schlichtmanna (1985) se jedná o mapový symbolismus, tj. specificky strukturovaný systém znaků, který je charakterizován následujícími tezemi:

- *„Každý znak, tedy i znak v mapě má dvě části, a to konceptuální (obsah, význam) a vnímatelnou (forma, tvar, grafický výraz). Obsah a výraz jsou spojené pomocí souboru korelačních pravidel nebo konvencí, tj. prostřednictvím kódu. Bez kódu znak neexistuje. Vnímatelná část, jako taková, představuje signál - je to potenciální nebo skutečný výraz? Předmět, nebo událost, ke kterým se znak vztahuje, je referent znaku.“*

- *Znaky v mapě se charakterizují dvěma dichotomiemi. První se týká substanciální a polohové informace, druhá polohové a na poloze nezávislé (půdorysné a nepůdorysné) informace. Znaky jsou buď motivované, nebo nemotivované.*

- *Kartografický sémiotický systém se skládá z makroznaků, textů a minimálních znaků. Makroznak je určitý komplex, který obsahuje jednu polohovou a jednu půdorysnou pozici, jež se definují souřadnicemi. Makroznak je tedy lokalizovaný znak (topéma). Makroznaky se spojují do komplexů, které je vhodné nazývat texty, ale jejich organizace je v porovnání s přirozeným jazykem úplně odlišná. Minimální znaky jsou nejmenší formální jednotky, které jsou nositeli významu (korespondují s mapovými morfémy v koncepční variantě mapový jazyk).*

- *Mapový symbolismus má syntaxi, tj. kombinatoriku znaků. Existuje lokální a nadlokální syntaxe. Lokální syntaxe se týká vnitřní struktury lokalizovaného znaku. Nadlokální syntaxe se vztahuje k uspořádání lokalizovaných znaků a jejich integrace do mapových textů. Dva nebo více znaků se spojují pomocí vztahů, které platí mezi jejich obsahy. Tyto vztahy jsou součástí významu složeného znaku. Výsledné spojení znaků může opět vstupovat do kombinací atd. Součástí kombinací mohou být i segmenty nebo zvláštní významové rysy. Vztahy mezi segmenty definují uspořádání. Existují formální prostředky, které signalizují jednotu složeného znaku.*

¹⁶ Jedná se o varianty jazykové koncepce mapy, které jsou ve světové kartografii dostatečně rozpracované. Protože se od sebe liší jen v detailech, pokládáme je v širším smyslu slova obvykle za synonyma.

Podle A. A. Lutého (1988) je diskutovaný systém kartografických znaků označován jako jazyk mapy, který se zakládá na těchto základních tezích:

- mapové znaky tvoří sémiotický systém, ve kterém se rozlišuje sémantika, syntaxe (autor používá výraz „syntaktika“) a pragmatika,
- v systému mapových znaků existují strukturní komponenty:
 - slovník, tj. soubor prvků - znaků a
 - gramatika, tj., pravidla kombinace znaků

(čímž tento přístup zřetelně potvrzuje svůj lingvistický charakter),

- systém mapových znaků je jazyk mapy a mapa je text zakódovaný v mapových znacích,
- Systém jazyka mapy tvoří:
 - podjazyk I, který soustřeďuje prostředky vyjadřující polohu objektů a jevů v mapě (jejich prostorovou určenost),
 - podjazyk II, který soustřeďuje prostředky vyjadřující kvalitativně-quantitativní stránky objektů a jevů v mapě (jejich obsahovou určenost) a
 - podjazyk III, tj. jazyková vrstva názvosloví (geografické názvy a termíny),

na které se dá pohlížet i jako na vrstvu, která patří do přirozeného jazyka.

Podle J. Pravdy (1982, 1990, 1997) lze také považovat za mapový jazyk formalizovaný znakový systém, který se skládá ze čtyř subsystémů (z lingvistického hlediska rovin):

- mapové signiky,
- morfografie mapových znaků,
- mapové syntaxe a
- mapové stylistiky.

V dalším textu je tomuto pojmání kartografického jazyka věnována zvýšená pozornost.

Souhrn (systém) kartografických (mapových) znaků je tedy považován za kartografický jazyk, tj. formalizovaný jazyk převážně grafické povahy zobrazující pomocí kartografických (mapových) znaků zájmové objekty a vyjadřující jejich význam v rámci kartografického díla, ale i za:

- jazyk mapy (mapový jazyk), což je:
 - specifický znakový systém, kterým vyjadřujeme konkrétní objekty a jevy v jejich časovém určení nebo změně, nebo
 - formalizovaný znakový systém mapy ovládaný syntaktickými a sémantickými pravidly, jimiž je realizován proces kartografického sdělování informací,
- abecedu znaků, kterou tvoří konečná množina přípustných symbolů (znaků).

7.1.2 Obecné vlastnosti kartografických znaků




Kartografický (mapový) znak¹⁷ je libovolný grafický prostředek nebo soubor prostředků, který je schopný být nositelem významu (informace) a který v mapě něco vyjadřuje. Jedná se v podstatě o jednoduché grafické struktury, mající vzhledem k uživateli kartografického díla určitý význam, které jsou potenciálním nositelem informace, zaznamenané kartografickým způsobem. Užití znaků v mapě nazýváme kartografickou interpretací jevů. Z abstraktního hlediska jsou kartografické znaky rovinné grafické struktury (jednotky), které samy o sobě nemají žádný smysl. Ten získávají až lokalizací v mapě a svojí konkrétní aplikací, závislou na účelu mapy, při které dostávají svoji informační schopnost, stávají se nositelem významu a prezentují kvalitativní a kvantitativní parametry objektu a jevu. Znaky v kartografickém díle zastupují určitý konkrétní objekt reality, tzn., že jsou jeho grafickým modelem. Tento model v řadě případů nemusí být závislý na skutečné podobě a velikosti reálné předlohy.

Kartografický znak nese dva typy informací (polohovou a popisnou) a má tři základní atributy, a to:

- formu (tvar),
- obsah (význam) a
- polohu (lokalizace v mapě).

Mapový znak (značka)¹⁸ je základní jednotkou mapového jazyka (jazyka mapy), za který můžeme pokládat specifický znakový systém, kterým vyjadřujeme konkrétní objekty a jevy v jejich časovém určení nebo změně, resp. formalizovaný znakový systém mapy ovládaný syntaktickými a sémantickými pravidly, jimiž je realizován proces kartografického sdělování informací. Tyto pojmy, tj. mapový znak, resp. mapový jazyk (jazyk mapy) jsou pokládány za podmnožinu pojmů kartografický znak, resp. kartografický jazyk.

Tabulka 7-1 Grafická jednotka, znak a mapový znak

Grafický útvar	Význam	Označení	Příklad	
			slovní	grafický
bez polohy	bez významu	grafická jednotka		
bez polohy	s významem	znak	krajské město	
s polohou	s významem	mapový znak	BRNO	 BRNO

¹⁷ Označení kartografický znak se obvykle vztahuje na všechny vyjadřovací prostředky, zatímco mapová značka (mapový znak) je pouze jedním z vyjadřovacích prostředků. Mapové značky (znaky) tvoří podmnožinu všech kartografických vyjadřovacích prostředků (kartografických znaků).

¹⁸ Mapový znak bývá v názvoslovných normách označován jako mapová značka, tzn., že oba pojmy pokládáme za synonyma. Při respektování terminologie sémiotiky by měl být preferován a respektován jen pojem „znak“.

Kartografické znaky mohou mít velmi rozdílnou konkrétní podobu (formu, tvar). Z obecného hlediska však u nich můžeme vymezit různé morfologické vlastnosti, jež lze definovat určitým souborem grafických proměnných. Tyto pak dovolují značnou variabilitu nasazení kartografických znaků jak pro kvalitativní tak pro kvantitativní interpretaci objektu či jevu.

Při akceptování výše uvedeného pak z praktického hlediska mezi základní grafické proměnné mapového znaku řadíme:

- **tvar**, který je dán jeho obrysovou čarou a ve smyslu proměnné se chápe jako dostupný sortiment znaků a jejich částí (grafém, morfém). Tvar kartografických areálů a průběh linií jsou dané jejich topologií, a proto nejsou grafickými proměnnými,
- **velikost**, která je obvykle udávána jedním vhodným rozměrem (např. výškou, průměrem, nebo v případě liniových znaků šířkou). V určitých případech to může být i plocha znaku, či jeho objem (objemové znaky). Velikost znaku je obvykle mírou kvantity jevu či jeho prostorového rozložení. Spolu s proporcionalitou je důležitá při vnímání diagramových znaků. Velikost kartografických areálů je dána jejich topologií, a proto není grafickou proměnnou (tou ale je velikost grafických prvků, tvořících vnitřní strukturu areálu),
- **orientace**, která označuje umístění znaku nebo textury vzorku kartografického areálu v určitém směru (horizontálně, vertikálně, ve směru os souřadnicových sítí aj.), přičemž každý směr musí být identifikovatelný a odlišitelný od ostatních aplikovaných směrů. Má smysl i u znaků vyjadřujících vývoj jevu podél určité trasy nebo v určité ploše (tematické mapy). Orientace vlastního liniového znaku (řeka, hranice, cesta apod.) není grafickou proměnnou, protože je daná topologickými vztahy,
- **struktura** (vzorek, pattern), tj. vnitřní grafické rozčlenění bodového, liniového i plošného kartografického znaku, které vyjadřuje kvantitativní relace mezi jednotlivými složkami tvořícími jev jako celek. Skládá se z bodových a liniových grafických prvků různého tvaru, velikosti, barvy, orientace. Může mít, a nejčastěji také má, význam pouze estetický, když slouží ke snadnějšímu rozlišování jednotlivých kartografických znaků. S pojmem vzorek (struktura) se často zaměňuje pojem **textura**, která znamená rozlišování hustoty prvků vzorku (vyjadřované obvykle počtem prvků/čar na 1 cm), způsobu uspořádání prvků (do pravidelných řádků – odtud textura, do křížujících se řádků – mřížkovitá textura aj.), orientace uspořádání prvků (horizontální, vertikální, diagonální aj.) apod. Někdy je součástí struktury znaku i výplň,
- **výplň**, která může být tvořena barvou, šrafurou nebo bitovou mapou (rastrovým obrázkem). Barva, z níž jsou využívány především **tón**, který je dán vlnovými délkami viditelného pásma slunečního světla a prvoplánově určuje barevný vjem (např. v rozsahu 500 – 560 nm je barva zelená, v rozsahu 605 – 730 nm je barva červená), **sytoost**, která udává procento chromatické barvy na bílém pozadí (resp. **intenzita**, která udává pro achromatické barvy procentní zastoupení černé na bílém pozadí) a určuje tak výraznost barevného projevu (jednotlivé intervaly sytosti, resp. intenzity seřazené sestupně nebo vzestupně označujeme jako **gradaci**, nebo

též stupně, např. šedé) a **jas** (svítivost), neboli čistota barvy, která je při kartografických pracích prakticky nezměřitelná, a proto se s ním pracuje pouze empiricky. Tón a intenzita (syty) považujeme za samostatné grafické proměnné, které jsou objektivně přesně změřitelné,

- **pozice**, která udává polohu hlavního (vztažného) bodu znaku, např. rohu, geometrického středu, středu základny apod. Polohu znaků volíme tak, aby nedocházelo k překrývání jednotlivých symbolů (pokud překrytu nemůžeme zabránit, pokládáme menší znak přes symbol většího).

Počítačové programy poskytují také jiné možnosti konstrukce prakticky libovolných znaků v klasické grafické podobě, tj. s rozmanitým tvarem, velikostí, strukturou aj. vlastnostmi, nebo v neklasické formě, která je možná pouze při prezentaci mapového díla na monitoru počítače. Jedná se o takovou formu, která není dosažitelná dosavadními grafickými technikami na klasických mapách, a u kterých nelze sestavit triviálním způsobem tezaurus v klasické papírové podobě. Jedná se zejména o:

- pohyblivé znaky (po čáře, po křivce i uzavřené),
- rotující znaky,
- blikající znaky,
- pulzující, resp. kmitající znaky,
- znaky stejné tvaru, měnící své vlastnosti (tón a syty barvy, struktura, textura),
- znaky přecházející z jednoho tvaru do druhého apod.

Význam znaku je z hlediska mapového vyjadřování relevantní vlastnost objektu či jevu, která je reprezentovaná pojmem. Znak mající formu a význam se stává mapovým znakem až po nabytí polohy v mapě. Poloha znaku se udává např. pomocí souřadnic (zeměpisných, pravoúhlých aj.), nebo pomocí situačních souvislostí, tj. logických (topologických) prostorových vztahů k jiným znakům mapy.

Mapový znak lze synonymně označit i jako mapová syntagma. Tento termín je vhodný nejen pro označení mapového znaku lokalizovaného v mapě, ale i pro označení znaku s vysvětleným významem v legendě mapy (tj. znaku bez polohy v mapě) a pro grafické struktury (tj. jednotky bez polohy a významu) v poloze potenciálního znaku, resp. mapového znaku např. ve vzorníku, albu, seznamu apod. V německé kartografii se za synonymum termínu mapový znak považuje termín signatura.

Mapový znak je ve většině případů složeninou. Tento závěr vyplývá jak z jazykového popisu významu, který nese (např. dvoukolejná železnice), tak z jeho grafického ztvárnění.

7.1.3 Znaková zásoba

Znaková zásoba (mapová signika) je strukturní rovina mapového jazyka, která se zabývá vymezením mapových znaků, jejich klasifikací a shromažďováním (tezurací) a tvorbou seznamů (katalogů, přehledů) mapových znaků. Do reálné znakové zásoby mapového jazyka se řadí všechny znaky, které se až

dosud na mapách použily. Potenciálně tam můžeme zařadit také všechny grafické prvky (útvary), které mají předpoklady funkci mapového znaku plnit.

Jestliže považujeme smluvené znaky za slova kartografického jazyka, musíme mít pro jejich porozumění (tj. čtení mapy) k dispozici výkladový slovník, přisuzující jednotlivým znakům jejich smysl. Kartografické znaky bývají shromažďovány a účelně tříděny do různých katalogů (vzorkovnic, kartografická signa), které si vyhotovuje nebo má k dispozici zpravidla každé významnější kartografické pracoviště. Katalogy se vyhotovují pro bodové znaky, pro liniové znaky, pro barvy a rastry, pro písmo apod., obvykle jsou však komplexní. Je-li znaků málo, lze popsat jejich smysl přímo v mapě formou vhodně umístěné **legendy (vysvětlivek)**, např. jako součást mimorámových údajů. U rozsáhlejších mapových děl, jakým je např. státní mapové dílo, kde se setkáváme s velkým počtem znaků, se vytváří **seznam mapových znaků/značek (znakový/značkový klíč, klíč mapy, seznam mapových znaků)**. Ten bývá obvykle vydáván jako samostatná publikace kartografických nakladatelství a představuje soubor mapových znaků jen pro určité mapové dílo, někdy také i pro vybrané intervaly měřítkových čísel, s vysvětlením jejich významu a popisem textových a grafických atributů. Všechny uvedené formy katalogů tedy představují jakýsi překladový slovník mezi kartografickým jazykem a přirozeným jazykem (kartografickým znakům přiřazujeme nějaký význam). Pro vytvoření kvalitního katalogu (znakového klíče, legendy) jsou potřeba znalosti nejen z oblasti kartografie, ale i psychologie, grafiky, matematiky, sémiologie, případně oborů, kterým se věnuje téma mapy.

Mezi legendami rozlišujeme:

- **klasifikační legendu**, která současně s vysvětlením významů znaků provádí i jejich klasifikaci,
- **přímou legendu** neboli běžné (obvyklé) vysvětlení významů, reprezentovaných kartografickými znaky,
- **slovní legendu**, která užívá výrazů typu „1 bod reprezentuje 1000 obyvatel“,
- **zprostředkovanou legendu**, která využívá zprostředkující čísla, písmena, zkratky nebo zkrácené výrazy k označení znaků, které se vysvětlí na jiném místě mapy (např. v textu pod obrázkem nebo v jiném doprovodném textu),
- **tabulkovou legendu**, která je vytvořena v podobě tabulky,
- **trojúhelníkovou legendu**, která je tvořena v podobě rovnostranného trojúhelníku, na jehož stranách jsou naneseny hodnoty třech závisle proměnných a v ploše trojúhelníku se pak vzájemné kombinace hodnot vyznačují příslušnou kombinací kartografických znaků (obvykle s využitím barev, šrafování apod.).

Legenda slouží k výkladu použitých mapových znaků, ostatních kartografických vyjadřovacích prostředků a barevných stupnic. Musí být:

- úplná (obsahuje všechny prvky nutné ke kompletnímu sdělení informace),

- uspořádaná (prvky seřazené do logických skupin),
- srozumitelná.

Její tvorba je velmi náročná a vyžaduje značné zkušenosti.

Ze starších znakových klíčů stojí za zmínku „Značkový klíč 1872“, resp. 1875, připravený pro dobová vojenská mapování, „Značkový klíč“ z roku 1926 (ruský) aj. Pro mapy souřadnicového systému roku 1946 (Besselův elipsoid) byl zpracován „Značkový klíč Topo-4-3“. „Značkový klíč Topo-4-4 Smluvené značky, vzorky písma a zkratky topografických map měřítek 1:25 000, 1:50 000 a 1:100 000“ (MNO, 1954) byl určen pro vojenské topografické mapy určených měřítek v souřadnicovém systému roku 1952 (Krasovského elipsoid), jejichž výšky byly připojeny na baltský systém. Byla-li v měřítku 1:100 000 zakreslena území cizích států, bylo sice použito souřadnicového systému roku 1952, ale znaky, písmo a zkratky jsou převzaty z klíče Topo-4-3.

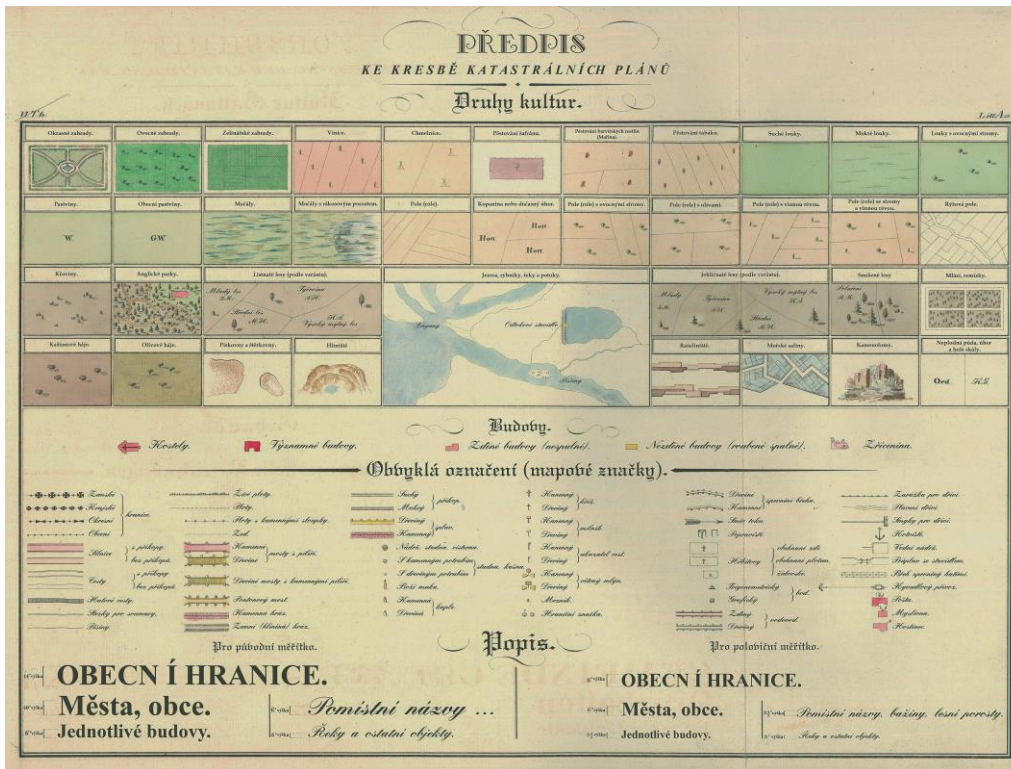
„Značkový klíč Topo-4-4“ obsahuje znaky často vysvětlované v hromadných zobrazeních, resp. i s příklady spojování smluvených znaků. Pro jednotlivá měřítka jsou uvedeny nutné metrické rozměry znaků, včetně rozměrů v pracovním měřítku 1:66 666. Přiloženy jsou i ukázky úpravy mapového rámu.

V roce 1961 byly k tomuto znakovému klíči vydány „Doplňky a změny ke smluveným značkám topografických map měřítek 1:25 000, 1:50 000 a 1:100 000“.

V souvislosti se vstupem ČR do NATO byl v roce 2006 vydán nový vojenský předpis Topo-4-4 „Značkový klíč pro tvorbu topografických map měřítek 1 : 25 000, 1 : 50 000 a 1 : 100 000“. Topografické mapy zpracované podle Topo-4-4 využívají čtyři základní barvy, a to černou, modrou, oranžovou a zelenou, doplňkově pak barvu purpurovou. V Tabulka 7-2 jsou uvedeny základní barvy, se kterými se můžeme na topografické mapě setkat a seznam terénních předmětů, které tyto barvy vyjadřují.

Tabulka 7-2 Barvy na topografických mapách podle Topo-4-4 (2006)

Barva	Topografický objekt
černá	100 % polohopis a popisné údaje jeho některých značek; popis sídel a jejich částí, reliéfu, územních jednotek; popis pravoúhlé souřadnicové sítě UTM; rámové a mimorámové údaje
	rastr výplň bloků obytných budov souvislé, oddělené a moderní rozptýlené zástavby v sídlech; výplň vilové zástavby na mapách 1 : 100 000, výškové stupně diagramu hypsometrie
modrá	100 % vodstvo a popisné údaje jeho některých značek; popis vodstva; bažiny, močály, rašeliniště a jejich popisů rysky a popis překrytové pravoúhlé souřadnicové sítě UTM
	rastr výplň vodních ploch
oranžová	100 % vrstevnice; výplň dálnic, rychlostních, hlavních, vedlejších a ostatních silnic včetně průjezdů sídly; prvky reliéfu a popis jeho některých značek, půdní kryt; popis listů mapy JOG 250 v diagramu sousedních listů
	rastr lemovka hranice, hranice VVP, parků a rezervací
zelená	100 % výplň ploch vzrostlého lesa a hřbitovů se stromy; šrafovaná výplň ploch mladého lesa, zakrslých lesů, polomů, souvislých křovin
	rastr sadová úprava moderní rozptýlené zástavby; výplň bloků vilové zástavby, výplň bloků vilové zástavby, chatových a zahrádkářských kolonií; ovocné sady, zahrady; vinice; chmelnice; parky, okrasné zahrady
purpurová	pravoúhlá souřadnicová síť S-JTSK









Obr. 7-4 Znakový klíč a vzory písma map Stablního katastru

Celá řada znakových klíčů je určena pro speciální kartografická díla. Např. standardizované kartografické znaky pro městské plány určené zrakově postiženým stanovené Evropskou komisí v Bruselu v roce 1983 (EURO-TOWN-KIT, Standardized Symbols for Making Tactual Maps Standing European Commission for Tactual Town Maps, Deutsche Blindenstudienanstalt e. V. Marburg, 1999), nebo International Specification for Sprint Orienteering Maps (ISSOM), tj. znakový klíč pro Mapy pro mezinárodní závody v orientačním běhu vydaný mapovou komisí IOF (International Orienteering Federation). Z jeho českého překladu provedeného mapovou radou Českého svazu orientačního běhu jsou i ukázky v Tabulka 7-3.



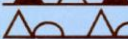

































Všechny kartografické znaky lze klasifikovat podle velkého množství kritérií, jejichž příklady jsou uvedeny v následujících kapitolách.

Tabulka 7-3 Výběr z části 5.3 Voda a bažiny českého překladu znakového klíče pro Mapy pro mezinárodní závody v orientačním sprintu vydaného mapovou komisí IOF (Český svaz orientačního běhu, 2006)

Grafické vyjádření	Kód a označení	Popis
	303 Jáma s vodou	Vodou naplněná jáma nebo vodní plocha příliš malá pro zobrazení v měřítku. Znak je orientován k severu. Barva: modrá.
	304.1 Nepřekonatelné vodní těleso (zákaz překonávání)	Oblast hluboké vody jako je jezero, rybník, řeka nebo nádrž, která může představovat nebezpečí pro závodníka, nebo je do ní zakázán vstup. Tmavě modrá barva a okrajová černá čára indikují, že objekt nemůže nebo nesmí být přecházen. Minimální rozměr je 1 mm ² . Barva: modrá 100% nebo 75% (min. 60 linek/cm), černá.

Grafické vyjádření	Kód a označení	Popis
	305.1 Překonatelné vodní těleso	Oblast mělké vody jako je rybník, řeka nebo nádrž, která může být přecházena. Vodní těleso musí mít hloubku menší než 0,5 m a musí být průběžné. Je-li vodní těleso neprůběžné, musí být znázorněno znakem nepřekonatelné vodní těleso (304.1). Pokud žádný liniový znak netvoří okraj překonatelného vodního tělesa, bude okraj zobrazen modrou čarou. Barva: modrá 30% (min. 60 linek/cm), modrá.
	306 Překonatelný malý vodní tok	Překonatelný vodní tok (včetně větších odvodňovacích příkopů) široký méně než 2 m. Barva: modrá.
	307 Malý vodní příkop	Přírodní nebo umělý malý vodní příkop {vodoteč}, který může obsahovat vodu pouze občas. Barva: modrá.
	308 Úzká bažina	Bažina nebo vodní průsak, které jsou příliš úzké pro znázornění znakem bažina (310) {ušší než asi 3 m}. Barva: modrá.
	309 Nepřekonatelná bažina (zákaz překonávání)	Bažina, která je nepřekonatelná, nebo může představovat nebezpečí pro závodníka. Okrajová černá čára indikuje, že objekt nemůže nebo nesmí být přecházen. Barva: modrá, černá.
	310 Bažina	Překonatelná bažina, obvykle s výrazným okrajem. Znak může být kombinován se znaky pro porost ke znázornění průběžnosti a otevřenosti. Barva: modrá.

Symboly na povětrnostní mapě

	bezoblačno		teplá fronta
	jasno (1/4 pokrytá)		studená fronta
	polojasno (1/2 pokrytá)		okluze
	oblačno (3/4 pokrytá)	Rychlosti větru	
	zataženo		bezvětrí nebo velmi slabý
	zákal		2 uzly (asi 4 km/h)
	silný zákal		5 uzly (asi 9 km/h)
	průměrná míha		10 uzly (asi 19 km/h)
	míha (dohlednost pod 1 km)		15 uzly (asi 28 km/h)
	prachová nebo písečná bouře		20 uzly (asi 37 km/h)
	zvířený sníh		30 uzly (asi 56 km/h)
	déšť		45 uzly (asi 83 km/h)
	mrholení		50 uzly (asi 93 km/h)
	srážky v okolí	Symboly oblačů	
	sníh		cirrus (ledové oblaky, řasy)
	déšť se sněhem		cirrostratus (ledové oblaky, závoj)
	ledové jehličky		cirrocumulus (ledové jemné beránky)
	přeháňky		altostratus (řidký vrstevnatý oblak z ledu a vody)
	krupky		nimbostratus (hustý vrstevnatý oblak z ledu a vody)
	kroupy		altocumulus (hrubé beránky, voda)
	bouřka		stratocumulus (oblačné „lavice“, voda)
	vzdálená bouřka		stratus (beztvará oblačná vrstva, jakoby vysoká míha)
	bleskavice		cumulus (kupovitý mrak)
	po dešti		cumulonimbus (deštivý, přeháňkový a bouřkový oblak)
	po bouři		altocumulus lenticularis (čočkovité oblaky z přechlazené vody, „föhnové oblaky“)

Obr. 7-5 Příklad znaků používaných na synoptické (povětrnostní) mapě.

7.1.4 Klasifikace mapových znaků

Tvorba mapových znaků, liter kartografického (mapového) jazyka, vychází z předpokladu, že převážnou část obsahu kartografických děl lze konvenčně rozložit, na základě jejich grafického provedení, na znaky **symbolické (bodové nebo liniové, mimoměřítkové)** a **znaky plošné (areálové, měřítkové)**. Tato konvence je ovlivněna především půdorysem zobrazovaných objektů a jevů, ale i subjektem jejich vyhodnocovatele a možnostmi jejich kartografického záznamu.

Z formálního hlediska je i kartografický jazyk tvořen množinou slov, jež mají konečnou délku a k jejichž sestavování se používá konečná množina přípustných symbolů (znaků), tj. abecedy jazyka. Souhrn přípustných slov tvoří definiční obor (slovník jazyka).

V tomto třídění se konzervoval stav minulého kartografického poznání, který byl navíc utvrzen i jeho vědeckým popisem v dílech L. Ratajského. Z pohledu současné kartografie již takové třídění nepostačuje nejen z praktického hlediska, ale i z hlediska gnozeologického a terminologického. Termín bodový znak ze sémantického hlediska vůbec neodpovídá, neboť i nejmenší mapový znak ve tvaru tečky (tedy kruhu o průměru nejméně 0,2 mm), který je akceptovatelný z hlediska grafické přesnosti a rozlišovací schopnosti lidského oka, v mapě určitou plochu zaujímá. V některých případech to může být plocha dokonce značná (např. při použití lokalizovaného diagramu) Obdobné výhrady lze mít z teoretického hlediska i k vymezení plošných znaků, neboť všechny i bodové a liniové mapové znaky mají nenulové rozměry a zabírají tedy určitou plochu v mapě, tj. přispívají ke grafické zaplněnosti mapy. Pro bodové a liniové mapové znaky lze užít označení **mimoměřítkové znaky**, protože jejich velikost není přímo závislá na měřítku mapy. Volí se taková velikost, aby byl bod (linie) zvýrazněn.

Mapové znaky lze z praktického hlediska dělit na **jednoduché a složené**.

Jednoduché mapové znaky (typické mapové syntagmy) reprezentují jen jeden význam, byť jsou graficky komplikované a rozložitelné na jednodušší části. Z geometrického hlediska se dělí na **bodové, liniové a areálové** (plošné). Každá z těchto skupin má své zvláštní vnitřní dělení.

Složené mapové znaky, ať už diskrétně či spojitě, reprezentují víc jak jeden význam. Jejich významová složenina (a dělitelnost) koresponduje s grafickou složeninou (a dělitelností). Lze je označovat jako mapové synsyntagmy. Složené mapové znaky dělíme na diskrétně složené (např. segmentované kruhy v socioekonomických mapách) a spojitě složené (např. zobrazení keřového a travinného porostu na podmáčené půdě).

Jiné kritérium rozděluje kartografické znaky na **kvalitativní a kvantitativní**. **Kvalitativní znaky** vyjadřují vlastnosti statistických jednotek, které se popisují většinou slovem, např. národnost nebo vzdělání. **Kvantitativní znaky** charakterizují vlastnosti, které se vyjadřují obvykle číselně, fyzikálními jednotkami apod. Mohou být buď **extenzivní** (znázorňují absolutní velikost jevu) nebo **intenzivní** (vycházejí z extenzivních veličin, ale jsou vztaženy k jiné jednotce, např. na 1 obyvatele, na plochu území apod.) a z jiného zorného úhly mohou být **spojité** (nabývají v rámci určitého intervalu všech hodnot) nebo **nespojité** neboli diskrétní (nabývají pouze konkrétních hodnot).

Podstatou **tematického dělení** mapových znaků je seskupování objektů terénu s podobnými vlastnostmi do jedné skupiny. Tímto způsobem jsou objekty terénu obvykle rozděleny do osmi skupin:

- **geodetické body** (např. trigonometrické, zhušťovací, nivelační aj.),
- **sídla**, která jsou rozlišena např. podle jejich hospodářského významu (městská, venkovská apod.), počtu obyvatel a územněsprávního významu (hlavní, krajská apod.),
- **topografické objekty**, které jsou z hospodářského a vojenského hlediska významné (např. továrny, elektrárny, letiště apod.) nebo orientačně důležité (komíny, výškové stavby, mohyly, pomníky apod.),
- **hranice a ohrady** (např. státní hranice, administrativní hranice územních správních jednotek, hranice parků a rezervací, vojenských újezdů, historické hradby a ohrady),
- **komunikace** (sít' drážních a pozemních komunikací včetně některých objektů a zařízení sloužících silničnímu a železničnímu provozu, mosty a křižovatky komunikací, potrubní a energetické trasy),
- **vodstvo** (říční sít' a umělé vodní toky, přírodní a umělé vodní nádrže apod. včetně technických zařízení na těchto objektech a jejich charakteristik),
- **terénní reliéf a**
- **rostlinný a půdní kryt.**

Z geometrického hlediska rozdělujeme znaky na:

- **bodové,**
- **liniové a**
- **plošné (areálové).**

7.1.4.1 Bodové znaky

Znaky bodové povahy zobrazují v měřítku kartografického díla předměty a jevy bodového charakteru. Takto mohou být zobrazeny jak skutečnosti, které mají bodový charakter samy o sobě (vrchol hory, trigonometrický bod), tak skutečnosti, které bodový charakter nabydou až generalizací při velkém zmenšení (např. intravilán obcí v mapách malých měřítek). Běžně jsou aplikovány na objekty, jejichž rozměr v měřítku mapy zaniká graficky (studny, prameny, pomníky apod.).

Interpretované charakteristiky matematických (např. body geodetických sítí), geografických (např. vrcholky hor, prameny) a socioekonomických objektů (sídlních jednotek) lze vyjádřit bodovým znakem lokalizovaným polohově přesně. K tomu účelu se u každého znaku definuje jeho vztažný bod, který umožňuje určit z mapy přesnou polohu terénního předmětu. Může jím být geometrický střed znaku, střed základny (paty) znaku, vrchol pravého úhlu u paty kolmice nebo geometrický střed dolní části znaku. Častým případem je bodová lokalizace údajů vztažených k plochám různých územních jednotek. V rámci těchto statistických areálů (plošných jednotek vymezujících oblast

šetření údajů, které jsou předmětem kartografického znázornění) je zvolen definiční bod areálu, který slouží k lokalizaci příslušného bodového znaku. Tyto definiční body plošných útvarů lze určovat konvencí, např. se může jednat o polohu administrativního centra příslušné oblasti, nebo geometrickou konstrukci jako např. těžiště vymezené plochy.

Od bodových znaků je možné požadovat nejen vyjádření polohy objektu, ale i jeho kvantitu a kvalitu.

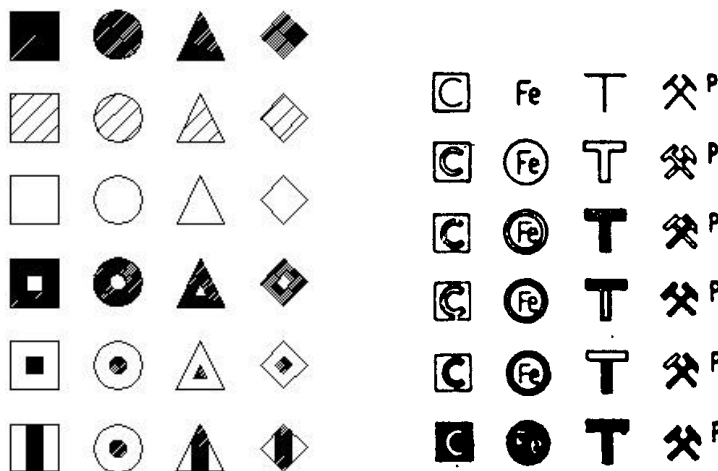
Jednoduché bodové znaky podle podoby a jejich interpretačního pojetí dělíme podle:

- A. motivovanosti a tvaru,
- B. podle barevnosti,
- C. podle výplně a struktury.

Podle motivovanosti a tvaru lze rozlišit bodové znaky:

1. nemotivované, a to:

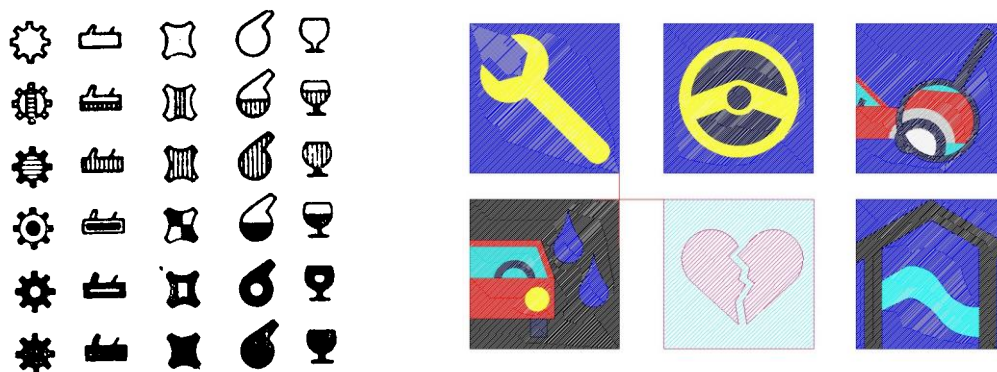
- **geometrické znaky konvexní** (kružnice, elipsa, půlkruh, n-úhelníky atd.) a **nekonvexní** (např. hvězdice, šipka aj.), kterých se využívá k vyjádření objektů exaktní bodové povahy (např. trojúhelník = trigonometrický bod, křížek = vrchol hory aj.) a často i k vyjádření kvantity jevu či objektu. Jejich velikost se kvantitě snadno přizpůsobuje přes plochu nebo přes objem (matematickými operacemi nebo graficky velikostními stupnicemi). Protože lze vnitřně morfologicky modelovat, jsou využitelné i pro kvalitativní rozlišení,
- **alfanumerické znaky (alfabetické, numerické, kombinované)**, které číslem, číslicí, písmenem, slovním označením nebo kombinací všech možností lokalizují výskyt určité skutečnosti (např. chemické značky na mapách pro veřejnost a na tematických mapách malých měřítek vyjadřují existenci naleziště vhodných kovů pro získávání daných chemických prvků),



Obr. 7-6 Geometrické (vlevo) a písmenkové (vpravo) bodové znaky s různou strukturou a výplní

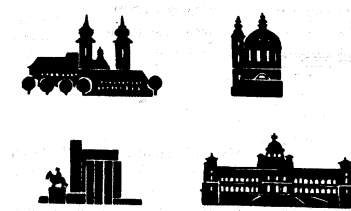
2. motivované (asociativní),

- **symbolické znaky**, tj. schematizované obrázky mají především asociativní povahu. Svým grafickým provedením vyvolávají u pozorovatele představu objektu či události (např. dopisní obálka = poštovní úřad, kotva = přístaviště, zkřížená kladiva = důl aj.). Tyto znaky se používají především na mapách pro veřejnost, dějepisných mapách ale i mapách topografických. Pokud znaky představují symbolické zobrazení lidí nebo zvířat označují se takové znaky jako **siluetové (figurální)**.
- **piktogramové znaky**



Obr. 7-7 Symbolické znaky (vlevo) a piktogramy (vpravo)

- **obrázkové znaky** neboli **znaky ikonografické (nárysné, siluetové)** představují zobrazovaný objekt v jeho charakteristické podobě formou siluety, perspektivního pohledu, fotografie, krátkého videozáznamu (např. náčrty orientačně či kulturně významných budov v orientačních plánech měst a na vlastivědných mapách).

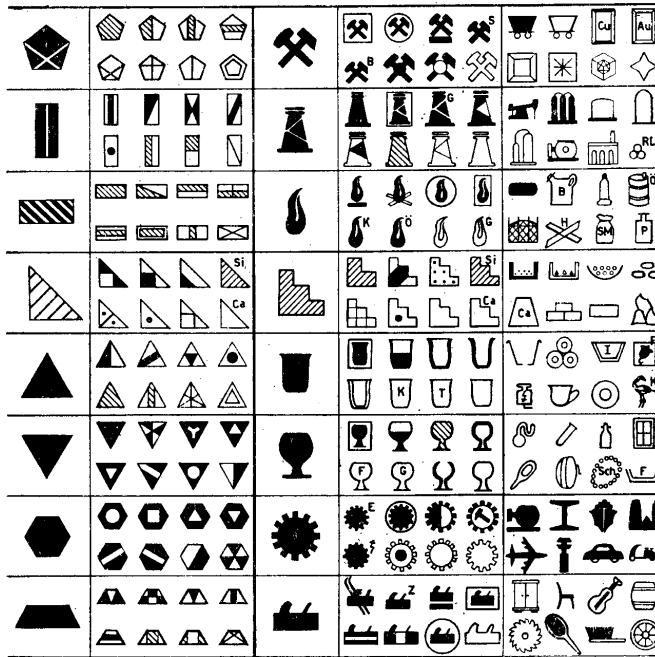


Obr. 7-8 Obrázkové znaky

Podle barevnosti se bodové znaky dělí na achromatické (černé, bílé, šedé), chromatické (modré, červené atd.) a barevně kombinované.

Podle výplně a vnitřního členění můžeme rozlišit např. znaky:

- obrysové (prázdné nebo plné, tj. s barvou, rastrem nebo vnitřní strukturou),
- plné (plně vybarvené nebo vyplněné rastrovaným tónem barvy),
- členěné (dělené na segmenty),
- kombinované (i lemované podtrhnuté) apod.



Obr. 7-9 Geometrické (levé dva sloupce) a symbolické znaky pro vyjadřování vybraných průmyslových odvětví (další sloupce) - těžba uhlí, těžba ropy a zemního plynu, úpravárenský průmysl paliv, těžba kamene a zemin, keramický a sklářský průmysl, strojírenství, dřevařství. Základní (skupinové) znaky jsou dále členěny.

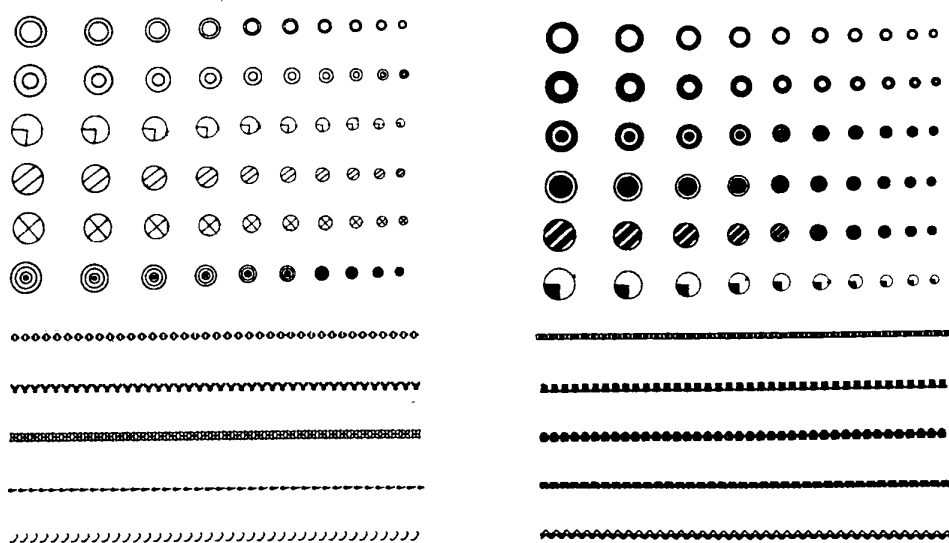
Lze připustit i celou řadu dalších typů členění. Zcela specifickou skupinu nemotivovaných mapových znaků tvoří diagramové znaky, kterým lze přisoudit i atributy výše uvedených členění.

Lokalizovaný (statistický) diagram (diagramový znak) představuje rovinný či prostorový graf nebo diagram (složitější forma grafu), který může být umístěn do bodového prvku (meteorologická stanice, průmyslový podnik, sídelní jednotka) nebo do plochy areálu. Jde o prostředek jazyka mapy, který umožňuje v daném místě mapy, resp. v celé ploše kartografického areálu, vyjádřit kvantitu, její vývoj v čase, směrové rozložení příp. další charakteristiky. Do mapy se umísťuje pomocí jeho definičního (referenčního, vztahného) bodu, kterým je obvykle počátek souřadnicového systému diagramu, nebo geometrický střed diagramu, resp. podstavy.

Kartografická praxe užívá lokalizovaných statistických diagramů velice často při tvorbě tematických map. Na základě jejich základních znaků je můžeme dělit:

- podle počtu vyjadřovaných údajů na:
 - jednoduché (prezentují pouze jeden jev),
 - složené, resp. strukturní (prezentují jeden jev členěný na dílčí složky nebo více jevů),
- podle kompozice údajů na:
 - sumární (vzniklé grafickým načítáním jednotlivých hodnot zobrazovaného jevu),

- strukturní (vyjadřující relativní reakce mezi různými parametry jevu),
- podle hlediska času na:
 - statické (zachycují jev k určitému datu),
 - dynamické,
- podle konstrukčního hlediska na diagramy situované:
 - v pravoúhlé souřadnicové soustavě,
 - polární souřadnicové soustavě,
 a v obou případech:
 - s lineární stupnicí na souřadnicových osách nebo
 - s nelineární stupnicí na souřadnicových osách.
- podle grafického provedení na:
 - čárové (grafy),
 - sloupcové (histogramy),
 - plošné, kdy se převádějí zobrazované hodnoty vhodným matematickým vztahem nebo diagramovým měřítkem na plochu jednoduchého plošného obrazce (čtverce apod.),
 - objemové, které interpretují údaje prostorovým způsobem (krychle, axonometrický pohled na trojrozměrný histogram aj.),
- podle způsobu lokalizace v mapě na:
 - umístované do bodového prvku (např. sídelní jednotky),
 - umístované do plochy areálu zpravidla tak, aby se diagramové znaky minimálně překrývaly.



Obr. 7-10 Bodové znaky a jejich řazení do liniových znaků

7.1.4.2 Znaky čárové (liniové)

Znaky liniové vyjadřují takové jevy, u nichž převládá délkový rozměr (hranice, komunikace, vodní toky, letecká linka apod.), tzn., že pro jejich polohový záznam je důležitá jejich podélná osa, která je jejich základním půdorysným znakem. V elementárním použití jsou pak kresleny tak, aby jejich podélná osa souhlasila s průběhem osy vyjadřované skutečnosti (silnice, řeky aj.). Ve volnějším pojetí může být někdy tato vlastnost porušena (trasy leteckých linek, plavební trasy lodí aj.). Morfologie znaků může být jednoduchá (plná nebo strukturovaná čára v různé síle) nebo složitější, jako např. soustava rovnoběžných křivek (s možností strukturování a barevného rozlišení). Čárové znaky mohou být interpretovány i diagramově a vyjadřovat i několik jevů současně (struktura dopravy na silnicích různých tříd). Lze jim dát i dynamický charakter.

Čárové mapové znaky dělíme:

1. podle počtu čar,
2. podle barvy,
3. podle výplně,
4. podle dalších kritérií.

Podle počtu čar se čárové znaky dělí na:

- jednočárové, a to plné (souvislé), přerušované (čárkované, tečkované, čerchované), strukturované (složené z různých vzorků/struktur) a vzájemně kombinované,
- dvoj- a vícečárové (s čarami stejné síly nebo s čarami různé šířky).

Podle barvy se dělí na achromatické, chromatické a barevně kombinované obdobně jaké bodové znaky.

Podle výplně se čárové mapové znaky dělí na:

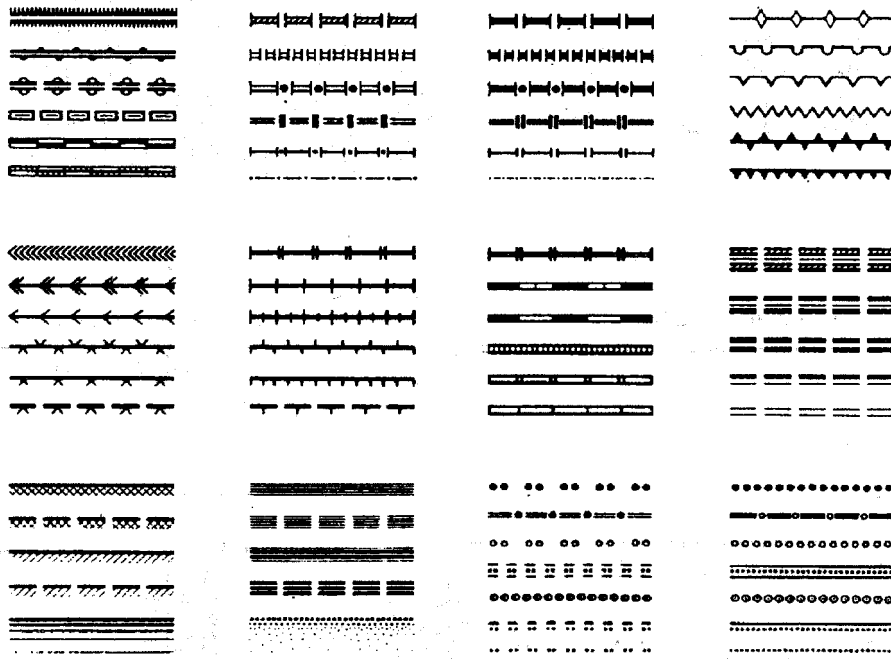
- světlé (prázdné, bez výplně prostoru mezi čarami)
- vyplněné, a to buď barvou (plným tónem rastrováním, odstínem aj.) nebo strukturovanou výplní (strukturním rastrem).

Č Á R Y		
JEDNODUCHÉ	plné	
	čárkované	
	tečkované	
	vzorované	
	kombinované	
DVOJITÉ a VÍCENÁSOBNÉ (bez výplně mezičárového prostoru)	se stejným typem čar	
	s různým typem čar	
DVOJITÉ a VÍCENÁSOBNÉ (s výplní mezičárového prostoru)	barvou	
	rastrm	
dvou- a vícebarevné		
přerušované		
zvlňané		
lomené		
směřované		
proměnlivé šířky		
lemovky		

Obr. 7-11 Příklady liniových mapových znaků

Podle dalších kritérií lze dělit čárové mapové znaky např. na:

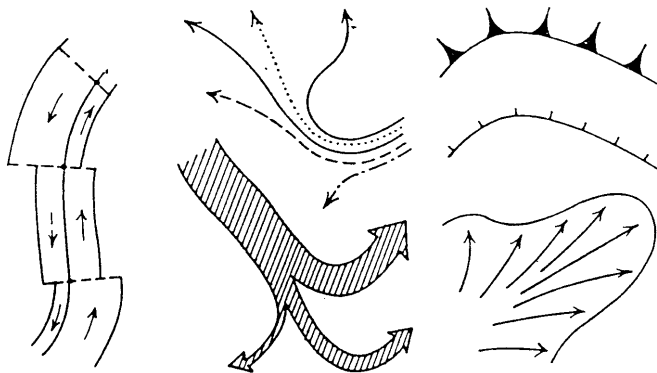
- kontinuální (nepřerušované), nebo diskontinuální (přerušované),
- zvlňané a lomené,
- pozitivní a negativní,
- směřované,
- strukturované,
- konstantní nebo proměnlivé šířky (zesilování buď postupně, nebo intervalovým skokem),
- lemovky, které představují barevné, různě široké, případně i různě vzorkované pásy (pruhy), doprovázející (kopírující) průběh jiného liniového znaku. Slouží ke zvýraznění jevu vyznačeného doprovázeným znakem, např. administrativní hranice různých hierarchických úrovní.



Obr. 7-12 Ukázka řešení struktury liniového znaku

Liniový záznam může být:

- geometricky přesný**, a to v případě, kdy interpretujeme jevy exaktní liniové povahy, jako např. hranice, souřadnicové sítě, polygonové pořady apod.,
- topograficky přesný**, a to u jevů, jejichž příčný rozměr zaniká v měřítku mapy, jako např. u silnic, malých vodních toků apod.,
- schematický mezi pevnými body**, kdy je předmětem zájmu pouze existence a ohodnocení vazby mezi body,
- schematický v ploše**, kdy se jev v rámci určitého prostoru rozvíjí v nějakém převažujícím směru (např. mořské proudy).



Obr. 7-13 Pohybové znaky

Z hlediska praktického (podle povahy zobrazovaného jevu) lze akceptovat dělení liniových znaků na:

- vlastní čárové znaky**, které se používají většinou ke znázornění administrativních a přírodních (např. břehové čáry) hranic a k

znázornění všech geografických objektů, které mají pásový charakter (vodní toky, komunikace aj.). Lze je použít jak pro charakteristiku kvality, tak pro charakteristiku kvantity jevu (druh dopravy, intenzita přepravních proudů apod.). Rozlišujeme:

- **půdorysné (identifikační) znaky**, tj. čáry znázorňující konkrétní objekty, jejichž délkové rozměry dalece převyšují jejich šířku, kterou v daném měřítku většinou nelze zobrazit (např. produktovody, inženýrské sítě, komunikace nebo vodní toky). Atribut čáry slouží jako identifikátor kvality nikoli kvantity jevu,
- **hraniční znaky (obrysové čáry)**, tj. čáry které vymezují objekt nebo území s určitou kvalitativní nebo kvantitativní charakteristikou (např. hranice administrativních jednotek, hranice lesa apod.). Zóna, vrstva, pás na mapě se stejnými hodnotami prostorových charakteristik (např. hypsometrická vrstva) je vymezena linií, která se označuje jako choropleta.

Při používání hraničních liniových znaků se držíme následujících zásad (Kaňok, 1999):

- *Hranice objektů, které se nedají ve skutečnosti určit, ale jejich vymezení je přesné (např. parcely), označujeme plnou čarou.*
- *Hranice, které nejsou ve skutečnosti viditelné a zároveň nejsou konstantní nebo jsou neurčité (např. rozšíření biologických druhů), se zakreslují přerušovanou čarou.*
- *Na mapách by neměly vedle sebe probíhat více než dvě hraniční linie.*
- *Pokud je souběžných linií více, vykreslují se pouze dvě nejdůležitější a ostatní pouze v problémových případech.*
- *V případě překrytu dvou ve skutečnosti vedle sebe ležících linií, dochází k odsunu linií, přičemž by měla být dodržena topologie.*
- *Areál vymezený hraniční linií se často ještě zvýrazňuje pomocí plošných metod (rastr, barva, struktura, popis, případně barevná lemovka).*
- **izarytmické čáry**, tj. čáry spojující místa se stejnou hodnotou určitého jevu, např. vrstevnice,
- **pohybové (vývojové) znaky**, tj. čáry zaznamenávající směry sledovaného jevu v čase a v prostoru (např. mořské proudy, směry útoku apod.). Jejich základním vyjadřovacím prvkem je pohybový znak (vektor), kreslený jako šipka, která má různé grafické provedení.

V rámci pohybových čar lze rozlišit:

- **čáry pohybu podél komunikací** (tzv. stuhová, resp. pásová metoda), které slouží k zákresu frekvence dopravy (odborné dopravní mapy), rychlosti proudění (hydrologické mapy) aj.,
- **čáry pohybu volně umístěné** jsou situovány do zrcadla mapy tak, aby vyjadřovaly směr, intenzitu a skladbu určitého pohybu (pohyb mořských proudů, směry migrace obyvatelstva apod.). Setkáme se s nimi především na mapách malých měřítek, kde se realizují pomocí pohybových znaků (vektorů), které jsou kresleny jako šipky (šipková, resp. vektorová metoda), klíny či pásy.

Podle druhu zobrazovaného jevu pak můžeme hovořit i o pohybových znacích **proudových, dynamických, dosahových** či **směrových**.

U liniových znaků rozlišujeme především jejich šířku (sílu, mocnost), strukturu včetně výplně a případně orientaci.

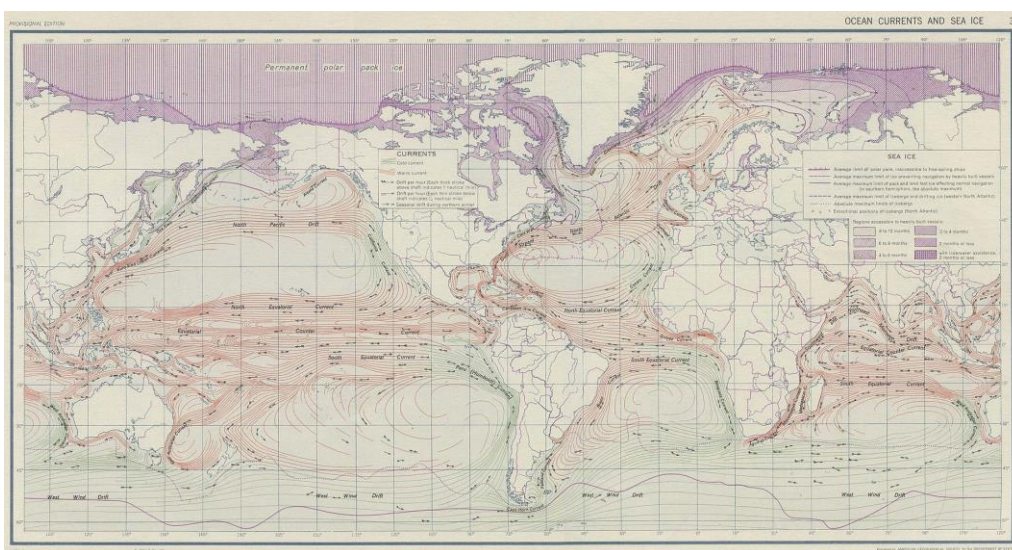
Tloušťku (šířku, sílu, mocnost) čáry ovlivňují:

- **technické faktory**, tj. limitující faktory reprodukčních a tiskařských technik (minimální šířka čáry, která je vykreslována do map je 0,1 mm, možnosti techniky ovšem dovolují tisk čar o šíři 0,06 - 0,08 mm),
- **fyzilogické faktory** (lidským okem jsou rozlišitelné černé čáry na bílém pozadí o šířce 0,02 - 0,03 mm, při běžném čtení 0,07-0,08 mm, barevné linie jsou obecně mnohem méně čitelné, než linie černé).

Minimální rozlišitelná mezera mezi dvě čarami je, stejně jako mezera mezi dvěma vyplněnými objekty, 0,15 - 0,2 mm.

Kvalita jevů je znázorňována především výplní a strukturou znaku, tj. barvou nebo rastrem, případně připojeným a polohově schematicky umístěným alfanumerickým znakem.

Kvantita jevů se vyjadřuje pomocí diagramových liniových znaků, konstruovaných jako pásy určité šířky a rozlišované svojí výplní. Interpretované údaje často vztahujeme k úsekům liniového prvku, vymezeným uzlovými body liniové sítě (tj. městy, křižovatkami aj.). Liniové diagramy mohou být jednoduché, složené nebo strukturní. Dynamika jevu je interpretována pomocí metody pohybových znaků (vektorů). Pohyb přitom může vycházet z určitého bodu či linie nebo vyplňovat určitou plochu s respektováním základních vývojových nebo směrových trendů. Základním výrazovým prostředkem metody pohybových znaků jsou téměř vždy šipky, mající povahu geometrických znaků nebo kartodiagramů, v obou případech pak znázorňované s určitou orientací.



Obr. 7-14 Příklad aplikace liniového znaku pro vyjádření pohybu v ploše („Ocean currents 1943“, United States Army Service Forces – Ocean Currents and Sea Ice from Atlas of World Maps. United States Army Service Forces, Army Specialized Training Division. Army Service Forces Manual M-101. 1943

from Perry-Castañeda LibraryMap CollectionWorld Maps. Public domain via Wikimedia Commons, <http://commons.wikimedia.org/wiki/>)

Bodové a liniové znaky sdělují z geometrického hlediska jen základní údaj o poloze vyjadřované skutečnosti. U bodových znaků se zpravidla jedná o jejich střed (u symbolických a obrázkových značek o střed paty znaku), u liniových znaků pak o jejich osu. Ostatní půdorysné charakteristiky, tj. obrysy, vnitřní uspořádání aj. tyto mapové znaky již nevyjadřují.

Svoji kresbou zabírají bodové a liniové znaky tím více místa, čím menší je měřítko mapy. Např. 2 mm široký liniový znak zabírá v měřítkách 1:1000, 1:10 000, 1:100 000, resp. 1:500 000 ve skutečnosti postupně koridor o šířce 2, 20, 200, resp. 1 000 m. V území vykrytém tímto znakem proto již nelze zobrazit další objekty, nebo se jejich kresba musí posunout. Nutně se tak dostáváme do rozporu mezi snahou o objektivní a polohově přesné zobrazení skutečnosti na jedné straně a možnostmi kartografické kresby při dodržování vědeckého principu generalizace.

7.1.4.3 Znaky plošné (areálová metoda)

Z přísně geometrického hlediska jsou téměř všechny skutečné objekty plošného charakteru. Pouze vlivem měřítka mapy se některé skutečné objekty mění na mapě v prvky bodové (např. sídla) nebo liniové (např. vodní toky).

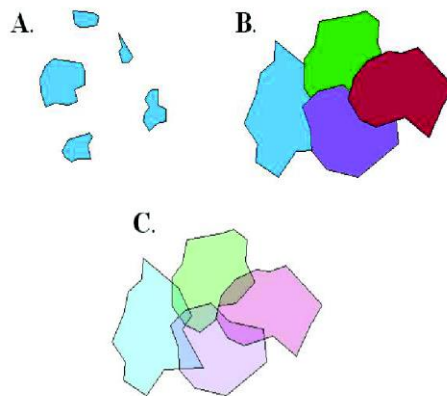
Plošné (dvojměrné) znaky slouží k interpretaci plošných jevů, tj. takových jevů, jejichž výskyt v území tvoří jednu nebo více souvislých ohraničených oblastí. Obrazy těchto oblastí v kartografickém díle označujeme jako **kartografické areály** a obrazy jejich hranic jako **obrysové čáry**. Obrysové čáry vymezují kartografické areály charakteristických vlastností (politické mapy, mapy fyzicko-geografické regionalizace aj.).

Nejdůležitějšími parametry plošných znaků jsou hranice a typ výplně (barva nebo rastr, který může být bodový, čárový, dezénový používající geometrické, symbolické nebo obrázkové znaky), alfanumerický aj.) a popis. Rozlišení barvou zaujímá nejvyšší hierarchickou úroveň. Popis se provádí vždy podél hlavní (nejdelší) osy areálu, hierarchie kartografických areálů se rozlišuje rodem, velikostí, barvou a řezem písma.

Kartografické areály dělíme:

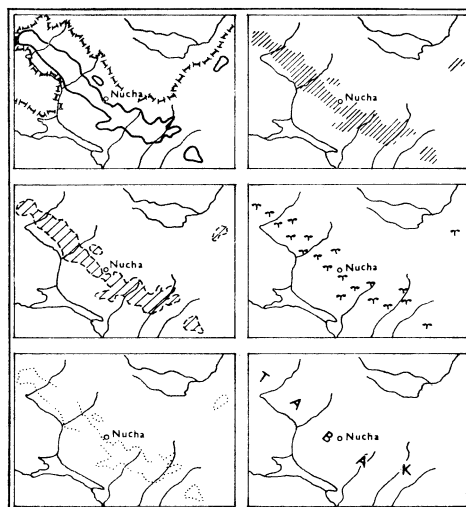
- podle způsobu a přesnosti jejich vymezení na:
 - areály s daným obrysem (ohraničené, přesně či schematicky vymezené s využitím obrysových čar nebo stykem barev či rastrů),
 - areály s neurčitým ohraničením (přesně neohraničené),
 - otevřené,
 - dynamické areály (obrys se vyvíjí v čase),
- podle jejich vzájemné polohy na:
 - izolované (ostrovní) areály,
 - dotykové areály (tvoří souvislý celek),

- překrytové areály (vzájemně se pronikají).



Obr. 7-15 Izolované (A), dotykové (B) a překrytové areály (C)

- podle zobrazované charakteristiky jevu na:
 - kvalitativní,
 - kvantitativní,
- podle výplně:
 - barvou (v barevné stupnici nebo tónováním jedné barvy),
 - rastrem,
 - popisem (číselným nebo slovním údajem),
 - znaky,
- podle počtu vrstev:
 - jednovrstevné,
 - dvoj a vícevrstevné (kombinace strukturních, bodových či čárových rastrů s barvou, přičemž každý z těchto atributů zastupuje jiný jev nebo jevy).



Obr. 7-16 Způsoby vymezení areálu

Úkolem kartografů je areály v kartografickém díle vhodně ohraničit a vykryt kartografickými znaky za účelem interpretace kvantitativních a kvalitativních charakteristik jevu, jehož areál je definiční oblastí.

7.1.4.4 Prostorové znaky

Hlavním prostředkem pro grafické vyjádření vnímané hmatem je reliéfní kresba, která může být tvořena reliéfním bodem, reliéfní čarou, resp. reliéfní plochou.

Reliéfní body mají tvar paraboloidu o průměru základny 1,2 mm a výšce 0,75 mm. Kvůli jejich vzájemné rozlišitelnosti je třeba, aby minimální rozstup mezi nimi byl v základně 1,2 mm a větší a ve vrcholu 2,4 mm a větší. Při změně rozměrů reliéfního bodu je třeba zachovat poměr 3:2 mezi průměrem bodu v základně a výškou bodu. Při seskupování bodů nesmí být mezera mezi nimi menší, než je optimální rozměr výšky reliéfního bodu. Uvedené hodnoty vycházejí z parametrů reliéfního bodového písma.

Pro vnímání reliéfní čáry není podstatná její šířka, ale její výška a ostrost hrany (vrcholu čáry). V hmatových mapách se využívají plně čáry, čáry přerušované (tečkované, čárkované, čerchované), dvojité čáry a strukturované čáry (křížkované aj.).

Reliéfní čáry pak mají tyto základní vlastnosti:

- Reliéfní čára má na příčném řezu parabolický tvar. Poměr výšky čáry (vzdálenost od základny k vrcholu) a šířky čáry (vzdálenost od jednoho okraje řezu čáry v základně ke druhému okraji) má mít hodnotu 3:2. Tento poměr se označuje jako síla reliéfní čáry. Při větších šířkách čar (zpravidla od 1,5 mm) může být použit poměr 1:1.
- vzdálenost mezi dvěma reliéfními čarami nebo mezi reliéfní čarou a reliéfním bodem se řídí silou optimální reliéfní čáry. Optimální vzdálenost vrcholů reliéfních čar by měla být rovna dvěma šířkám reliéfní čáry, v základně by neměla klesat pod rozměr šířky použitých čar. Při použití čar o nestejně síle je důležité, aby měly stejnou výšku.
- Optimální délka reliéfní čáry je vymezena bimanuálním hmatovým polem. U dospělého člověka by tato délka neměla překročit 105 cm v horizontálním směru a 55 cm ve směru vertikálním, tj. od hmatajícího člověka.

Maximální rozměry reliéfní plochy jsou dány také rozměry bimanuálního pole (tj. 105 x 55 cm). Pro monomanuální pole se maximální rozměr reliéfní plochy v horizontálním směru změní na 75 až 80 cm. Povrchová struktura reliéfní plochy může být rastrovaná a zvrásněná do různých podob. Aby byla čitelná, musí v ní převládat prvky pozitivního reliéfu nad prvky negativními v poměru 3 (až 4):1 (až 2). Prvky mohou být tvořeny kontinuálními formami (rastry tvořené čarami, sítěmi) s určitým směřováním, nebo drobně členěnými formami (tečky, čárky apod.) bez jakéhokoliv směřování. Pro optimalizaci haptizace (aktivního hmatového vnímání) je důležité položení čar rastrů kolmo k předpokládanému směru vyhmatávání. Tím dochází k většímu zvýraznění kontrastu plochy než při diagonálním nebo vodorovném položení čar. Základním předpokladem dobrého vnímání hmatem je celková kluznost

povrchu. Pro přehlednější vnímání hranic dvou areálů je třeba odsadit povrchy od společné hranice asi o 3 – 4 mm.

7.1.5 Přiřazování mapových znaků (mapová signace)

Akt, kterým se určitému významu (konkrétnímu nebo abstraktnímu myšlenkovému obsahu) přiřazuje grafická jednotka, nebo již konkrétní mapový znak, označujeme jako mapová signace. Při označování mapovými znaky je třeba respektovat vzájemný vztah mezi:

- objektem, resp. jevem,
- pojmem, tj. myšlenkovým obsahem chápaným jako odraz objektu, resp. jevu v našem vědomí,
- slovem nebo slovním výrazem, který pojmenovává význam a
- mapovým znakem.

Velmi těsný vztah musí existovat mezi mapovým znakem na jedné straně a objektem, resp. jevem, pojmem, jako odrazem objektu, resp. jevu, který reprezentuje jeho význam a slovem nebo slovním výrazem na druhé straně. Každá mapa musí mít určitou logiku, tj. vnitřní správnost, korektní mapové vyjádření daného tématu. Musí v ní existovat vzájemná souvislost a podmíněnost použitých mapových znaků (výrazových prostředků) a přístupů (metod), které na základě zákonů logiky umožňují nejen správné chápání kartograficky zobrazené tematiky, ale i rozvíjení myšlenkových postupů v širších souvislostech.

V procesu tvorby mapy se obvykle preferuje jen snaha vyjádřit slovní označení objektu či jevu mapovým znakem, přičemž se potírá skutečnost, že za slovem je schován nějaký konkrétní pojem a teprve za ním samotný objekt, resp. jev. Je to dáno tím, že se v praxi velmi obtížně rozlišuje, kdy u objektu, resp. jevu hovoříme o jeho významu (v sémiotice), kdy hledáme ten správný pojem, který by odrážel podstatné vlastnosti objektů či jevů (v logice), resp. vhodné slovo či slovní spojení pro jeho označení (v lingvistice). Nebudeme-li se pohybovat v přísné rovině teoretické kartografie, pak se v dalším výkladu můžeme soustředit pouze na problematiku přiřazování vhodných mapových znaků konkrétním významům objektů, resp. jevů. I tak není označování významů mapovými znaky (také mapová signace) zase až tak triviální záležitost. Je tím složitější, čím je počet označovaných významů na mapě větší a čím jsou vztahy mezi nimi složitější. Soubor významů, které je třeba v mapovém díle označit, vymezuje legenda mapy (vysvětlivky, znakový/značkový klíč).

Aby bylo označování významů korektní, je třeba respektovat základní princip použití mapových znaků. Mezi nimi a jimi označenými (reprezentovanými) významy musí existovat logické vazby. Současně musí platit, že vztahy mezi mapovými znaky musí věrně reprodukovat vztahy mezi významy jimi označovaných objektů.

Mapová signace se prakticky realizuje pasivně nebo aktivně. Při pasivní metodě se každému významu v legendě mapy vybere nějaký znak z existující zásoby mapových znaků (ze vzorníku mapových znaků, z jiných map apod.). Při aktivní metodě se příslušná grafická jednotka vytvoří podle individuálních

požadavků autora či sestavitele mapy tak, aby odrážela význam objektu/jevu, jeho postavení v systému mapovaných objektů/jevů aj.

Označování mapovými znaky je jednou z etap tvorby mapy. Bezprostředně navazuje na volbu zobrazení, měřítka, metod a zásad generalizace a na další etapy předpokládané projektem mapy.

7.1.5.1 Základní principy mapové signace

Při mapové signace je velmi často kladen důraz na „zdravý rozum“ a „zkušenost“, které nemusí být vždy dostačující. V každém případě by měly být vždy, alespoň v podvědomí, uvažovány základní principy mapové signace, a to:

- konvenčnost,
- libovolnost,
- asociativnost.

U živelně přiřazovaných mapových znaků jednotlivým významům by bylo třeba zodpovědět, do jaké míry výše uvedeným principům odpovídají.

Konvenčnost při označování významu mapovými znaky znamená přijetí nějaké konkrétní úmluvy, nebo se jí rozumí obvyklý, ustálený způsob označení významů (pojmu) mapovými znaky, ať už motivovanými (asociativními) či nemotivovanými (libovolně zvolenými). Je považována za implicitní povinnost tvůrce mapy. Konvenci zavádí v souladu se signačními pravidly a s respektováním skutečnosti, že pro určité druhy map jsou již zavedené užší (např. oborové) nebo širší (např. mezinárodní) konvence (např. pro mapy topografické, geologické, navigační aj.).

Upřednostňování principu **libovolnosti** (nemotivovanosti, volnosti) ve vztahu mezi znakem a významem při mapové signaci, zdůvodňují mnozí tím, že tato vlastnost mapového znaku je jedna z jeho největších předností. V mluveném jazyce slovo „dům“ nemá a ani nemůže mít nic společného s objektem nebo s významem pojmu (myšlenkového obsahu) „dům“. Pro většinu slov v mluveném jazyce je takováto nemotivovanost nevyhnutelná, protože vyplývá z nemožnosti ztotožnit fyzikální (zvukovou, fonetickou) podstatu řeči s fyzikálně odlišnými podstatami různých objektů nebo jevů (např. s tvarem objektů). Nemotivovanost slovních znaků v přirozeném jazyce však není třeba považovat za závazný příklad pro jiné jazyky. V mapovém jazyce, který má jinou fyzikální podstatu, není nemotivovanost znaku nevyhnutelná. Nemotivovanost je vhodná např. při označování abstraktních pojmů, které vznikly myšlenkovými postupy (logickými úvahami), v důsledku čehož nemají názornost konkrétních pojmů (tj. fyzicky existujících objektů a jevů, resp. jejich některých vlastností). Pojem „podíl zaměstnanců z celkového počtu ekonomicky aktivního obyvatelstva“ nemá stejnou fyzikální podstatu a názornost jako most, dům, materiál střechy apod.

Ti, kteří uznávají při mapové signaci jen libovolnost si pravděpodobně neuvědomují důležitost zpětné vazby mezi tvůrcem a uživatelem mapy. Neuvědomují si, že to, co sami považují za běžné, je ve skutečnosti často jen jejich návrh, jakýsi pokus o konvenčnost, který nemusí nutně skončit úspěšně. Takový přístup může končit až v nepochopení významu mapového znaku,

neboť uživatel mapy nemusí mít tak dokonalé vědomosti o kartograficky vyjadřovaném tématu, jak často tvůrci mapy předpokládají.

Chápeme-li libovolnost jako volný, ničím nevázaný výběr mapového znaku pro jakýkoliv význam (pojem), pak je **asociativnost** princip, který preferuje při znakovém označování určitou motivovanost (podobnost, náznak určité příbuznosti, souvislosti vztahu apod.). Asociativnost se chápe jako sdružování obsahů vědomí na základě určitých podmínek, nebo jako spojitost či souvislost, která vzniká za daných podmínek mezi dvěma nebo více psychickými jevy (pocity, vjemy, představami, idejemi). Pro mapové vyjádření z toho vyplývá potřeba a nutnost takové volby vyjadřovacích prostředků, na jejímž základě se jejich formální stránka shoduje nebo liší stejně, jako se shoduje nebo liší jejich obsahová stránka v našem vědomí. Tato formulace asociativnosti v kartografii se na první pohled zdá dost málo přesná, dovolující velmi široké možnosti výběru vyjadřovacích prostředků, a to od ničím nemotivované libovolnosti až po úplnou, např. fotografickou věrnost. O správnosti volby vyjadřovacího prostředku rozhoduje vždy naše myšlení, kterému není cizí ani zvyk. Když při čtení mapy vzhled mapového znaku nepřekáží, ale naopak pomáhá myšlenkovému procesu, pak je mapové vyjádření asociativní. Stupeň (míra, síla, účinnost) asociativity závisí jak na zkušenosti, tak na představivosti a dalších myšlenkových schopnostech každého jednotlivce. Proto je různá u různých lidí. Lze však předpokládat, že určité vzdělanostní nebo profesní skupiny uživatelů map mají přibližně stejné asociativní schopnosti.

V praxi mapové tvorby se asociativnost dosahuje pomocí shody nějaké relevantní vlastnosti zobrazovaného objektu či jevu (nebo jejich charakteristiky) s nějakou relevantní charakteristikou mapového znaku a naopak. Určitá konkrétní grafická jednotka může být mapovým znakem jen tehdy, když se v něčem shoduje s objektem či jevem objektivní reality, který má na mapě zastupovat.

Zásadu asociativity mohou využívat i nemotivované mapové znaky, často jako zásadu doplňkovou. Jak se zvolí pro nějaký abstraktní pojem ničím nemotivovaný tvar mapového znaku, pak se při volbě jeho barvy, struktury aj. zásada motivovanosti (asociativnosti) k nějaké další vlastnosti daného abstraktního pojmu nabízí. Asociativnost obecně pomáhá lepšímu pamatování všech mapových znaků a efektivnější práci s nimi.

7.1.5.2 Pravidla přiřazování mapových znaků

Princip libovolnosti neposkytuje žádný podklad pro formulaci pravidel k označování pojmů mapovými znaky. Nejvíce pravidel logicky poskytuje princip asociativity, a proto se tato pravidla někdy označují jako pravidla asociativní.

Asociativnost se při přiřazování mapových znaků dociluje pomocí shody v topologii, tvaru, barvě, velikosti, struktuře, resp. pomocí dalších přístupů, které imitují nebo alespoň naznačují vztahy mezi označovanými pojmy. Shoduje-li se mapový znak a jím reprezentovaný objekt či jev alespoň v jedné z asociativních vlastností, pak hovoříme o **monoasociativnosti**, je-li takových shod více, pak se hovoří o **multiasociativnosti** mapového vyjadřování. Vícenásobná asociativita spočívá v podpoře účinnosti jedné vlastnosti další

vlastností (např. asociativita ve tvaru musí být podpořena asociativitou v barvě apod.). Je vhodná zejména na školních mapách.

Pravidlo **shody v topologii** znamená lokalizaci znaků v mapovém poli v souladu s topologií označovaných významů. Představuje zásadu respektování sousedství, spojitosti aj. polohových relací. Při vlastní konstrukci mapových znaků není příliš prostoru pro jeho uplatnění.

U **tvarové shody** se rozlišují dvě pravidla. **První (tvarové) pravidlo** předepisuje povinnost zobrazovat objekty a jevy (resp. jejich charakteristiky) mapovými znaky podle tohoto, zdali se v příslušném měřítku projeví (zobrazí) jako body, linie nebo plochy bodovými, liniovými nebo plošnými mapovými znaky. Např. je-li půdorys města v příslušném malém měřítku graficky nezobrazitelný (pro malou plochu, která je pod hranicí rozlišitelnosti lidským okem), pak by neměl být použit plošný mapový znak, byť i vykreslený nad míru, nýbrž výhradně jen znak bodový. **Druhé (tvarové) pravidlo** předepisuje povinnost zobrazovat objekty mapovými znaky ve shodě s jejich půdorysem, tzn. kruhové objekty kruhovými mapovými znaky, čtvercové objekty čtvercovými znaky apod. Města na mapách malých měřítek se obvykle označují kruhovými mapovými znaky, ale ve skutečnosti vždy kruhový půdorys (po generalizaci) nemají. Z asociativního hlediska je takové jejich vyjádření nesprávné. Jak tvůrci, tak uživatelé map si však na takovéto vyjádření dokonale zvykli. Takovéto vyjádření vztahu mezi objektem a jeho mapovým znakem (neasociativní) označujeme jako zvykové (někdy též násilné) konvenční vyjádření (zde prostřednictvím kruhových mapových znaků).

K pravidlu shody tvaru lze přiřadit i **pravidlo shody v orientaci** (tj. soulad orientace znaku s tím, co označuje - směrem nahoru, dolů, vpravo, vlevo, dovnitř apod.), protože orientace je v zásadě druhotnou vlastností tvaru.

Primární je tvar mapového znaku, jeho orientace je až následná. Pro většinu tvarů bodových znaků platí, že jinak orientovaný mapový znak stejného tvaru lze považovat za mapový znak jiného významu. Pouze v případech, kdy na mapě nevyužíváme tvaru jako primární vlastnosti (např. v kartogramech, geologických, politických aj. mapách, tedy v případech, kdy je tvar areálu dán a není tudíž předmětem volby v rámci signace) a v případech, kdy se dá pomíjet i tvarová stránka rastrů (bodových, liniových, strukturních), které vyplňují kartografické areály, lze uvažovat v určitých mezích i o asociativní vlastnosti orientace rastru. Praxe ukazuje, že různorodost orientace bodových mapových znaků a zejména rastrů se doposud hojně využívá jako jedno z nepříliš vhodných konvenčních pravidel při mapové signaci.

Pravidlo shody v barvě představuje zásadu přenosu barevného vjemu, kterým na psychiku člověka působí mapovaný objekt reálné skutečnosti, do mapového znaku. Předmětem shody by neměla být jen barva, ale také její tón a sytost.

Existují-li v objektivní realitě dva objekty či jevy, z nichž jeden je větší a druhý menší, pak je třeba vyjádřit první objekt v mapě větším a druhý menším mapovým znakem. Toto **pravidlo shody ve velikosti** má i odvozené **pravidlo proporcionality**. To říká, že vykazuje-li série číselných ukazatelů popisujících určitý objekt či jev, resp. nějaké jejich vlastnosti, proporcionalní změny, pak je třeba dodržet stejnou proporcionalitu i při jejich zobrazení mapovými znaky. Pravidlo proporcionality platí i pro takové kvantitativní vlastnosti objektů či

jevů, jako je např. hustota zalidnění apod. Pro takové případy jej lze modifikovat o zásadu vyjadřovat kompaktnější jev kompaktnějším mapovým znakem, řidší jev řidším mapovým znakem apod.

Strukturní složky celku je třeba na mapě označovat takovými grafickými prostředky, které mají s těmito složkami shodné nebo příbuzné vlastnosti. To znamená, že mapové vyjádření struktury je asociativní tehdy, má-li mapový znak (jako grafická jednotka) stejné strukturní (vzorové, rastrové, patternové, texturní aj.) vlastnosti jako jím označený objekt či jev). V takovémto případě je úspěšně aplikováno **pravidlo shody** ve struktuře.

Další pravidla, která je třeba respektovat při mapové signaci se odvozují z výše nevedených vztahů mezi objekty či jevy. Jedná se např. o:

- půdorysnost (půdorysné objekty a jevy vyjadřovat půdorysně, jestliže to umožňuje a/nebo vyžaduje měřítko mapy),
- přesnost lokalizace (umístění nebo též implantace mapových znaků do mapové osnovy vyžaduje použití výrazové prostředky pro vyjádření přibližné lokalizace, sporné hranice, nestálé nebo pohyblivé hranice aj.),
- časovou aktuálnost (minulost, přítomnost, budoucnost),
- nadřizenost a podřizenost,
- spojitost a diskrétnost (stupňovitost, intervalovost),
- pravidelnost a nepravidelnost aj.

7.1.6 Morfografie mapových znaků

Morfografie mapových znaků je ve smyslu J. Pravdy rovinou znakovitby mapového jazyka, která se soustřeďuje na konstruování mapových znaků jako mapových syntagem. Zabývá se tvorbou mapových znaků, tj. skládáním mapového znaku z dílčích a elementárních grafických jednotek (morfografická syntéza). Nejmenším grafickým elementem je tzv. **grafematický prostor** a **grafický motiv**. Složením vhodných grafematických prostorů a grafických motivů vznikne základní (nejmenší) graficko-konstrukční komponenta mapového znaku, tzv. **mapová graféma (kartograféma)**. I v tomto případě se jedná o velmi jednoduché grafické znaky vyhraněných individuálních vlastností, kterými jsou od sebe vzájemně rozlišitelné. Lze je považovat za základní jednotky tzv. přirozeného kartografického jazyka. Základní (nejmenší) graficko-významovou komponentou mapového znaku je tzv. **mapová morféma (kartomorféma)**, která se však vyčleňuje jen tehdy, když se ve významu mapového znaku vyskytují relativně samostatné složky (podvýznamy). Spojováním a hromaděním kartomorfém podle logicky vytvořených a předem definovaných gramatických a větných pravidel vznikne výsledná podoba jednoduchého mapového znaku, tzv. **kartosyntagma (mapová syntagma)**. Vytvoříme-li vhodné spojení jednoduchých mapových znaků, lokalizovaných do jednoho místa (bodu, linie, areálu) mapového pole, můžeme hovořit o složeném mapovém znaku, tj. o tzv. mapové **syntagmě (kartosyntagmě)**. Postupy, s jejichž pomocí se tvoří různé mapové znaky z komponent a prvků označujeme jako morfografické operace.

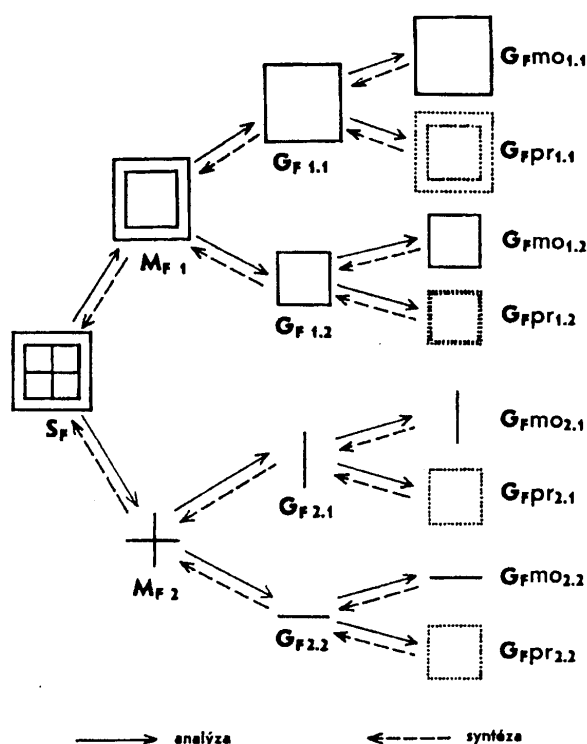
Úlohu kartomorfémy nebo kartografémy může plnit i pixel. Záleží však na tom, má-li graficko-významovou funkci nebo jen materiální, graficko-konstrukční funkci.

V případě, že význam nějakého mapového znaku v uzavřeném systému významů (např. v každé legendě konkrétní mapy) není rozložitelný vzhledem ke své autonomnosti (nezávislosti na významech ostatních znaků legendy), považuje se tento mapový znak (kartosyntagma) za totožný se svou mapovou morfémou i grafémou.

Obrácený postup k morfografické syntéze mapového znaku je jeho morfografická analýza. Morfografická analýza mapového znaku je ve smyslu teorie mapového jazyka rozklad složených mapových znaků na jednotlivé mapové znaky, nebo též rozklad jednoduchých mapových znaků na kartomorfémy, kartografémy a dále na grafematické prostory a grafické motivy. V jejím rámci:

- se zjišťuje, z jakých komponent a prvků a pomocí jakých operací se složené znaky skládají,
- druh a správnost logických vazeb mezi významovými a grafickými složkami mapových znaků aj.

Výsledkem analýzy je poznání významových a grafických složek znaků, dále míry soudržnosti mezi nimi a správnosti využití pravidel mapové signiky. Takové poznání je velmi významné pro tvorbu především map se znaky reprezentujícími složené významy v komplexních atlasových dílech.

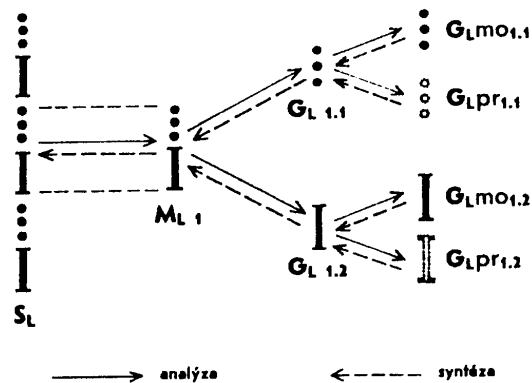


Obr. 7-17 Kartosyntagma (bodový mapový znak) a jeho rozklad na komponenty a elementy (podle J.Pravdy)

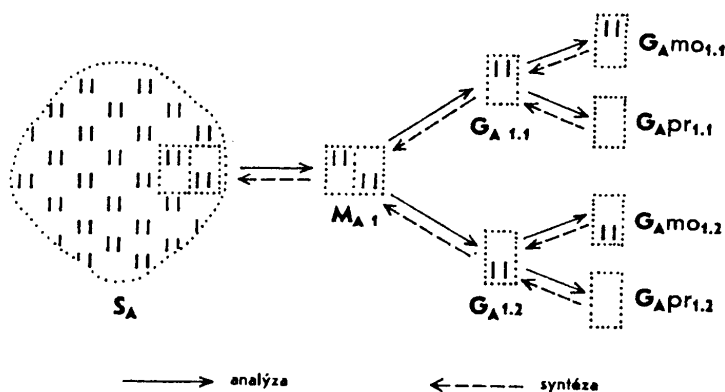
Tvorba mapových znaků z komponent a prvků s využitím základních morfografických operací (morfografická analýza a morfografická syntéza) byla

vzhledem k dlouho převažujícím manuálním, resp. jen mechanizovaným postupům mapové tvorby náročnou až problematickou záležitostí. Svůj dnešní význam nabývá díky tvorbě digitálních map a zpracování map digitálními technologiemi.

Tento přístup k tvorbě mapových znaků je také aktuální záležitostí teoretické kartografie při tvorbě formalizovaných kartografických jazyků. Spočívá především v tom, že se snaží o implementaci postupů vhodných pro přirozené komunikační jazyky (psaná a tištěná řeč) na mapový obraz, který však je převážně grafickým modelem části prostorové reality.



Obr. 7-18 Kartosyntagma (liniový mapový znak) a jeho rozklad na komponenty a elementy (podle J.Pravdy)



Obr. 7-19 Kartosyntagma (plošný mapový znak) a jeho rozklad na komponenty a elementy (podle J.Pravdy)

7.1.6.1 Morfografické operace

Morfografické operace jsou činnosti, pomocí nichž se tvoří a upravují mapové znaky, a to jak jednoduché tak složité. Jejich cílem je vytvořit takovou graficko-významovou jednotku, tj. takový mapový znak, který je schopen reprezentovat požadované významy v jejich sémantické úplnosti a současně i v jejich odpovídajících vazbách k okolí (ekvivalence, podřízenost, strukturovanost aj.) a topologicky věrně (vedle, blízko, dále aj.).

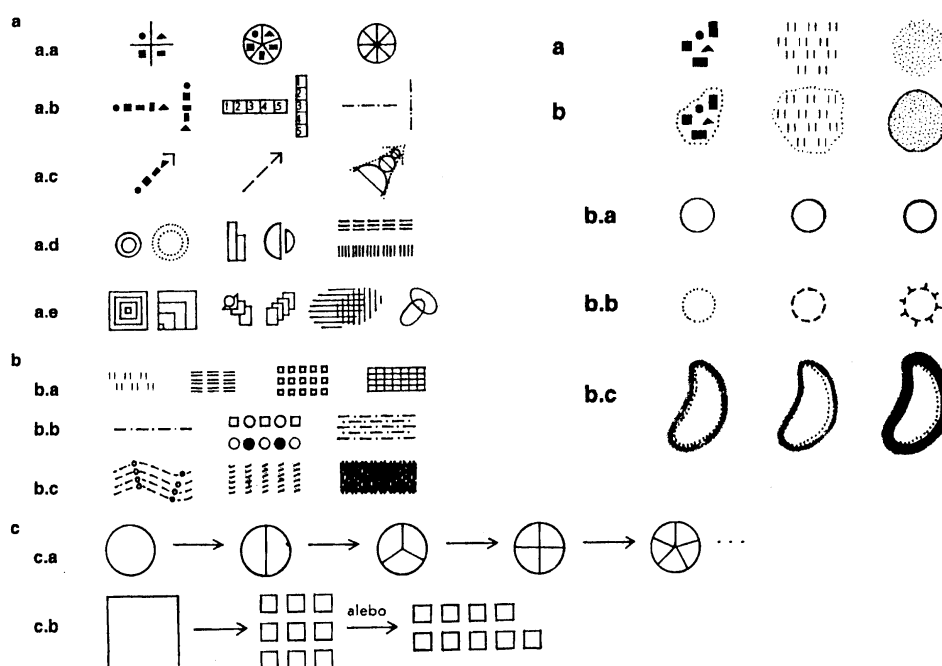
Lze provádět např. tyto morfografické operace:

- sdužování (konsociaci),

- skládání (konjungci), uspořádání (ordinaci) a rozkládání (distribuci),
- spojení (konexi),
- afixaci,
- otočení (rotaci), převrácení (konvertování) a vyplňování (komplementaci),
- rastrování,
- obarvení (kolorování),
- změny rozměrů aj.

Sdružování může být volné (liberace) - viz (a) nebo okonturované (konturace) - viz (b). Okonturované sdružování může být realizováno tak, že se jednotlivé kontury (obrysy) liší tloušťkou (mutace dimenzi) anebo jsou jednotlivé obrysy rozlišené rastrováním, barvou strukturou apod. (mutace vzorováním). Do okonturovaného sdružování řadíme také lemování (pretexaci).

Skládání může být provedeno do určitého tvaru (konfigurace), do řádku (verzifikace), do sloupce (kolumnace), do šikmého směru (kurzifikace) nebo v podobě zdvojení (duplexace), ztrojení (triplexace) atd. či v podobě překrytu (penetrace).

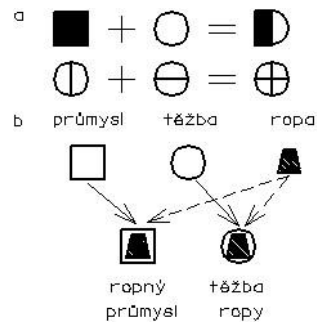


Obr. 7-20 Příklady: (vlevo) skládání (a), uspořádání (b), rozkládání (c) a (vpravo) sdružování (konsociace)

Uspořádání může být pravidelné (regularizace), střídavé (alternace) nebo do určité textury (texturace).

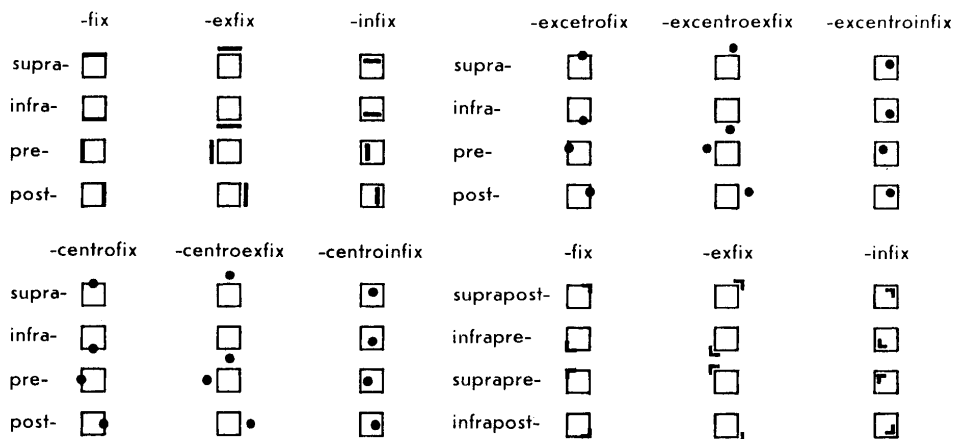
Rozkládání může být provedeno kompaktním dělením nebo rozložením.

Můžeme rozlišit **spojení** na stejné úrovni (ekvivalentní konexace) nebo spojení podřízené (subordinační konexace).

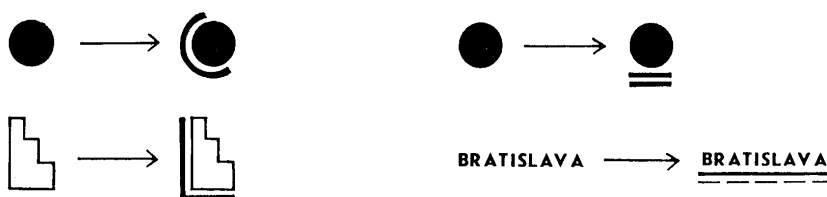


Obr. 7-21 Příklady spojení

Termín **afixace** je znám z mluvnické gramatiky a znamená tvoření slov pomocí afixů (prefixů, sufixů apod.), tj. pomocí předpon, přípon ap. Jazykovědných afixů není mnoho, protože v mluvnickém jazyce existuje jen lineární řazení slov a jejich složek. V kartografii lze vyčlenit afixy i podle polohy (poziční afixy, včetně exfixů, např. podtrhávání, orámování aj.), podle tvaru, množství, ale i dalších hledisek.



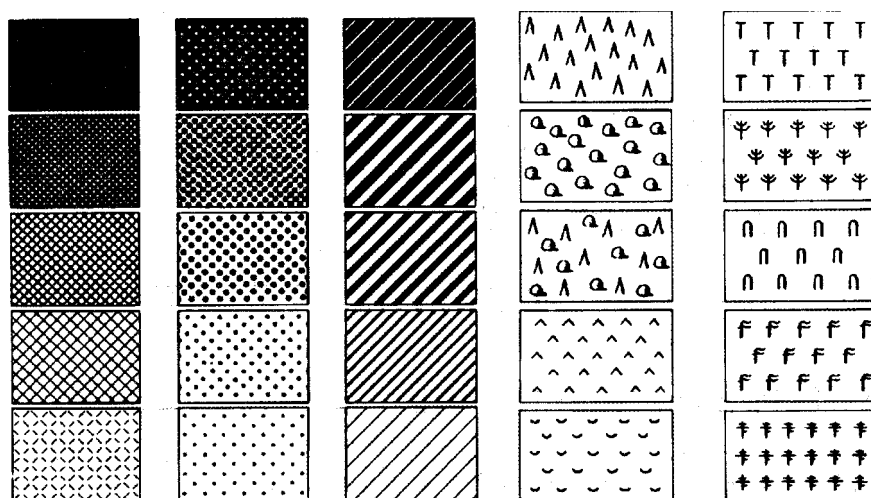
Obr. 7-22 Příklady afixů podle pozice



Obr. 7-23 Příklady exfixů

Otočení používáme tehdy, lze-li změnou orientace mapového znaku definovat jeho jiný význam. Máme-li k dispozici konkrétní mapový znak, u něhož má z grafického hlediska změna orientace smysl, pak není účelné u tohoto znaku rozlišovat více než 8 různých poloh. Při větším množství poloh je jejich vzájemné rozlišení, a tím i rozlišení jimi zobrazovaných významů, velmi obtížné. Příbuznou morfografickou operací k otočení je převrácení, které může být provedeno v rovině (planární konvertace), zrcadlově (spekulární konvertace) nebo v polohách pozitiv – negativ. Další variantou převrácení je výběrové vyplňování, které může probíhat jak v polohách pozitiv – negativ, tak v širším aspektu jako výběrové vyplňování rastrovou, strukturní, barevnou, příp. jinou výplní.

Rastrování představuje změnu intenzity plné plochy určité barvy, která je docílena pomocí bodového, liniového, křížového nebo strukturního rastru. Původně plné plošné vykrytí je nahrazeno pravidelně či nepravidelně se opakujícími grafickými komponenty nebo elementy, jejichž celková plocha je menší než plocha zdrojová (rastrovaná plocha). Pro zachování plošného vjemu je třeba volit vzdálenost grafických komponent nebo elementů, kterými je rastrovaná plocha vykrývána, menší než je rozlišovací schopnost oka, tj. cca 0,2 mm a méně. Rastrovaná plocha však nemusí nutně plnit optický dojem plochy plně vykryté určitou barvou. Rastr může být volbou větších rozestupů jeho stavebních jednotek zvýrazněn a plnit tak určitou sémantickou funkci (např. vypovídat o kvalitě zobrazovaného jevu). Hustota rastru se udává v počtu jeho stavebních jednotek (bodů, čar) na 10 mm, resp. na inch nebo pomocí plochy, kterou tyto stavební jednotky zaujímají v poměru k celkové velikosti rastrované plochy (udává se v %). Podle průsvitnosti pak můžeme volit také mezi rastry pozitivními a negativními.



Obr. 7-24 Příklady rastrování mapových znaků

Obarvení mapového znaku nebo jeho části může být provedeno barvami achromatickými nebo chromatickými, s tím, že se nevyužívá pouze **tón** barvy (vlastnost barevného vjemu lidského oka, která je charakterizovaná vlnovou délkou), nýbrž i **sytnost** (podíl chromatické barvy na bílém pozadí, v případě achromatické barvy se tento podíl nazývá **intenzita**, jednotlivé stupně sytnosti se nazývají **gradace**) a **jas** (tj. svítivost, čistota barvy. Při tvorbě mapového znaku lze využít i jiné vlastnosti barev, např. kontrast apod.

Změna rozměrů je morfometrická operace, která využívá schopnost některých mapových znaků, jejich komponent a elementů měnit rozměry v souladu s kvantitativní stránkou určitého významu (objektu, jevu a/nebo charakteristiky), který mají reprezentovat. Rozlišuje se:

- zvětšení v jednom směru (např. délky úsečky nebo její šířky, výšky nebo šířky mapového znaku apod.),
- zvětšení v obou směrech (např. výšky i šířky mapového znaku),
- zvětšení ve třech a více směrech, a to stejnoměrně nebo rozdílně v každém směru,

- zvětšení vzdáleností mezi grafickými útvary (a to stejnoměrně nebo rozdílně), což může být vnímáno i jako ředění.

Opakem zvětšení (magnifikace) je zmenšení (minimizace), opakem zředění (diluerace) je zhuštění (denzace).

7.1.7 Projektování kartografických znaků

Navrhování kartografických znaků je inženýrskou činností, která může být vykonávána jen v interakci se systematiky, fyziology, sociology, resp. dalšími odborníky nekartografických profesí. Navržený systém takovýchto znaků musí umožňovat nejen podrobné a exaktní znázornění charakteristik zájmových jevů, ale současně si musí vytvářené kartografické dílo zachovat čitelnost, přehlednost a v neposlední řadě i dostatečně vysokou kulturní a estetickou úroveň a musí respektovat všechna specifika procesu sestavování a reprodukce kartografických děl, ať už je založené na manuální či automatizované bázi.

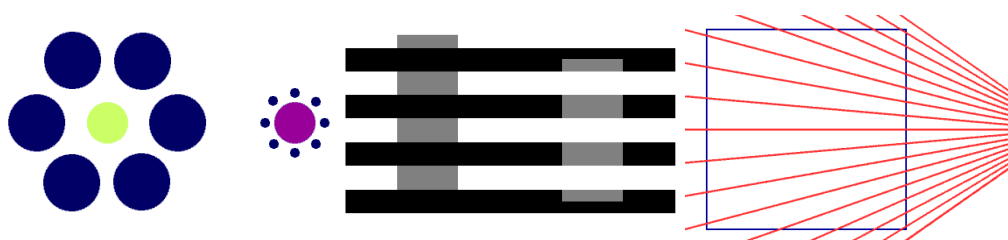
Pro tvorbu znakového klíče platí tyto zásady:

- znakový klíč musí umožňovat zobrazení zájmových jevů systémovým způsobem, tj. vystihnout nejen jednotlivé prvky a jejich vazby na bezprostřední okolí, ale i všeobecné charakteristiky a trendy platné pro zobrazené objekty a jevy jako celek, včetně jejich vzájemných vazeb a podmíněnosti,
- znaky musí být určitým způsobem standardizovány tak, aby proces generalizace nevyvolal podstatný zásah do jejich struktury (určitá unifikace je nutná zejména v automatizované tvorbě kartografických děl),
- znaky musí být názorné, lehce zapamatovatelné a jejich počet musí být pro uživatele únosný,
- znaky musí být komunikativní (schopné přenášet a sdělovat informaci), interpretovatelné (vyvolávající pocit srozumitelnosti) a komprimovatelné (umožňující zhuštění informace).

Při návrhu znakového klíče je třeba mj. ctít i fyziologické vlastnosti lidského zraku (plocha ostrého vidění je pouze 1 cm²). Např. má-li být zachováno minimální rozlišení detailu, pak musí být jeho velikost alespoň 1/1000 vzdálenosti, ze které mapové dílo pozorujeme (u nástěnných map půjde o nejmenší rozměry kolem 5 mm, u atlasových map kolem 0.3 mm). Klesne-li však velikost geometrického znaku pod 0,5 mm, vnímá ji oko jako tečku, bez ohledu na to, jaké skutečné vlastnosti tento znak má. Obdobné fyziologické potíže nastanou tehdy, když je mezi dvěma liniemi nebo plošnými útvary navržena mezera menší než 0,15-0,2 mm. V takovém případě se uživatelé oba útvary slijí v jeden. Lidským okem jsou rozlišitelné černé čáry na bílém pozadí o šířce 0,02-0,03 mm (při běžném čtení 0,07-0,08 mm). Barevné linie jsou obecně mnohem méně čitelné než linie černé. Obdobných případů může při návrhu kartografických znaků nastat celá řada. Výše uvedená omezení jsou potvrzena dlouholetou kartografickou praxí. Jsou vysloveně subjektivní, ale dle mého názoru velmi potřebné, neboť automatizované technologie jsou schopny vytvořit v podstatě jakkoliv složitý znak na minimální ploše.



Obr. 7-25 Příklady zrakových klamů (zleva doprava): Poggendorfova iluze (Která z barevných čar je pokračováním horní bílé čáry?), Zöllnerův obrazec (Jsou tlusté černé čáry rovnoběžné se žlutými?), Ponzova iluze (Který obdélník je větší?) podle http://web.quick.cz/iveta_kulhava/Opticke-klamy.htm



Obr. 7-26 Příklady zrakových klamů (zleva doprava): Ebbinghousova iluze (Jsou vnitřní kruhy stejně veliké?), Whitova iluze (Mají svislé šedé pruhy stejný odstín šedi?), Orbisonova iluze (Je čtverec deformovaný?) podle http://web.quick.cz/iveta_kulhava/Opticke-klamy.htm

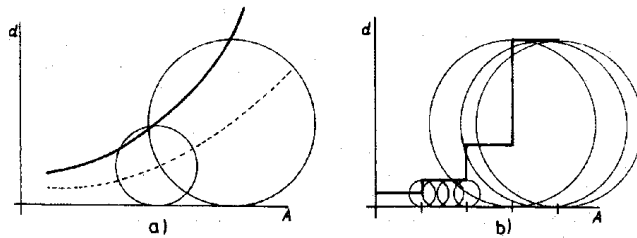
Reprodukční a tiskařské techniky se při tisku map běžně vypořádávají s minimální šířkou čáry 0,1 mm. Její možnosti jsou ovšem vyšší – minimální šířka vytištěné čáry se může pohybovat v rozmezí 0,06-0,08 mm.

Při navrhování kartografických znaků se za jistých okolností (při kombinaci plošných a liniových znaků, při kombinaci liniových znaků apod.) mohou vyskytnout i zrakové klamy. Velmi nepříjemným jevem je vznik tzv. moaré, které představuje nežádoucí pravidelnou grafickou texturu. Vzniká v důsledku kombinace dvou hustotně blízkých rastrů, např. při neakceptování nutnosti vzájemného pootáčení kopírovačích rastrů při klasickém ofsetovém tisku map.

Pro exaktní kartografickou interpretaci především kvantitativních charakteristik zobrazovaných jevů, resp. objektů v tematických mapách je nezbytné objektivně definovat vztah mezi nimi a parametry (především rozměry) kartografických znaků, kterými je prezentujeme v kartografickém díle. Tento vztah vyjadřují stupnice, které musí respektovat celkovou grafickou zaplněnost grafického listu a jeho čitelnost i v místech vysoké koncentrace mapových znaků.

Rozlišujeme stupnice:

- a) **plynulé (spojité)**, které každé hodnotě a_i zobrazovaného jevu mohou přisoudit individuální rozměr znaku d_i ,
- b) **intervalové**, u nichž odpovídá příslušný rozměr znaku d_i jednotlivým intervalům hodnot zobrazovaného jevu a_j (velikost znaku se mění skokem).



Obr. 7-27 Velikostní stupnice diagramových znaků, a) plynulá, b) intervalová

S ohledem na chování zobrazovaného jevu (variační rozpětí, četnost jednotlivých složek aj.) lze navrhnout plynulou stupnici:

- s konstantním dělením,
- s pravidelně proměnným dělením (zobrazovaný jev má značné rozpětí a nerovnoměrné rozložení četností svých složek),
- s nepravidelně proměnným dělením (s proměnlivou šířkou), které jsou obvykle záležitostí kvalifikovaného subjektivního odhadu nebo změny funkčního vztahu.

Plynulé stupnice s konstantním dělením se používají u grafů, histogramů a strukturních diagramových znaků. Definiční prostor těchto znaků je určen dvojicí kartézských os s lineárním dělením. Na svislou osu se zpravidla nanáší závisle proměnné, které jsou nositelem informace (např. rozměr mapového znaku) a na vodorovnou osu jako nezávisle proměnnou kvantitativní hodnotu zobrazovaného jevu.

Zavedeme-li **diagramové měřítko** M_d , které představuje matematickou funkci f , určující vztah mezi velikostí znaku d (tj. např. jeho výškou, šířkou, plochou, objemem, poloměrem) a kvantitou zobrazovaného jevu A , resp. jeho dílčích složek a_1, a_2, \dots, a_n , pak platí:

$$d = f(A) = f(a_1, a_2, \dots, a_n)$$

Máme-li k dispozici kresbu osy grafu nesoucí stupnici L délkových jednotek a známe-li hodnoty $a_{\max}, a_{\min} \in A$, určíme diagramové měřítko M_d jako modul stupnice vztahem:

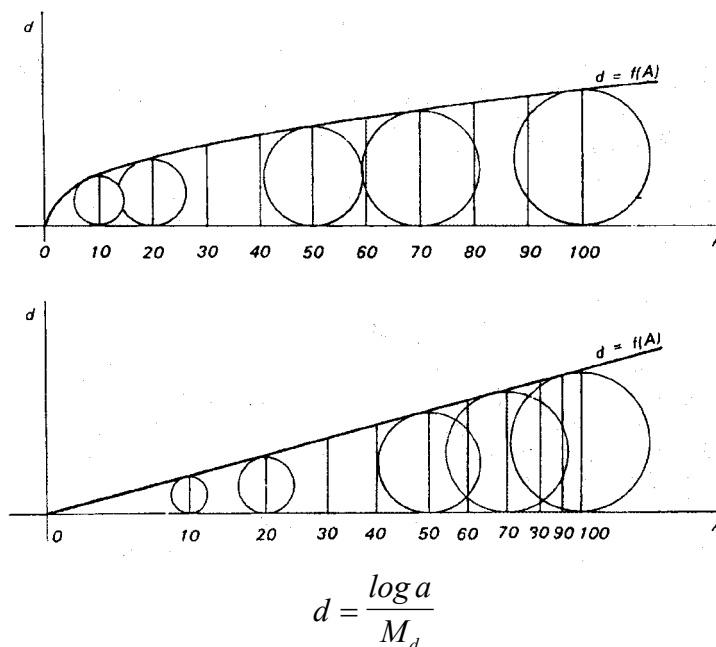
$$M_d = \frac{a_{\max} - a_{\min}}{L}$$

M_d určuje počet jednotek jevu A připadajících na délkovou jednotku L , která má konstantní hodnotu. Obecnou hodnotu a pak vyneseme jako úsečku délky:

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

V mnoha případech má jev A značné variační rozpětí a nerovnoměrné rozložení četností svých složek, kdy užití konstantních intervalů může vést ke graficky obtížné a z hlediska uživatele kartografického díla nepřehledné situaci. V takových případech použijeme **plynulé stupnice s pravidelně proměnným dělením**. Funkci M_d musíme určit empiricky, obvykle podle logaritmického nebo exponenciálního vztahu. Výše definované konstrukční veličiny pak mohou mít následující tvar:

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



Obr. 7-28 Lineární a nelineární dělení velikostní stupnice

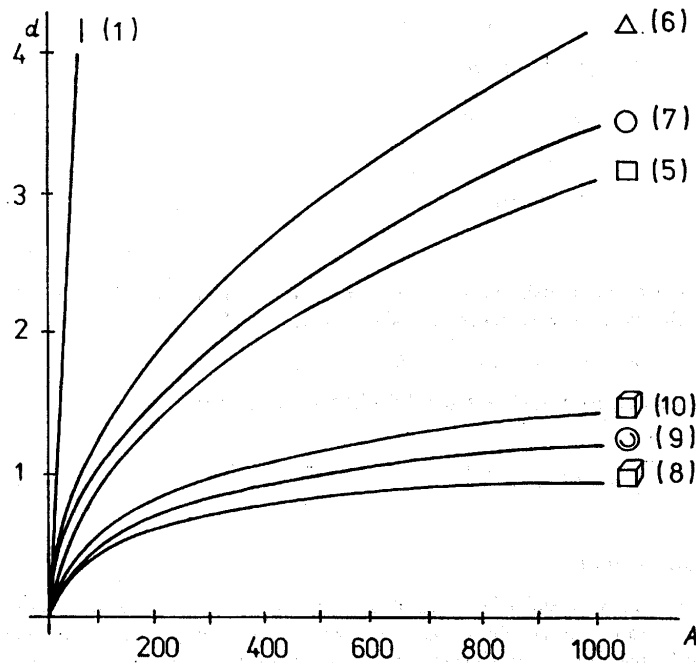
Typickou aplikací nelineárních stupnic je použití lokalizovaných diagramů v kartodiagramech. Lokalizované diagramy, jako více či méně jednoduché geometrické znaky proměnné velikosti interpretují danou veličinu **A** změnou nějakého svého konstrukčního rozměru (např. výšky).

Tabulka 7-4 Příklady vazeb mezi velikostí výšky navrženého znaku a hodnotou interpretovaného jevu

Tvar diagramu	Vztah	Výchozí vzorec	Diagramové měřítko
úsečka	lineární	$A = d$	$d = A$
čtverec	kvadratický	$A = d^2$	$d = \sqrt{A}$
rovnostanný trojúhelník	kvadratický	$A = \frac{d^2}{\operatorname{tg}60^\circ}$	$d = 1,32\sqrt{A}$
kruh	kvadratický	$A = \pi \frac{d^2}{4}$	$d = 1,33\sqrt{A}$
krychle	kubický	$A = d^3$	$d = \sqrt[3]{A}$
koule	kubický	$A = \frac{4}{3}\pi \frac{d^3}{8}$	$d = 1,24\sqrt[3]{A}$

V Tabulka 7-4 jsou uvedeny příklady vazeb mezi velikostí výšky navrženého znaku a hodnotou interpretovaného jevu **A**. Průběh příslušných funkcí je patrný z Obr. 7-29. Obecně platí pro diagramové znaky exponenciální vztah:

$$d = k \sqrt[q]{A}$$



Obr. 7-29 Diagramové měřítko pro základní typy diagramů

Obdobnou kategorizaci můžeme provést i u intervalových stupnic. Zde však musíme připustit i existenci přetržitých stupnic (stupnic s hiátem), např. pro případy, kdy v určitém oboru hodnot nejsou evidovány žádné výskyty jevu. U **intervalových stupnic s pravidelnými intervaly** roztřídíme hodnoty mapovaného jevu do k intervalů, přičemž všechny hodnoty $a \in A$, které padnou do téhož intervalu, budou zobrazeny diagramovým znakem konstantní velikosti. Velikost intervalů může být opět konstantní nebo plynule proměnná, podle vhodné matematické zákonitosti. Diagramové měřítko určující velikost znaků d_j v intervalech $j = 1, 2, \dots, k$ určíme např. z požadavku, aby poměr velikosti znaků pro každé dva sousední intervaly byl konstantní. Označíme-li tento poměr q , bude platit:

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

Je-li dána nejmenší a největší velikost diagramového znaku a požadovaný poměr zvětšení q , určíme nutný počet intervalů vztahem:

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

a případně, hledáme-li q ,

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

Velmi často se setkáváme s **intervalovými stupnicemi s nepravidelnými intervaly (s proměnlivou šířkou)**.

Řada statistických souborů nemá obecně normální rozdělení, známé z teorie chyb. Jestliže má frekvenční křivka souboru více vrcholů, volíme intervaly tak, aby na této křivce vhodně vymezovaly oblasti stejné homogenity pravděpodobnosti výskytu hodnot. Za hraniční hodnoty intervalů volíme

zásadně minima na frekvenční křivce a oblasti zahrnující dostatečně široké okolí jejich vrcholů. Samotné vrcholy volit nesmíme. Oblast zvýšené koncentrace jevu nesmí být hranicí intervalu, nýbrž jeho středem. Při definici takové intervalové stupnice s obecnými intervaly se však často postupuje i empiricky, a to proto, aby mapa nebyla svým tematickým obsahem přeplněná.

Počet intervalů stupnice musí být vždy menší než je počet statických jednotek souboru, ale kolik jich prakticky má být je velmi subjektivní problém. Aby se zachovala přehlednost mapy, uvádí se jako ideální počet čtyři až pět intervalů (maximálně šest, v některých případech deset). Jiní autoři jsou benevolentnější a doporučují používat 5-20 intervalů v závislosti na zkušenosti a grafických možnostech tvůrce mapy. Možnost zjištění počtu intervalů stupnice (m - počet intervalů, n - počet statistických jednotek) prezentuje např. **Chyba! Nenalezen droj odkazů.**

Při metodě teček (bodové metodě) je volba velikosti tečky (její výšky, průměru) i její váhy (diagramové měřítko) závislá na měřítku mapy $1:M$, ploše zobrazovaného území ve skutečnosti (P v km^2) a úhrnné kvantitě zobrazovaného jevu (A). Označíme-li (p v cm^2) jako plochu obrazu areálu (P) v mapě měřítko $1:M$, pak platí:

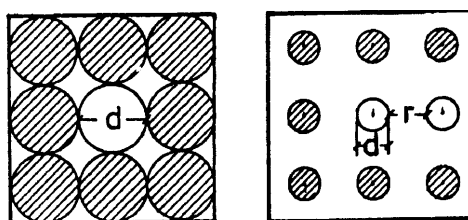
$$p = \frac{P \cdot 10^{10}}{M^2}$$

Máme-li odhadnout maximální možnou hustotu teček v kartografickém areálu, pak za předpokladu, že:

- d - průměr tečky v mm (minimálně přípustný je 0,3 mm),
- r - mezera mezi tečkami (v praxi by měla být větší než 0,2 mm),
- p_0 - jednotková plocha v mapě (zde 1 cm^2),
- P_0 - jednotková plocha území ve skutečnosti (zde 1 km^2).
- $N_{0,\text{max}}$ - maximální počet teček o průměru d v ploše p_0
- N_0 - skutečný počet teček v p_0 .

Při $N_0 = N_{0,\text{max}}$ bude platit:

$$N_{0,\text{max}} = \frac{100}{(d+r)^2}$$



Obr. 7-30 Hustota teček

Váha tečky M_d je obecně funkcí pěti proměnných, tj. platí:

$$M_d = f(A, P, d, r, M), \text{ kde}$$

A je celková kvantita (hodnota jevu) v území o ploše P (ostatní parametry jsou definovány výše).

Konkrétní hodnotu váhy tečky lze určit podle některého z následujících vztahů:

$$M_d = \frac{a_0}{N_{0,\max}}$$

$$M_d = \frac{A \cdot M^2}{P \cdot N_{0,\max} \cdot 10^{10}}$$

$$M_d = \frac{A_0 \cdot M^2}{N_{0,\max} \cdot 10^{10}}$$

$$M_d = \frac{A \cdot M^2 (d+r)^2}{P \cdot 10^{12}}$$

Celkový počet teček na mapě pak vyjadřuje vztah:

$$n = \frac{A}{M_d}$$

Ve výše uvedených vzorcích označují:

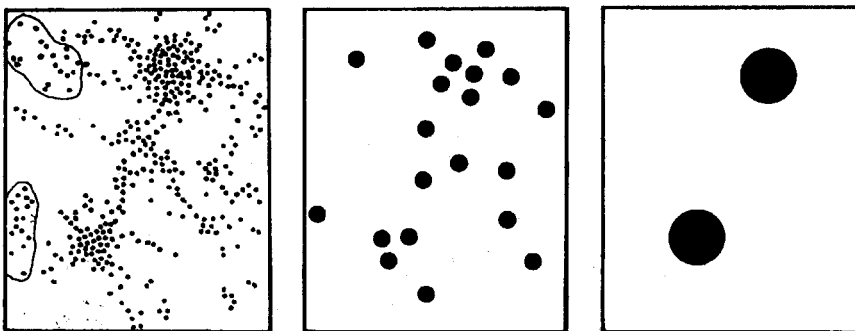
A_0 - průměrnou kvantitu připadající na plochu P_0 podle vztahu

$$A_0 = \frac{A}{P},$$

a_0 - počet jednotek kvantity připadajících na plošku p_0 podle vztahu

$$a_0 = \frac{A_0 \cdot M^2}{10^{10}}.$$

Příliš malá váha tečky přináší do mapy velké množství znaků, čímž se snižuje čitelnost a tím i použitelnost mapy. Správná volba velikosti teček je důležitá pro vizuální stránku mapy (grafická zaplněnost mapy). Větší tečky jsou sice lépe čitelné, ale mnohem hůře znázorňují rozmístění jevu v prostoru. Naopak mapa obsahující příliš malé znaky navozuje dojem řídkého rozšíření jevu.



Obr. 7-31 Ukázka důsledku různých voleb váhy tečky M_d

7.1.8 Mapová syntaxe

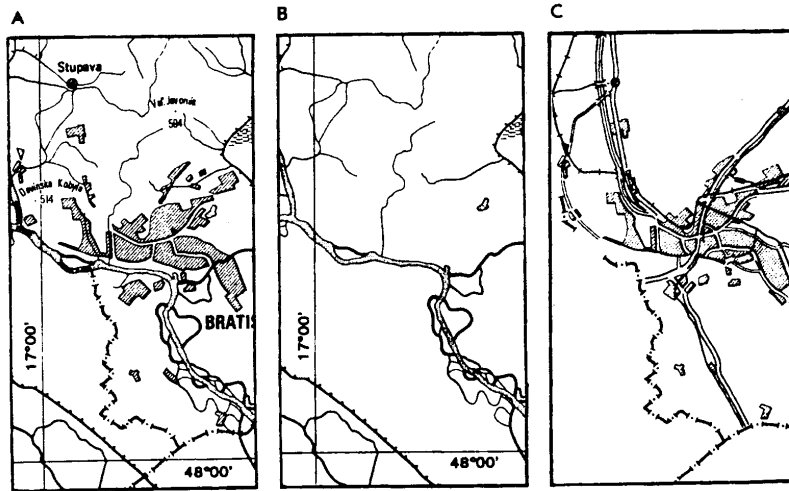
Mapová syntaxe se zabývá skladbou map jako syntaktického celku z mapových znaků. Podle druhu skladby můžeme rozlišit tyto základní druhy mapové syntaxe:

- typizační,
- komponentní,
- stratigrafickou,
- kompoziční.

7.1.8.1 Typizační syntaxe

Typizační syntaxe se zabývá rozlišováním mapových syntaktických typů. Jako mapový syntaktický typ se označuje model (paradigma, graficko-významový princip) skladby mapových znaků, tj. model umístování (lokalizace, implantace) znaků do **mapové osnovy** (osnovy mapy). Mapová osnova je zpravidla dvojrozměrný grafický útvar, který je definovaný vhodně zvoleným systémem pevných (konstrukčních) bodů a čar, který tvoří matematicko-geometrický základ mapy. Rozlišuje se:

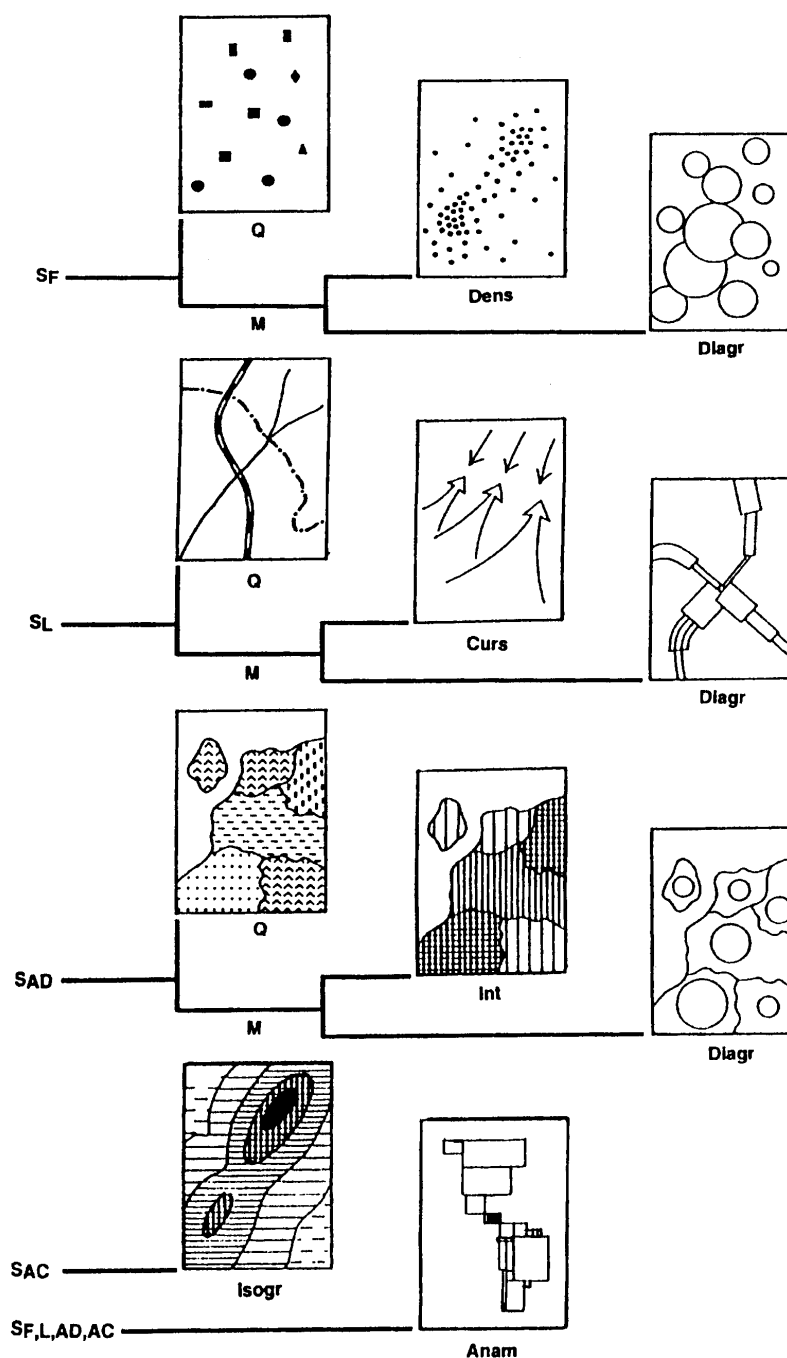
- původní mapová osnova, která se konstruuje pro původní mapy. V případě topografické mapy má podobu konstrukčního listu, do něhož jsou vloženy pevné geodetické body a zpravidla i vnitřní (mapový) rám, v případě tematické mapy představuje nejčastěji vnitřním (mapovým) rámem vymezené mapové pole s obrazem vhodné kartografické sítě a s kresbou polohopisu v potlačených barvách, aby do ní mohla být později zakreslena tematická informace,
- převzatá mapová osnova má zpravidla podobu výtisku nebo kopie topografické nebo jiné vhodné mapy, která je dostatečně a vhodně zaplněná prvky topografického nebo jiného podkladu.



Obr. 7-32 Příklad variantního řešení mapové osnovy v Národním atlase Slovenska (Bratislava, 1980) - A=všeobecné zeměpisné mapy, B=fyzicko-geografické mapy, C=socioekonomické mapy

Funkci mapové osnovy plní:

- matematicko-kartografické zobrazení,
- schéma,
- anamorfnní konstrukce.



Obr. 7-33 Přehled mapových syntaktických typů (*význam zkratk vysvětlen níže v textu*)

Nejrozšířenější je bezesporu mapová osnova v určitém **matematicko-kartografickém zobrazení**, které řeší rozvinutelnost sférického tělesa do roviny. Takováto osnova je vlastní většině kartografických výstupů. **Schéma** jako mapová osnova má jako geometrický podklad různé technické projekce, nebo jsou bezprojekční, např. mapová schémata, plány, panoramatické mapy, blokdigramy apod. **Anamorfní konstrukce** nemusí mít žádný geometrický základ. S ohledem na širokou škálu možností může mít velké množství podob.

Existuje řada variant mapových osnov v závislosti na obsahu map, pro něž jsou určeny. Podle převažujícího zastoupení určitých typů mapových znaků

(typizačních znaků) pak J. Pravda (1990) rozlišil např. tyto mapové syntaktické typy (viz Obr. 7-33):

- typ lokalizovaných kvalitativních bodových znaků - $S_F(Q)$,
- typ bodově nebo kartogramově lokalizovaných kvantitativních bodových znaků (hustotní) - $S_F(M,Dens)$,
- typ bodově lokalizovaných kvantitativních bodových znaků (diagramový) - $S_F(M,Diagr)$,
- typ lokalizovaných kvalitativních lineárních znaků - $S_L(Q)$,
- typ kvalitativních a kvantitativních směrových lineárních znaků - $S_L(Q-M,Curs)$,
- typ kvantitativních (diagramových) lineárních znaků - $S_L(M,Diagr)$,
- typ kvalitativních diskretních plošných znaků - $S_{AD}(Q)$,
- typ diskretních kvantitativních (intenzitních) plošných areálů (kartogramů) - $S_{AD}(M,Int)$,
- typ kvalitativních a kvantitativních diskretních diagramových areálů s diagramy (kartodiagramů) - $S_{AD}(Q-M, Diagr)$,
- typ spojitých kvantitativních izogradačních areálů - $S_{AC}(Q-M, Isogr)$,
- typ anamorfní (zpravidla schematický a kvantitativní) - $S_{F,L,AD,AC}(M, Anam)$.

Význam jednotlivých typizačních příznaků:

S_F - „siluetový (figurální) znak“ (sl.) - bodový znak (č.), tj. *signum* z lat. - znak, *figura* - podoba, tvar,

S_L - lineární znak (*linea* - čára, linie),

S_{AD} - diskretní areálový znak (*area* - plocha, *discretus* - nespojitý, diskretní),

S_{AC} - spojitý areálový znak (*continuus* - spojitý),

Q - kvalitativní (*qualitas* - jakost, kvalita),

M - kvantitativní (*multitudo* - množství, kvantita),

Dens - hustotní (*densus* - hustý),

Diagr - diagramový (*diagramma* - diagram),

Curs - směrový (*cursus* - směr),

Int - intenzitní (*intensivus* - stupňující),

Isogr - izogradační (*iso* - stejný, *gradus* - stupeň),

Anam - anamorfní (*an* - ne, *amorphia* - bez tvaru).

Každý z těchto typů je možné rozdělit na **subtypy** (např. topografický, schematický), **varianty** (např. areály vyplňující souvisle celé mapové pole nebo zájmové území, izolované areály či překrývající se areály) a **subvarianty** (např. areály označené mapovými znaky, lemované areály, areály označené alfanumerickými znaky, areály s rastrem, vnitřní strukturou nebo texturou, barevné areály, pojmenované areály, překryt areálů je vyjádřen střídajícími se barevnými pásy apod.). Každý typ, subtyp, variantu a podvariantu lze označit specifickým řetězcem kódových znaků, který pak může sloužit ke komunikaci mezi kartografy. Jako příklad slouží syntaktický typ směrových lineárních znaků $S_L(Q-M,Curs)$, v jehož kódovém označení se vyskytuje typizační znak kvality (Q), kvantity (M) a směrovosti (Curs.). V kódovém označení subvarianty $S_{AD}(Q-Top-Plen-Sign)$ je kromě názvu syntaktického typu

diskrétních kvantitativních (intenzitních) plošných areálů (kartogramů) S_{AD} (Q) zahrnut topografický subtyp (Top), varianta s plošnými znaky vykrývajícími celé mapové pole nebo zájmové území (Plen) a subvarianta s plošnými areály, které jsou označeny mapovými znaky (Sign).

Systém mapových syntaktických typů může nahradit dosavadní nejednotnou klasifikaci způsobů mapového vyjadřování nebo druhů map rozlišovaných podle použitých vyjadřovacích prostředků, který obsahoval:

- anamorfní metodu neboli druh schematizace v kartografii, v jehož důsledku se výrazně mění podoba mapy,
- areálovou metodu neboli vyjádření kvalitativních charakteristik plošných objektů a jevů na mapě barvou, rastrem či jejich kombinací,
- metodu teček neboli vyjádření hustoty výskytu na mapě pomocí matematicky zdůvodněného počtu a velikosti znaků („znaky s váhou“),
- metodu izolinií neboli vyjádření spojitého výskytu kvantitativních charakteristik plošného jevu izoliniemi,
- metodu kartodiagramu neboli vyjádření absolutních kvantitativních charakteristik pomocí diagramových znaků lokalizovaných v kartografických areálech,
- metodu kartogramu neboli vyjádření relativních kvantitativních charakteristik v areálech mapy, které mohou být přirozené (území okresu, povodí), nebo umělé (pravidelné geometrické útvary, anamorfní plochy),
- metodu liniových znaků neboli vyjádření charakteru, směru a délky různých objektů a jevů (cest, tras letadel, směrů mořských proudů apod.) s možností jejich kvantifikace metodou diagramových čar,
- metodu diagramových znaků neboli vyjádření absolutních kvantitativních ukazatelů pomocí diagramových znaků lokalizovaných do bodů výskytu,
- metodu lokalizovaných bodových znaků neboli vyjádření objektů a jevů lišících se kvalitativními vlastnostmi.

7.1.8.2 Komponentní syntaxe

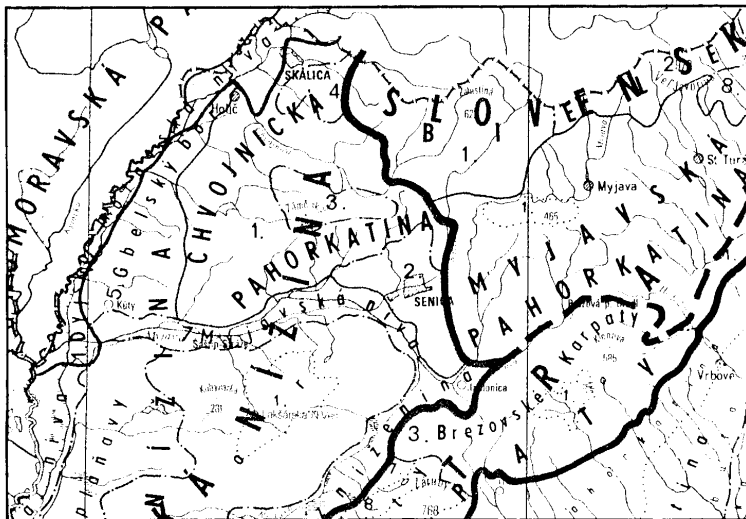
Komponentní syntaxe se zabývá rozlišováním skladby map z komponent a/nebo elementů z hlediska jejich samostatnosti, úplnosti nebo vzájemné integrace.

Komponentnost (komponika) mapy je její složení ze syntaktických komponent, které chápeme jako třídy (chápaná jako tematická seskupení) syntaktických elementů mapy. Syntaktický element mapy je každý objekt nebo jev, resp. jejich charakteristika, v mapovém poli, který je označen jedním mapovým znakem v legendě mapy. V rámci komponentní syntaxe se rozlišuje:

- **analytická komponika**, tj. komponika analytických, ze syntaktického hlediska jednoduchých map, vyjadřujících rozmístění, průběh nebo výskyt jednoho nebo několika syntaktických elementů. Podle počtu

syntaktických elementů můžeme hovořit o monoelementní komponice (v mapě se vyjadřuje např. rozmístění jen jednoho syntaktického elementu) a obdobně o bielementní (např. rozmístění nalezišť železné a manganové rudy) a tříelementní až poly(multi)elementní komponice v případě, kdy se na mapě vyjadřuje více syntaktických elementů, které tvoří ucelenou třídu, tj. syntaktický komponent.

- **komplexní komponika**, tj. komponika syntakticky složitějších až velmi složitých map, vyjadřujících rozmístění jedné nebo více syntaktických komponent. Podle počtu syntaktických komponent můžeme rozlišit monokomponentní komponiku, a to v případě, kdy se vyjadřuje na mapě jen jeden syntaktický komponent (např. rozmístění různých druhů paliv), nebo obdobně bikomponentní (např. rozmístění různých druhů paliv a různých druhů rudných surovin), trikomponentní (např. rozmístění různých druhů paliv, různých druhů rudných surovin a různých druhů nerudných surovin), resp. poly(multi)komponentní komponika, kdy se např. k předcházejícímu bodově znázorněnému obsahu mapy připojí plošná regionalizace (zde by přicházela v úvahu inženýrsko-geologická, hydrogeologická aj.).

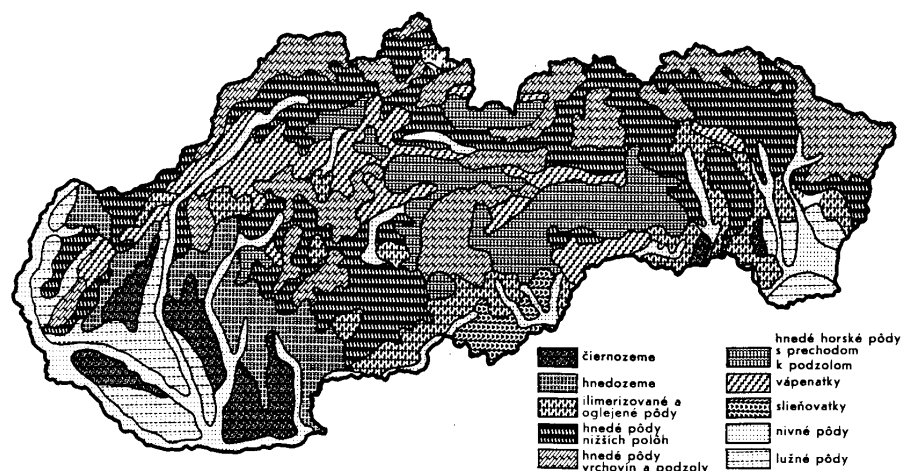


Obr. 7-34 Příklad regionalizační komponiky mapy

- **syntetická komponika**, tj. komponika syntetických map, neboli map s vnitřní, skrytou integrací syntaktických komponent a/nebo syntaktických elementů. V jejím rámci rozlišujeme podle různých způsobů syntézy např.:
 - **regionalizační komponiku**, jestliže na mapě vyjadřujeme regiony jako neopakovatelné územní celky, vyčleněné na základě syntézy několika syntaktických komponent a/nebo elementů,
 - **typizační komponiku**, jestliže se na mapě vyjadřují typy jako všeobecné územní celky, které vznikly syntézou několika syntaktických komponentů a/nebo elementů.

Mapová komponika je tedy takový druh mapové syntaxe, který se vyznačuje různým rozsahem a složitostí elementní a komponentní stavby mapy. Podle toho, jak se tato elementně-komponentní stavba projevuje, rozlišujeme:

- zjevnou komponentiku analytických a komplexních map,
- skrytou komponentiku syntetických map.



Obr. 7-35 Příklad typizační komponentiky mapy

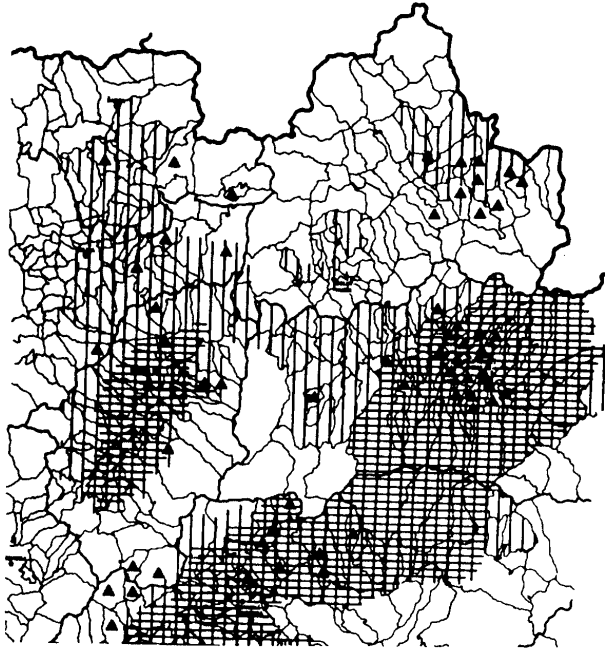
7.1.8.3 Stratigrafická syntaxe

Stratigrafická syntaxe se zabývá rozlišováním syntaktických vrstev mapy. Syntaktická vrstva mapy je takové seskupení syntaktických komponentů a/nebo syntaktických elementů mapy, které umožňuje vnímat jejich skladbu (průnikové naložení na sebe) jako pozadí a popředí mapy. Rozvrstvení (stratifikace) mapy se vyskytuje především na tematických mapách. Má-li mapa podklad (např. topografické prvky) s málo intenzivními barvami a tematický obsah ve výrazných barvách, má minimálně dvě vrstvy – pozadí a popředí. Vyjadřujeme-li v tematickém obsahu mapy jednu syntaktickou komponentu barvou, druhou liniovým a třetí např. strukturním rastrem, pak máme mapu nejméně třívrstevnou.

Rozlišujeme:

- záměrné rozvrstvení mapy, které se zakládá na úmyslném rozlišení vrstev mapy,
- imanentní rozvrstvení, které se zakládá na percepčních schopnostech uživatele mapy v kombinaci s optickými a dalšími vlastnostmi mapy.

Percepční rozvrstvení může pozorovat uživatel mapy citlivý k určitým barevným tónům, které vnímá výrazněji, aniž by vyjadřovací prostředky, které jsou nositeli vybraných barev, a jimi reprezentované objekty, jevy či charakteristiky byly jiné než ostatní. Percepční rozvrstvení může často pozorovat odborník, který je díky vrozeným nebo získaným schopnostem abstrakce schopen např. od sebe odlišit vrstvu řek, názvů apod.



Obr. 7-36 Příklad rozvrstvení mapy (1. vrstva - hranice obcí, 2. vrstva - bodové znaky, 3. vrstva - šrafované areály)

Stratifikace je významná vlastnost mapy, která buď ulehčuje, nebo komplikuje její čtení. Při tvorbě mapy je třeba s ní programově počítat, a to i v digitální mapové tvorbě.

7.1.9 Mapová stylistika

Mapová stylistika je podle J.Pravdy rovina stylu mapového jazyka. Mapový styl je soubor charakteristických rysů mapy a zakládá se na cílevědomém výběru mapových stylém. Mapovou stylémou je každý (grafický) prvek, (grafický) komponent nebo (grafický) komplex mapy.

7.1.10 Kompozice mapy

Kompozice mapy (kompoziční syntaxe) se zabývá celkovým rozložením a uspořádáním prvků mapového díla (kompozičních prvků).

Kompoziční prvek je každý syntaktický komponent a/nebo syntaktický element mapy, ale i vrstva mapy a různé další náležitosti a doplňky mapy. Mezi náležitosti řadíme v tomto pojetí např. mapové rámy, grafické a číselné měřítko, legendu, záhlaví, název mapy aj. doplňky jako doprovodné texty, vedlejší (doplňkové) mapky, grafy apod. Kompozice mapy je pojem blízký k často užívanému termínu **grafická úprava mapy**. Všímá-li si komponentní syntaxe horizontálního rozložení mapových znaků z analytického, syntetického nebo komplexního pohledu a stratigrafická syntaxe vertikálního rozložení mapových znaků a znakových útvarů podle vrstev, pak se kompoziční syntaxe zabývá rozmisťováním znaků a znakových útvarů jako jednoho celku se všemi náležitostmi a doplňky mapy.

Za základní kompoziční prvky obvykle pokládáme nejdominantnější a povinné složky mapy (je třeba připustit i výjimky) jako je její název, legenda, měřítko, tiráž (metadata) a mapové pole. Ostatní kompoziční prvky jsou většinou již

nadstavbového charakteru a mají za úkol zvýšit její informační hodnotu a atraktivnost. Nezřízené přidávání dalších nadstavbových prvků má mnohdy opačný účinek (při tvorbě mapy je vhodné si často připomínat zlaté pravidlo, že méně je někdy více). Nadstavbové prvky nesmí nikdy omezovat ani jinak upozadovat základní kompoziční prvky, tj. nesmí působit dominantně až rušivě. Můžeme mezi ně zařadit směrovky (není-li orientace mapy zřejmá ze zeměpisné sítě aj.), loga, obrázky, grafy, vedlejší mapy, doprovodný text a tabulky, blokdiagramy, rejstříky, reklamní panely aj.

Kompozice závisí především na:

- účelu mapy,
- okruhu uživatelů mapy,
- měřítku mapy,
- kartografickém zobrazení,
- tvaru a velikosti území,
- na formátu mapového listu a
- na estetickém hledisku.

Rozlišujeme intrakompozici (vnitřní kompozici) a extrakompozici (vnější kompozici) mapy. Intrakompozice mapy je celkové rozmístění a uspořádání intrakompozičních prvků mapy, tj. všech mapových prvků v mapovém poli. Extrakompozice je celkové rozmístění a uspořádání extrakompozičních prvků mapy, za které pokládáme všechny prvky obsahu mapové plochy, ležící mimo mapové pole (tj. např. záhlaví, měřítko, ozdobné rámy apod.). Protože je okolí mapové plochy velmi rozmanité, rozlišujeme extrakompozici jednotlivé, samostatné mapy a extrakompozici mapy, která je součástí mapového díla (sériové mapy, atlasové mapy a konečně i celého mapového souboru, včetně atlasu).

V rámci kompoziční syntaxe mapy se rozlišují kompoziční faktory mapy, a to:

1. zaplněnost (zaplnění) mapové plochy,
2. zvýraznění na mapové ploše a
3. grafická vyváženost mapové plochy.

Zaplněnost mapové plochy označuje stupeň její nasycenosti neboli zatíženosti mapy jejími kompozičními prvky. Jedná se o charakteristiku, která se využívá ke vzájemnému porovnání dvou map. Rozlišujeme zaplněnost:

- znakovou,
- grafickou a
- informační.

Znaková zaplněnost se vyjadřuje celkovým množstvím mapových znaků (počtem tříd mapových znaků a počtem znaků v jednotlivých třídách).

Grafická zaplněnost mapového pole je poměr potištěné plochy mapy grafickými prvky k nepotištěné ploše mapy. Vyjadřuje se zlomkem nebo

procentuálně. Mnohvrstevná komplexní mapa může mít grafickou zaplněnost větší než 1 (100 %).

Informační zaplněnost mapy udává míru informačního potenciálu databáze, který je z hlediska teorie informace na mapě vyjádřen. Udává se počtem bitů jako elementárních jednotek informace na mapový list, na jednotku mapové plochy apod. Absolutní hodnoty informační zaplněnosti však ještě nemusí být postačujícím kritériem její informační kvality. Pro běžného uživatele je důležité především celkové, i když jen velmi přibližné vyjádření zaplnění mapy, např. v kategoriích minimální, nízké, vysoké apod.

Zvýraznění je výsledkem diferenciací syntaktických prvků a komponent mapy z hlediska jejich optické (vizuální) působivosti mapy jako nedělitelného celku. Jde o kompoziční faktor, který je výsledkem diferenciací intrakompozičních a extrakompozičních prvků mapy. Rozlišujeme zvýraznění:

- záměrné a
- imanentní.

Záměrné zvýraznění lze dosáhnout použitím tvaru, rozměru, barvy aj. atributů znaků, včetně jejich afixace, např. podtržení, zarámování aj. Imanentní zvýraznění vyplývá z povahy použitých znaků a jejich výrazových charakteristik či použitého syntaktického typu. Např. říční síť může díky použitým atributům barev nechtěně, někdy však také jen zdánlivě, z mapového pole vystupovat na úkor mírného potlačení ostatních prvků.

Grafická vyváženost je kompoziční faktor, který znamená docílení takového celkového vzhledu mapy, že je vnímána jako harmonicky vyvážený grafický celek. Informační obsah mapového pole (polohopis, výškopis, popis) je z povahy zobrazovaných objektů, jevů či jejich charakteristik většinou nepravidelný, nerovnoměrný a nesymetrický. Jeho vyváženosti lze docílit nejen citlivou volbou tvarů, velikostí a barev mapových znaků v mapovém poli (grafickými proměnnými, které neovlivňují jejich prostorové rozložení), ale i pomocí vyvážené volby rozmístění a grafického ztvárnění extrakompozičních prvků (legendy, záhlaví, grafického měřítka, doplňkových map, grafů, fotografií apod.), které vytvoří k intrakompozičním prvkům mapy vhodnou optickou protiváhu. Grafická vyváženost je vždy kompromisem mezi přirozeným (nerovnoměrným, nesymetrickým) rozložením mapových znaků (ale i obsahu mezirámového prostoru a okraje map) a tendencí ke grafické harmonii (pravidelnosti, symetrii, rovnoměrnosti) a dalším estetickým kritériím.

Kompozičně dobře zpracovaná mapa je vyvážená, vede jejího čtenáře k tématu avizovanému v názvu a je logicky a hierarchicky uspořádaná.

7.2 Interpretační metodika

Interpretační metodika představuje postupy aplikované při tvorbě a užití smluvených znaků, které umožňují názorně, souhrnně a co možná nejúplněji, interpretovat v zobrazeném modelu informace o zmapovaném území. U každého smluveného znaku je při ní třeba pochopit jeho význam popisný a lokalizační. Na druhé straně je však třeba, aby samotný znak svou morfologií,

byť i sugestivně, popisoval druh informace (typ znaku), intenzitu jevu (rozměry znaku) i jeho přesnou lokalizaci (geometrie znaku).

Metodika kartografické interpretace se ve své podstatě dá aplikovat po dvou liniích. První představuje její aplikaci na **polohopis, výškopis a popis** a druhá na **bodové, liniové a plošné jevy**. Na každou definovanou skupinu v obou liniích se pak aplikuje různým způsobem, přičemž je zřejmé, že obě skupiny se musí použitými interpretačními metodami prolínat. Proto nepokládám za potřebné, věnovat se explicitně každé z nich samostatně. Určitá specifika výškopisu a popisu si však zařazení samostatných subkapitol o jejich interpretaci vynutila.

Z obecného a čistě teoretického hlediska lze metody kartografické interpretace členit podle řady hledisek, např. na:

- a) kvalitativní, které se zabývají zobrazením druhu objektu či jevu,
- b) kvantitativní, které se zabývají vyjádřením některé kvantitativní charakteristiky objektu či jevu,
- c) topologické, které rozlišují objekty podle jejich půdorysné povahy na bodové, liniové a plošné (areálové),
- d) polohově lokalizační, které se zabývají zobrazováním objektů geometricky přesně, schematicky nebo přetvořeně (kartografická anamorfóza),
- e) vývojové, které se zabývají zobrazováním změn objektu a jevu v prostoru a v čase,
- f) významové, které se zabývají zobrazováním počtu významů objektu,
- g) strukturální, které zachycují objekt současně jako celek i jako jeho dílčí složky a jejich vzájemné relace.

Jednotlivé metody přitom nepoužíváme izolovaně, ale vždy ve vzájemné kombinaci.

7.2.1 Interpretace polohopisu

Jako polohopis mapy označujeme soubor bodových, liniových a plošných mapových znaků, které v mapě vyjadřují průmět bodových, liniových a plošných objektů a jevů do roviny mapy prostřednictvím kartografických zobrazení. Z obsahového hlediska jej tvoří vodstvo, hranice, pozemní komunikace, sídla a jejich obytná, administrativní, výrobní aj. zařízení, dále technické objekty (přehrady, mosty, energetické sítě, aj.), vybrané prvky půdní a rostlinné pokrývky (lesy a trvalé kultury) apod. Pojem polohopis je velmi blízký termínu mapová situace, který je však významově širší. Polohopis tvoří spolu s výškopisem a popisem obsah map. Takto o něm hovoříme především u map velkých a středních měřítek a v procesu mapování.

7.2.1.1 Interpretace bodových jevů

Předměty a jevy bodového charakteru mají bodový charakter samy o sobě (např. geodeticky významné body), nebo jej nabydou až generalizací při velkém zmenšení (např. intravilán obcí v mapách malých měřítek). Běžně jsou

aplikovány na objekty, jejichž rozměr v měřítku mapy zaniká graficky (studny, prameny, pomníky apod.).

Při zobrazování informací bodového charakteru (bodová interpretace) je zobrazovaná skutečnost lokalizována do těžiště nebo do jinak geometricky vymezeného bodu znaku. Volba druhu znaku není v podstatě omezena. Velikost znaků (V_n) však musí z důvodu jejich čitelnosti odpovídat empirickému vzorci:

$$V_n = \frac{V_0 D_n}{D_0}$$

kde:

- D_0 = normální čtecí vzdálenost (25 - 30 cm),
- V_0 = minimální, ještě čitelný rozměr znaku v mapě,
- D_n = průměrná předpokládaná vzdálenost čtení mapy.

Při interpretaci bodových jevů se aplikují vhodné druhy bodových kartografických znaků (geometrických, symbolických, obrázkových, písmenkových, resp. diagramových). Široká škála jejich parametrů pak dovoluje dostatečně věrně a podrobně popsat kvalitativní a kvantitativní vlastnosti interpretovaných jevů.

7.2.1.2 Interpretace liniových jevů

Při interpretaci liniových jevů se aplikují liniové znaky. Jejich pomocí se vyjadřují takové jevy, pro jejichž polohový záznam je důležitá jejich podélná osa, která je jejich základním půdorysným znakem.

Liniové znaky vyhovují pro interpretaci:

- kvality jevu (struktura a výplň znaku barvou nebo rastrem, popř. připojeným a polohově schematicky umístěným alfanumerickým znakem),
- kvantity jevu (diagramové liniové znaky, tj. pásy určité šířky rozlišované svojí strukturou a výplní),
- dynamiky jevu (pohybové znaky, tj. vektory, které vycházejí z určitého bodu či linie nebo vyplňují určitou plochu s respektováním základních vývojových nebo směrových trendů).

Metoda liniových znaků se aplikuje především při interpretaci komunikační a říční sítě.

7.2.1.3 Interpretace plošných objektů a jevů

Plošný objekt či jev je takový, jehož výskyt v území tvoří jednu nebo více souvislých ohraničených oblastí. Mapový znak, který má tvar půdorysu tohoto objektu či půdorysu rozšíření mapovaného jevu označujeme jako kartografický areál neboli půdorysný mapový znak (např. půdorys sídel). Je ohraničený obrysovou čarou a vyplněn vhodnou výplní.

Cílem této metody je názorné a asociativní rozlišení kartografických areálů jako oblastí definované homogenity mapovaného jevu. Vymezování kartografických areálů leží zpravidla mimo oblast kartografie, která je přebírá jako výsledek činnosti specialistů z jiných oborů (klimatologie, geologie, politika). Při interpretaci plošných jevů jde zpravidla o graficky strukturované výplně vymezených oblastí rozlišitelných buď kvalitativně, nebo kvantitativně (půdní povrch a jeho pokryv, vodní plochy, hustota zalidnění aj.).

Prosté vybarvení plochy je použitelné na plochy všech tvarů a velikostí. Šrafování plochy se nehodí pro extrémně malé plochy a pro plochy s velmi komplikovaným tvarem. U příliš velkých ploch působí šrafy a obecně jakýkoliv vzor rušivě. Úzké plochy je možné vyšrafovat, ale je nutné, aby zvolený sklon šraf byl přibližně ve směru kratšího (úzkého) rozměru plochy, tedy aby plocha obsahovala mnoho krátkých šraf. Pokud by sklon šraf odpovídal směru delšího rozměru úzké plochy, plocha by obsahovala jen několik delších šraf, které by nemusely vystihovat tvar plochy. Lemování obvodu plochy je vhodné pro středně velké a větší plochy, naopak je nepoužitelné pro malé a úzké plochy. Výplň vzorem vyžaduje střední nebo větší plochy, jejichž tvar není příliš složitý.

Pro interpretaci plošných jevů je využívána:

- **metoda kvalitativních areálů,**
- **metoda kvantitativních areálů (kartogramů),**
- **metoda izolinií,**
- **metoda teček.**

7.2.1.3.1 *Metoda kvalitativních areálů,*

a to v případě, kdy jsou kartografické areály kvalitativně homogenní. Není-li takový areál vymezen obrysovou čarou specialistou (klimatologem, geologem aj.) a kvalita jevů je zachycena jen bodově, lze přibližně vymežit obrys těchto areálů dodatečně pomocí tzv. Thiessenových polygonů (Delthiel polygon, Voronoi polygon, Thiessen polygon). Schematická obrysová čára kartografického areálu vzniká kompozicí kolmic, vedených v polovině spojnice dvou sousedních bodů o různé kvalitativní charakteristice. Tato metoda je velice dobře aplikovatelná i počítačovou technologií.

7.2.1.3.2 *Metoda kvantitativních areálů (kartogramů)*

Kartogramy pokládáme za jednoduché tematické mapy, kde pro každý areál interpretujeme pomocí barvy, šrafy apod. jednu, výjimečně i více, relativní hodnotu, která je vztažena k celé jeho ploše. Aby skutečně o kartogram šlo, musí být propočet příslušné relace vztažen na jednotku plochy příslušného areálu (např. počet obyvatel na 1 km² apod.).



Obr. 7-37 Schéma aplikace Thiessenova polygonu (Karčmář, T. - spádová území jednotlivých prodejen drogerií)

Z fyziologického hlediska totiž závisí celková intenzita vjemu nejen na kartografickém vyjadřovacím prostředku (sytost barvy, hustota rastru), ale i na velikosti plochy, kterou vykřívá. Kartogram je chápán jako plošně podaný diagram, nebo jako obrysová kartografická kresba územních celků, do kterých je plošným způsobem (rastrem, barvou) územně znázorněna statistická charakteristika. Metodický postup příslušný kartogramu se často nesprávně užívá i pro neplošné relace (např. průměrný věk v areálu žijící populace). Kartogram se velice často kombinuje s kartodiagramem. Při jeho konstrukci se obdobně jako při konstrukci lokalizovaného diagramu využívá intervalových stupnic.

Kartografické areály, které se v kartogramech používají, jsou v realitě vymezeny:

- hranicemi administrativních jednotek, jako např. katastrů, městských čtvrtí, okresů aj. (statistické kartogramy),
- hranicemi fyzicko-geografických oblastí,
- hranicemi socioekonomických rajónů, nejčastěji sčítacích obvodů,
- pravidelnou geometrickou sítí (síťové kartogramy).

Podle způsobu kartografické interpretace členíme kartogramy na:

- jednoduché, které vyjadřují pro každý areál jednu kvantitativní charakteristiku,
- složené (korelační), které vyjadřují zpravidla dvě na sobě nezávislé charakteristiky různých jevů (např. jeden jev představuje svislá šrafa a druhý jev vodorovná šrafa),

- strukturní neboli páskové, kdy je šrafa vedena napříč celým kartogramem a v každém areálu se mění kvality čáry,
- objemové, tj. jednoduché kartogramy prezentované jako blokdiagramy.

7.2.1.3.3 Metoda izolinií

Mnoho plošných jevů se vyznačuje plynulými přechody svých kvantitativních charakteristik (teplota vzduchu, reliéf terénu aj.). Jejich hodnoty jsou určeny bodovým šetřením (přímým měřením, statistickým šetřením) a za využití dalších geodeticko-kartografických či statistických metod lze sledovaný jev považovat za spojitou funkci typu $z = f(x, y)$, na jejímž základě můžeme definovat tzv. topografickou, resp. statistickou plochu. Pro kartografickou interpretaci takovýchto charakteristik je vhodný izometrický způsob s využitím izolinií. První pokusy o využití izolinií můžeme vidět na mapě isogon (magnetické deklinace) Edmonda Halleye (1656?-1743) a v pracích Alexandera von Humbolda (1767-1835) izotermy.

Izolinie¹⁹ jsou čáry spojující body stejných hodnot dané kvantitativní charakteristiky. Jejich průběh je obecně velice měkký. U některých jevů (např. reliéf terénu) je možný a dokonce i zcela běžný výskyt ostrých zlomů izolinií (např. vrstevnice v místech strží, lomů apod.). Jsou obvykle konstruovány pomocí interpolace mezi aktuálními hodnotami dané kvantitativní charakteristiky sousedních bodů tak, aby vyjadřovala rozumnou hodnotu kvantitativní charakteristiky a aby oboustranně sousední izolinie vyjadřovaly konstantní rozdíl hodnot sledovaných charakteristik. Zjišťování mezilehlých hodnot mezi izoliniemi označujeme jako interpretaci z izolinií (např. interpretaci z vrstevnic).

Podle fyzikální povahy sledované skutečnosti lze rozlišit:

- a) **izolinie napět'ové**, které představují ortogonální průměty bodů určených pravoúhlými souřadnicemi x a y se stejným z . Hodnota z může vyjadřovat nadmořskou výšku (vrstevnice), hloubku (izobaty), tlak vzduchu (izobary), teplotu vzduchu (izotermy) aj.,
- b) **izolinie ekvidistantní**, které jsou půdorysem bodů stejně vzdálených od určitého bodu nebo rozhraní,
- c) **izolinie časové**, které vyjadřují stejnou časovou odlehlost od určitého místa (např. izochrony zobrazují místa stejného času průchodu seizmické vlny),
- d) **izolinie odchylové** spojují místa se stejnými změnami od základních (normálních) hodnot (izanomálie).

Pro vyjádření nespojitých kvalitativních veličin (např. hustota obyvatelstva) se užívá **pseudoizolinií**. Tímto pojmem se označují všechny izolinie, které nejsou konstruovány z přímo zjištěných (měřených) hodnot, nýbrž z hodnot zprostředkovaných (např. interpolovaných, odhadnutých podle balové metody,

¹⁹ Používání termínu *izočára* nepokládám za šťastné vzhledem ke spojení českého a latinského slovního základu.

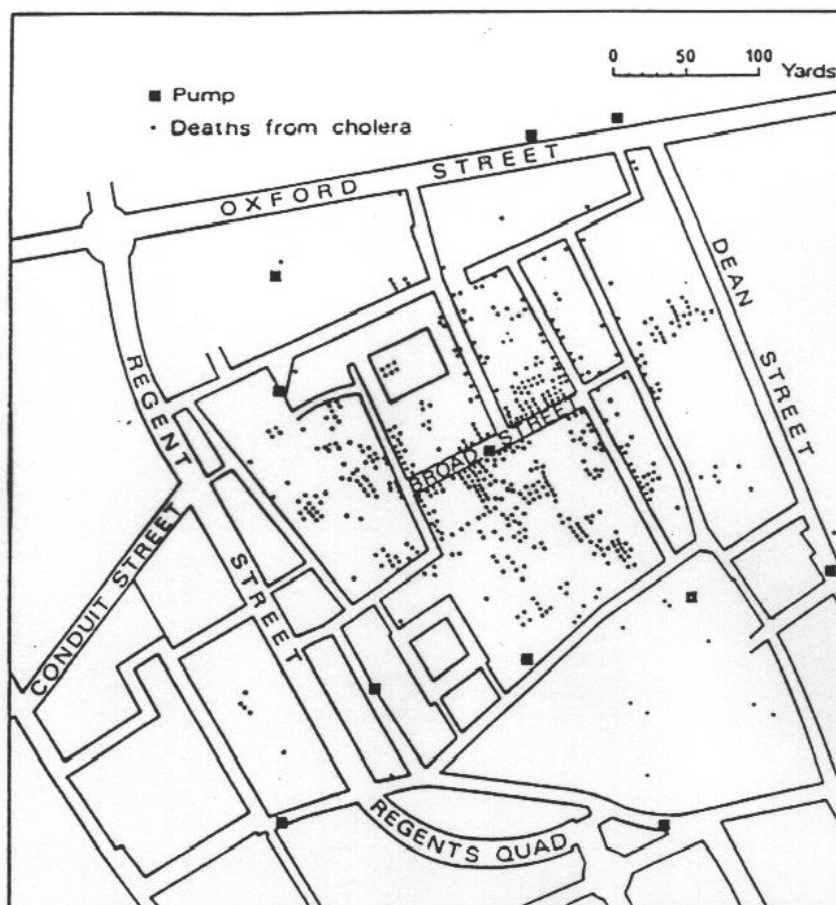
z kartogramu aj.). V posledním období se však rozdíl mezi pojmy izolinie a pseudoizolinie stále častěji přehlíží a bez ohledu na původ kvantitativních veličin, které mají reprezentovat, se preferuje termín izolinie.

7.2.1.3.4 Metoda teček (bodová metoda)

Pro vyjádření plošného jevu je možné použít i bodový znak (bodová metoda, metoda teček), kterou lze v absolutní modifikaci aplikovat přiřazením bodu – „tečky“ určité kvantitě jevu a při použití barevné škály vytvořit obsahově bohatou informaci i o kvalitě zobrazovaného jevu. Cílem této metody je vyjádření relací kvantity, kvality i hustoty prostorově rozloženého, především diskrétního, statistického jevu. Základním vyjadřovacím prostředkem je jednoduchý geometrický znak (kruh, čtverec aj.), který představuje ve své podstatě jednoduchý diagramový znak, jenž je schopen vyjádřit jak kvantitu jevu (např. jedna tečka = 100 osob), tak i jeho kvalitu (barvou, tvarem tečky apod.). Uvedená kvantitativní relace se označuje jako **váha tečky**.

Při umístování teček do plochy se používají dva principy:

- plošný, při němž se do každého areálu umístí tolik bodů, kolik je souhrnná kvantita jevu v rámci areálu. Body lze v areálu rozmístit rovnoměrně i nerovnoměrně nebo je uspořádat symetricky kolem těžiště areálu,
- bodový, při němž každý bod leží v těžišti určité lokální oblasti, ze které koncentruje souhrnnou kvantitu až do výše své váhy.



Obr. 7-38 Mapa výskytu cholery J.Snowa z roku 1850 (Snow,J.: *On the mode of communication of cholera, London, 1855*)

Volba velikosti bodů, jejich vzdáleností i vah (tzv. diagramové měřítko) je závislé na měřítku mapy, ploše zobrazovaného území a úhrnné kvantitě zobrazovaného jevu. Rozložení teček v ploše mapy pak udává místně proměnnou hustotu zobrazovaného jevu. Tečky musí být spočítatelné, což ovšem neznamená, že se nemohou částečně překrývat. Při zobrazování většího počtu jevů je možné využívat na jedné mapě různé váhy teček současně.

Za nejstarší tečkovou mapu (Dot Map, Punktdichtekarte) se považuje mapa rozložení výskytu cholery v závislosti na lokalizaci zamořených studní v Londýně, kterou v roce 1850 zpracoval Joseph Snow.

7.2.1.4 Kartografická anamorfóza

Panuje všeobecná dohoda, že lineární zobrazení v euklidovském prostoru je základním předpokladem pro tvorbu všech map, s přihlédnutím k jistým omezením pro mapy malých měřítek (úhlové, délkové či plošné zkreslení). Typy zobrazení, které tomuto požadavku neodpovídají, jsou v kartografické literatuře nazývány jako „**mapám podobná zobrazení**“, nověji pak **kartografické anamorfózy**. Geometrická poloha objektu v nich už často neodpovídá poloze na zemském povrchu, vzdálenosti se v nich obvykle nedají, jako na běžných mapách, zjistit odměřením a přepočtem kvůli místně i směrově proměnlivému měřítku. Lineární a plošné objekty ztrácejí svůj tvar a může se dokonce stát, že nejsou rozpoznatelné. Přesto se i tento druh kartografických děl dá za určitých okolností použít pro efektivní zobrazení

informací o geografických objektech a jevech a mnohdy můžou svou vypovídací schopností běžné mapy i předčít. Jestliže dovedeme anamorfózu do takového stupně, že mapa ztrácí prostorovou podobnost (mapový charakter) a vzniklý grafický produkt je hodně vzdálený vzhledu mapy a má spíše charakter ornamentu, pak tento produkt označujeme jako kartoid. Existují i názory, že anamorfnní mapa je nejen metodou vyjádření obsahu mapy, ale i zvláštním případem kartografického zobrazení.

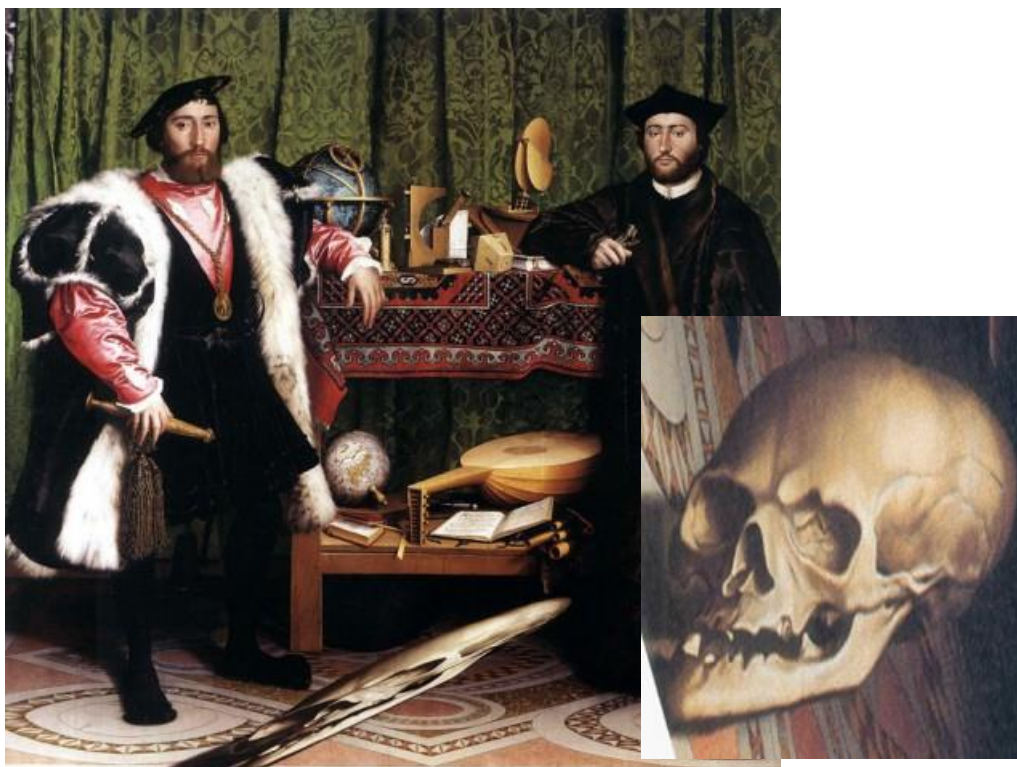
V kartografické tvorbě se neustále zdůrazňují požadavky čitelnosti, názornosti a přehlednosti kartografických vyobrazení. Z těchto důvodů se někdy musí při interpretaci mapových skutečností sáhnout na základní princip kartografické práce, a to na přesnost zobrazované skutečnosti, a ke **kartografické anamorfóze** přistoupit.

Pojem anamorfóza (z řeckého *anamorphosis* - *přeměna, přetvoření, podle jiného zdroje - an = ne, amorpha = bez tvaru*) se objevuje v různých oblastech lidského konání. Původně se používalo pouze ve spojení s výtvarným uměním, posléze se rozšířilo do dalších oborů, např. fotografie a v polovině 20. století i do kartografie.

Anamorfóza se definuje jako změna měřítka zobrazení v jednom směru. Byla svého času hojně využívána např. v širokouhlé kinematografii k záznamu širokého záběru na normální obrazové poličko stlačením v jednom směru pomocí anamorfotické předsádky, která byla využívána i ke zpětnému roztažení obrazu i při promítání.

Podle Coleová, A. je anamorfóza definovaná jako „zkreslený (protažený) obraz předmětu, který je výsledkem aplikace extrémního případu obvyklého perspektivního postupu.“

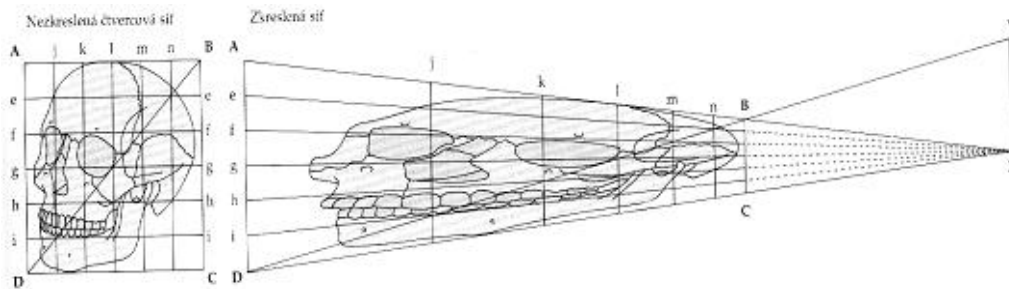
Ve výtvarném umění je výraz anamorfóza používán pro záměrně zkreslené zobrazení, které je při pohledu zepředu téměř nerozeznatelné. Pouze tehdy, pokud se na ně díváme z určité vzdálenosti a úhlu nebo v zakřiveném zrcadle, dostane náhle normální podobu. Toto bizarní používání perspektivy bylo poprvé popsáno ve skicách Leonarda da Vinci (1452-1519), i když odborný termín „anamorfóza“ vznikl teprve v 17. století. Zpočátku byla anamorfóza používána jako vtipné cvičení, jako perspektivní trik, který měl prokázat umělcovy technické schopnosti. Brzy však malíři začali anamorfózy používat racionálnější způsobem, aby utajili duchovní a politické významy obsažené ve svých dílech.



Obr. 7-39 Holbein H., ml. (1533) Jena de Dinteville a Georges de Selve (Vyslanci)
– olej na dubu, 207 x 209 cm

(<http://www.velkaepocha.sk/2009062410315/Francouzsti-velvyslanci-od-Hanse-Holbeina-mladsiho-klenot-renaissance.html>)

Ukázkovým případem použití anamorfózy je obraz „Jena de Dinteville a Georges de Selve (Vyslanci)“ německého malíře a grafika švýcarského původu Hanse Holbeina ml. (1487-1543). Na něm je v dolní části vykreslena na nakloněné desce hrubě zkreslená lebka, která se v normální podobě objeví pouze při pozorování obrazu ze stanoviska, které je asi 2 metry napravo v rovině obrazu ve výši očí obou zobrazených postav. Pro vytvoření takového obrazu použil malíř čtvercovou síť narýsovanou přes v měřítku provedený nezkreslený obraz. Body A, B, C, D vymezují hranici kresby, linie spojující B a D určuje měřítko čtverců. Poté se zakreslí vertikální čára, která bude představovat jeden okraj zkresleného obrazu (AD). V určité vzdálenosti napravo se umístí bod X, který se spojí s A, D, e, f, g, h, i. Čím je bod X vzdálenější od AD, tím více bude zkreslený obraz protažený. Nad bod X se na kolmici umístí bod Y a spojí se s bodem D. Průsečík YD s AX nám určí bod B. Z něho se spustí kolmice a v průsečíku s DX je bod C. Pak se v bodech, kde linie spojující e, f, g, h, i s X protnou úsečku BD, narýsují vertikální linie, které odpovídají čarám sítě j, k, l, m, n. Kresba je nyní připravena k tomu, aby byla přenesena a transformována.



Obr. 7-40 Tvorba anamorfózy ve výtvarném umění

Z hlediska kartografie existuje několik přístupů k definici anamorfózy. Murdych, Z. (1983) se snaží rezervovat tento pojem pro geografické přeměny, při kterých se mapa nebo plán přeměňuje většinou tak, že plochy různých území na mapě neodpovídají příslušným plochám ve skutečnosti, ale kvantitě jiných geografických jevů. Voženílek, V., Kaňok, J. (1999) popisují anamorfózu jako „přetvoření vybraného ukazatele za předpokladu konstantního, neměnného, poznávacího prvku (např. velikost území a tvar území jako poznávací prvek).“ Němečtí kartografové Rase, W. D., Godesberg, B. B. (1992) pod anamorfózou rozumí transformaci geometrických míst ze zemského povrchu do mapy pomocí nelineární funkce grafických proměnných hodnot. Naproti tomu ruští autoři Brjuchanov, A. V., Tikunov, V. S. (1983) anamorfózou nazývají zobrazení, odvozené z klasických map, jejichž délkové měřítko se transformuje a proměňuje v závislosti na velikosti (intenzitě) geografického jevu v původní mapě. Ke slovu anamorfóza lze s jistou mírou nepřesnosti přiřadit synonyma jako deformation (deformace), morphing (morfing) a distorsion (distorze, deformace, překroucení, zkreslení). Ve stejném smyslu se můžeme setkat i s pojmy cartograms²⁰, map related products, map like products, resp. mapám příbuzné produkty (díla).

Kartografická anamorfóza spočívá v přetvoření polohově přesné půdorysné složky obrazu s použitím matematické nebo logicko-grafické schematizace. Anamorfóza je tedy, jinak řečeno (Veverka, B., 1997), silně abstraktní přeměna geometrické osnovy mapy a s ní svázaného mapového obsahu tak, aby bylo možno podle určitých pravidel zvýraznit tematický obsah.

Anamorfózu lze rozdělit na:

- **matematickou (pravou)**, je-li deformace mapového obrazu provedena s pomocí matematických funkcí, které umožňují jednoznačný zpětný převod do polohopisně správného mapového zobrazení, (např. Falkovy plány měst v hyperboloidní projekci, projekce na kouli či paraboloid, projekce do logaritmické sítě apod.). Lze ji označit jako anamorfózu všesměrnou (ve všech směrech dochází ke stejné deformaci),
- **geografickou (nepravou, též pseudoanamorfózu)**, je-li deformace mapového obrazu provedena pomocí jiných vztahů, které neumožňují jednoznačný zpětný převod do polohopisně správného mapového zobrazení (např. skutečné izochrony se převedou na koncentrické kruhy

20 Anglické slovo **cartogram** (value-by-area map) znamená v českém pojetí spíše obecně neradiálně anamorfovanou mapu, zatímco český pojem **kartogram** odpovídá anglickému traditional **choropleth thematic map**.

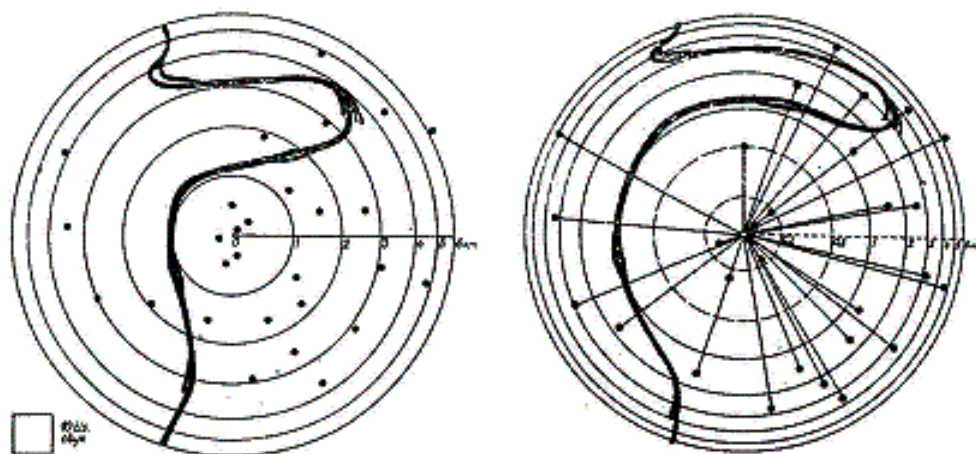
se zachováním ploch). Lze ji označit jako anamorfózu různosměrnou (v různých směrech je různá velikost zkreslení),

- **volnou (též schematická mapa, schematic map)**, již se dostalo též označení **kartografická karikatura** (např. schéma leteckých spojů, železničního spojení apod.), u níž je převod do, nejen polohopisně, správného zobrazení zcela nemožný.

Podle grafického vzhledu lze rozlišit anamorfózu:

- radiální** (kruhovou, centrickou, azimutální), kdy probíhá přeměna obsahu mapy podle určitého centrálního bodu a
- neradiální**, kdy probíhá přeměna obsahu mapy obvykle od nějaké čáry (**osová anamorfóza**), která může být buď souvislá (continuous) nebo nesouvislá (non-continuous), nebo kdy se obsah mapy deformuje podle předem daných (např. **ekvivalentně plošná anamorfóza - equal land area cartogram**) nebo zcela obecných kritérií (**volná anamorfóza**), která může být také buď souvislá, nebo nesouvislá.

Pro **radiální anamorfózu**, nejčastěji geografickou, bývá často používáno časové měřítko (např. při konstrukci map časové dostupnosti). Data jsou nejčastěji získávána z jízdních řádů, na jejichž základě se sestaví izochronový model míst se stejnou časovou dostupností. Interval izochron je optimální volit podle velikosti města, nejčastěji to bývá 5 minutové odstupňování. Tyto nepravidelné křivky jsou potom matematickým převodem zobrazeny jako kružnice, tj. zavede se časová stupnice místo délkového měřítka. Tím ovšem dojde ke změně mapového „pozadí“. Izochronním mapám lze však snadno rozumět, jednak proto, že vztah mezi vzdáleností a časem potřebným k jejich zvládnutí je každému známý, navíc se časové vzdálenosti měří z jednoho bodu. Použití více center časové dostupnosti a jejich zobrazení izochronami je sice možné, v mapě však sotva čitelné.



Obr. 7-41 Geografická radiální (vlevo) a matematická radiální (vpravo) anamorfóza

V této skupině anamorfóz jde předně o vyjadřování koncentrovaných geografických jevů, hlavně na území měst a jejich okolí.

Za hlavní význam radiálních zobrazení je možno považovat to, že se ve středních částech města s velkým nakupením obsahu mapy získá více místa pro

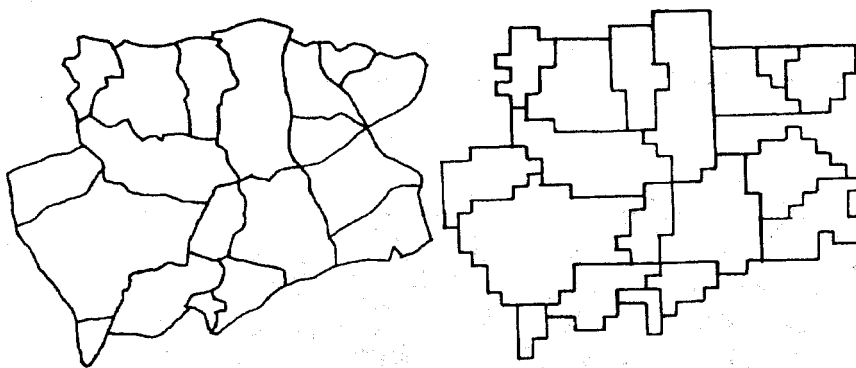
grafické znázornění tohoto obsahu. Tyto metody jsou velmi vhodné pro ukázkou vzájemných vztahů různých geografických vztahů, např. demografických a urbanistických.

Při porovnání obou variant uvedených Obr. 7-41 je vidět, že za použití geografické radiální anamorfózy se dislokace zakreslených objektů jeví daleko pravidelnější než pomocí logaritmické funkce. Anamorfóza byla konstruována pro rozmístění prodejen skla a porcelánu v Praze do vzdálenosti 6 km od centra.

Osová neradiální anamorfóza spočívá v posunu bodů v celé ploše mapy od linie/linií (např. osy/os komunikace) o grafickou vzdálenost, která je úměrná hodnotě zobrazovaného tematického jevu. Izolinie stejné hodnoty změny prvku či jevu od linie/linií směrem k okraji mapy nebývají uzavřené a mají nejčastěji tvar čar rovnoběžných se základní/základními linií/liniemi.

Základní linie obvykle představuje osu nějakého území či vystihuje směr liniového prvku (silnice, železnice, letecká linka, vodní tok, definovaný směr změny kvality či kvantitativního jevu aj.).

U **ekvivalentně plošné anamorfózy** jde o přeměnu původních ploch dílčích území do geometrických obrazů, jejichž rozměr se stanoví tak, aby plocha nově vzniklých obrazů dílčích území byla úměrná kvantitě příslušného geografického jevu (např. počtu obyvatel). Souvislé anamorfované mapy tohoto typu mají sice výrazně zkreslené tvary územních jednotek a jejich polohu, ale není narušeno sousedství, nesouvislé anamorfované mapy zachovávají polohu a většinou i tvar, ale je narušeno přímé sousedství (jde o obdobu plošných kartodiagramů). Podmínka souladu velikosti ploch areálů s kvantitou příslušného geografického jevu může být nahrazena např. podmínkou souladu délky obvodu zobrazovaného území s kvantitou daného jevu, případně zpřísněna požadavkem konformity (např. mezi centroidy jednotlivých ploch).



Obr. 7-42 Anamorfóza územních celků se zachováním ploch

Ekvivalentně plošné anamorfózy jsou typickými příklady nepravých anamorfóz (pseudanamorfóza), které se poměrně hojně vyskytují v geografické literatuře. Od pravých anamorfóz se liší podstatným způsobem v tom, že pro určení polohy bodu nepoužívají transformaci, která by byla geometricky či matematicky definovaná. Matematický vztah je jen mezi kvantitou zobrazovaného jevu a velikostí (nikoliv tvarem) příslušného kartografického areálu. Znalost matematického vztahu neumožňuje

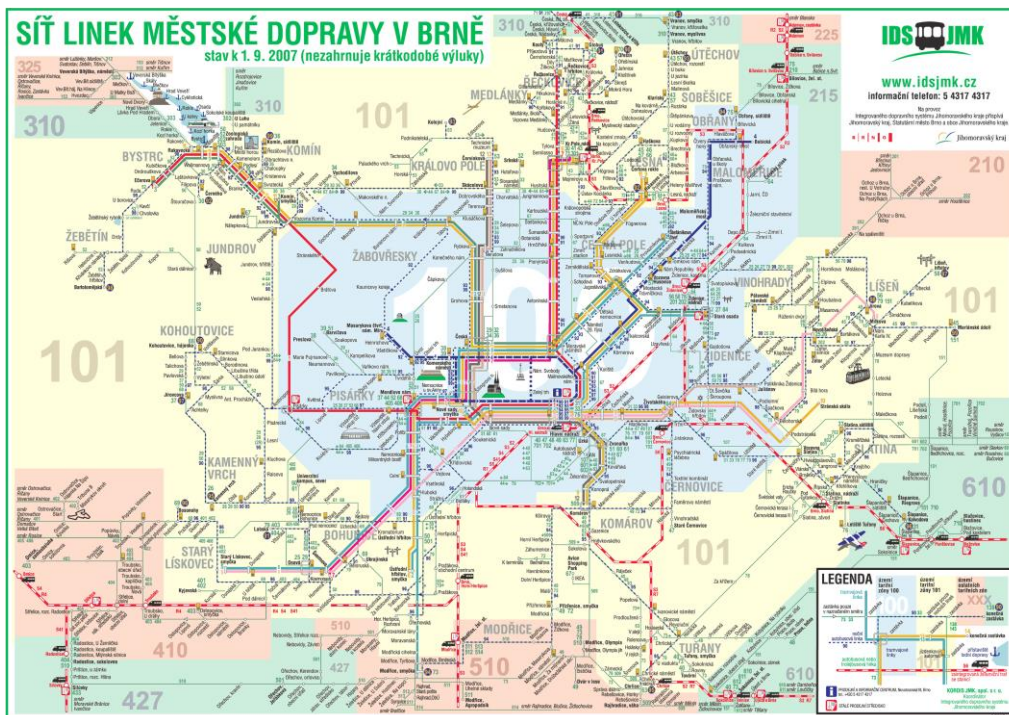
rekonstrukci původního tvaru areálu. Jeho původní obrysy jsou obvykle nahrazeny pravoúhlou lomenou čarou a celkový obraz je složen z pravoúhelníků rozložených tak, aby bylo z hlediska správné identifikace zachováno sousedství územních částí. Vyloučeno ovšem není ani použití křivek, které věrně vystihují skutečný tvar oblasti. Do takto vzniklé osnovy může být účelné zapracovat další kartografický obsah; přímo se nabízí použití různých grafů, diagramů či schémat.

Volná anamorfóza bývá také někdy označovaná jako obecná. Transformace geografického obsahu se neprovádí podle nějakého centrálního bodu či osy. Často vznikají na podkladu různých schémat (dopravní síť, říční síť), do nichž se zavede hodnota sledovaného kritéria např. změnou tloušťky čar, odstínu použitých barev aj. Směry bývají zachyceny jen přibližně, délky mohou být v tomto přibližném směru narovnané. Prostorová lokalizace je obtížná. Bývá založena jen na popisu jednotlivých znázorněných objektů a vyžaduje tak po uživateli značné nároky na jeho představivost. Díla vzniklá volnou anamorfózou v sobě spojují vyjadřovací prostředky mapy a schématu. Jako schéma se bez měřítka zaměřují na vnitřní strukturu sítě, kterou popisují jednoduchými liniemi a jejich lomením pod konstantním úhlem. Jako mapa zachovává kartografická pravidla při volbě vyjadřovacích prostředků a dodržuje vzájemnou polohu objektů v daném prostorovém rámci. Pro tuto dvojkolejnost grafiky bývají tato díla označována i jako schematické mapy (schematic maps). Při použití volné anamorfózy pro znázornění dopravních sítí ve městech, se vykryštovaly čtyři styly, a to:

- **klasický**, kdy je užit jeden typ linie pro všechny druhy dopravy (dopravní linky jsou odlišeny pouze popisem podél linií). Tento styl málo prostor zatěžuje, ale při zobrazení více druhů dopravy se stává nepřehledným.
- **francouzský**, kdy je každá linka znázorněna jinou barevnou linií a čísla jsou označeny pouze konečné stanice. Tento styl je nejnázornější a nejpřehlednější, ale příliš zatěžuje prostor.
- **skandinávský**, který barevně odděluje skupiny linek, mající stejný směr nebo důležitost. Tento styl představuje jak z hlediska názornosti a přehlednosti, tak z hlediska grafické zátěže prostoru kompromis mezi klasickým a francouzským stylem. Při jeho užití nastává problém s logickým rozdělením spojů do skupin.
- **nizozemský**, u něhož je každý typ dopravy reprezentován jiným stylem linie. Při velkém počtu typů dopravy pak ztrácí na přehlednosti.

Běžně používané typy kartografických anamorfóz se v drtivé většině týkají map velkých či středních měřítek, pro něž již existují zavedené metody a postupy, které se dají vhodně aplikovat prakticky na každý požadavek, jež objednatel vznesl. Anamorfóza pro větší územní celky, kdy jsou kartografickými podklady mapy malých měřítek, se téměř výhradně řeší pomocí matematické kartografie, nejčastěji uplatněním **tzv. variavalemtního** zobrazení, tj. zobrazení splňujícího předem stanovený požadavek např. na průběh plošného zkreslení, které je funkcí polohy. Ekvivalence je častým požadavkem při tvorbě map malého měřítka. V souvislosti s některými speciálními případy se však často objevuje požadavek porušení ekvivalence

tak, aby plošné zkreslení v hledaném zobrazení podléhalo nějakým zákonům, a bylo tedy danou funkcí zeměpisných souřadnic. Tato situace nastává např. u **ekvidemických map**, kdy je žádáno, aby v některých jejích oblastech byly plochy úměrné počtu obyvatel.



Obr. 7-43 <http://www.schemmappy-mhd.ic.cz/MHD/Brno/Plan-site-Brno.gif>

Z jiného zorného úhlu pohledu můžeme rozlišit **anamorfózu úmyslnou a neúmyslnou**.

Úmyslná anamorfóza (intentional distorsion) je nucená designem mapy. Pod označením neúmyslná anamorfóza (non-intentional distorsion) máme obvykle na zřeteli zkreslení nebo deformaci mapového obrazu, které vzniká použitím kartografického zobrazení (většinou neřadíme do skupiny kartografických anamorfóz) nebo rasterizací, při níž je mapa prezentována jako obraz složený z nedělitelných pixelů (např. při tisku map na počítačových tiskárnách).

7.2.1.5 Způsoby tvorby anamorfovaných zobrazení

Podstata fotografické metody získávání přetvořených mapových předloh spočívá v optické projekci výchozího kartografického zobrazení na povrch nějakého sférického tělesa nebo modelu s následným vyfotografováním, čímž dojde k požadované transformaci obrazu. Hovoří se o tzv. bicylindrické fotografické anamorfóze.

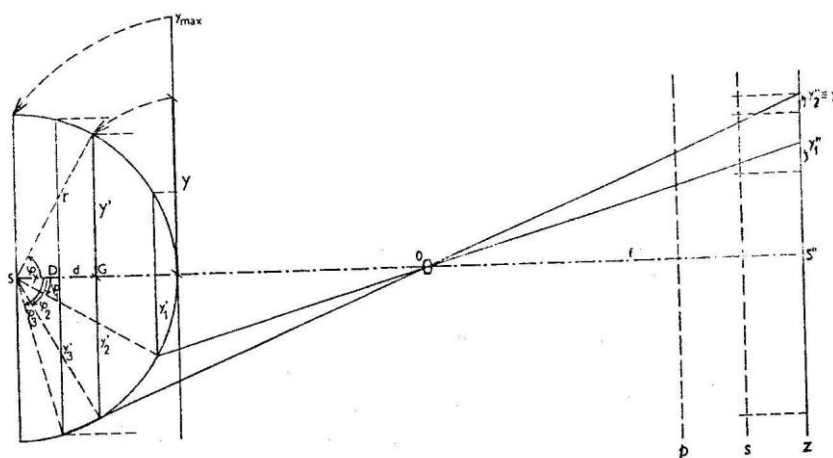
Plán Prahy s označením západovýchodní osy x a severojižní osy y se připevní na plášť válce a vyfotí. Při tomto fotografování dojde ke zkrácení osy y podle vztahu:

$$y' = r \sin \varphi_y, \text{ kde } r = \frac{y}{\arccos \varphi_y} = \frac{y\pi}{\varphi_y 180},$$

$$\text{po dosazení: } y' = \frac{y\pi}{\varphi_y 180} \sin \varphi_y,$$

kde y' jsou souřadnice bodů na anamorfovaném plánu,
 y jsou souřadnice bodů na výchozím plánu,
 φ_y je středový úhel příslušný určité souřadnici y .

Vzdálenost bodů ve směru osy x se nemění. Výsledný obraz vznikne fotografováním „meziprojektu“, který je otočen o 90° (záměna os x, y). Tímto způsobem anamorfovaný plán města s dostatečnou čitelností zachycuje geografický podklad se sledovaným jevem na téměř poloviční ploše (plocha výsledného snímku představuje 56 % plochy výchozího snímku).



Obr. 7-44 Geometrické podmínky bicylindrické fotografické anamorfózy

Fotografovaný výchozí plán i „meziprojekt“ nejsou umístěny na ploše celého půlválce, ale na ploše poněkud menší. Důvodem je omezení zkreslení, které by na okrajích snímku bylo značné a geografický obsah by v těchto okrajových oblastech nebylo možné vyjádřit s dostatečnou čitelností. Velkou výhodou tohoto postupu je jeho snadná realizovatelnost.

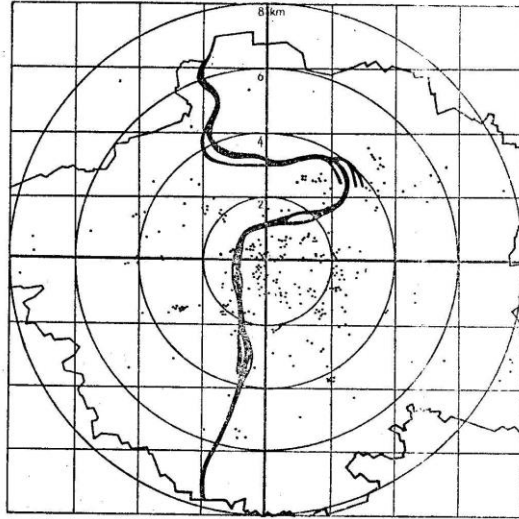
Anamorfózu lze provést i fotografováním reliéfně ztvárněné průmětny (fyzického modelu krajiny) z vhodné vzdálenosti a pod vhodným úhlem, na níž je promítnut žádaný obsah mapy.

Číselné metody tvorby anamorfovaných kartografických zobrazení jsou určeny pro počítačové zpracování. Předpokládejme, že výchozí kartografické zobrazení je na plochu mapového listu vyneseno v systému kartézských souřadnic (x, y) . Dále předpokládejme, že toto zobrazení je ekvivalentní. Pro nalezení neznámých funkcí $U(x, y)$ a $V(x, y)$, kterými bude anamorfóza zadána jako obraz původní plochy (x, y) v plochu anamorfovanou (u, v) , kde $u = U(x, y)$, $v = V(x, y)$, existuje rovnice:

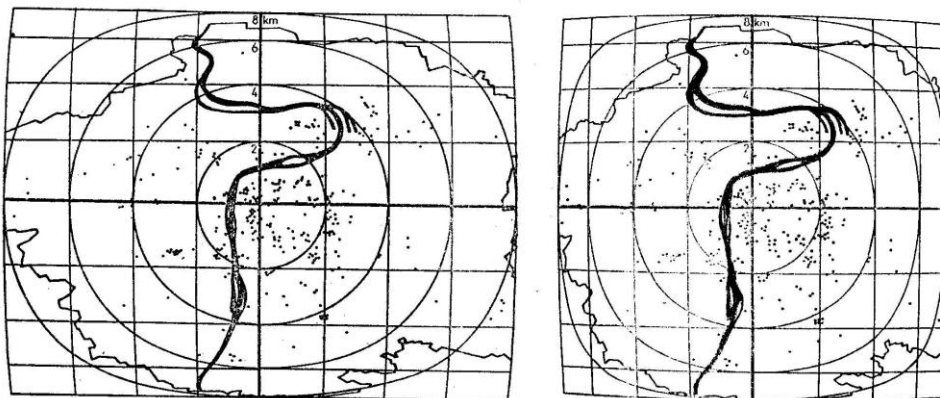
$$\frac{\partial U}{\partial x} \frac{\partial V}{\partial y} - \frac{\partial U}{\partial y} \frac{\partial V}{\partial x} = p(x, y),$$

kde $p(x, y)$ je funkce charakterizující průběh geografického jevu, pro který se anamorfóza konstruuje. Tato rovnice je však nejednoznačná, nabízí nekonečné množství řešení. Získané anamorfované zobrazení totiž může být, aniž by byl

porušen průběh funkce $p(x,y)$, různě transformováno, např. $(u,v) \rightarrow (ku, k^{-1}v)$, což je vlastně roztážení obrazu ve směru jedné osy a zúžení ve směru druhé, další možností je převod $(u,v) \rightarrow (u + f(v), v)$ – změna rozestupů horizontálních přímk na různé vzdálenosti atd.



Obr. 7-45 Rozmístění zařízení služeb v Praze (originál)



Obr. 7-46 Rozmístění zařízení služeb v Praze (vlevo - meziprodukt, vpravo - konečný anamorfovaný obraz)

Pokud by bylo naším zájmem sestavení libovolného zobrazení, které by vyhovovalo podmínce $p(x,y)$, pak může být tato úloha řešena jednoduchou rovnicí. Nabízí se např.

$$u = \int_0^x p(x,y) dx$$

$$v = y$$

Tímto způsobem by se daly s výhodou řešit osové anamorfózy, protože dochází k deformacím pouze v horizontálním směru. Pro ostatní typy anamorfóz je však třeba požadovat alespoň takovou invariantnost, která respektuje dva

hlavní směry na zemském povrchu, směr severo-jihní a východo-západní (např. $x \rightarrow x + a$, $y \rightarrow y + b$) nebo ještě lépe invariantnost pro libovolný zvolený směr.

Doplňující podmínkou, která by usnadňovala výběr anamorfózy, by se mohl stát požadavek konformity transformace, který by způsobil lokální změny vzdáleností a bez ohledu na směr by zachovával úhly mezi křivkami. Ideální by bylo takové konformní zobrazení, které by lokálně měnilo vzdálenosti $\sqrt{p(x,y)}$ krát, protože potom by nezáviselo na výběru souřadné soustavy a dalo by se využít pro různé účely podle volby funkce $p(x,y)$, jež by charakterizovala různé geografické jevy. Bohužel konformní transformace se zadaným koeficientem změny délky $\sqrt{p(x,y)}$ neexistuje vždy.

Všechny dosud v literatuře popsané algoritmy pro tvorbu anamorfóz pomocí počítače vychází z toho, že se sledované území rozdělí na určitou síť buněk a v každé z nich je definovaná hodnota sledovaného jevu. Pro buňky je možno vybrat libovolný geometrický tvar (trojúhelníky, čtverce atd.) nebo lze využít stávajícího administrativního uspořádání řešeného území. V obou případech se dají použít podobné algoritmy, odlišnosti vzniknou pouze v detailech při vlastním počítačovém vyhodnocení (volba středů buněk, definice jejich hranic atd.).

První algoritmus využívající rozdělení území na síť buněk náleží americkému geografovi W. Toblerovi. Předpokládal území pokryté čtvercovou sítí. V každém čtverci byla definována hodnota kritéria, již měla v konečné anamorfóze odpovídat určitá velikost plochy. V každém čtverci se zvolí takové posuny jeho vrcholů, které by přiblížily velikost jeho plochy k výsledné hodnotě. Posuny vrcholů probíhaly ve směrech úhlopříček, čímž byla zajištěna jednoznačnost vektorů posunů. Pro každý vrchol sítě se výsledný posun určoval jako součet čtyř vektorů posunů odpovídajících každému ze čtyř přilehlých čtverců. Nyní se opět spočítaly plochy všech buněk a provedla se další iterace. Iterační proces skončí tehdy, až se velikost ploch buněk odpovídajících hodnotě kritéria liší od požadované hodnoty dostatečně málo (nejčastěji $\varepsilon < 0,01$). Předností tohoto postupu je jeho jednoduchost a to, že všechny buňky mají stejný význam. Mezi nedostatky patří hlavně to, že výsledek podstatně závisí na výběru orientace souřadnicových os. Není to způsobeno jen tím, že strany čtverců sítě jsou rovnoběžné se souřadnicovými osami. Hlavní příčinou je, že vektorový posun vrcholů probíhá pouze ve směru úhlopříček (v tomto případě je to ovšem nutná podmínka zachování jednoznačnosti zobrazení). Mezi další nedostatky patří to, že výsledný posun vrcholů sítě při každé iteraci je dán pouze čtyřmi posuny v rámci každého čtverce k němu přiléhajícím.

Tyto nedostatky se snažili odstranit především ruští kartografové. Je popsán algoritmus, kdy se na výsledný posun vrcholů sítě podílí všechny její buňky. Při použití čtvercové sítě se za vrcholy vyberou navíc ještě středy stran čtverců. Postupně se tak čtvercové buňky deformují na nepravidelné osmiúhelníky. Posun vrcholu pod vlivem buňky i s plochou s_i probíhá po spojnici středu buňky i s vrcholem podle vztahu:

$$d_i = \frac{1}{\omega\sqrt{\bar{p}}} \left(\sqrt{\frac{p_i}{s_i}} - 1 \right),$$

kde d_i je posun vrcholu pod vlivem buňky i ,
 ω je smluvený koeficient určený charakterem výchozích dat ($\omega = 1$ pro plynulé změny hodnot kritéria, $\omega = 2$ při velkých rozdílech),

\bar{p} je průměrná hodnota kritéria na celé sledované ploše,

p_i je hodnota ukazatele v buňce i , podle kterého anamorfóza probíhá,

s_i je plocha buňky i .

V průběhu iterace dochází ke změnám hodnoty s_i , zatímco p_i a \bar{p} zůstávají stejné. Tím je zajištěno, že se vliv buňky i nezmenšuje se vzdáleností.

Další vylepšení číselných postupů vychází z následujících předpokladů. Buňka má plochu s_i , hodnotu ukazatele p_i a má tvar kruhu o poloměru $R = \sqrt{\frac{s_i}{\pi}}$.

Buňka se má deformovat takovým způsobem, aby její výsledná plocha měla velikost $\tilde{s}_i = \sqrt{\frac{P_i}{\bar{p}}}$ (\bar{p} je průměrná hodnota kritéria). Výsledná buňka bude mít

tedy poloměr $\tilde{R} = \sqrt{\frac{\tilde{s}_i}{\pi}}$. Zvolíme-li polární souřadnicovou soustavu s počátkem ve středu kruhu, pak bude transformace bodu s polárními souřadnicemi (r, φ) v bod $(\tilde{r}, \tilde{\varphi})$ probíhat podle vztahů:

$$\tilde{r} = \begin{cases} \frac{\tilde{R}r}{R} & \text{pro } r \leq R \\ \sqrt{r^2 + (\tilde{R}^2 - R^2)} & \text{pro } r > R \end{cases}$$

$$\tilde{\varphi} = \varphi$$

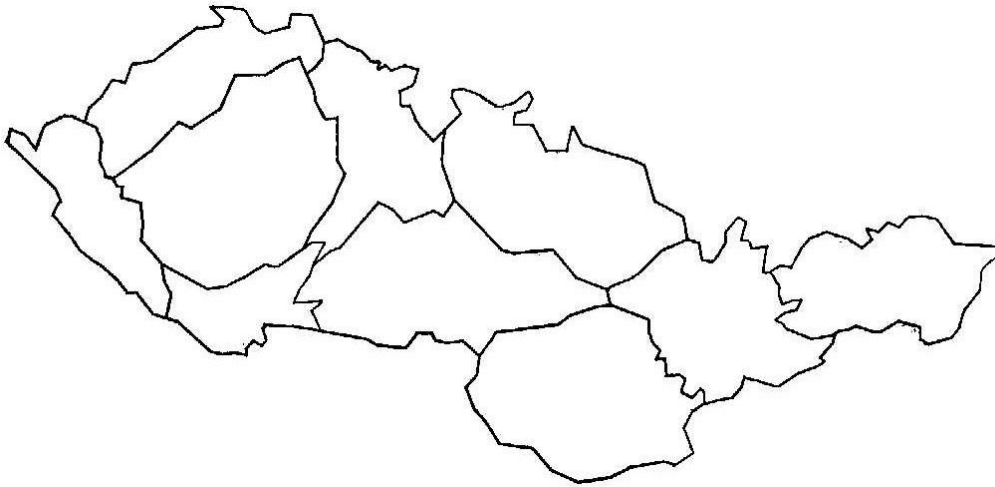
Přitom se vliv buňky na bod (r, φ) projeví v posunu po spojnici se středem buňky o vzdálenost d , pro kterou platí:

$$d = \begin{cases} \frac{\tilde{R}r}{R} - r & \text{pro } r \leq R \\ \sqrt{r^2 + (\tilde{R}^2 - R^2)} - r & \text{pro } r > R \end{cases}$$

Pokud bude mít buňka jiný tvar než kruhový, bude se její vliv na změnu polohy bodu projevovat podle vzorců uvedených výše ($R = \sqrt{\frac{s_i}{\pi}}$, $\tilde{R} = \sqrt{\frac{\tilde{s}_i}{\pi}} = \sqrt{\frac{P_i}{\bar{p}\pi}}$) se středem buňky v libovolně zvoleném bodu (např. těžišti).

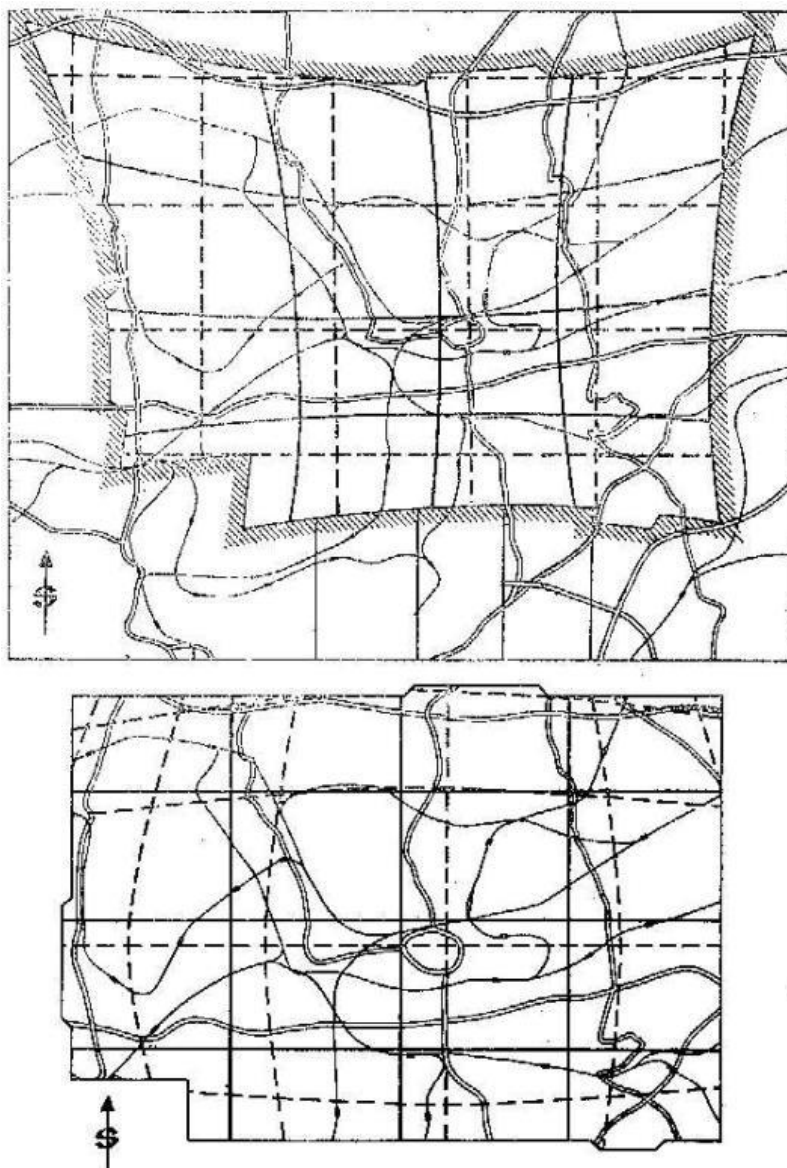
Vlastní proces anamorfózy probíhá iteračním způsobem. V každém kroku se pro vrcholy i středy buněk vypočítá vektor posunu jako vektorový součet vlivu všech buněk. Pro novou konfiguraci sítě se spočítají nové plochy buněk, iterační postup končí, když se relativní odchylky plochy buněk od

realizovatelných algoritmů, jejichž počítačovým zpracováním by bylo možno obdržet anamorfovaná zobrazení.



Obr. 7-49 Anamorfóza při použití administrativního členění (výsledné zobrazení)

Německé vydavatelství Falk Verlag sídlící v městečku Ostfildern na předměstí Stuttgartu už léta vydává ve velkých nákladech a s velkým komerčním úspěchem orientační plány všech velkých měst Spolkové republiky Německo i některých velkoměst jiných států světa. V těchto plánech je obraz města anamorfován pomocí hyperboloidní projekce. Vznik takového plánu si lze představit tak, že se normální plán města zhotoví na ploše poloviny hyperboloidu (to je těleso, které vznikne rotací jedné větve hyperboly kolem její osy) a od tohoto obrazu se získá průmět do roviny plánu, přičemž osa promítání je kolmá na rovinu plánu a totožná tak s osou hyperboloidu.



Obr. 7-50 Schematické znázornění území Dortmundu v mapě konstantního měřítka (nahore), Falkův plán v hyperboloidní projekci (dole). Zeměpisná síť je vyjádřena čárkovaně, orientační síť plně, lemčkou je vymezeno území Falkova plánu. (Originální měřítka: měřítka 1:16 000 až 1:32 000).

Výhoda hyperboloidní projekce je zřejmá: ve středu plánu se získá více místa pro zobrazení středu města, ve kterém je obvykle silně koncentrován mapový obsah různého druhu. Je zde velké soustředění staveb, komunikací, odstavných ploch, sportovišť a jiných zařízení. Kromě toho se v centru města obvykle nachází historické jádro s množstvím úzkých a křivolakých uliček, které jsou často vyhrazeny pouze pěšímu provozu a s řadou kulturně historických památek, jež je třeba s větší podrobností znázornit. Pro vyjádření okrajového území města, které je řídko zastavěno a obsahuje jen málo zvlášť pozoruhodných objektů, postačuje měřítko menší, např. poloviční. Falkovy plány mají měřítko ve středu mapy zhruba dvakrát větší než na jejich okrajích.

Jako příklad lze uvést plán města Dortmund, který má měřítko 1:16 000 až 1:32 000. Poměr měřítek ve středu a na okraji plánu je však někdy menší (např. plán Norimberku), někdy větší (plán Karlsruhe), v závislosti na konkrétních podmínkách.

Příkladem použití anamorfózy na území bývalého Československa může být i městský plán Bratislavy. V osmdesátých letech 20. století existovalo pro toto město několik plánů v měřítku 1:10 000, které byly dostatečně přehledné a podrobné. Rozvoj okrajových částí Bratislavy (sídliště Petržalka aj.) však způsobil, že jejich znázornění muselo být řešeno výřezy na zadní straně plánu.

Použitím map s měřítkem 1:20 000 se podařilo sice dostat celé tehdejší území města na jeden mapový list, historické jádro města bylo však na této mapě nepřehledné a popis v úzkých a přehluštěných uličkách byl těžko čitelný. Požadavek vytvořit orientační mapu Bratislavy, na které bude centrum města v dostatečně velkém měřítku, a současně budou na účelně velkém formátu mapy zachyceny okrajové části města, vyřešilo použití proměnlivého měřítka.

7.2.2 Interpretace výškopisu

Jako výškopis označujeme skupinu kartografických prvků, které jsou schopny vyjádřit výškové poměry zobrazeného území. Tento termín je společně s pojmem polohopis zvláštností české a slovenské kartografické terminologie a rozlišuje se zpravidla jen na mapách velkého a středního měřítka.

Skutečný fyzický zemský povrch bez vegetace, technických zařízení a staveb se označuje jako **reliéf terénu** (nikoliv pouze **reliéf**). Pokud nás však zajímá i označení jednotlivých hor, horských komplexů, pohoří aj. a jejich vzájemná hierarchie, pak budeme spíše hovořit o orografii (horopisu), ve vztahu ke kartografickému dílu o výškopisu. Metody kartografické interpretace reliéfu terénu se tedy zabývají interpretací tzv. **třetího rozměru mapy**". Pro zobrazení reliéfu zemského povrchu na mapách se užívá i označení hypsografie, která představuje mapové vyjádření georeliéfu pomocí spojitého a zpravidla barevného vykreslení výškových a morfografických charakteristik georeliéfu.

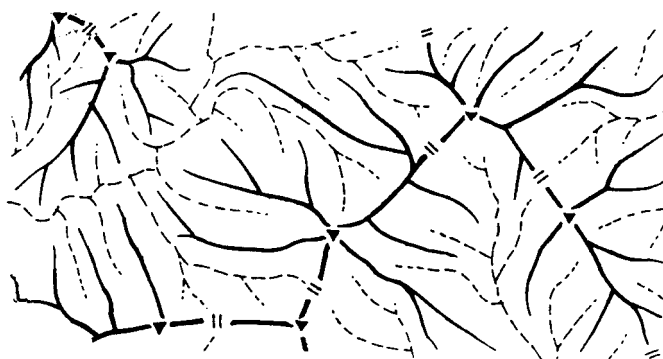
Pro potřeby kartografie se skutečný zemský povrch nahrazuje zjednodušenou **topografickou plochou**, která se obecně skládá z vyvýšenin a sníženin, spojených úbočími. Jednotlivé terénní útvary, které ji tvoří, mohou mít různou velikost, podobu a spád, z morfografického hlediska však mají stejné charakteristické vlastnosti. Každý terénní útvar můžeme dále rozložit na soustavu dílčích (elementárních) ploch. Protože topografická plocha je obecnou plochou s nepravidelným průběhem ve vodorovném i svislém směru, musíme tuto její základní vlastnost uvažovat při jejím kartografickém zobrazování. Průběh dílčích ploch proto posuzujeme podle jejich zakřivení jak ve směru spádu (kolmo na vrstevnice), tak i ve vodorovném směru (podél vrstevnic). Celková charakteristika této plochy je určena **soustavou bodů a typických linií terénní kostry (tzv. orografických čar)**, tj. tzv. **orografickým schématem**. Orografické schéma je tedy zjednodušené zobrazení skeletu horstev na daném území pomocí bodů a čar terénní kostry (v minulosti bývalo povinnou součástí maloměřítkových topografických map, dnes bývá součástí geomorfologického popisu území). Při vkreslení říční sítě do orografických schémat vznikají orohydrografická schémata.

Orografické schéma tvoří:

- a) **body terénní kostry** (kóty, výškové kóty), tj. místa, kde se dotýká vodorovná rovina topografické plochy (vrcholy, kupy, sedla),

b) **čáry terénní kostry** (terénní čára, orografická linie), tj. místa styku jednotlivých terénních útvarů, resp. místa styku dílčích ploch, mezi něž řadíme:

- **údolnice**, tj. čáry, které spojují relativně nejnižší body vhloubených ploch,
- **hřbetnice**, tj. čáry, které spojují relativně nejvyššími body vypuklých ploch,
- **hrany**, tj. čáry které vymezují rozhraní výrazných změn spádu,
- **tvarové čáry**, tj. čáry, které vyjadřují přibližně terénní tvar. Ohraničují např. vodorovné nebo mírně ukloněné části v okolí vrcholů, spočinky a terasy.



Obr. 7-51 Orografické schéma (hřbetnice tučně, údolnice čárkovaně)

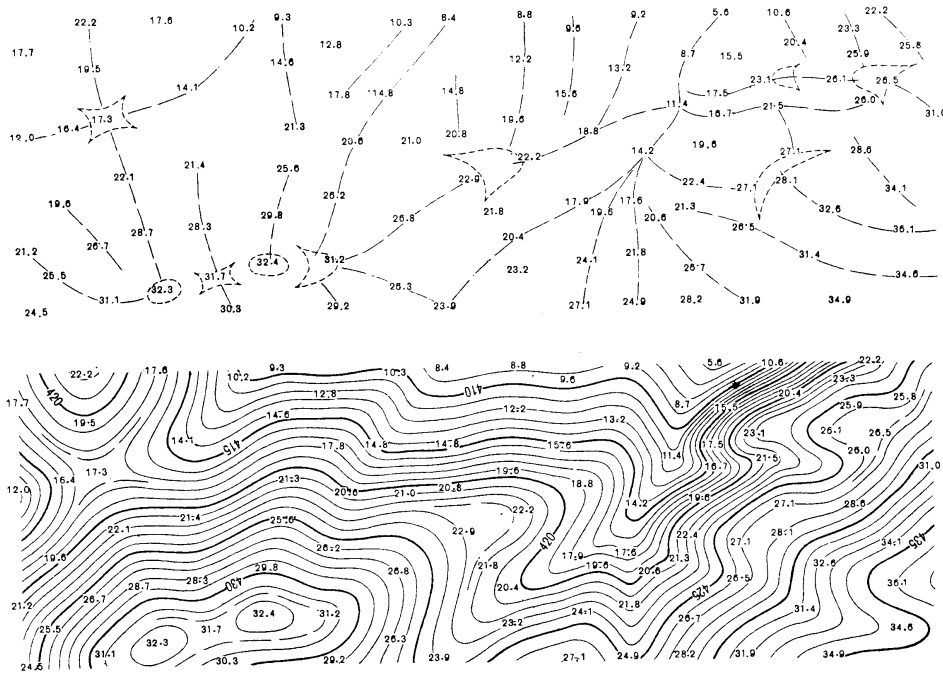
Mezi významné křivky terénní kostry lze zařadit i **spádnice** neboli křivky kolmé na vrstevnice, které na topografické ploše spojují místa největšího spádu a **úpatnice**, vymezující obrys vyvýšených tvarů vůči svému okolí. Každým bodem topografické plochy (kromě vrcholu a vodorovné roviny) lze vést jedinou spádnici. Údolnice a hřbetnice jsou spádnice.

Výrazové prostředky, které často vyjadřují zároveň i metrické charakteristiky georeliéfu (šrafy, vrstevnice, hypsometrické stupně aj.) se nazývají hypsometrické prostředky. Jsou součástí různých metod interpretace výškopisu, z nichž jsou nejběžnější:

- metoda výškového kótování,
- metoda vrstevnic,
- hypsometrická (batymetrická) metoda,
- metoda šrafování,
- metoda stínování,
- fyziografické metody,
- metody kartografického modelování (fyzické modely),
- speciální metody.

7.2.2.1 Metoda výškového kótování

Metoda výškového kótování zachycuje reliéf terénu nejpřesněji ze všech ostatních metod, protože výškové body (kóty) získáváme přímo jako výsledek topografického nebo fotogrammetrického měření. V kartografickém díle slouží výškové kóty pro rychlou orientaci v terénu. Přesnost výškových kót nezávisí na měřítku mapy, ale na metodě použité při jejich zjišťování. Jejich síť, byť by byla jakkoliv hustá, však u uživatele jakéhokoliv kartografického díla sama o sobě plastický dojem nenavodí.



Obr. 7-52 Kóty a orografické schéma (nahore) a vrstevnice (dole)

Definujeme-li výškovou kótu jako číselné vyjádření výšky nebo hloubky jednotlivých bodů vůči zvolené hladinové ploše, pak můžeme rozlišit kóty:

- absolutní (nadmořská výška), které jsou vztaženy k základní (nulové) hladinové ploše. Označují významné body terénní kostry, body geodetických sítí, rozcestí, vrstevnice, hloubnice, vodní plochy aj.,
- relativní (relativní výška), které vyjadřují převýšení bodů vůči jejich okolí, např. výška hráze či terénního stupně, hloubka strží či lomů apod.

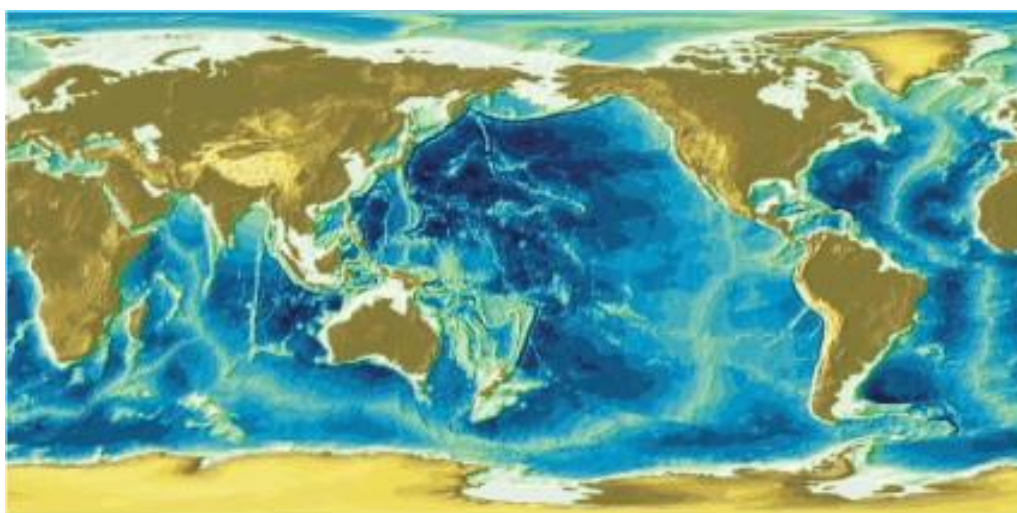
V mapě se výškové kóty umísťují vedle mapového znaku označujícího a lokalizujícího daný bod na mapě, ale mohou se na mapě vyskytovat i samostatně bez znaku, je-li z mapového vyjádření zřejmé, k čemu se vztahují (přerušují kresbu vrstevnic, doplňují technické šrafy, vyznačují polohu vrcholů hor, sedel apod.). Významnější výškové body (kóty) jsou na mapě doprovázené i jejich názvy.

7.2.2.2 Metoda vrstevnic

Vrstevnice, jako jeden z druhů napětových izolinií, patří mezi nejužívanější metody interpretace výškopisu. Jejich první využití jsem zaregistroval v roce

1729, kdy je M. Bolster použil na mapě Holandska pro znázornění dna moře (použil tedy tzv. izobaty a zkonstruoval batymetrickou mapu), častěji je však přisuzováno prvenství izobat pro zákres mořského dna Buaché v roce 1737. Jako první použil vrstevnic (s malým počtem bodů) pro znázornění terénu na souši v roce 1772 generál Franca Nicolas Benoit **Hax** (Haxo) a po něm v roce 1782 Mercelin Ducarlo. Od roku 1839 se používaly izolinie pro zakreslení rozložení atmosférického tlaku. Jednou z nejznámějších batymetrických map oceánů je GEBCO (*General Bathymetric Chart of the Oceans*), zpracovaná British Oceanographic Data Centre v Liverpoolu v měřítku 1:10 mil. (16 mapových listů v Mercatorově zobrazení představuje území do 72° severní šířky), resp. 1:3 100 000 (8 mapových listů zobrazuje polární oblasti v gnomickém zobrazení) na základě návrhu monackého knížete Alberta z roku 1899. V mezinárodní spolupráci vyšla poprvé v roce 1903. Na území dnešní České republiky se o rozšíření vrstevnic zasloužil K. Kořistka (po roce 1860) První vrstevnicová mapa u nás (mapu Krkonoš) však byla zhotovena Heinrichem Berghausem v měřítku 1:200 000 už v roce 1842.

Jedná se tedy o obecné čáry spojující na topografické ploše body o stejné nadmořské výšce. Jsou to obrazy průniků topografické plochy se soustavou hladinových ploch (zjednodušeně „vodorovných“ ploch) vedených v určitých výškových intervalech. V kombinaci s výškovými kótami dávají vrstevnice geometricky nejpřesnější vyjádření reliéfu terénu v rovinném kartografickém díle, a to při jeho optimální grafické zátěži. Slouží jako podklad pro řadu dalších metod kartografické interpretace reliéfu terénu (např. stínování, barevná hypsometrie, blokdiagramy). Tvoří geometrický základ pro projekční práce (profilování, výpočet kubatur, zjišťování viditelnosti aj.). Vrstevnice nad zvolenou nulovou plochou nazýváme **izohypsy**, pod touto hladinou jako **izobaty**, nebo též **hloubnice** (z řečtiny *bathos* - hloubka). Jsou-li vedeny v obecných výškách, jedná se o tzv. **horizontály**. Omezují-li horizontály např. vodní plochy, pak jsou totožné s břehovou čarou (**břehovkou**). V obecném případě je břehová čára definovaná jako průsečnice klidné vodní plochy s plochou přilehlého území, a proto není vždy horizontálou.



Obr. 7-53 General Bathymetric Chart of the Oceans (www.bodc.ac.uk)

Kresbu vrstevnic lze realizovat na základě dostatečné hustoty výškových kót, a to obvykle za použití vhodné interpolace, resp. extrapolace hodnot výškových kót. Zjišťování výšky libovolného bodu na mapě (interpretace z vrstevnic) ze

známých kót nejbližších vrstevnic se provádí tak, že se grafickou interpolací nebo řešením úměry zjistí přírůstek výšky ke kótě nižší vrstevnice, který odpovídá podílu na rozdílu výšek sousedních vrstevnic. Žádaný podíl je zjišťován srovnáním ortogonálních vzdáleností vyšetřovaného bodu od sousedních vrstevnic měřených po spádnici, která je vedena vyšetřovaným bodem.

Z hlediska významu a funkce vrstevnic na mapě můžeme rozlišit:

- **vrstevnice základní**, které jsou kresleny plnou, obvykle hnědou čarou,
- **vrstevnice hlavní** (také **zesílené**), které jsou kresleny silnou, obvykle hnědou, čarou, která je přerušena v místě, do něhož je vepisována výšková kóta této vrstevnice (výškové kóty vrstevnic jsou čitelné směrem do kopce).

Základní představu o reliéfu terénu vytvářejí právě základní a hlavní vrstevnice. Z hlediska čitelnosti, a proto, aby uživatel dobře vnímal prostorový obraz, je nutné zachovávat jejich rozstup v mezích 0,3 - 12 mm. **Rozestup** vrstevnic je horizontální vzdálenost mezi sousedními vrstevnicemi na mapě uváděná v takových metrických jednotkách, v jakých je zpracovávána mapa (nejčastěji v mm, ale i v palcích aj.).

Pokud je terén tak plochý, že by vyžadoval vykreslit na mapě vrstevnice v rozestupu větším než 12 mm, přistoupíme k využití:

- **vrstevnic pomocných**, které se kreslí čárkovaně, obvykle hnědou barvou tak, aby jejich průběh odpovídal polovině výškového intervalu základních vrstevnic a
- **vrstevnic doplňkových**, které se kreslí slabou plnou, obvykle hnědou, čarou v libovolné poloze mezi základními vrstevnicemi tak, aby v daném měřítku mapy vystihly důležité terénní tvary, které by nezachytily ani pomocné vrstevnice.

Kvalita interpretace výškopisu je silně závislá na volbě **intervalu** vrstevnic (i), tj. rozdílu mezi výškami dvou sousedních vrstevnic (vertikální vzdálenost mezi vrstevnicemi uváděná v jednotkách, ve kterých se měří trojrozměrný objekt vyjadřovaný na mapě, např. georeliéf se při mapování měří v metrech, rozložení teploty vzduchu ve °C apod.). V rámci topografických map stejného měřítku bývá interval vrstevnic konstantní. Při jeho volbě je třeba respektovat sklonové poměry reliéfu terénu tak, aby bylo zachováno výše uvedené pravidlo čitelnosti. Z maximální hodnoty sklonu reliéfu terénu α_{\max} a minimální zobrazitelné vzdálenosti mezi dvěma vrstevnicemi $z_{\min} = 0,3$ mm se určí minimální hodnota intervalu vrstevnic i_{\min} .

Úkol nalezení nejvhodnějšího základního intervalu vrstevnic je řešen empirickým vzorcem:

$$i = n \cdot \log n \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\max}$$

který byl vytvořen zejména pro vysokohorský reliéf Imhofem a v němž α_{\max} představuje největší úhel sklonu v daném krajinném typu (rovina, středohory, velehory) a n je konstanta vztažená k měřítkovému číslu M , určená výrazem:

$$n = 0,1\sqrt{M}$$

V českých kartografických dílech se ustálilo pravidlo, že interval základních vrstevnic je závislý na měřítku mapy podle empirického vztahu:

$$i = \frac{M}{5000}$$

a každá pátá základní vrstevnice je zesílena (přebírá funkci vrstevnice hlavní).

Na obecně zeměpisných mapách nemůžeme vždy volit konstantní interval vrstevnic. Ten by s ohledem na měřítko, vedl v horských partiích k nadměrnému nahuštění kresby, zatímco rovinaté oblasti by byly zachyceny nevýrazně. Volíme proto proměnnou výškovou stupnici. Pro každý výškový interval musí platit:

$$i \leq 0,0003 M \cdot \text{tg} \alpha_{\max}$$

Pro zvýšení plastičnosti interpretace reliéfu terénu jsou často využívány **spádovky**, tj. krátké (1 mm) úsečky kreslené plnou hnědou čarou kolmo na vrstevnice, které v potřebných místech (většinou sedla, převažující rovinný georeliéf) informují o spádu terénu v prostoru mezi nejbližšími vrstevnicemi (jejich vzdálenost bývá v takových případech i větší než 12 mm), tedy v místech kde z obrazu vrstevnic není sklon georeliéfu jednoznačně zřejmý.



Obr. 7-54 Stínované vrstevnice

Pro zvýšení plastičnosti vrstevnicového obrazu se výjimečně používá i metoda stínovaných vrstevnic (v minulosti kresleny volnoosým perem) tak, že jsou v oblasti vrženého stínu při konvenčním osvětlení reliéfu terénu kresleny zesíleně.

Vrstevnicový obraz lze získat přímo fotogrammetrickým vyhodnocením.

7.2.2.3 Hypsometrická (batymetrická) metoda

K vyjádření výškových poměrů georeliéfu souše se plochy mezi vhodně volenými vrstevnicemi v mapách středních a malých měřítek určených především pro širší veřejnost (obecně zeměpisné mapy, školní nástěnné mapy aj.) často vyplňují barvou²¹. Jednotlivým výškovým (hypsometrickým) stupňům jsou přiřazovány barvy obecně podle zásady „čím vyšší tím tmavší“ nebo „čím vyšší tím světlejší“. Takovéto kombinaci liniové a plošné interpretace reliéfu terénu v zeměpisných mapách říkáme **(barevná) hypsometrie**. Pro obdobné vyjádření georeliéfu mořského dna (dna oceánů a vodních nádrží obecně) se nabízí analogický pojem **(barevná) batymetrie**. Ten se však užívá jen velice zřídka ve zřejmých souvislostech. Jinak se běžně používá první termín pro znázornění veškerého georeliéfu. Základ metody

²¹ Pokud dojde k vyplnění ploch mezi dvěma obecnými izoliniemi, vytvoříme tzv. **izoplety**, které jsou svým charakterem barevné hypsometrie podobné.

položil Franz Edler von Hauslab (1798 – 1883), který razil zásadu "čím vyšší (hlubší), tím tmavší" uplatňovanou na hypsometrických mapách z prostoru Alp. V kartografické praxi se však prosadily až metody jeho nástupců. Karl Peucker (1859-1940) vytvořil v roce 1898 ucelenou teorii plasticity barev. Využil k ní všech barev světelného spektra, kromě červené a fialové, které se příliš odlišují od barev v přírodě. Teorie je založena na prostorovém vjemu spektrální řady v důsledku změny vlnové délky. Podle této řady při svislém pohledu na reliéf terénu přisoudil nejnižším místům barvy blízké fialové a se vzrůstající nadmořskou výškou se posunoval k opačnému konci spektrální řady. Navíc užíval vzdušnou perspektivu, spočívající v intenzivnějším vjemu barev blízkých předmětů, než vzdálenějších. Proto např. pro zelenou barvu přisouzenou nížinám volil slabší krytí, navíc s příměsí šedi, než pro vyšší polohy, kde volil sytější krytí a zvýšený jas barev. Obecně tedy Karl Peucker vychází z psychologického poznatku, že barvy spektra na rovinné průmětně vnímá pozorovatel prostorově, a to tak, že studené barvy (modrá a zelená) tlačí pod rovinu průmětny a teplé barvy (červená) naopak vytahuje nad průmětnu. Theodor Emil von Sydow (1812 – 1873) navrhl stupnici na základě barev převládajících v přírodě (tzv. švýcarská manýra), která se po určitých úpravách používá dodnes. Aplikací metody hypsometrie (batymetrie) při interpretaci výškopisu vzniká hypsometrická (batymetrická) mapa, která bývá obvykle doplňována výškovými kótami a stínováním.

Intervaly hraničních vrstevnic barevných pruhů se volí podle různých hledisek, a to nejen s ohledem na měřítko a účel mapy, ale i výškovou členitost zobrazovaného území. Je možné je objektivně stanovit rozbořením četností výskytu typických výšek v zobrazovaném území.

Přiřazení konkrétních barev je silně závislé na vydavateli kartografického díla. V zásadě se vhloubeným tvarům reliéfu vyplněným moři a oceány přiřazují modré barvy (čím hlubší, tím tmavší), reliéfu terénu s nadmořskou výškou do 200 m (nížina a prolákliny) zelené barvy (čím nižší tím tmavší), s nadmořskou výškou 200 - 500 m (pahorkatiny a vrchoviny) žluté barvy, s nadmořskou výškou 500 - 1000 m (hornatiny) hnědé barvy a reliéfu terénu s nadmořskou výškou větší než 1000 m (velehory) tmavohnědé až červenohnědé barvy. Pro ledovce je v této barevné hypsometrii bez ohledu na jejich konkrétní nadmořskou výšku přiřazena, mírně v rozporu s pravidly tematické kartografie, barva bílá.

V českých kartografických dílech se obvykle používají pro vyplnění barvou plochy omezené vrstevnicemi -8000 m, -6000 m, -4000 m, -3000 m, -200 m (pevninský šelf, jehož vymezení je na kartografických dílech povinné), -20 m, 0 m, 200 m, 500 m, 1000 m, 1500 m, 3000 m, 5000 m a 7000 m.

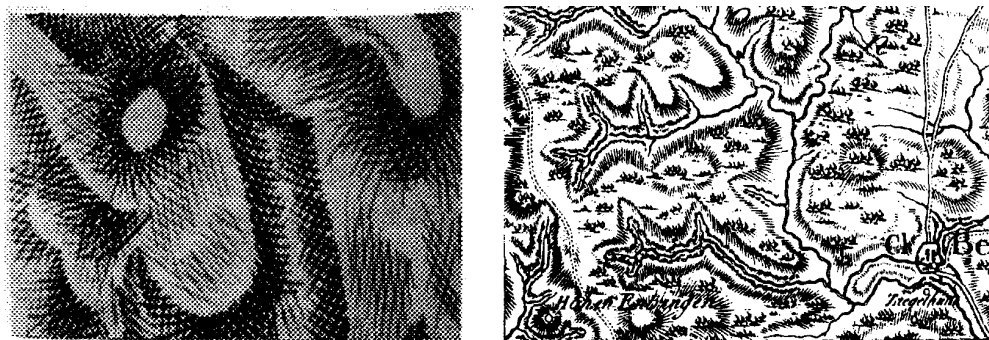
7.2.2.4 Metoda šrafování

Šrafy jsou většinou krátké spádnice uspořádané ve vrstvách nebo podél linie, které jsou provedeny čarami proměnné délky, hustoty, tloušťky, ale často i tvaru, a jsou bez geometrické hodnoty, byť je kresba některých druhů podřízena matematickým základům. Výjimečně mají šrafy i trojúhelníkový tvar s uspořádáním podél linie nebo volně v ploše. Na topografických mapách se s nimi setkáváme mnohem dříve než s vrstevnicemi. Pro jejich pracnost a značné grafické zatížení mapy je však velice brzy vrstevnice nahradily. Nikoliv

však všechny jejich druhy. Některé druhy šraf plní dodnes nezastupitelnou funkci při znázorňování drobných terénních útvarů.

V zásadě rozlišujeme šrafy:

- **kreslířské**, které slouží ke schematickému zachycení sklonových poměrů krajiny. Jsou různých délek i křivostí. V místech prudkého spádu se kreslí hustší, kratší a zkřížené, na mírnějších svazích jsou delší a řidší. Nemají žádnou geometrickou hodnotu. Do této skupiny lze zařadit i sklonové (spádové) šrafy a šrafy ichtografické, které při kresbě krátkých a křivých čar vytvářejí na mapě texturu podobnou např. listu kapradiny,
- **krajinné (profilové)**, které se vykreslují na mapy malých měřítek pro vyjádření jinak značně generalizovaných terénních tvarů jako krátké čárky kolmo na tvarové čáry. Vyznačují obvykle úpatnice a terénní hrany,
- **sklonové (spádové)**, které vyjadřují svou délkou, tloušťkou a hustotou směr a strmost georeliéfu, obvykle bez přesné závislosti na konkrétních hodnotách sklonu svahů,
- **sklonové (pravé)**, které mají matematický základ, dělíme na:
 - šrafy Lehmannovy,
 - stínové (stínované).



Obr. 7-55 Kreslířské (vlevo) a krajinné (vpravo) šrafy

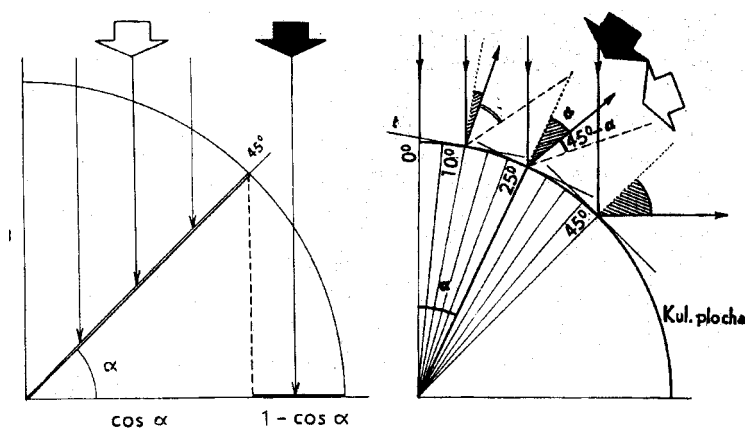
Lehmannovy sklonové šrafy vyjadřují sklon reliéfu terénu v souladu s poměrem světla a stínu, který se odráží ve vztahu mezi tloušťkou šrafy a velikostí mezery mezi sousedními šrafami. Podle původní teorie Johanna Georga Lehmana (1765 - 1811) z roku 1799 měl osvit plochy skloněné k horizontu o úhel α° hodnotu osvitu rovnou $\cos \alpha^\circ$ a stínu $1 - \cos \alpha^\circ$. Protože v realitě převládají malé úhly sklonu, navrhl Lehmann modifikovanou II. (tzv. praktickou) stupnici, která vychází z předpokladu, že na vodorovnou rovinu dopadá 100 % slunečního záření a 0 % slunečního záření na svah již o sklonu 45° . Svahy o větším sklonu nebral v úvahu. Svahy o sklonu v intervalu $0^\circ - 45^\circ$ pak rozdělil do 9 tříd, jimž přidělil rozdílné šířky šraf a rozdílné šířky mezer podle schématu:

$$\frac{\text{stín}}{\text{světlo}} = \frac{\text{tloušťka šrafy}}{\text{šířka mezery}} = \frac{\alpha}{45^\circ - \alpha}$$

kde α = úhel sklonu konkrétního svahu ve $^\circ$.

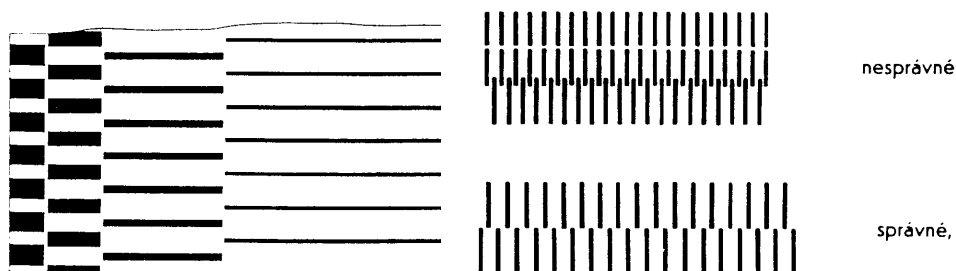
Kresba těchto sklonových šraf (ale i jejich zpětná interpretace) je velice náročná. Při maximální délce 4 mm jich bylo třeba vykreslit až 25 na 1 cm,

takže není divu, že např. jeden list mapy třetího vojenského mapování trval i zručnému kresličovi podle charakteru zobrazovaného terénu 3 - 5 let.



Obr. 7-56 Lehmannova stupnice I. (vlevo) a II. (vpravo)

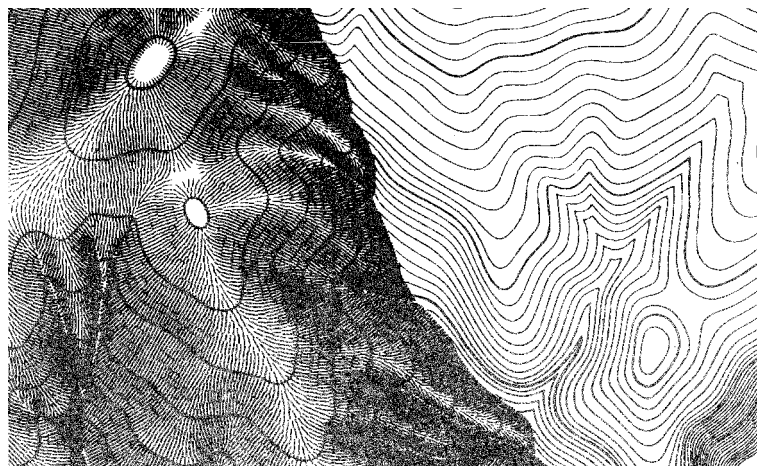
Stínované šrafy představují kombinaci metody stínování a sklonových šraf. Jsou konstruovány stejně jako u sklonových šraf, tj. podle obecné zásady čím příkřejší, tím tmavší. Jejich kresba se však ve směru světla zjemňuje, zastíněné plochy se vyjadřují tučněji. Zavedl je Dufour (1836), který použil šrafy proměnné tloušťky jako prostředku k navození prostorového vjemu při konvenčním osvětlení, tj. ze severozápadu.



Obr. 7-57 Proměnné znaky šraf (vlevo) a kresba pravých šraf (vpravo)

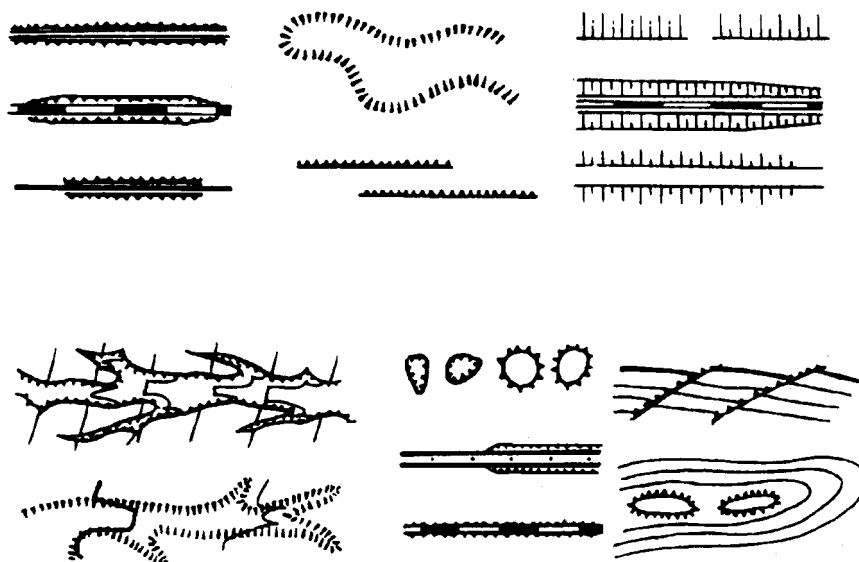
Délka pravých šraf odpovídá rozestupu mezi dvěma základními vrstevnicemi. Jsou kresleny kolmo na vrstevnice, přičemž jejich obraz může být mírně zakřivený. Hustota šraf na délkovou jednotku je v mapě konstantní. Šrafy se nemají slévat ani vytvářet na styku mezery.

- **technické**, které slouží k vyjadřování úzkých a protáhlých přírodních a umělých terénních útvarů vymezených hranou (zářezy, násypy, terasy aj.) na mapách velkých a středních měřítek. Jsou kresleny tak, že se pravidelně střídají delší a krátké čárky (tyto jsou nasazovány u nejdříve položené hrany), které jsou kresleny buď hnědou barvou (přírodní útvary), nebo barvou černou (umělé antropogenní útvary). K technickým šrafům se obvykle připojují kóty relativního převýšení zobrazovaného terénního útvaru oproti okolnímu reliéfu terénu.



Obr. 7-58 Porovnání vrstevnic a sklonových šraf

- **topografické šrafy** mají tvar vzájemně se dotýkajících klínů orientovaných ve směru spádu. Používají se ve stejném smyslu jako šrafy technické, ale na mapách středních a menších měřítek. Obdobná je i jejich barevná interpretace.
- **fyziografické** (nebo též "skalní"), které slouží ke zobrazování skal, sutí, ledovců apod., tedy útvarů, jež pro přílišnou strmost nebo tvarovou rozeklanost nelze vyjádřit vrstevnicemi. Jde většinou o malé hnědé, resp. modré (ledovce) trojúhelníčky, které v rámci příslušné plochy mají velmi volné uspořádání. Sesuvné oblasti kreslíme obvykle tečkováním. Jmenované terénní útvary zobrazujeme zákresem výrazných kosterních čar, zejména ostrých hran, které je na menší plochy, které vykryjeme volnou šrafurou ve směru horizontál a spádnic. Zvýšení plastického účinku lze dosáhnout šikmým osvětlením, tj. jemnější kresbou osvětlené části. Zákres je náročný na cit a prostorovou představivost.



Obr. 7-59 Technické a topografické šrafy

7.2.2.5 Metoda stínování (tónování)

Stínování (tónování) vychází z filosofie nerovnoměrného osvětlení různě skloněných a různě orientovaných svahů svazkem rovnoběžných světelných paprsků. Podle ní pak umísťuje světlejší tóny (odtud tónování) na místa přivrácená ke světlu a tmavší tóny na místa odvrácená od světla, přičemž plynulý přechod mezi světlejšími a tmavšími tóny reguluje s ohledem na sklon georeliéfu. Stínováním se zvyšuje názornost georeliéfu až k vybuzení dojmu jeho trojrozměrnosti. Využívá se v široké škále druhů kartografických děl. Metoda stínování dává obzvláště silný plastický účinek ve spojení s vrstevnicemi. Podle úhlu a směru dopadu světelných paprsků na horizontální rovinu rozlišujeme stínování:

1. **šikmé**, a to:

- přirozené, které je založené na slunečním světle, kdy na reliéf terénu dopadají světelné paprsky z jihu (za polední kulminace Slunce) a
- konvenční, kdy světelné paprsky dopadají na vodorovnou rovinu pod úhlem 45° ze severozápadu. Tento směr je zvolen z fyziologických důvodů, aby odpovídal doporučenému osvětlení pracovního místa (při psaní, či čtení) zleva. V praxi se můžeme setkat s různými kombinacemi osvětlení.

2. **ortogonální** neboli:

- svislé nepřesně „sklonové stínování“, které je založeno na kolmém dopadu světla, přičemž nejsvětlejší jsou vyvýšená místa (horské hřbety, kopce apod.) a nejtmaší místa vhloubená (údolí, kotlina apod.). Úhel sklonu osvětlované plochy je respektován podle zásady, čím příkřejší je svah, tím je ve stupnici šedé barvy tmavší.

3. **kombinované**, které využívá jak šikmé tak ortogonální metody.

Podle barevnosti můžeme hovořit o stínování černobílém či barevném.

Podle technik získání tónů rozlišujeme:

- lávováním**, tj. ručním rozmýváním barev nebo tuše štětce a vodou na pozadí modré kresby vrstevnic (nebo orografických čar), které se po vyhotovení originálu kresby odstraní. Počítačový způsob se zakládá na využití kreslicího programu, který umožňuje s využitím vrstvy vrstevnic (orografických čar) vytvořit stíny imitováním stříkání (rozprašování barev) georeliéfu jak pro černobílé, tak pro barevné kartografické originály. Intenzita sklonu svahu může být doplňkově vyjádřena sytější tónem,
- těrkováním**, tj. ručním roztíráním uhlových kontur pomocí vláknité parazitické houby (choroše). Základem pro práci je vždy vrstevnicový obraz reliéfu terénu, který je v místech stínu vykryván jemným tuhovým nebo křídovým práškem. Této metody bylo velmi intenzivně používáno na starších mapových dílech, kdy byla výhradně subjektivním výtvarným projevem kresliče. V zahraničí existují i další obdobné metody, které využívají např. stříkání, odškrabávání poloprůhledné zrnité tónované vrstvy (metoda dar-plate) aj.,
- fotomechanické stínování**, kdy se fotografuje nasvícený model příslušného úseku krajiny, který je nastříkán vhodnou krycí barvou,

- d) **fotografické stínování**, které spočívalo ve svislém snímkování vrstevnicového obrazu s rozostřeným objektivem. Tam, kde jsou vrstevnice hustší, dostáváme tmavší výslednou sytost barvy plochy a naopak. Vrstevnice musely být pro tento případ kresleny speciálně upraveným volnoosým perem, kdy měla čára vrstevnice proměnlivou tloušťku podle toho, zda procházela osluněným či zastíněným prostorem,
- e) stínování georeliéfu počítačovými technologiemi. V současnosti se při stínování maximálně využívá počítačové animace (**např. aplikační úloha na digitálním modelu terénu**).

Stínování prodělalo značnou renesanci a dnes se opět prosazuje jako doplňková metoda interpretace výškopisu především k vrstevnicím a k hypsometrické metodě. V žádném případě nemůže být jedinou metodou interpretace výškopisu, uplatněnou na mapě.

7.2.2.6 Fyziografické metody

Fyziografické metody se snaží o navození prostorového vjemu reliéfu terénu s využitím perspektivy. Lze mezi ně zařadit:

- kopečkovou metodu,
- vlastní fyziografické metody.

Kopečková metoda je uplatňována již od 1. století n.l. (Ptolemaius). Na mapových dílech se objevuje v podstatě do současnosti. Spočívá v symbolické kresbě kopců, kterými se naznačuje schematická poloha horských pásem a významných hor. Je uplatňována při pohledu od jižního (resp. spodního) okraje mapového listu. Je značně nepřesná. Z hlediska kresličského je pak značně náročná na plochu kartografického zobrazení.

Vlastní fyziografické metody představují důsledné uplatnění perspektivy nebo axonometrie (vojenská perspektiva, kavalírní perspektiva) na celý mapový list (**pohledové, též panoramatické mapy**) nebo na prostorový blok vymezený zpravidla obdélníkovou základnou a plochami vertikálních řezů (**blokdigram**). Při konstrukci pohledových map musí být využívána databáze kartografických znaků, tj. musí být využívány kartografické znaky (opatrně se šikmými „leteckými“ snímky na horské svahy, které jsou často za panoramatické mapy vydávány). Na bocích blokdigramů se obvykle zobrazují geologické, hydrogeologické aj. poměry podpovrchových vrstev zájmového území. Obě uvedená mapová díla se často převádějí na fyzické modely. S úspěchem je v těchto případech aplikováno tzv. 3D modelování za využití výpočetní techniky.

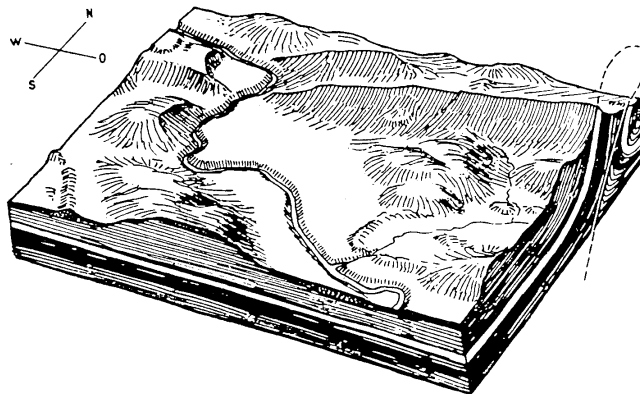


Obr. 7-60 Kopečková metoda

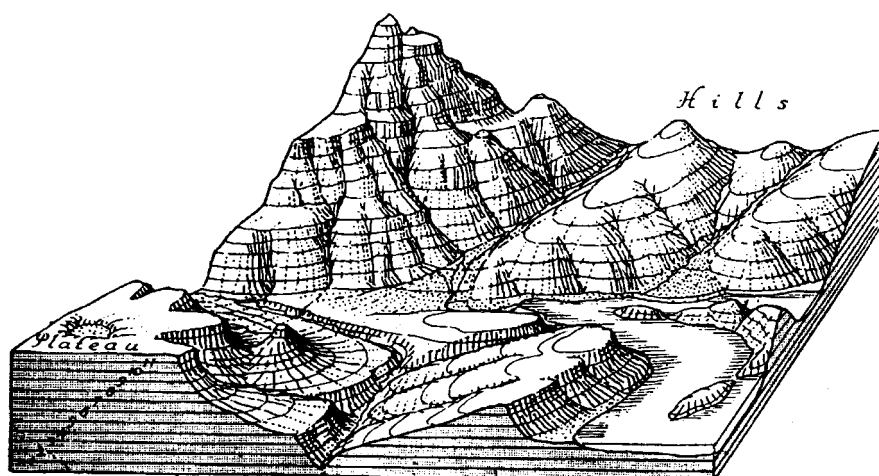
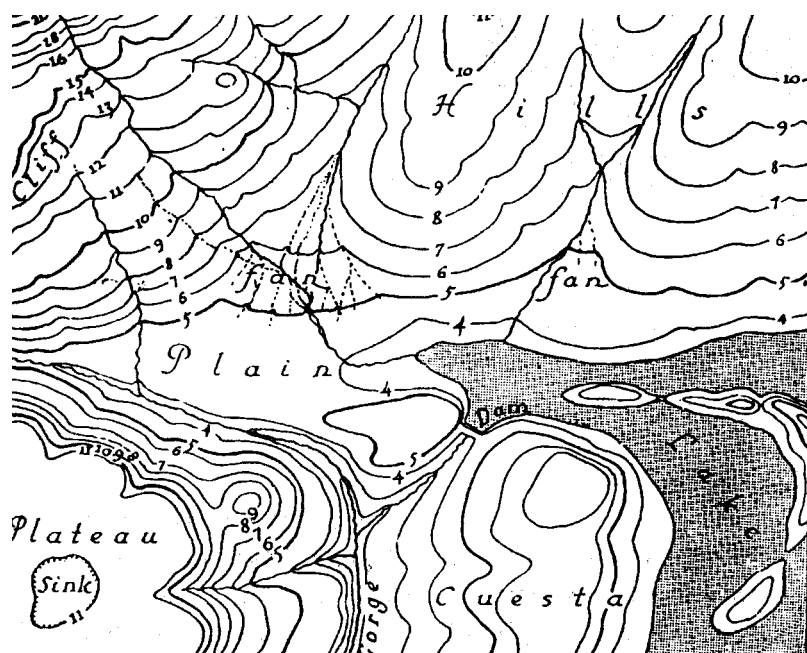
7.2.2.7 Metody kartografického modelování

Interpretace reliéfu terénu metodami kartografického modelování (fyzickými modely georeliéfu) je maximálně věrná. Konstrukce potřebných modelů je však velmi náročná a jejich geometrická přesnost je velmi malá. Přesto se velmi dobře uplatňují v pedagogickém procesu (**plastické** neboli **reliéfni mapy**), vojenství (pískové **topografické stoly** či dřevěné modely), v oblasti humanitární (např. **tyflografické mapy** pro slabozraké a nevidomé) a dalších (např. architektonické studie sídelních útvarů).

O fyzických modelech georeliéfu můžeme hovořit jako o adjustovaných, tj. s nezkráceným polohopisem, převýšených (vertikální měřítko je větší než horizontální), hladkých, stupňovitých aj.



Obr. 7-61 Blokdigram s vyjádřením geologických poměrů (v řezu)



Obr. 7-62 Vrstevnice (nahore) a blokdigram (dole)

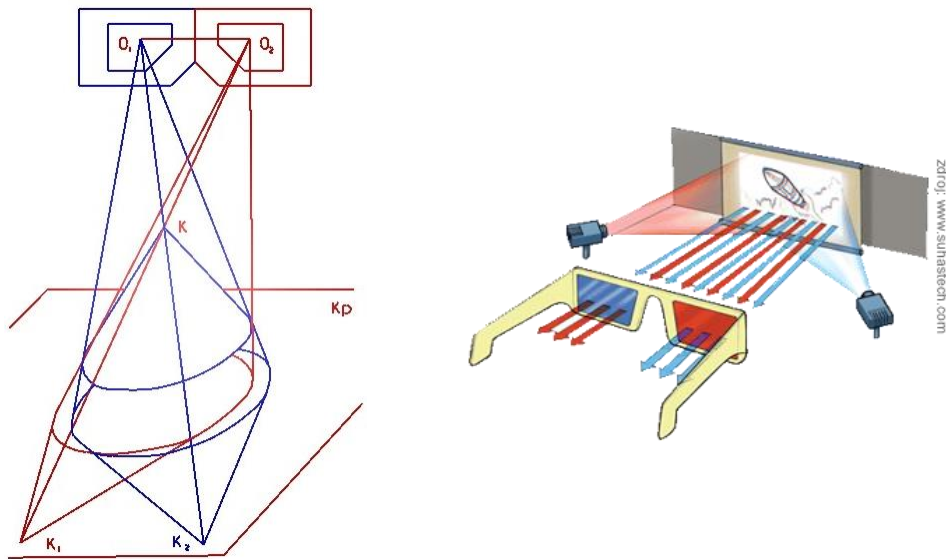
7.2.2.8 Speciální metody

Mezi speciální metody patří:

- anaglyfy (z řečtiny - an = ne; glyph = zářez, prohlubeň),
- řezy (profily).

Anaglyfové (anaglyfické) mapy jsou vytvořeny ze dvou mírně posunutých dílčích obrazů, které představují stereoskopicky rozložený obraz krajiny. Jednotlivé půdorysné obrazy se vytisknou doplňkovými barvami, nejčastěji červenou a modrozelenou barvou. Takto získaná „dvojexpozice“, pozorovaná anaglyfovými brýlemi s jedním okulárem modrozeleným a druhým červeným umožní pozorovateli prostorový vjem. Trojrozměrné vnímání je výsledkem binokulárního vidění dvou dvojrozměrných obrazů stejného území, které se od sebe liší paralaxami. Vyhotovení mapových anaglyfů bylo bez použití výpočetní techniky poměrně pracné, a proto se v minulosti jejich obsah

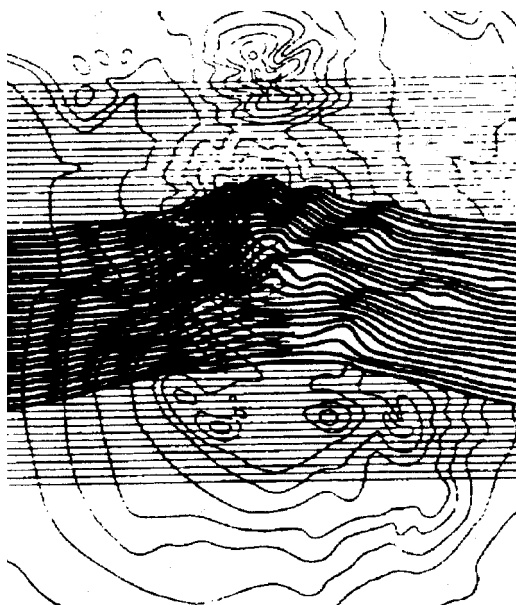
zaměřoval většinou jen na vrstevnice. Využitím metod počítačové grafiky lze v současnosti vytvořit obsahově poměrně velmi bohatou anaglyfickou mapu.



Obr. 7-63 Princip tvorby anaglyfové mapy (vlevo) a jejího čtení
 (<http://www.3dworks.cz>), ukázka černobílého anaglyfu (podle J.Kříženeckého,
<http://stereofotograf.eu/navody/anaglyf/>)

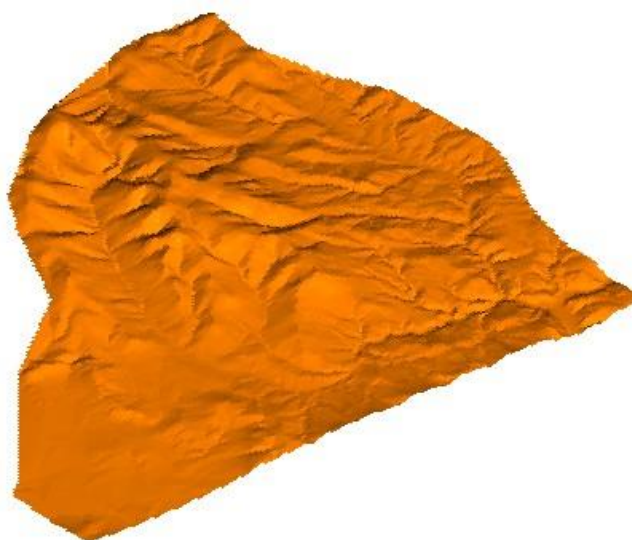
Dobrou představu o výškových poměrech liniových tras (trasa výškových elektrovedů, turistická trasa aj.) dávají profily georeliéfu. Představují obraz svislého řezu georeliéfu v požadované linii, který má obvykle vertikální měřítko větší než měřítko horizontální (je převýšen). Lze rozlišovat podélné profily (je směřován podél delší osy objektu, trasy) a příčné řezy (jsou směřovány obvykle kolmo na podélné profily). Pokud obsahuje plocha svislého řezu georeliéfem další informace, např. o geologickém složení podpovrchových vrstev, pak hovoříme o specializovaných profilech (v uvedeném příkladu o profilu geologickém). Profilové čáry se používají ke konstrukci blokdíagramů aj. trojrozměrných modelů terénu. Samotné řezy (profily) vyvolají také plastický dojem, a to tehdy, jsou-li vedeny ve větším množství souběžně v ne příliš velkých horizontálních odstupech (metoda Kitiro Tanaka).

Vlastní fyziografické metody, metody kartografického modelování i řezy ve své většině využívají vrstevnicový obraz. Výškové měřítko se však z důvodu větší názornosti několikanásobně převyšuje oproti měřítku horizontálnímu (délkovému). Jde tedy o aplikaci kartografické anamorfózy. Poměr zmenšení výšek vůči skutečnosti označujeme podobně jako u délek číselným (výškovým) měřítkem $1:M_v$. Vztah mezi měřítkovým číslem délek M a výškou M_v udává **převýšení** neboli zvětšení výšek oproti délkám, tj. kolikrát je výškové měřítko větší než měřítko horizontální. Vyjadřuje se většinou slovně (např. výškový profil je převýšený dvakrát), nebo výrazem např.: „převýšení je 2:1“.



Obr. 7-64 Metoda Kitiro Tanaka

7.2.2.9 Digitální modely georeliéfu



Obr. 7-65 Počítačový 3D model oblasti Králického Sněžníku (podle H.Uhrové)

K vytvoření digitálního modelu reliéfu terénu (tedy georeliéfu), neboli DTM (Digital Terrain Model) lze využít řad sofistikovaných softwarů (např. ve formátu *.TIN v prostředí ArcView). Každý z nich využívá jinou filosofii. Mnohé z nich jsou postaveny na síti nepravidelných trojúhelníků (TIN - Triangular Irregular Network), tzv. Delaunayova triangulace. Tato síť se

používá jako drátový model pro konstrukce georeliéfu ze souboru výškových kót, jenž ve svém výsledku tvoří diskrétní plochu s množstvím hran, uzlů a trojúhelníkových stěn (mnohostěn). Přiřazením vhodných barevných tónů a jejich odstínů jednotlivým stěnám lze docílit stínovaného georeliéfu. Čím je bodů (uzlů) víc, tím lépe odpovídá model reálnému georeliéfu.

7.2.3 Interpretace popisu

Popis mapy představuje soubor všech geografických názvů, zkratk, různých alfanumerických údajů a slovních doplňků v mapových polích hlavních a doplňkových map a ve všech jejich mezirámových prostorech, tj. mezi vnitřním a vnějším rámem mapy. Ve výrobním procesu mapy se za popis považují i všechny texty a alfanumerické znaky legendy a okraje mapové plochy. Do popisu mapy nepatří v žádném případě doprovodné texty a alfanumerické znaky umístěné např. na její rubové straně.

Popis, jako doplňkový, ale nezastupitelný prvek mapového vyobrazení, zlepšuje čitelnost mapy a usnadňuje orientaci v neznámé krajině. Sám o sobě je však značně náročný na plochu mapy v závislosti na jejím měřítku a účelu, neboť v průměru zabere u map velkých měřítek asi 5 % a u map malých měřítek asi 15 % plochy z celého mapového listu. Jestliže se hodnota 30 % pokládá za horní mez grafické zaplněnosti mapy při zachování její čitelnosti, pak na písmo může připadat až polovina vlastního obsahu mapy. Popis se tedy významně podílí na grafické zaplněnosti kartografických děl, a proto je třeba s ním pracovat velmi citlivě, aby ve svém důsledku nerušil kresbu.

Popis v mapovém poli má přísně lokalizační charakter, neboť velmi záleží na tom, v jaké poloze a v jakých souřadnicích je zde uveden. V ostatní části mapové plochy, včetně zadní strany mapy, mu přisuzujeme jen informativní charakter. V mapovém poli popis plní dvě základní funkce, a to:

- funkci identifikační, kdy umožňuje pojmenováním objektu, jevu nebo jeho charakteristik jeho identifikaci,
- funkci znakovou, tj. v případě, kdy je kromě pojmové identifikace také nositelem nějakého dalšího významu, který se projevuje prostřednictvím velikosti, výšky, barvy aj. atributů písma.

7.2.3.1 Grafická stránka popisu

Písmo je definováno jako soustava písmových znaků psaných, kreslených, fotografovaných, tištěných, ražených nebo jinak vytvořených. Jeho vzhled i název může podléhat autorské ochraně. Jednotlivý písmový znak malé nebo velké abecedy se nazývá písmeno nebo litera. **Grafický vzhled písma** může posloužit jak při kvalitativním, tak při kvantitativním rozlišení objektů a jevů v libovolném kartografickém díle. K tomu je určena řada jeho parametrů.

Základním písmem (též obyčejným, resp. knižním). je vždy **písmo stojaté** Od něho jsou odvozena **písma vyznačovací**, která jsou používána pro zvýraznění nebo odlišení části textu. K nim patří např. **kurzíva**²², u níž je

²² *Kurzíva*, je šikmé stínované a částečně navazující písmo, které se v kartografii používá téměř výhradně při interpretaci vodstva.

kresba písma skloněna doprava a **zpětná kurzíva** (levostranné písmo, kartografické písmo), u níž je kresba písma skloněna doleva. K vyznačovacím písmům patří i písma **polotučná** a **tučná**, použití **verzálků** nebo **kapitálků** (tj. verzálek rozměrově o výšce minusek), barevné řešení písma nebo jeho pozadí, podtrhávání aj.

Mezi významné atributy písma, jež nacházejí své uplatnění při interpretaci popisu, patří dále:

- rod písma: skupina písem, pro kterou jsou společné určité znaky,
- typ (druh) písma: kompletní abeceda označená jménem (názvem) písma. Jedná se buď o řez písma (v počítačové terminologii o „font“), např. Times New Roman Bold, nebo o celou rodinu písma (např. Times), Každý typ (druh) písma je vyznačen tímtež tvarovým řádem (např. antikva²³, grotesk²⁴, egyptienka aj.),
- **řez písma** je kresebná varianta základního typu písma. **Souhrn písem téhož typu ve všech řezech je označován pojmem rodina písma.** Ta zahrnuje kromě **základního písma** i jeho **kresebné** a **vyznačovací verze**. Kresebné verze písma se od sebe liší jak proporcemi, tak i duktem kresby písmových znaků,
- **velikost písma**, kde se rozlišuje **písmo velké (verzálky, majuskule)** a **malé (minusky, minuskule)**. Poměr mezi verzálkami a minuskami bývá obvykle 3:2 až 5:3,
- **výška (rozměr) písma** je definována jako výška písmových znaků na kuželce písma (ON 88 0111). Udává se buď v jednotkách typografické měrné soustavy (též Didotova soustava), nebo nověji v metrické míře přímo. Základní jednotkou Didotovy soustavy (od roku 1775) je tzv. **typografický bod**, jehož velikost je 0,376 065 mm při teplotě písmového kovu 20 °C. Tato jednotka se označuje buď písmenem „b“ nebo tečkou v horním indexu, např. 8b nebo 8[.]. Na jeden metr připadá 2660 typografických bodů. V typografických bodech se vyjadřuje velikost stupňů písma, mezislovní a meziřádkové mezery apod. Větší typografickou jednotkou je **cicero** (1 cic = 12b = 4,513 mm). V cicerech se určují větší typografické rozměry jako např. šířka nebo délka sloupce sazby aj. Výšku písma lze uvádět i v anglo-americkém systému, kdy 1 point (1 pt) = 0,351 mm = 0,935b = 0,0138 inchů, dále v palcovém systému a samozřejmě i v metrické míře (uvádí se na

²³ **Antikva**, je výrazně stínované (patkové) serifové písmo, které se užívá při interpretaci fyzikogeografických prvků. Toto tiskací písmo bylo v minulosti označováno jako latinské, v protikladu k německému novogotickému písmu tzv. fraktuře.

²⁴ **Grotesk** ("písmo hůlkové"), je jednoduché nestínované bezserifové (bezpatkové) technické písmo (dříve zvané grotesky) v provedení stojatém nebo šikmém, tedy písmo složené pouze z přímkou a oblouků, které se používá při interpretaci socioekonomických prvků. Tento typ písma patří k nejčastěji užívaným typům v kartografii. Do stejné skupiny písem patří často užívaný Venus a Univers, velmi rozšířená je i Helvetica.

Pozn.: Serif (dříve "patka") je příčné zakončení tahu písmene. Vyskytuje se rovněž u svislého zakončení oblých tahů některých písmen jako např. "C", "S" aj. (tzv. svislý serif)

tisíciny mm). Písmo na mapách (minusky) by nemělo být menší než 0,5 mm,

Jednotlivé výšky písma mají své názvy. Jako základní velikost běžně čitelného textu se uvádí velikost 8b (běžné novinové písmo), 9b (časopisy), resp. 9 – 12 (knihy). Některé z nich jsou jako příklad uvedeny v Tabulka 7-5.

Tabulka 7-5 Vybrané výšky písma a jejich názvy

Počet typografických bodů	Název výšky písma	Rozměr písma v mm	Počet typografických bodů	Název výšky písma	Rozměr písma v mm
1		0,376	10	garmond	3,761
4	diamant	1,504	12	cicero	4,513
5	perl	1,880	16	tercie	6,017
6	nonpareille	2,256	20	text	7,521
7	kolonel	2,632	24	dvoucicero	9,026
8	petit	3,009	36	třícicero	13,538
9	borgis	3,385	48	čtyřcicero	18,051

Pozn.: Rozměry větší než 48b se vyjadřují pouze v cicerech

- **proporce písma** neboli vztah průměrné šířky k jeho výšce, podle něhož se může jednat o:
 - písmo úzké, jehož průměrná šířka je nejméně o jednu čtvrtinu menší než u písma normálního,
 - normální (standardní) a
 - široké, jehož průměrná šířka přesahuje šířku standardního písma alespoň o jednu třetinu. U některých druhů písma existují i verze "zvlášť úzké" a "zvlášť široké",
- **duktus písma** neboli výraznost kresby písma, která je dána tloušťkou tahů písmen v poměru k jejich výšce. Podle duktu pak rozlišujeme:
 - písmo jemné,
 - písmo normální,
 - písmo polotučné,
 - písmo tučné a
 - písmo konturové (dříve "písmo duté") má zvláštní postavení. Jeho obraz je vykreslen pouze v obrysu. Je na mapách dobře čitelné a nepřetěžuje jejich grafický obsah. Používá se pro popis moří a oceánů,
- **sklon písmen,**
- **prostrkávání písma** (prokládání písma mezerami ve funkci vyznačovacího písma) a **prokládání řádků** úprava mezirádkových mezer),
- **barva písmen,**
- **podtrhávání písmen.**

7.2.3.2 Klasifikace písem

Písmo se třídí (www.typo.cz) např. podle mezinárodní organizace ATypI, která vychází z časové posloupnosti vzniku tiskových písem. Na jeho základě jsou pak vytvářeny specifické národní klasifikace.

7.2.3.2.1 *Upravená klasifikace ATypI*

Upravená klasifikace ATypI s typickými písmi obsahuje následující kategorie:

- **Renesanční antikva** (Horley, Cloister, Centaur, Bembo, Poliphilus, Garamond, Plantin, Caslon, Figural, Praha, Menhart antikva, Perpetua),
- **Barokní antikva** (Baskerville, Fournier, Times New Roman),
- **Klasicistní antikva** (Didot, Bodoni, Walbaum, Teimerova antikva, Century),
- **Tučná antikva** (Falstaff, Normande, Liliom),
- **Egyptienka** (Beton, Memphis, Rockwell a podskupiny clarendon - Egizio, Volta, Neutra, Public a italienka - Figaro, Pro Arte, Playbill),
- **Bezpatková písma** (Vega, Maršův grotesk, Sondergrotesk, Pražské kamenné, Orion, Univers, Helvetica, Futura, Gill Sans, Cantoria, Optima aj.)
- **Skripty** (Česká unciála, Post antikva, Arabela, Ariston, Flott, Diskus, Palace script aj. – všechny, s výjimkou italiky, které nesou stopy psaného původu),
- **Zdobená** (Fournier-le-jeune, Empiriana světlá, Memphis Luna, Monument, Prisma, Futura Black, Gill Sans Shadow, Herold, Cooper Black, Manuskript),
- **Lomená** (jednotlivé podskupiny - textura, rotunda, švabach, fraktura, civilité a široké gotické písmo - se liší především mírou důslednosti, s jakou jsou lomeny tahy minusek),
- **Nelatinková písma** (slovanská písma - graždanka, bulharské, srbské, řecké písmo, písma orientální a exotická apod.).

7.2.3.2.2 *Československá klasifikace Jana Solpery*

Zařazení písma do Československé klasifikace Jana Solpery (dříve ČSN) je vyjádřeno čtyřmístným číselným kódem. První číslo označuje hlavní klasifikační skupinu, druhé číslo označuje variantu 1 – 4 základního principu, třetí číslo klasifikuje vyznačovací nakloněný řez (kurzívu ve třech variantách (dynamická, přechodová a statická), a čtvrté číslo s rozsahem 1—6 označuje zdobené verze.

Hlavní klasifikační skupiny tvoří:

1. **Dynamická antikva** (Mezi běžnější varianty patří např. dynamická antikva benátská (Centaur, Menhartova antikva, Jenson, Roman), dynamická antikva renesanční, např. Garamond, ITC Garamond, Bembo, Goudy, Palatino, ITC Galliard, Figural a dynamická antikva

pozdně renesanční. Písma této varianty (např. Times, Tempora, Caslon, Plantin) jsou výborně čitelná a v sazbě mají univerzální použití.).

2. **Přechodová antikva** (např. Baskerville, ITC New Baskerville, Bookman, ITC Century, Fournier, Menhartova romana, Kolektiv, Týfova antikva).
3. **Statická antikva** (Mezi běžnější varianty patří např. statická antikva didotovská - Bodoni, Walbaum, ITC Fenice, ITC Zapf Book, Teimerova antikva a statická antikva anglická - Century Schoolbook, Modern, Monotype Modern, Normandia.).
4. **Lineární písmo serifové** Zahrnuje písma vycházející z egyptienek. Patří sem lineární písmo serifové (clarendon), např. Clarendon, Impressum, ITC American Typewriter, Egyptienne F, Public, lineární serifové písmo s trojúhelníkovými serify, např. Latin, Wide Latin, ITC Barcelona, které vzniklo v 19. století jako písmo titulkové a lineární serifové písmo s rovnými serify (egyptienka), které vzniklo jako písmo akcidenční na počátku 19. stol. např. Beton, Serifa, Glypha a Rockwell Některé novodobé modifikace egyptienky se uplatňují i jako novinová a časopisová písma.).
5. **Lineární bezserifové statické písmo** (Nejužívanějšími variantami jsou lineární bezserifové statické písmo, grotesk, jako např. Gothic, Akzidenz Grotesk, Slavia Grotesk a lineární bezserifové statické písmo, neogrotesk, např. Univers, Helvetica, ITC Franklin Gothic.)
6. **Lineární bezserifové konstruované písmo** (Monolineární písma jsou koncipovaná do geometrického tvaru nebo se z něj odvozují. Používají se především varianty lineární bezserifové písmo odvozené ze čtyřúhelníku, např. Eurostile, lineární bezserifové písmo odvozené z kruhu, např. ITC Avant Garde Gothic, Futura, Kabel, Bauhaus a lineární bezserifové písmo odvozené z jiného geometrického útvaru, např. Barend.).
7. **Lineární bezserifové dynamické písmo** (lineární bezserifové dynamické písmo se svíslou osou, např. Antique Olive, Frutiger a lineární bezserifové dynamické písmo s nakloněnou osou, např. Gill, Syntax, Maršův grotesk).
8. **Lineární antikva** (Užívá se lineární antikva s jemnými serify, např. Copperplate Gothic, ITC Élan, ITC Symbol, Insignia, lineární antikva se skrytými serify, např. Friz Quadrata, Icone, Albertus, Marsia a lineární antikva s rozšířenými koncovými tahy, např. Optima, Pascal, ITC Ecas.).
9. **Kaligrafická písma.**
10. **Volně psaná písma.**
11. **Písma lomená.**

Tabulka 7-6 Příklady vybraných typů písma

Typ písma	Příklad
Arial	XYZabcdefghijklmn
Algerian	XYZABCDEFGHIJKLMN

Cellestar	XYZABCDEFGHJKLMN
Erodway	XYZabcdefghijklmnopghijklmn
CommercialScript BT	<i>XYZabcdefghijklmnopghijklmn</i>
Courier New	XYZabcdefghijklmnopghijklmn
<i>ItalicC</i>	<i>XYZabcdefghijklmnopghijklmn</i>
Wide Latin	XYZabcdefghijklmnopghijklmn
Swis721 BlkOul BT	XYZabcdefghijklmnopghijklmn
Gill Sans MT	XYZabcdefghijklmnopghijklmn

Kaligrafická písma a volně psaná písma skupin 9—10 nejsou určena pro sazbu rozsáhlého knižního textu a lomená písma (skupina 11) se využívají zřídka.

Klasifikací písem je obecně celá řada. S rozvojem počítačových písem v posledním desetiletí 20. století vyvstala potřeba aktualizované klasifikace, která by zahrnula i nejnovější počítačové experimentální řezy. Jednou z nich je klasifikace **FontFont** distribuční firmy FontFont (<https://www.fontfont.com/>), kterou založili v roce 1990 Neville Brody a Erik Spiekermann. Nyní je v její nabídce cca 800 rodin písem. Obdobných firem funguje ve světě, ale i v ČR celá řada (např. Darden Studio - <http://www.dardenstudio.com/>, ParaType - <http://www.paratype.com/>, Storm Type Foundry - <http://www.pismolijna.cz/aj.>).

7.2.3.3 Braillovo písmo

Braillovo slepecké písmo je speciální druh písma (resp. systém psaní), určený pro nevidomé a slabozraké. Funguje na principu plastických bodů vyražených do papíru, které čtenář vnímá hmatem. Rozměry písmen zhruba odpovídají rozměrům ukazováků, kterými se čte. Na stránku formátu A4 může být zaznamenáno 800 – 900 znaků. V běžné praxi převládá šestibodová varianta Braillova písma, kde je každý znak tvořen mřížkou šesti bodů uspořádaných do obdélníku 2 x 3. Na každém z těchto šesti míst buď bod (tj. vyvýšené místo) je, nebo není. Pro specializované účely vznikla rozšířená osmibodová varianta, čímž se počet přímo použitelných symbolů zvýšil ze 64 na 255.

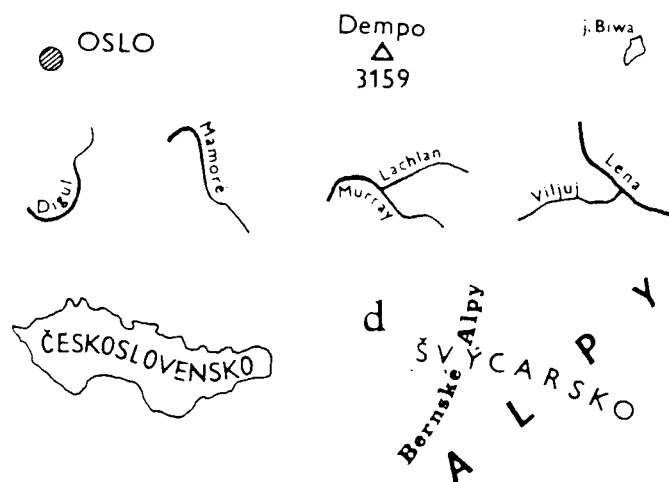
Při popisu map Braillovým písmem se musí kartograf smířit s celou řadou omezení. Nemůže např. volit různé druhy písem, ani písmo vyznačovací (např. kurzívu), a pro každé písmeno a text musí vymezit plochu a volit způsob psaní v souladu s pravidly Braillova kódu.

Braillovo písmo tak zabírá v mapovém poli mnohem větší prostor, než je u popisu zvykem. Proto se používá méně popisu v plné formě. V mapovém poli se častěji používá zkratek, které se vysvětlují mimo mapové pole, např. na okraji mapy. Vzhledem k problémům s orientací čtenářů se volí popis pouze ve směru horizontálním (zleva doprava), ve vertikální a diagonální poloze jen výjimečně. Popisy po křivce (vodní toky apod.) se nepoužívají vůbec, stejně jako křížení textů.

7.2.3.4 Umístování popisu

Umístování názvů musí dbát logických a estetických hledisek a nesmí pokud možno rušit kresbu. Vzájemná návaznost kresby a popisů musí být zcela

jednoznačná. Situování popisu, který má povahu geografického názvosloví, by mělo přispět k vytváření představy o zemském povrchu. Názvy sídel se umisťují zpravidla vodorovně, resp. u map malých měřítek ve směru zemských rovnoběžek (s výjimkou osových objektů) a u bodových objektů vpravo, pakliže to z grafického hlediska již není možné, pak se s ohledem na bodový znak umisťují v tomto sledu - vlevo, dole, resp. nahoře. Názvy horských systémů sledují myšlenou osu popisovaného horského pásma, přičemž jednotlivá písmena prokládáme mezerami. Obdobně postupujeme u názvů států a jejich částí, oceánů, moří a jiných rozsáhlých geografických objektů. U vodních ploch a vodních toků umisťujeme jejich názvy ve směru jejich delší osy, resp. ve směru proudění vody.



Obr. 7-66 Umisťování popisu

Do popisu se řadí i obecná označení a číselné údaje. Obecná označení vyjadřují kvalitu prvku a často se uvádějí pomocí zkratk (nádr. = nádraží). Číselné údaje upřesňují kvantitativní veličiny (kilometráž dopravních spojů, výšku porostů, výškové kóty bodů a vrstevnic aj.). Tyto doplňující textové údaje jsou však součástí mapových znaků a jejich umístění, velikost i druh písma je dáno znakovým klíčem.

Proces správného umístění popisu do mapy patří mezi nejnáročnější úkoly kartografie. Jestliže má být tento úkol proveden automaticky, je jeho náročnost ještě zvýšena. Výslednému vzhledu a pozici popisu na mapě předchází několik kroků zahrnujících identifikaci prvků vhodných k popisu, určení zdrojových databází pro popis těchto prvků, volba a určení parametrů písma a definování pravidel jejich zobrazování. Proces umístění popisu do mapy by měl být, tak jak celý proces vzniku mapy, podřízen účelu, pro který mapa vzniká, aby co nejlépe splnil požadavky budoucích uživatelů.

V souvislosti s rozvojem digitální kartografie se objevila řada algoritmů, řešících, s větším či menším úspěchem, automatické umisťování popisu do mapového pole. Mezi úspěšnější patří algoritmy pro automatické umisťování názvů ulic a názvů hran grafů. Rozsáhlý zdroj dokumentující vývoj v oblasti prací zabývajících se umisťováním popisu představuje „*The Map Labeling Bibliography*“ založená A. Wolfem (Univerzita Karlsruhe). Knihovna obsahuje řadu publikací, které se věnují umisťování popisu na mapách. Většina automaticky umisťovaných popisů dnes stále ještě potřebuje asistenci lidského

faktoru k eliminaci chyb. Tato asistence však není možná v oblastech lidské činnosti, kdy jsou mapy vytvářeny v krátkém časovém úseku a poskytovány on-line (kontextové mapy).

Velmi významnou roli hraje popis mapového listu vně sekčního rámu (vysvětlivky, mimorámové údaje, mapové rejstříky aj.). Rozsáhlejší doprovodné textové části mapy, ať na její lícové či rubové straně, se po grafické stránce zpracovávají jako knižní texty. Obvykle se pro ně volí jednoduchá, dobře čitelná písma. Problematické bývá někdy umístění textem potištěné části papíru na celé ploše stránky, resp. mapy, (volba zrcadla stránky aj.). Protože má písmo na okraji mapy převážně informační, a nikoliv lokalizační, funkci budeme se tomuto aspektu popisu věnovat v jiném modulu v rámci předmětu Kartografie II.

Součástí atlasů jsou obvykle abecední názvoslovné rejstříky s uvedením původních názvů, českého překladu, výslovnosti, označení mapového listu a pole orientační sítě, ve kterém geografický objekt leží.

7.2.3.5 Obsahová stránka popisu

Souhrn všech vlastních jmen kontinentů, státních území, sídel, vodstva, horstev a dalších fyzicko-geografických a socioekonomických celků i jejich částí označujeme jako **geografické názvosloví**. To může být buď historické, nebo současné. Člení se na:

- názvy sídelních objektů (města, vesnice, osady aj.),
- názvy nesídelních objektů (území, vodní objekty, orografické útvary aj. včetně objektů člověkem vytvořených)

Psaní názvů na mapách se řídí pravidly jazyka, do něhož patří a pravidly mezinárodní standardizace. Část jazykovědy, která se zabývá vlastními jmény, se nazývá onomastika. Toponomastika, je část onomastiky, která se zabývá topografickými (geografickými) názvy. V rámci toponomastiky se rozlišují **geografická jména (geonyma, toponyma)**, která zahrnují všechny geografické názvy pro neživé přírodní, ale i člověkem vytvořené nebo vyvolané, objekty, resp. jevy, které v krajině trvale existují. Toponymum (geonymum) je základní jednotkou geografického názvosloví. Podle druhu objektu, který pojmenovávají, je můžeme rozdělit např. na:

1. **choronyma**, tj. geografická jména velkých geografických celků (ostrovy, světadíly, státy a velké správní jednotky aj.),
2. **oikonyma (místní jména)**, tj. geografické objekty vytvořené člověkem a mající vztah k bydlení (sídlá, ulice, hrady aj.),
3. **anoikonyma (pomístní jména)**, tj. neživé objekty vytvořené přírodou nebo člověkem, nemající bezprostřední vztah k bydlení, která se dále dělí na oronyma (názvy útvarů vertikální členitosti zemského povrchu, např. hory, pohoří, průsmyky aj., nebo mořského dna, např. příkopy, prohlubně aj.), hydronyma (názvy řek aj.), traťová jména (označení lesních honů, pastvin aj.).

Kromě výše uvedené klasifikace je možné jejich dělení na domácí (endonyma) a cizí vžitá (exonyma).

V interpretační metodice popisu (nejčastěji geografického názvosloví) je nutné zvážit a respektovat jednak jejich individuální umístění, jednak formu místopisných doplňků. Pod formou popisných prvků se rozumí jejich vzhled a jazykový tvar či přetvoření slovní podoby z oblasti jiného jazyka nebo písma.

Názvosloví je odrazem prostředí, v němž žijeme. Mění se velice pomalu, ale přesto. Popisy na mapách pak mohou splnit svůj účel teprve tehdy, jsou-li autentické a jazykově správné. Zajištění těchto požadavků není jednoduché ani u názvů z vlastního území, natož pak z území cizích.

Standardizaci geografického názvosloví se věnuje velká pozornost. Prakticky v každém státě (jazykové oblasti) jsou zřízené názvoslovné komise, které jsou poradními orgány státní instituce, která má pravomoc standardizovat geografické názvy v rámci své jazykové a územní působnosti. V celosvětovém měřítku je tato činnost koordinována **Ekonomickou a sociální radou OSN**, která svolává konference OSN o standardizaci geografického názvosloví. Mimo ni vyvíjí systematickou činnost i **Skupiny expertů OSN pro geografické názvosloví a lingvistické regionální skupiny OSN**. Závazné normy pro národní kartografické služby vzešly z konferencí v Ženevě (1967) a v Aténách (1977). Cílem standardizace (národní i mezinárodní) je dosažení stavu, při kterém pro každý geografický objekt zobrazený na mapě existuje jediný název a v latinkovém písmu i jeho jediná psaná podoba.

Geografické názvy z území ČR shromažďuje Názvoslovná komise (NK) řízená ČÚZK, která je standardizuje a vydává formou Názvoslovných seznamů (lexikonů), jež jsou závazné v působnosti resortu geodézie a doporučené mimo něj (na Slovensku Názvoslovná komisia Úradu geodézie, kartografie a katastra SR). Pomístní názvosloví vyšetřují orgány civilní zeměměřické služby. Při katastrálních úřadech působí Okresní názvoslovné sbory, které provádějí sběr pomístních názvů.

7.2.3.6 Jazyková stránka popisu

Jazyková stránka popisu je důležitá především při popisu objektů cizích státních území, na nichž zdomácněla především azbuka, arabské písmo, čínské obrázkové písmo apod. K přetvoření slovního popisu lze využít tyto možnosti:

- a) **oficiální znění**, které představuje úřední verze uplatňované konkrétním státem. Tato možnost je však akceptovatelná pouze u států, které využívají stejného typu písma (např. latinky),
- b) **fonetické znění (transkripce)**, které představuje fonetický převod ideografických písem (Čína, Japonsko) do latinkové podoby podle mezinárodně schválených normativů (např. systém piyin pro čínské názvy) a které je v podstatě budované na principu "piš, jak slyšíš". Podává skutečné znění názvů v jazyce zobrazovaného území (např. Jírušalaim, Iskandárija),
- c) **přepis (transliterace)** podle oficiálních přepisových tabulek různých písem a jazyků do latinky (např. ruské azbuky, řecké alfabety, arabské abecedy aj.). Při transliteraci se nesleduje přísně původní výslovnost, výsledek zpětného převodu do původního jazyka však musí být zcela autentický,
- d) **vžitá názvy (exonyma)**, kterými jsou názvy běžně užívané (zdomácnělé) v jazyce autora kartografického díla, jež jsou ve tvaru často značně odlišném

od cizojazyčného znění. Jsou trvalou součástí živého jazyka, tzn., že se podřizují všem patřičným gramatickým pravidlům. Po jazykové stránce rozlišujeme exonyma, která:

- nemají oporu v původním jazyce a jsou od něj zcela odlišná (např. Rakousko místo Österreich, Německo místo Deutschland),
- vycházejí z původní cizojazyčné podoby, ale značně je přizpůsobují domácímu tvarosloví a hláskosloví (např. Benátky místo Venezia),
- ponechávají beze změny původní cizojazyčný základ, ale přidávají k němu tvaroslovnou koncovku (Sofie místo Sofija),
- vznikla pouhým fonetickým přepisem (např. Varšava místo Warszawa),
- vznikla úplným nebo i částečným překladem do jazyka autora kartografického díla (např. Bělehrad místo Beograd, Skalnaté hory místo Rocky Mountains, Ohňová země místo Terra Fuego aj.).

Na mapách se výše uvedené způsoby kombinují především s ohledem na určení mapy.

Jména států a jejich územních částí lze uvádět pouze odborně stanovená a standardizovaná v souladu se stanovisky jednotlivých států k pojmenování a vnitropolitickému rozčlenění jejich území. Pro kartografickou tvorbu je v tomto smyslu závaznou předlohou seznam *Jména států a jejich územních částí*, vydaný Návoslovnou komisí.

Názvy sídel uvádíme zásadně v oficiální podobě, resp. v podobě docílené transkripce nebo transliterací. Vžitě názvy uvádíme pouze jako tzv. **dublety**, tj. menším typem písma a pod originální název.

Vodstvo a horopis se většinou uvádí v podobě vžitých názvů. Vodní toky uvádíme obdobně jako sídla v oficiálním znění, transkripce, resp. transliterací. Protékají-li více státy, umístí se příslušný oficiální název vždy na území příslušného státu (např. Dunaj - v Německu Donau, na Slovensku Dunaj, v Maďarsku Duna atd.).

Zůstane-li topografický, resp. tematický obsah mapy zachován, ale dojde k překladu, či převedení názvů a doprovodných textů mapy do jiného jazyka, pak hovoříme o **mutaci mapy** (jazyková mutace). Obdobně lze hovořit o mutaci v případech, kdy se na nové mapě použije ve srovnání s výchozí mapou jiná legenda, nebo jiné vyjadřovací metody a prostředky.

7.2.4 Barevné řešení map

Výběr barev pro mapu v jakékoliv prezentaci (klasická mapa, prezentace mapy na monitoru počítače aj.) je velice důležitý. Může totiž ovlivnit vnímání a přijetí nebo odmítnutí kartografického produktu jeho uživateli. Použití barev na mapě představuje jistou formu sdělení nebo informace, kterou chce autor mapy předat jejímu čtenáři bez pomoci použití slov. Používáním nevhodných barev či jejich kombinací můžeme jinak kvalitní mapu znehodnotit a naopak správná volba barev nebo jejich kombinace dokáže podstatně zvýšit úroveň mapy, především její čitelnost a srozumitelnost. Při laickém rozhodování o kvalitě kartografického produktu se téměř z poloviny uplatňuje právě vizuální stránka mapy, a z ní především vnímání barev.

O vnímání barev pojednává psychologie barev, jejímž hlavním představitelem a zakladatelem je německý psycholog Max Luscher.

Základním zákonem v oblasti vnímání barev je vzrušivost jasných barev a naopak uklidňující dojem, kterým působí pastelové tóny barev. Barvy působí na podvědomí člověka, ovlivňují jeho chování, city i nálady. Člověk upřednostňuje barvy v závislosti na kulturním prostředí, národnosti, náboženství, věku, politické nebo sociální příslušnosti. Připomeňme např. jen rozdílný význam bílé barvy pro Evropana (radost, čistota, sňatek) a obyvatele Dálného Východu (smutek, vážnost).

Působení barev na člověka závisí na mnoha okolnostech a podmínkách. Mezi hlavní patří spektrální složení (tón) dopadajícího světla a úhel jeho dopadu, směr pohledu pozorovatele, vlastnosti povrchu a zdravotní kondice pozorovatele, např. kvalita zraku. Vnímání barev má ale i genderové hledisko, které je založeno pravděpodobně již v rozdílné genetické výbavě obou pohlaví. Muži obvykle upřednostňují barvu oranžovou před žlutou a modrou před červenou, ženy naopak červenou a žlutou barvu. Žena má více druhů čípků než muž, a proto rozeznává více barevných odstínů, které také na rozdíl od muže umí i efektivněji pojmenovat (barva olivová, kaštanová, starorůžová aj.). Obecně lze říci, že o tom jak vnímáme barvu, nerozhoduje barva samotná, ale nejrůznější fyzikální, fyziologické a psychologické aspekty. Vnímání barev je velmi subjektivní proces podléhající náladám. Samostatnou skupinu uživatelů map pak tvoří lidé, jejichž schopnost vnímání barev je omezena nebo zcela potřena (tzv. barvoslepost).

Každá barva má obvykle dlouhou tradici (pro evropsko-americkou kulturní oblast) prisouzenou asociativitu a míru vzrušivosti. Červená barva je velmi kontroverzní pro široké spektrum významů, ale všechny jsou spojeny s teplem, agresivitou, výjimečností, pozitivními ekonomickými jevy apod. Barva sama se tak pro svou vzrušivost používá pro zdůraznění některých informací a z tohoto důvodu není vhodná jako pozadí. Modrá barva má naopak uklidňující účinek a je jednoznačně spojována s vodou, chladem, zápornými ekonomickými jevy apod. Vysoce uklidňujícím dojmem působí i zelená barva, která je obvykle využívána pro prezentaci přírodních jevů, stabilitu apod. U žluté barvy závisí její efekt (poutavost) na okolních barvách a barvě pozadí. Černá barva může symbolizovat smrt, neštěstí, zvýraznění, negaci apod. Stejně jako bílá a šedá působí neutrálně a v případě barevné stupnice často černá, šedá nebo bílá reprezentují plochy (linie, body) s chybějícími daty. Na druhou stranu však černá barva (zvláště velké plochy) má vysokou poutavost, působí elegantně a profesionálně. Obdobné vazby bychom jistě našli i pro jiné barvy.

Barva plní v kartografických dílech dvě základní funkce. V prvním případě je barva součástí kartografických znaků a je tudíž nositelem určité kvalitativní nebo kvantitativní informace a v druhém případě plní estetickou funkci.

Některé barvy jsou přímo vázané na konkrétní symboly (bodové znaky), přičemž vazba symbol - barva má konkrétní, ustálený význam (asociativita v barvě). Jistě si uživatelé map budou vědět rady se čtením významu křížů, které se budou lišit jen barevně (černý - kostel, márnice, červený - zdravotnictví, zelený - lékárna, modrý - veterinární lékař, žlutý - hygienická stanice).

Rozeznáváme dva základní druhy vizualizovaných jevů (a tedy i typy barevných stupnic):

- kvalitativní
- kvantitativní, a to
 - sekvenční (konvergentní) - hodnoty se pohybují od počátku (nuly) pouze jedním směrem, např. nezaměstnanost v okresech,
 - divergentní (obecně hovoříme o tzv. polárních neboli dvoukoncových datech, např. poklesy a vzestupy teplot vzduchu.

Kvalitu znázorňujeme pomocí tónu barvy (podobné jevy musí znázorňovat podobné tóny barev) a kvantitu pomocí zřetelné změny jasu a sytosti barvy.

Barevné tóny volíme podle souvislosti barvy a vyjadřovaného jevu - asociativita v barvě (např. vodstvo – modrá, lesní porosty – zelená apod.) nebo podle barevného kontrastu (barvy volíme z různých částí spektra, aby se od sebe daly jednotlivé skupiny dat rozlišit. Nechceme-li jednu nebo více skupin dat zvýraznit, volíme stejnou sytost a stejný jas použitých barevných tónů, přičemž je nutné brát v úvahu kontrast barvy a pozadí – např. červená, zelená nebo modrá je na bílém pozadí mnohem výraznější než žlutá, u které se v tomto případě musí použít větší sytost. Syté a kontrastní barevné tóny volíme v některých speciálních druzích map (např. mapy geologické, pedologické, klimatologické, meteorologické, vegetační apod.). Pro mapy životního prostředí (environmentální mapy) se často používá stupnice vycházející z barev semaforu - červená (nebezpečí, poškození, varování), žlutá nebo oranžová (možnost ohrožení) a zelená (zdravá vegetace a prostředí).

V kvantitativních stupnicích se výběr barvy řídí vkusem autora nebo používanými (standardizovanými) barevnými stupnicemi. Nejjednodušší barevnou škálou pro sekvenční jevy je přechod mezi bílou a libovolnou jinou barvou. V případě, že data mají větší rozpětí, nebo pro divergentní jevy, můžeme zvolit stupnici zakreslenou pomocí přechodů dvou či více barev (např. žlutá - zelená - modrá, nebo žlutá - oranžová - červená, nebo žlutá - hnědá - černá aj.).

Příkladem klasické barevné sekvenční stupnice je hypsometrická stupnice. Přes své hojné užívání nebyla nikdy standardizována, a proto existuje řada jejích modifikací. Pro některé uživatele však může být tato stupnice zavádějící. Bílá barva v ní užitá může znázorňovat nejvyšší partie hor a zároveň u některých uživatelů evokovat sněh. Zasněžené oblasti ale neleží vždy ve vysokých nadmořských výškách (polární oblasti leží často v nížinách). Obdobně zelená barva, kterou bývají zakresleny nížiny, většinou u uživatelů map vyvolá představu lesů a pastvin.

Podle způsobu rozšiřování od nulového bodu rozlišujeme stupnice divergentní symetrické a divergentní asymetrické. Divergentní jevy bývají vizualizovány většinou pomocí dvou stupnic, které jsou vytvořeny dvěma barvami – velice častá je kombinace červená-modrá s různými sytostmi (postupně tlumenými barvami), přičemž sytost roste na obě strany od nulového bodu. Červená barva symbolizuje přírůstky, zisky, teplo apod., modrá barva naopak ztráty, úbytky, poklesy, chlad apod. Okolí počátečního bodu bývá zobrazeno bílou barvou.

Tato barva není úplně nejvhodnější, protože často reprezentuje nezjištěná data, v některých případech se používá barva černá nebo barva pozadí. Vhodné je také použití jiné méně výrazné barvy, například žluté (používá se u stupnic s pokrytím celého barevného spektra) nebo šedé.

Samostatnou skupinu využití barev v mapě tvoří binární jevy (typ ano - ne, nula - jednička), pro které lze využít jak kontrastních barev (černá - bílá, modrá - červená), tak sytostních skoků jedné barvy.

Při tvorbě map jsou využívány jak chromatické, tak achromatické barvy. Pro vykryvání ploch se používá rastrů.

Na topografických mapách jsou obvykle základními barvami:

- černá (mapové rámy, rámové a mimorámové údaje, polohopis a popis),
- modrá (vodstvo a jeho popis),
- oranžová (vrstevnice a jejich kóty, výplň cest a bloků sídlišť),
- zelená (lesy a vegetace).

Na tematických mapách a na mapách ke komerčnímu určení pro širokou veřejnost, ale nejen na nich, jsou zpravidla základními barvami barvy stabilizovaného čtyřbarvotisku, tj. doplňkové barvy viditelného pásma slunečního spektra, a to barva azurová (cyan - C), purpurová (magenta - M), žlutá (yellow - Y) a barva černá (black - K), tedy **barevný model CMYK**, založený na subtraktivním míchání barev na bílý podklad. Z jiných barevných modelů lze použít **model RGB**, který je založen na aditivním míchání základních barev viditelného pásma slunečního spektra, a to červené (red - R), zelené (green - G) a modré (Blue - B), nebo model HSB (resp. HSV, HLS), tj. systém kombinace tří parametrů barvy, a to tónu (Hue - H), sytosti (saturation - S) a jasů, čistoty barvy (brightness - B), resp. v alternaci jas barvy (lightness - L) či světelná vyváženost (Value - V). Uvedené barevné modely jsou vzájemně převoditelné, i když ne vždy přesně.

Barevný vzhled mapy a užitý barevný model je závislý na tom, zda je či není příslušné mapové dílo součástí určité standardizované řady (státní mapové dílo, ediční řada apod.). Je-li tomu tak, pak je jeho barevný vzhled dán příslušnou „normou“, jestli tomu tak není, pak jeho konečnou podobu určuje estetický názor kartolitografa, technického či grafického (uměleckého) redaktora, či zodpovědného nebo hlavního redaktora a prověřuje praxe, především úspěch na trhu.

Při využívání barev na mapách dochází velmi často k jejich chybnému nasazení. Chyby mohou být neúmyslné (způsobené např. z neznalosti principu asociativity v barvě aj.), ale i úmyslné (souvisí např. s propagandou, ideologií, reklamou zboží apod.). Příkladem klasických chyb, které mohou být obojí povahy, je stereoskopický efekt, který způsobuje zhoršenou čitelnost barevné kombinace červená-modrá, nebo užití nevhodné kombinace barev, např. žlutého písma na bílém pozadí, purpurového písma na černém pozadí nebo modrého písma na černém pozadí. Při užití textových popisek na mapě bychom měli ctít zásadu, že písmo nemá ležet na hranici dvou výrazně kontrastních podkladů.

Četnost uvedených chyb v posledních letech velice rapidně vzrůstá především díky zdánlivě autoritativnímu podsouvání předdefinovaných tabulek barev v užívaných kreslicích programech a v komerční praxi preferováním designérského hlediska před hlediskem odborně kartografickým, které podporuje i tlak veřejnosti, preferující pestrost a barevnost před „nudnou šedí“ profesionálních map. I využití barev v kartografii podléhá módním trendům.