



**Lesnická
a dřevařská
fakulta**

**Geodézie
Přednáška**

Kartografie a kartografická zobrazení Mapy a mapová díla

Mendelova
univerzita
v Brně



Kartografie

- vědní obor i technická disciplína, která má svůj předmět zkoumání, odbornou technologii a vlastní jazyk pro popis teoretických i praktických poznatků

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)*

definice Mezinárodní kartografické asociace

- *kartografie je umění, věda a technologie tvorby map, včetně jejich studia jako vědeckých dokumentů a uměleckých prací (Multilingual Dictionary of Technical Terms in Cartography, 1973)*

národní definice (ČSN)

- *vědní obor zabývající se znázorněním zemského povrchu, nebeských těles, objektů a jevů na nich a jejich vztahů ve formě kartografického díla a dále soubor činností při zpracování a využívání map (ČSN 73 0406 Názvosloví kartografie, 1984)*

geoinformační definice

- *kartografie je proces přenosu informací v jehož středu je prostorová datová báze (Morrison. J. L.)*
- ☐ po shrnutí uvedených definic lze obecně říci:
 - kartografie je nauka zabývající se mapami, jejich dějinami, tvorbou, reprodukcí, užitím a zároveň znázorněním zakřivené části zemského povrchu do roviny mapy s co nejmenším zkreslením
- ☐ kartografie má nesčetné vazby na celou řadu vědních oborů i technických disciplín, tyto vazby jsou oboustranné:
 - geografie
 - geodézie
 - mapování
 - dálkový průzkum Země (DPZ)
 - geografické informační systémy (GIS)
- ☐ tyto obory mohou být pro kartografii zdrojem informací nebo ovlivňují zpracování a formu přenosu těchto informací

Struktura kartografie

1.klasické dělení (vymezení relativně samostatných částí)

- nauka o mapách (všeobecná kartografie) – studium map a práce s nimi, zahrnuje třídění, vlastnosti, klasifikaci, dokumentaci a historii map
- matematická kartografie – řeší způsoby zobrazení referenčních ploch Země (elipsoid, koule) do roviny mapy, vymezuje a vysvětluje vlastnosti těchto zobrazení
- kartografická tvorba – vlastní kartografická činnost, sestavování mapového obrazu (výběr prvků mapy, návrh grafického zobrazení, generalizace atd.)
- kartografická polygrafie a reprografie – soubor technických úkonů pro polygrafické zpracování mapy, tj. vytištění jejího nákladu
- kartometrie a morfometrie – samostatná součást kartografie, měření na mapě a vyhodnocení naměřených hodnot (délky, úhly, plochy, výšky), určování morfometrických charakteristik reliéfu (tvary povrchu Země)
- kartografické metody výzkumu – vědecké analýzy a vyhodnocování kartografických informací

2. podle přívlastků

- praktická kartografie (užitá, aplikovaná) – zabývá se výrobními technologiemi map (výrobní směrnice a metodické návody), náleží sem rovněž mapovací, výpočetní, zobrazovací a polygrafické práce
- teoretická kartografie – tvoří nadstavbu praktické kartografie, zabývá se obecnými a metodologickými otázkami
 - problematika generalizace
 - teorie jazyka mapy
 - analýza přesnosti kartometricky získaných veličin
 - vývoj algoritmů počítačových programů

3. další možnosti členění

- hledisko vzniku mapy – kartografie klasická a počítačová (digitální)
- podle obsahu děl – atlasová, velkoměřítková, topografická, tematická, námořní (mapy moří a oceánů), městská (plány měst, atlasy sídel), obyvatelstva (demografické mapy)
- podle vyhotovovaného díla – geodetická kartografie (státní mapová díla a resortní mapová díla) a geografická kartografie (odvozené obecněgeografické mapy)

Matematická kartografie

- řeší způsoby zobrazení referenčních ploch (koule, elipsoid) do roviny mapy, vysvětluje jejich vlastnosti a podává návod k jejich používání při tvorbě map
- ideální zobrazení Zemského povrchu je na glóbu, ale nevýhodou je velké zmenšení (přibližné měřítko 1 : 20 000 000)
- povrch referenčních těles nelze rozvinout do roviny – nelze sestrojít mapu, která je věrným nezkráceným obrazem povrchu Země

"zkreslení je deformace způsobená rozdílnou křivostí originálu a obrazu"

- aby se zkreslení neměnila nahodile, hledá matematická kartografie vhodná zobrazení
- základem každého kartografického zobrazení je zeměpisná síť – souvislá síť rovnoběžek a poledníků
- princip kartografického zobrazování spočívá v převodu této sítě z povrchu zemského do roviny nebo na plochu, která je do roviny rozvinutelná

Kartografické zobrazení

- ❑ způsob, kterým je každému bodu na referenční ploše (elipsoid, koule) přiřazen právě jeden bod na zobrazovací ploše (rovina)
- ❑ v některých případech je možno tento vztah realizovat pomocí geometrie (projekce, promítání) – zobrazení pak nazýváme perspektivním
- ❑ zobrazení je jednoznačně matematicky definováno vztahem mezi souřadnicemi bodů na obou referenčních plochách
- ❑ tomuto vztahu říkáme zobrazovací rovnice (předpis pro převod souřadnic ze Země na kartografickou plochu)

$$x = f(\varphi, \lambda) \qquad y = g(\varphi, \lambda)$$

φ, λ souřadnice na referenční ploše (elipsoid, koule)

x, y souřadnice na zobrazovací ploše (mapa)

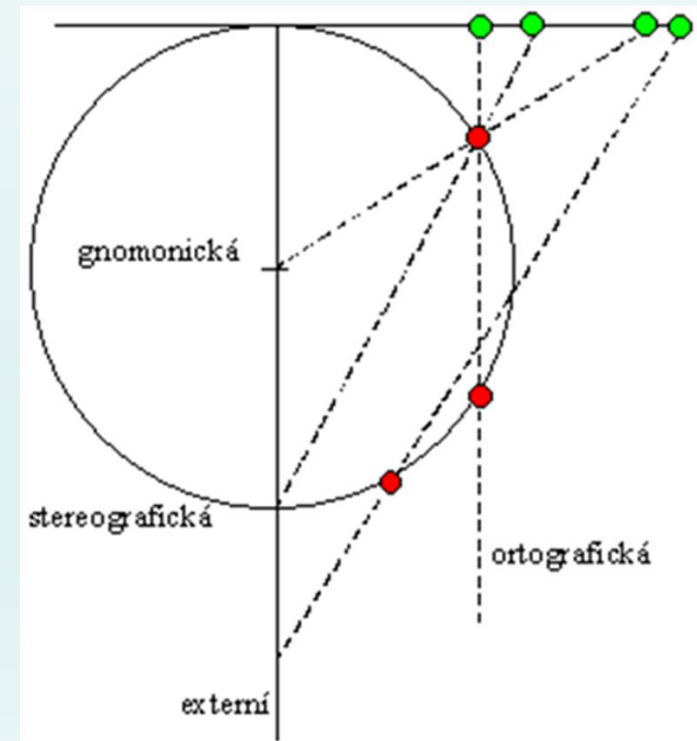
- ❑ v těchto rovnicích považujeme funkce f, g za spojité a obecně na sobě nezávislé
- ❑ podle rovnic odpovídá každému bodu v originále jeden jediný bod v obraze
- ❑ výjimku představují tzv. singulární body (póly)

Kartografická zobrazení

□ dělíme do skupin na základě těchto kritérií:

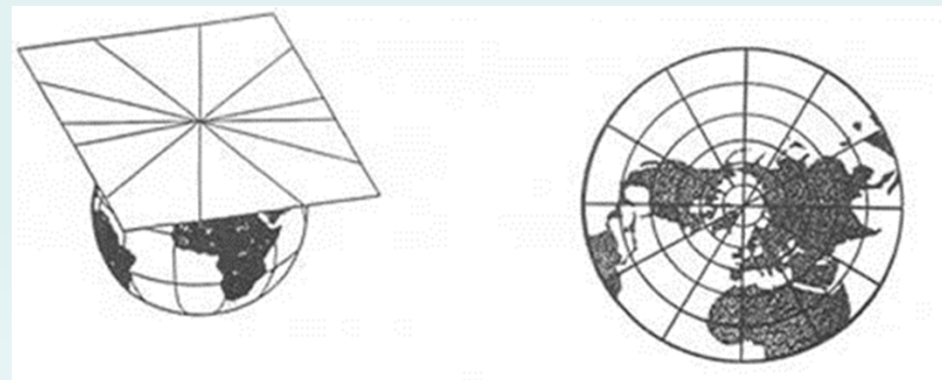
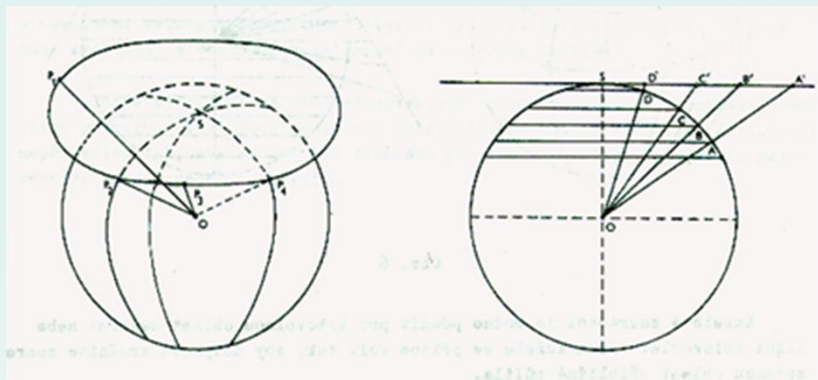
Podle cesty odvození

- **kartografické zobrazení** – odvozeno matematicky
- **kartografická projekce** – odvozeno geometrickou cestou (poměr mezi referenční a zobrazovací plochou je určen centrálním promítáním)
 - gnomonická (promítání bodů zemského povrchu ze středu Země)
 - stereografická (promítání bodů zemského povrchu z opačného pólu referenčního tělesa)
 - ortografická (střed promítání je v nekonečnu, rovnoběžné paprsky jsou kolmé na zobrazovací rovinu)
 - externí (bod promítání leží v rotační ose vně referenčního tělesa)



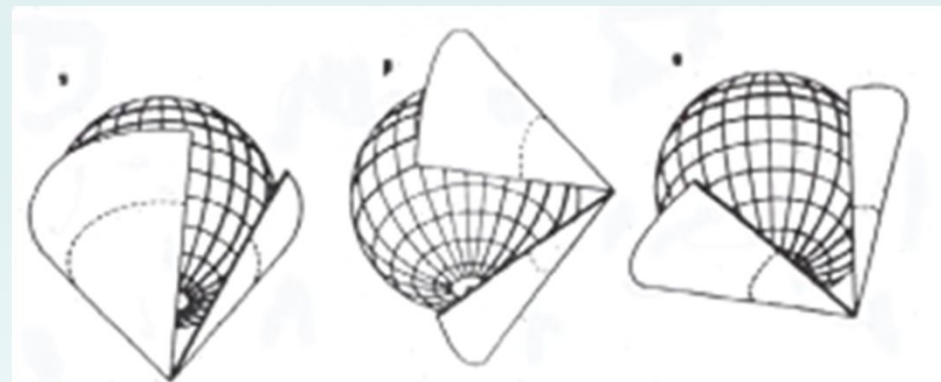
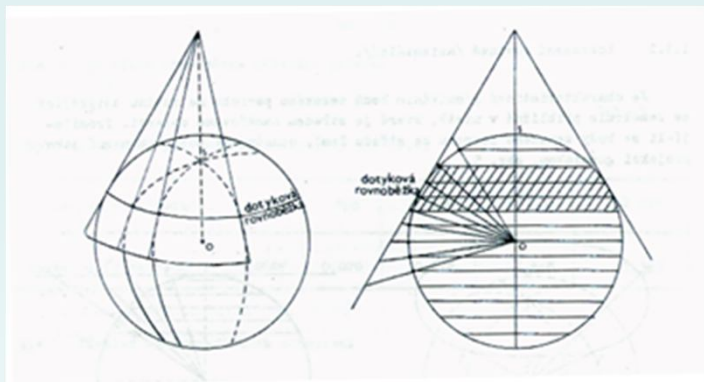
Podle zobrazovací plochy

- **jednoduchá** (pravá) – vznikají převedením referenční plochy do roviny přímo nebo prostřednictvím kužele a válce
 - Azimutální zobrazení
 - zobrazovací plocha je rovina
 - dotykový bod je středem zaměřované oblasti
 - zkreslení narůstá s rostoucí vzdáleností od dotykového bodu
 - vhodné pro zobrazení území oválných a kruhových tvarů do určité velikosti (mapa Antarktidy)
 - nejčastěji se zde setkáváme s kartografickou projekcí (průmětem)

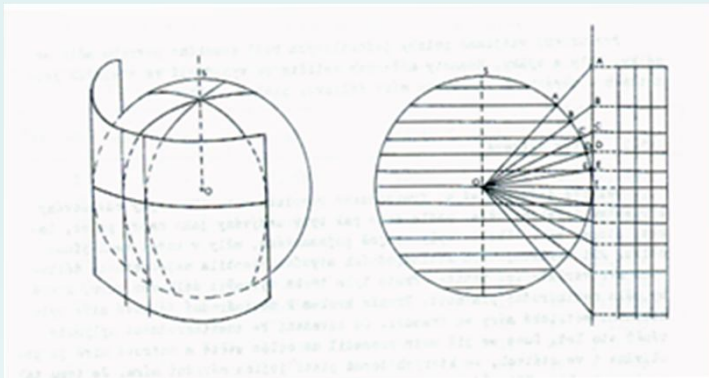


▪ Kuželová zobrazení

- zobrazovací plochou je plášť kužele, který se rozvine do roviny
- dotýká se zeměkoule podle rovnoběžky nebo jiné kružnice
- poledníky se zobrazují jako svazek paprsků se středem ve vrcholu kužele
- rovnoběžky se zobrazují jako soustředné kružnice se středem rovněž ve vrcholu kužele
- zkreslení se zvětšuje na obě strany od dotykové kružnice
- dotykové kružnice se zobrazuje nezkráceně
- výška kužele se volí tak, aby dotyková kružnice zobrazovanou oblast pŕilila
- vhodné pro zobrazení menších částí zemského povrchu s větší zeměpisnou šířkou (mapa ČR)



- Válcová zobrazení
 - zobrazovací plochou je plášť válce, který se rozvine do roviny
 - dotýká se zeměkoule podle rovnoběžky nebo jiné kružnice
 - poledníky se zobrazí jako přímky kolmé na obraz rovníku
 - rovnoběžky vytvářejí soustavu přímek rovnoběžných s rovníkem
 - všechny obrazy rovnoběžek jsou stejně dlouhé (včetně pólů)
 - stejně jako u kužele se zkreslení zvětšuje na obě strany od dotykové kružnice, která se zobrazuje nezkresleně
 - vhodné pro podlouhlá území, která jsou rozložena podél dotykové kružnice
 - není vhodné pro přehledné mapy, v tomto zobrazení jsou mapy světa

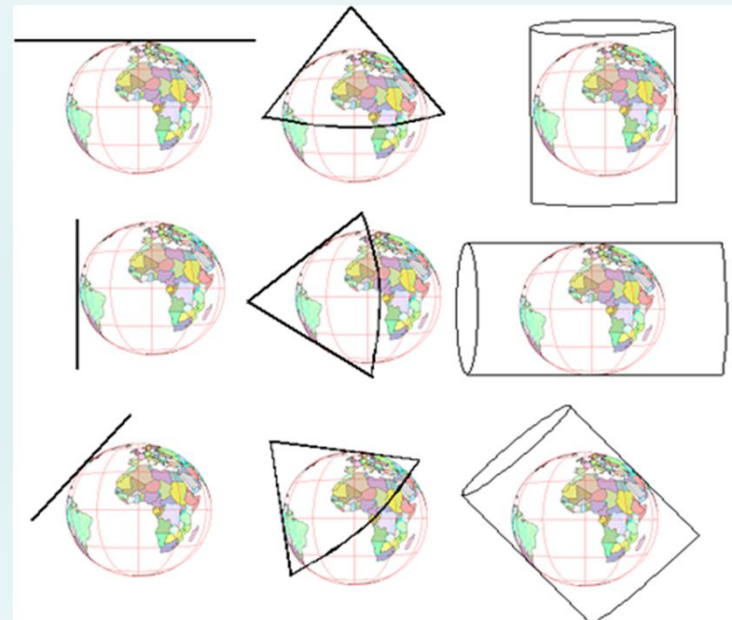


- **obecná** – konstrukce těchto zobrazení sestává z více zobrazovacích ploch (použití téměř výhradně v normální poloze)
 - Nepravá zobrazení
 - odvozena z jednoduchých zobrazení (dávají lepší výsledky)
 - dělí se na nepravá azimutální, nepravá kuželová a nepravá válcová zobrazení
 - Polykonická zobrazení
 - řada rozvinutých kuželových plášťů dotýkajících se referenční koule ve více rovnoběžkách
 - cílem je zobrazit větší území bez nárůstu zkreslení
 - Polyedrická zobrazení
 - zmenšují zkreslení pomocí rozdělení území na více ploch
 - použití pro rozsáhlá území
- **Geodetická** – úhlojevná zobrazení pro geodetické účely a mapy velkých měřítek
 - vycházejí výhradně z elipsoidu (Křovákovo zobrazení, UTM, Gauss-Krügerovo zobrazení)

Podle polohy konstrukční osy

- **normální** (polární) poloha – konstrukční osa roviny, kužele či válce je shodná se zemskou osou (běžné pro kuželové a válcové zobrazení, azimutální zobrazení jen pro polární oblasti)
- **příčná** (rovníková, transversální) poloha – konstrukční osa je shodná s rovinou rovníku (použití u azimutálních zobrazení pro mapy polokoulí)
- **šikmá** poloha – konstrukční osa prochází středem Země v jiném směru (především pro azimutální a kuželová zobrazení – české civilní mapy)

		Poloha		
		normální	příčná	obecná
Zobrazení	azimutální			
	válcové			
	kuželové			



Podle vlastností z hlediska zkreslení

- **úhlojevná (konformní)**
 - nezkreslují úhly a dobře zachovávají tvar
 - velké zkreslení ploch a délek
 - vhodná pro geodetické účely, navigační a námořní mapy
- **plochojevná (ekvivalentní)**
 - nezkreslují plochy, zkreslení úhlů a délek
 - uplatnění především v geografii
- **délkojevná (ekvidistantní)**
 - nezkreslují některé délky v mapě (nejčastěji ve směru poledníků nebo rovnoběžek)
 - celá mapa ale délkojevná být nemůže
- **vyrovnávací (kompenzační)**
 - zkreslují vše (jeden prvek na úkor druhého), ale jen částečně
 - hodnoty zkreslení někde mezi zobrazením konformním a ekvivalentním

- **výsledkem naprosté většiny mapovacích prací je mapa, plán, případně mapové dílo**

Mapa

- ❑ zmenšený generalizovaný obraz nebeských těles, povrchu zemského nebo jeho části převedený do roviny pomocí kartografického zobrazení
 - náplň, obsah a měřítko map jsou voleny podle účelu jemuž mají sloužit

Plán

- ❑ kolmý průmět obrazu zemského povrchu do horizontální roviny (zanedbává se zakřivení Země, nepoužívá se kartografické zobrazení), zobrazuje jen malou část zemského povrchu (poloměr 15 km, asi 700 km²)
 - slouží jako podklad pro podrobné technické projekční práce

Státní mapové dílo

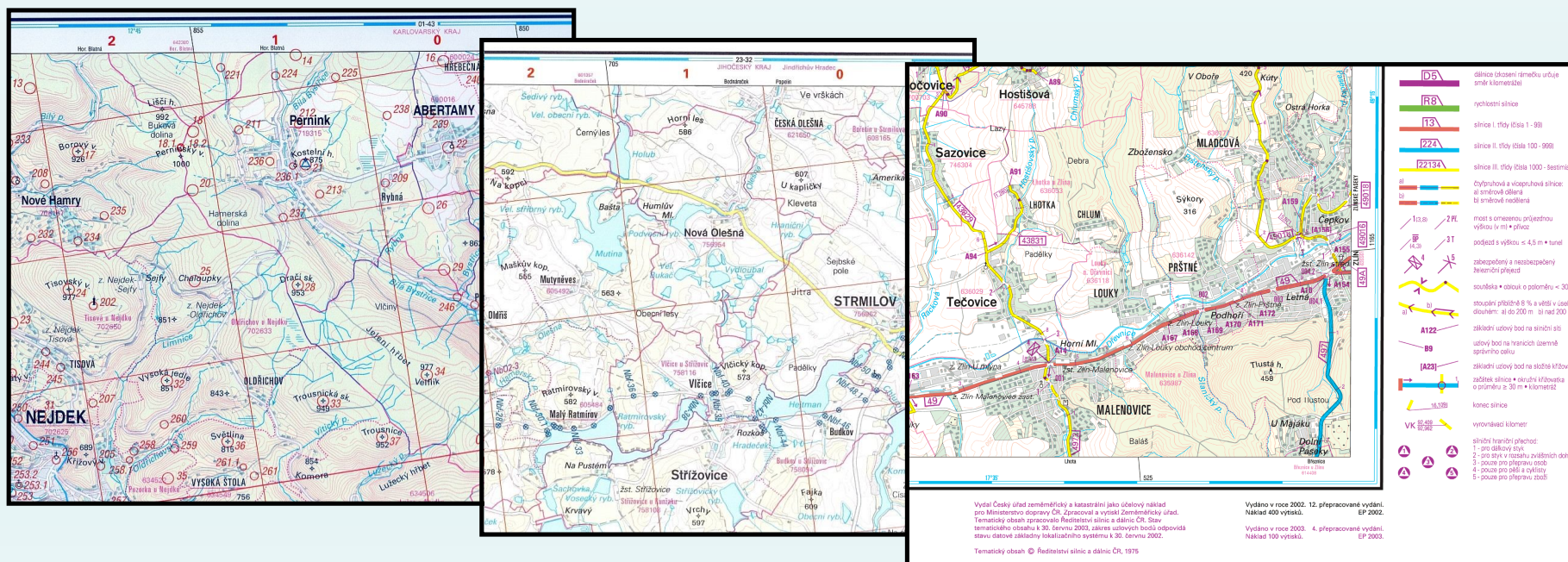
- ❑ souhrn mapových listů, které zobrazují souvisle území celého státu, vzniká na základě potřeb národního hospodářství (veřejný zájem) a obrany země
 - zpracování probíhá podle jednotných zásad (měřítko map, kartografické zobrazení, značkový klíč, klad a označení mapových listů)
 - rozdělujeme na základní a tematická státní mapová díla

Základní státní mapová díla

- katastrální mapa
 - pro potřeby vedení katastru nemovitostí zobrazuje hranice pozemků, parcelní čísla, stavební objekty, hranice katastrálních území, popis a další předměty podle katastrální vyhlášky
 - postupně přepracovávána z analogové formy do digitální
- státní mapa v měřítku 1 : 5 000
 - obsahuje polohopis, výškopis a popis
 - podkladem pro polohopis je především katastrální mapa
 - výškopisnou část tvoří vrstevnice a kóty převzaté ze ZABAGED
 - SM 5 je dostupná z celého území ČR (část vektorově a část rastr)
- základní mapa České republiky 1 : 10 000 (ZM 10), 1 : 25 000 (ZM 25), 1 : 50 000 (ZM 50), 1 : 100 000 (ZM 100) a 1 : 200 000 (ZM 200)
 - topografický charakter map, mapové listy tvoří lichoběžníky
 - mapy celého území ČR zpracovány v digitální podobě na podkladě dat ZABAGED
- mapa České republiky v měřítku 1 : 500 000
 - zpracována digitální technologií
 - celé území ČR na jednom mapovém listu

Tematická státní mapová díla

- poskytují informace o skutečnostech, které jsou předmětem tematického obsahu jednotlivých mapových děl
- obnova a vydávání jsou zajišťovány v koordinaci s obnovou základní mapy České republiky 1 : 50 000
 - přehled trigonometrických a zhušťovacích bodů 1 : 50 000
 - silniční mapa ČR 1 : 50 000
 - přehled výškové (nivelační) sítě v měřítku 1 : 50 000



Obsah map

- obsahem map je polohopis, výškopis a popis
- obsah mapy je ovlivněn:
 - účelem mapy
 - jejím měřítkem
 - stupněm generalizace

1. Polohopis

- vyznačuje tvar a polohu objektů v horizontální rovině jejich obrysem nebo smluvenou značkou (pokud skutečný rozměr nelze zobrazit v daném měřítku)
- smluvené značky jsou seřazeny v mapovém klíči (informují uživatele o dalších vlastnostech objektu jako např. tvar, velikost, barva, význam nebo intenzita výskytu)

2. Výškopis

- vyjadřuje vertikální členitost reliéfu na základě absolutních výšek terénu
- je znázorněn vrstevnicemi, výškovými kótami, technickými šrafami, barevnou hypsometrií a stínováním

3. Popis mapy

- geografická a pomístní názvosloví vztažená ke kresbě mapy
- texty jež jsou součástí smluvených značek
- zeměpisná, případně souřadnicová síť vyznačená na rámu mapy
- mimorámové údaje (název a označení mapy, měřítko, rozměry a klad mapových listů, legenda, tiráž)

Prvky obsahu map

- matematické (kartografické zobrazení, měřítko, souřadnicové sítě, mapový rám, systém dělení a značení mapových listů)
- fyzickogeografické (vodstvo, reliéf, porosty a půdy)
- socioekonomické (sídla, dopravní sítě, zemědělství, průmysl, politicko-administrativní údaje a hranice)
- doplňkové (názvosloví, barevná úprava mapy a mimorámové údaje)

Základní grafické metody

- metody bodového charakteru (nahrazení tvaru předmětu značkou)
- metody liniové a plošné (barva, druhy šrafování a rastrů)
- barva v mapovém obsahu (tón, sytost, jas)
- popis mapy (názvosloví, obecné označení, zkratky, číselné údaje)

Generalizace

- vyjádření skutečnosti pomocí mapy musí být názorné, objektivní, přehledné a esteticky působivé
- jedná se však o takový způsob vyjádření, který je proti skutečnosti velmi zmenšený
- tyto skutečnosti si vynucují generalizaci mapového obrazu
- podstatou kartografické generalizace je výběr hlavních skutečností a jejich zobrazení na mapě v souladu s účelem mapy
- generalizaci používáme při mapování (systémový způsob) i při odvozování (zvýraznění hlavních prvků)
- vliv na generalizaci má řada činitelů:
 - účel mapy – určuje váhu významu jednotlivých obsahových prvků
 - měřítko mapy – určuje míru podrobnosti znázornění prvků
 - charakteristiky vyjadřovaného prostoru – význam prvku pro okolí
 - kartografické vyjadřovací prostředky – tloušťka čar, rozměry značek
 - schopnosti uživatelů map – zaplněnost map a volba prostředků jazyka mapy (kartografické znaky)

Metody generalizace

- výběr vyjadřovaných skutečností
 - cenzální výběr (cenzus - podmínka) - stanoví se dolní hranice výběru prvků v mapě, např. obce od 500 obyvatel
 - normativní výběr (normativ - vypočtený ukazatel) - stanoví se optimální množství prvků, které se ponechá na mapě
- geometrická generalizace – zjednodušení tvarů a obrysů (výstupky na objektech, posuny kresby)
- harmonizace – kresba značek přes míru, zachování klikatosti, zvětšení důležitého detailu aj.)
- zevšeobecnění
 - generalizace kvantitativních charakteristik - snížení počtu intervalů velikostní stupnice (vrstevnice, sídla)
 - generalizace kvalitativních charakteristik - snížení počtu rozlišovacích parametrů (slučování druhů pozemků, tříd silnic, skladba lesů apod.)
- kartografická abstrakce – nahrazení obrazu předmětů hromadným označením (sídla - od budov po bodovou značku)

Druhy map

1. Podle způsobu vyhotovení

- původní (originální) – vznikají zpracováním dat získaných přímým měřením v terénu
 - sběr se provádí geodetickými, fotogrammetrickými, případně GPS metodami
 - mapa stabilního katastru, katastrální mapa, SMH-5, ZMVM, DKM
- odvozené – vznikají na podkladě map původních (fotomechanickými, dříve i pantografickými metodami)
 - mají menší měřítko s redukcí obsahu (generalizace)
 - typickým představitelem je SMO-5
- částečně odvozené – vznikají kombinací obou již uvedených způsobů
 - může se jednat např. o doplnění výškopisu do mapy velkého měřítka, jejíž polohopis už existuje

2. Podle měřítka

- více způsobů dělení
- závisí na hledisku použití mapy

Technicko-inženýrské hledisko

- mapy velkého měřítka – do měřítka 1 : 5 000 (KM, SMO, SM, ZM, THM, ZMVM)
- mapy středního měřítka – 1 : 5 000 až 1 : 200 000 (topografické mapy pro civilní i vojenské účely)
- mapy malého měřítka – 1 : 200 000 a více (přehledové mapy)

Obecně-kartografické hledisko

- topometrické mapy – do měřítka 1 : 5 000
 - minimální generalizace a maximální míra podrobnosti
 - vysoká kartometrická přesnost (ovlivněna jen grafickou chybou)
- podrobně topografické mapy – 1 : 5 000 až 1 : 50 000
 - mírný stupeň generalizace
- přehledně topografické mapy – 1 : 100 000 až 1 : 200 000
 - vyšší stupeň generalizace
 - znázorňuje území přibližně velikosti kraje
- topografickochorografické mapy – 1 : 200 000 až 1 : 1 000 000
 - velmi vysoký stupeň generalizace
 - zachycují území států, kontinentů a světa
- chorografické mapy – 1 : 1 000 000 a menší

3. Podle obsahu

- **základní** – obsahují pouze základní všeobecně využitelné údaje stanovené příslušnými předpisy
- **katastrální** – polohopisné mapy velkého měřítka zobrazující všechny nemovitosti, katastrální území a bodová pole
- **topografické** – podrobné místopisné mapy zobrazující co nejpodrobněji geografickou realitu
- **tematické** – vznikají na podkladě základní mapy, výrazně upřednostňují kartografické vyjádření toho prvku, který je dominantní s ohledem na tematiku mapy (mapy středních, případně malých měřítek)
- **účelové** – skupina map velkých měřítek s nadstandardním obsahem prvků podle účelu pro který vznikly (tematické mapy velkého měřítka)

4. Podle územního rozsahu

- mapy světa
- mapy zemských polokoulí
- mapy kontinentů, oceánů a moří
- mapy různých celků (vymezených politickosprávně, geograficky nebo hospodářsky)

5. Podle času platnosti

- statické – zobrazují předměty a jevy k určitému času
- dynamické – zachycují vývoj v čase nebo časové řadě (počasí)
- prognostické – odhad vývoje jevu v budoucnosti
- retrospektivní – rekonstrukce stavu objektů a jevů v minulosti
- genetické – vznik a vývoj jevu v čase i prostoru za určité období

6. Podle formy vyjádření skutečnosti

- analogové – obsah mapy v papírové podobě
- digitální – uložena v paměťovém médiu
- obrazové – fotomapy
- transparentní – mapy určené pro projekci
- reliéfní – plastické mapy
- tyflomapy – mapy pro nevidomé a slabozraké
- anaglyfové – za pomoci speciálních pomůcek se jedná o 3D mapu

7. Podle koncepce vyjádření skutečnosti

- analytické – vyjadřují konkrétní, přímo pozorovatelné skutečnosti
- syntetické – vyjadřují údaje vyvozené cestou myšlenkových pochodů
- komplexní – kombinace obou způsobů

Účelové mapy

- ❑ mapy velkého měřítka obsahující mimo základní prvky mapy i další obsah podle účelu pro který vznikly
- ❑ polohopisným podkladem bývá katastrální mapa
- ❑ vznikají přímým měřením, doměřením nebo přepracováním
- ❑ forma mapy může být grafická, číselná nebo digitální

Dělení účelových map

- základní účelové mapy
 - Technická mapa města (TMM)
 - Základní mapa závodu (ZMZ)
 - Základní mapa dálnice (ZMD)
 - Základní mapa letiště (ZML)
 - Jednotná železniční mapa stanic a tratí (JŽMST)
- mapy podzemních prostor – jeskyně, podzemní chodby a průchodné objekty, nepatří sem tunely, báňské objekty a metro
- ostatní účelové mapy – pro projektové účely, lesnické, sídliště, památkové, vodohospodářské, pozemkové úpravy, geodetická část dokumentace skutečného provedení staveb, pro provozní potřeby organizací, aj.

**Děkuji za pozornost
Ing. Miloš Cibulka, Ph.D.**

**Ústav hospodářské úpravy lesů a aplikované geoinformatiky
Lesnická a dřevařská fakulta
uhulag.mendelu.cz
tel.: 545 134 015**