



Kartografie - úvod, historie a rozdělení

Matematická kartografie

Kartografická zobrazení

Kartografie
přednáška 1

Kartografie

- obor zabývající se zobrazováním zakřivené části Zemského povrchu do rovinné plochy mapy s co nejmenším zkreslením
- nauka zabývající se mapami, jejich dějinami, tvorbou, reprodukcí a užitím

Rozdělení kartografie na ucelené části:

▶ Nauka o mapách (aplikovaná kartografie)

- studium map a práce s nimi
- rozbor, vlastnosti, klasifikace a dokumentace map

▶ Matematická kartografie

- řeší způsoby zobrazení referenčních ploch do roviny
- studuje a vysvětluje vlastnosti těchto zobrazení

▶ Tvorba map

▶ Reprodukce map

Kartometrie

- samostatná součást kartografie
- metodika měření na mapách
- zabývá se:
 - měřením na mapách
 - délky - pravítka
 - úhly - úhloměry
 - plochy - planimetry
 - zeměpisné souřadnice
 - vyhodnocením naměřených hodnot

Kartometrické vlastnosti mapy

- matematický základ mapy (měřítko, průběh zkreslení, souřadný systém)
- podrobnost mapového obrazu
- přesnost mapové kresby (závisí na generalizaci)
- srážka mapy (systematická chyba - odstraňuje se určením a opravou)

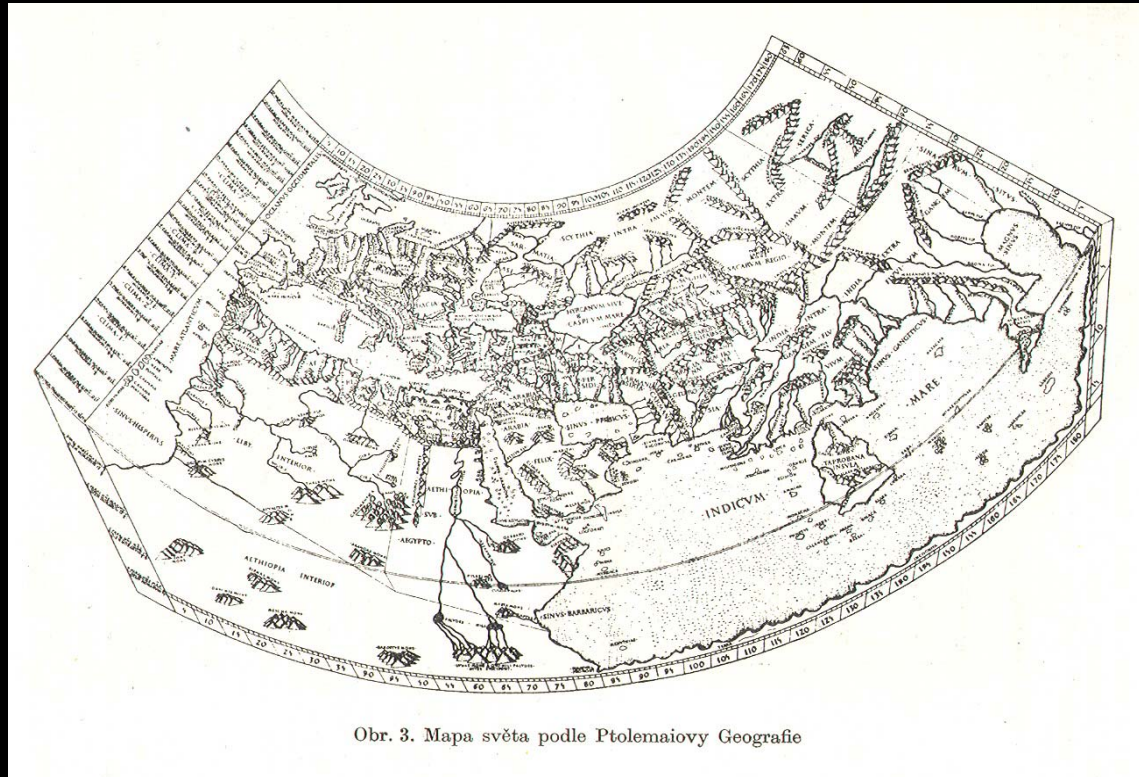
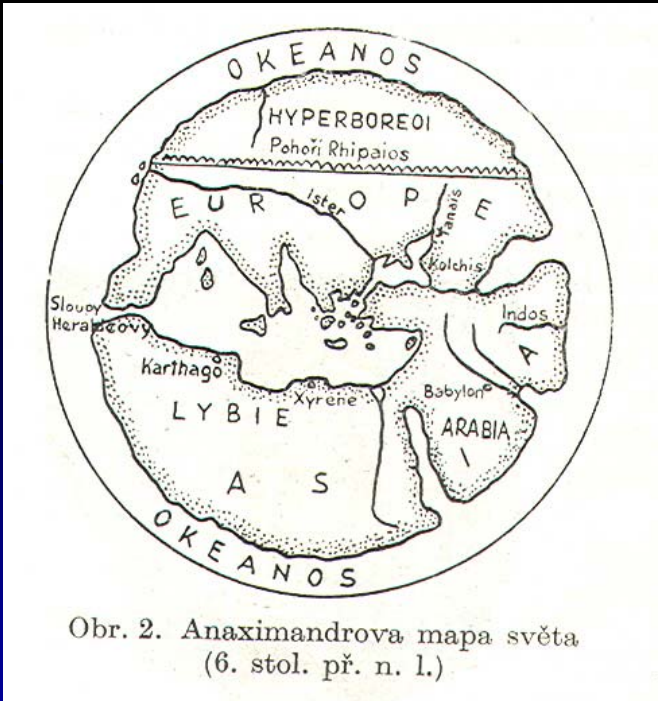
Historie

- můžeme ji sledovat od dob prvních projevů lidské kultury
- touha po poznání a znázornění krajiny v níž lidé žijí a pracují
- nejstarší a zcela primitivní nákresy krajiny pocházejí z doby předhistorické (na skále nebo kostěných destičkách)
- bohatší památkou jsou mapové kresby **Babyloňanů** (5. stol. př. l.) => první mapa světa na hliněné desce

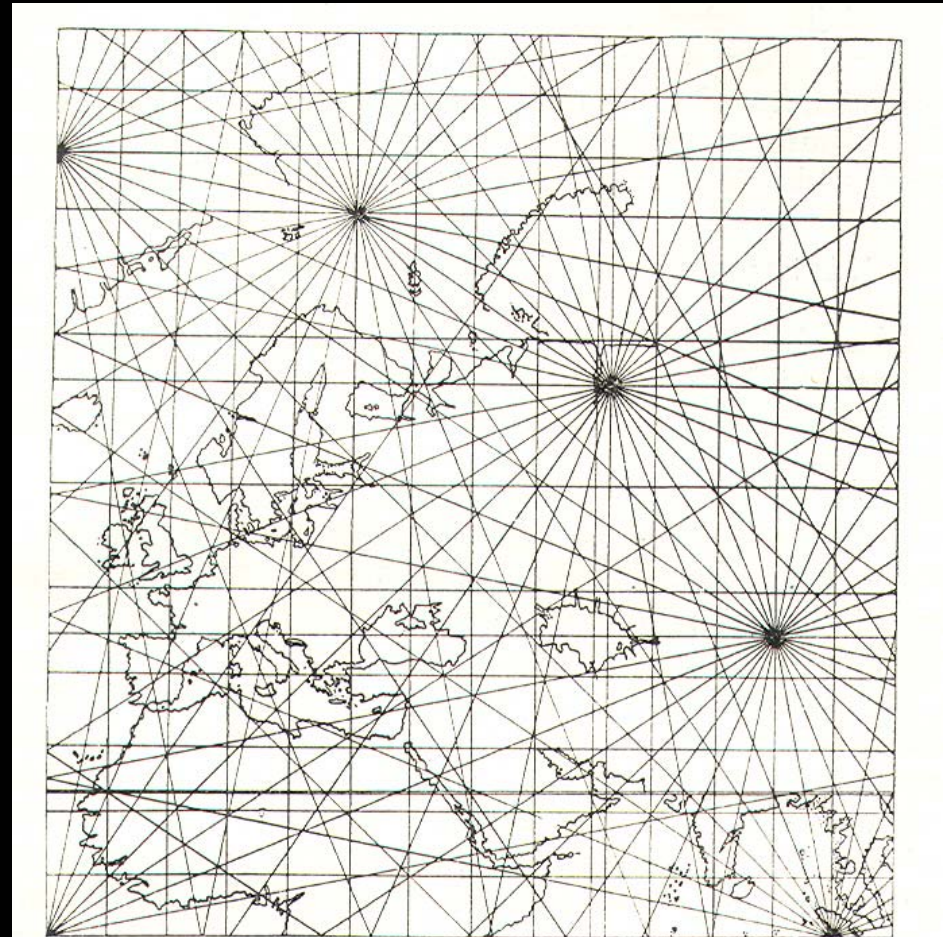


Obr. 1. Babylónská mapa světa
(5. stol. př. n. l.)

- nejvýznačnější měrou k vývoji kartografie přispěli ve starověku Řekové (Anaximandros, Aristoteles, Eratosthenes, Thales, Ptolemaios)
 - dobrá znalost tvarů a rozměrů Země
 - astronomické a matematické znalosti
 - tímto byly položeny pevné základy dnešní vyspělé kartografii



- počátek středověku => kartografie v úpadku => zeměpisné vědomosti měly nízkou úroveň (potlačena kulatost Země)
- církve prosazovala jako jediný podklad vědění bibli
- výsledky starověké Řecké kartografie přecházely tuto dobu v arabském světě - čerpali z díla Ptolemaiova
- ve 13. století vynalezen v Číně kompas => mapy kompasové (portulány) - předchůdce dnešních navigačních map
- mapy využívány pro námořní plavby ve 13. a 14. století



Obr. 5. Schematisovaný výřez mapy světa z konce 16. stol.

- přelom 15. a 16. století (renesance) => návrat k antické vzdělanosti (Leonardo da Vinci, Mikoláš Koperník, Giordano Bruno, Galileo Galilei) => pozoruhodný obrat i v kartografii => mapy dostaly dřívější geometrický ráz
- velký vliv na pokrok kartografie měly:
 - heliocentrická soustava
 - velké námořní plavby - Kryštof Kolumbus (1492), Amerigo Vespucci, Vasco de Gama, Fernando Magallanés
 - zeměpisné objevy - objevení Ameriky a cesty do Indie
 - vynález knihtisku - Jan Gutenberg (1440)
 - vynález mědirytiny
- nutnost navrhnout nová zobrazení pro tvorbu map celého světa
- polovina 16. století => centrum kartografické tvorby se stalo Nizozemsko => **Gerhard Mercator** => **námořní mapa světa**
- dodnes používáme Mercatorovo konformní válcové zobrazení

- velký pokrok v topografickém měření nastal s vynálezem měřického stolu (1570)
- nejznámější němečtí kartografové:
 - Lambert
 - Soldner
 - Gauss
- 18. století přišlo s vojenskými a hospodářskými požadavky na podrobné mapování
 - Francie - Cassiniové
 - Čechy a Morava - Jan Kryštof Müller
- nejvýznačnější událostí umožňující přesné určování tvarů a rozměrů Země a přesné mapování byl návrh **triangulace**
- rozvojem podrobného mapování byly vytvořeny pevné základy zobrazování zemského povrchu
- tento princip tvorby map v základních rysech přetrval do dnešní doby

Staré mapy našich zemí

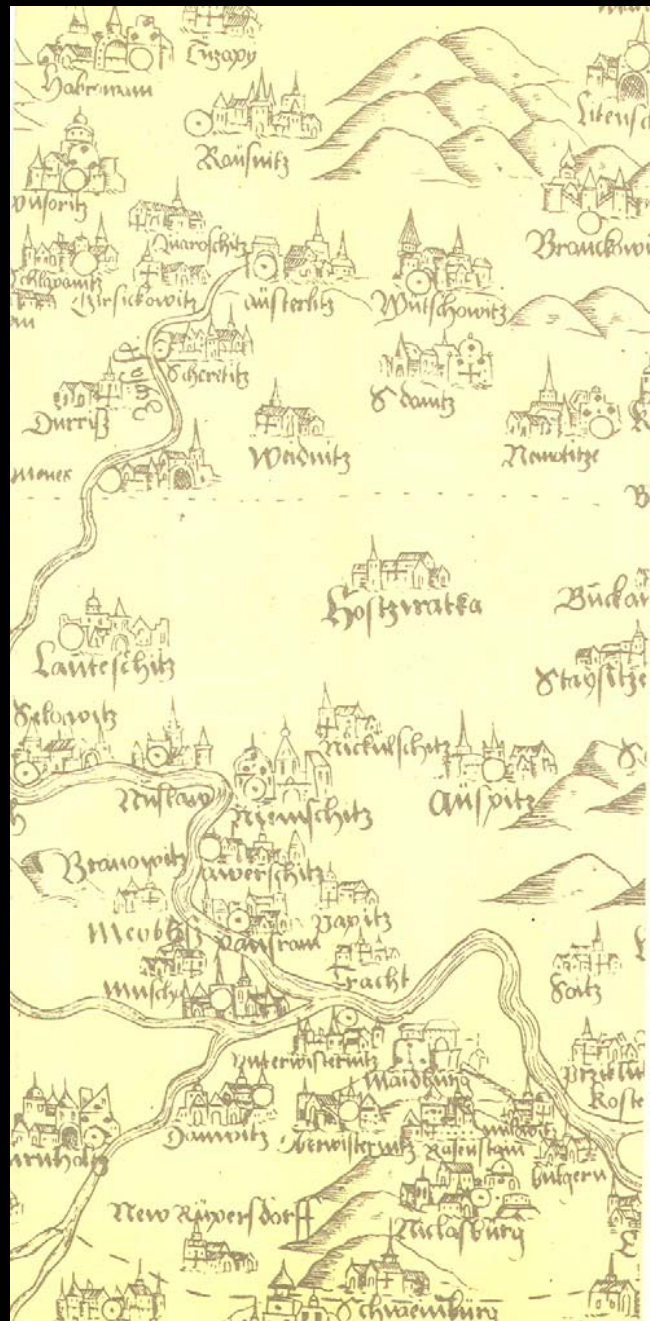
- nejznámější je mapa střední Evropy zpracovaná **Mikulášem Kusou**
- nejstarší známou samostatnou mapou Čech je **Klaudyánova mapa** z roku 1518 (orientována k jihu)
- druhou samostatnou mapou Čech je mapa **Jana Crigingera** (1569)
- třetí samostatnou mapou Čech je mapa **Pavla Aretina** (1619)
- první samostatnou mapou Moravy je mapa **Pavla Fabricia** z roku 1569
- druhou samostatnou mapou Moravy je mapa **Jana Ámose Komenského** (1627)
- Slovensko je zobrazeno na nejstarší mapě Uher z roku 1513 (autor **Lazarus**)
- vypracováním nových map byl pověřen kartograf **Jan Kryštof Müller** (1712 - 1720)
- o mapy některých Slovenských žup měl zásluhy **Mikoviny**



Mapa 1

Klaudyánova mapa Čech
z r. 1518 (7/10 skutečné
velikosti)

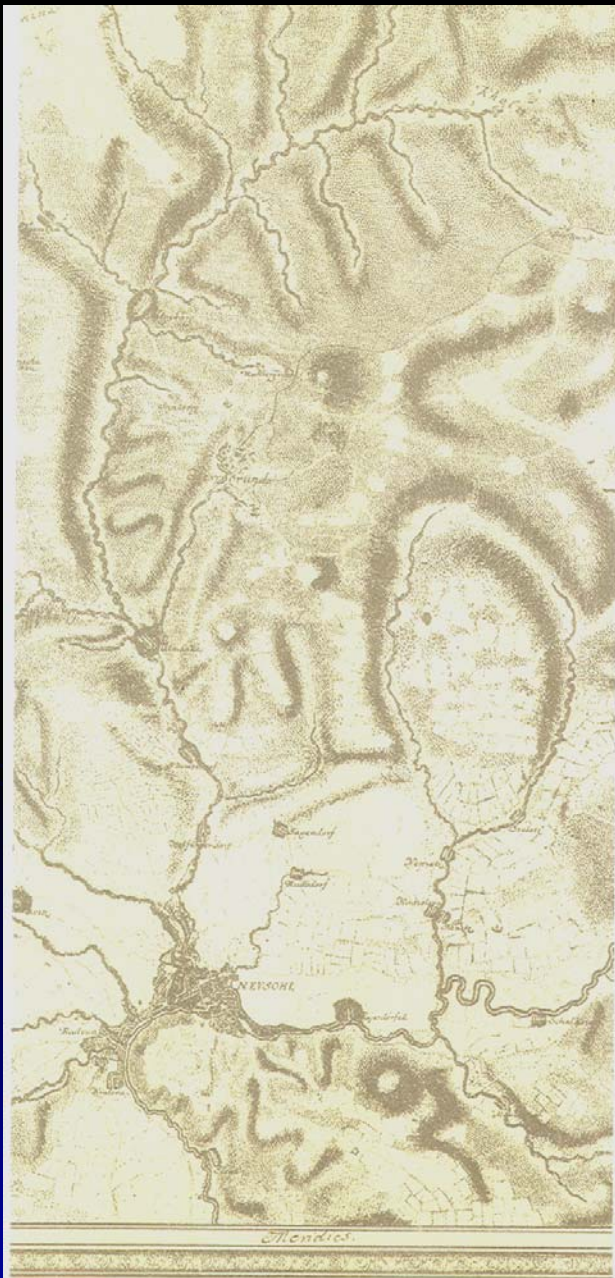
Převzato z „Vývoje mapového
zobrazení území ČSSR“
I. díl, ÚSGK – 1959



Mapa 2

Fabriciova mapa Moravy
z r. 1699

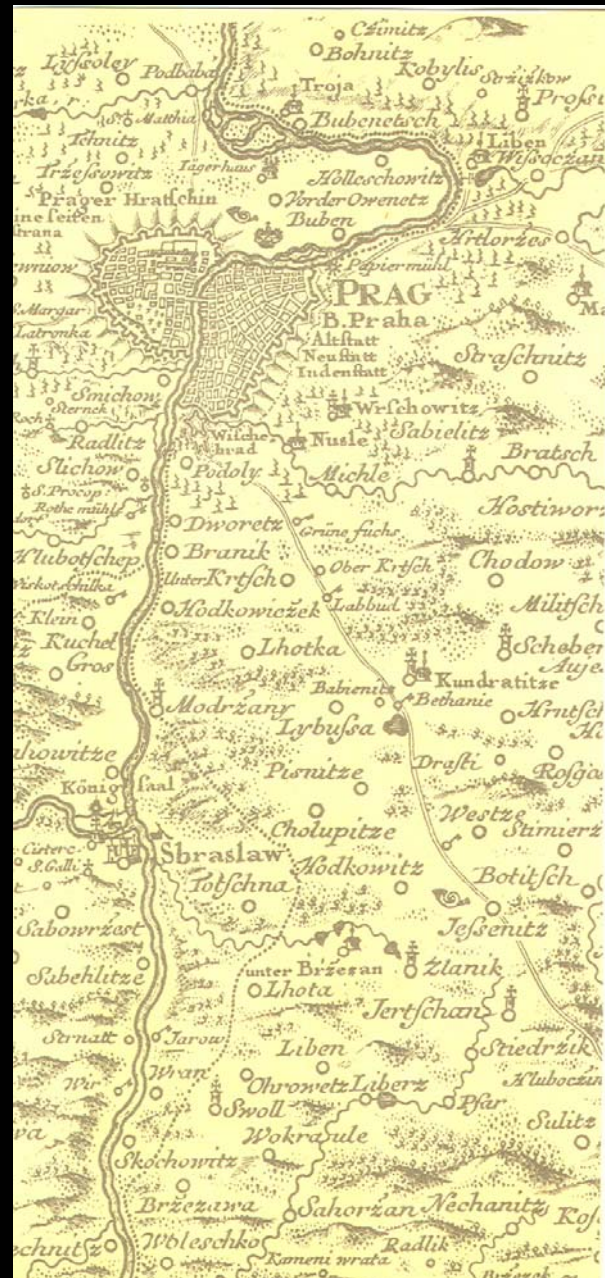
Převzato z „Vývoje mapového
zobrazení území ČSSR“ I. díl,
ÚSGK – 1959



Mapa 3

Mikovinyho mapa Banské
Bystrice s okolím

Převzato z „Monumenta slo-
vaciae cartographica“
I. díl, SGK – 1958



Mapa 4

Müllerova mapa Čech
z r. 1720

Převzato z „Vývoje mapového
zobrazení území ČSSR“
I. díl, ÚSGK – 1959



133. Ukázka Komenského mapy Moravy z r. 1627.

Matematická kartografie

- znázorňuje reálný prostor do roviny mapy pomocí matematicky definovaných vztahů tak, aby docházelo k co nejmenšímu zkreslení zobrazovaných objektů
- řeší způsoby zobrazení referenčních ploch (koule, elipsoid) do roviny mapy
- vysvětluje vlastnosti těchto zobrazení
- podává návod k jejich používání při tvorbě map
- ideální zobrazení Zemského povrchu je na glóbu => velké zmenšení (1 : 20 000 000)
- povrch referenčních těles nelze rozvinout do roviny => nelze sestavit mapu, která je věrným nezkráceným obrazem povrchu Země
- aby se zkreslení neměnila nahodile, hledá matemat. kartografie vhodná zobrazení
- zobrazení je jednoznačně matematicky definováno vztahem mezi souřadnicemi bodů na obou referenčních plochách
- tomuto vztahu říkáme zobrazovací rovnice

- pro zobrazení elipsoidu do roviny budou mít zobrazovací rovnice tento explicitní tvar :

$$X = f(j, l)$$

$$Y = g(j, l)$$

- v těchto rovnicích považujeme funkce f , g v určitém místě za:
 - spojité
 - obecně na sobě nezávislé
 - diferencovatelné
- podle rovnic odpovídá každému bodu v originále jeden jediný bod v obraze
- výjimku představují tzv. singulární body (póly)
- zde uvedená vlastnost není obecně splněna
- dosazením zeměpisné šířky 90° , při libovolné zeměpisné délce, dostáváme:

$$X = f(90^\circ, l)$$

$$Y = g(90^\circ, l)$$

- tento zápis značí rovnici křivky, která je obrazem pólu
- pokud by se měl pól zobrazit jako bod, musí být X a Y nezávislé na zeměpisné délce

Kartografické zobrazení

- ❑ pojmem kartografické zobrazení budeme nazývat vzájemné přiřazení plochy na dvou různých referenčních plochách
- ❑ zobrazení objektů, jejichž znázorněním se zabývá kartografie (tj. zemského povrchu a nebeských těles, jevů na nich a jejich vztahů) do roviny kartografického díla (mapy)
- ❑ v některých případech je možno vztah realizovat pomocí geometrie (promítáním) => pak hovoříme o projekci nebo - li perspektivním zobrazení
- ❑ základem kartografického zobrazení je souvislá síť rovnoběžek a poledníků
- ❑ princip kartografického zobrazování spočívá v převodu zeměpisné sítě z povrchu zemského do roviny nebo na plochu, která je do roviny rozvinutelná

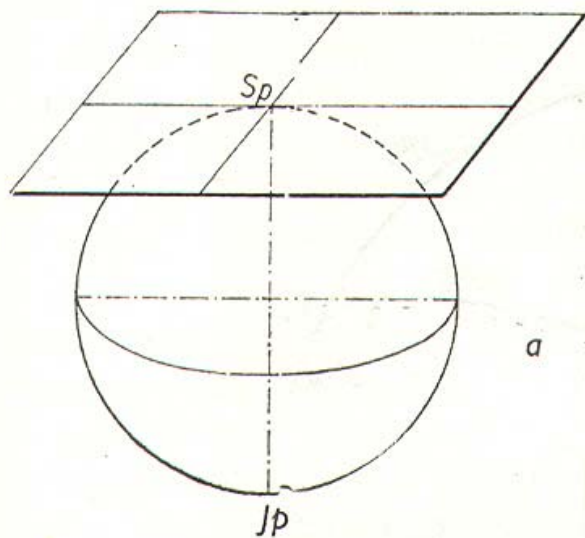
Rozdělení kartografických zobrazení

- dělíme do skupin podle tří základních kritérií:
 - **zobrazovací plocha** - charakteristika obrazu geografické sítě
 - rovinné (azimutální)
 - kuželové
 - válcové
 - **poloha zobrazení**
 - **normální (pólová)** - osa plochy, na kterou zobrazujeme, je totožná s osou plochy referenční, resp. se dotýká referenční plochy v zemském pólu
 - **příčná (transversální, rovníková)** - osa kužele či válce leží v rovině zemského rovníku a prochází středem Země, resp. dotykový bod zobrazovací roviny je na rovníku)
 - **obecná (horizontální, šikmá)** - osa kužele či válce jde středem Země, neprochází však ani pólem a ani neleží na rovníku, resp. zobrazovací rovina se dotýká referenční plochy jinde než v pólu či na rovníku

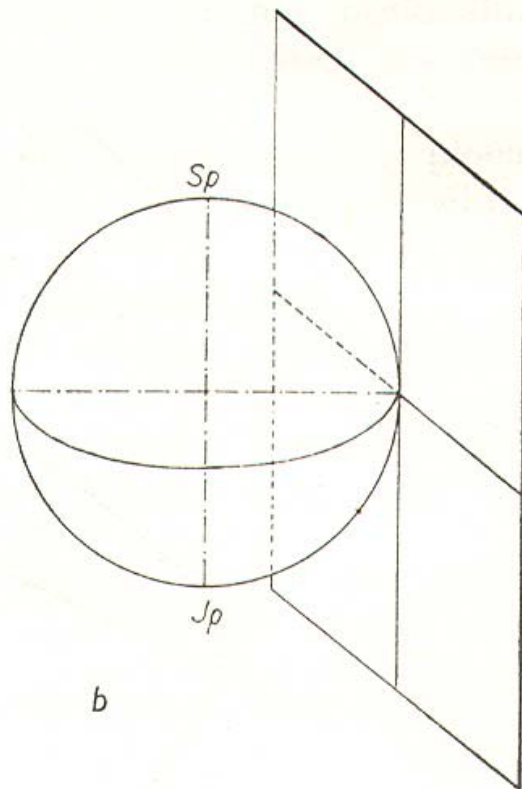
- **vlastnosti zkreslení** - dány vlivem různé křivosti referenčních zobrazovacích ploch
- **konformní (rovnoúhlá)** => nezkrslují úhly (nejvhodnější pro geodetické účely), značné zkreslení ploch
- **ekvivalentní (rovnoplošná)** => odstraňují plošná zkreslení, značné zkreslení úhlů
- **ekvidistantní (délkojevné)** => nezkrsluje délkově určitou soustavu čar (poledníky)
 - délkové zkreslení není zatím možné úplně odstranit
- **kompensační (vyrovnávací)** => zmenšují současně zkreslení úhlové i plošné, hodnoty zkreslení někde mezi zobrazení konformním a ekvivalentním

Rovinné (azimutální) zobrazení

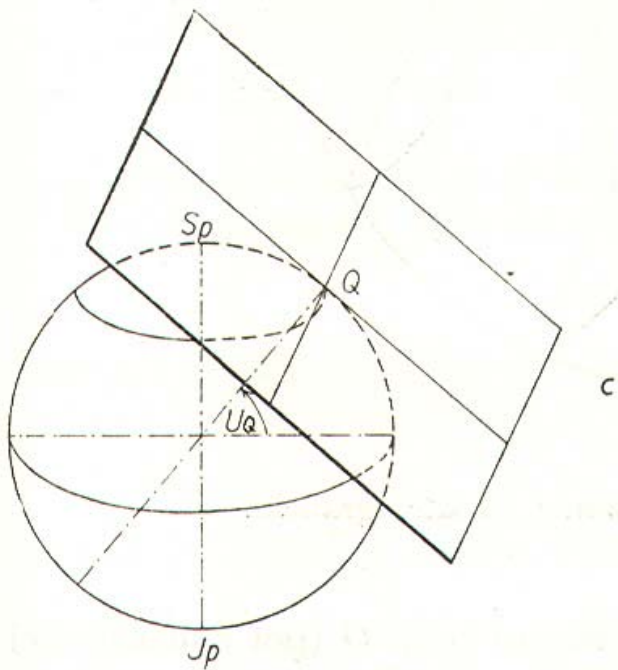
- ❑ promítá body zemského povrchu na rovinu dotýkající se Zeměkoule v jednom bodě, který je středem zaměřované oblasti
- ❑ setkáváme se zde nejvíce s průměty (projekcemi)
 - **projekce gnómická** - promítání bodů zemského povrchu ze středu Země
 - **projekce stereografická** - promítání bodů zemského povrchu z opačného pólu
 - **projekce ortografická** - střed promítání je v nekonečnu, paprsky jsou kolmé na zobrazovací rovinu
- ❑ může být použito pro kteroukoliv oblast zemského povrchu
- ❑ je nejvhodnější pro území nepravidelného kruhového tvaru
- ❑ nejmenší zkreslení je v dotykovém bodu a zvětšuje se s rostoucí vzdáleností od něho
- ❑ zobrazení mapy Antarktidy



a



b

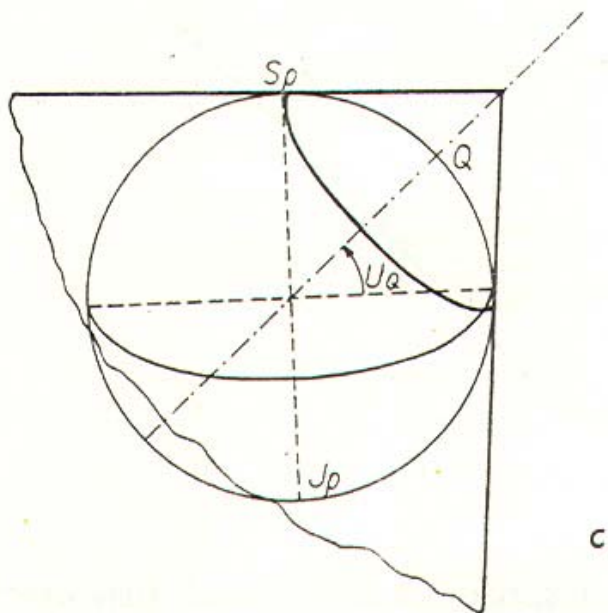
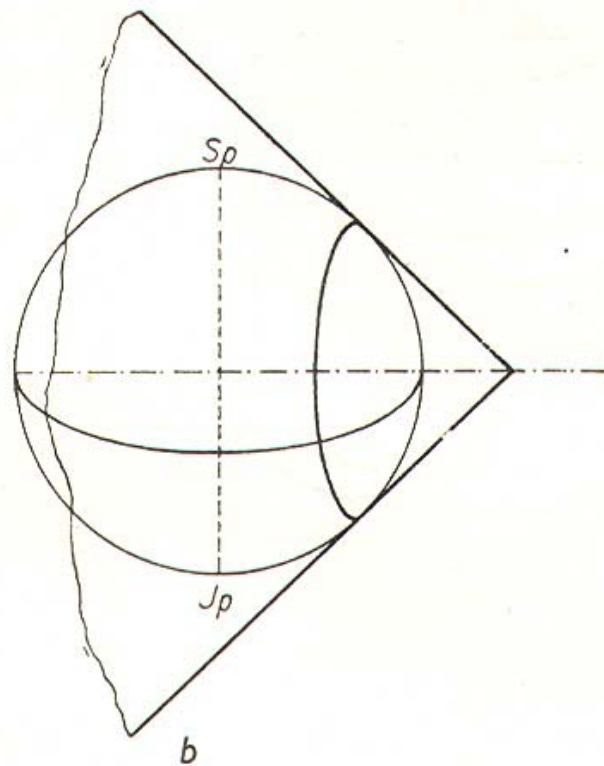
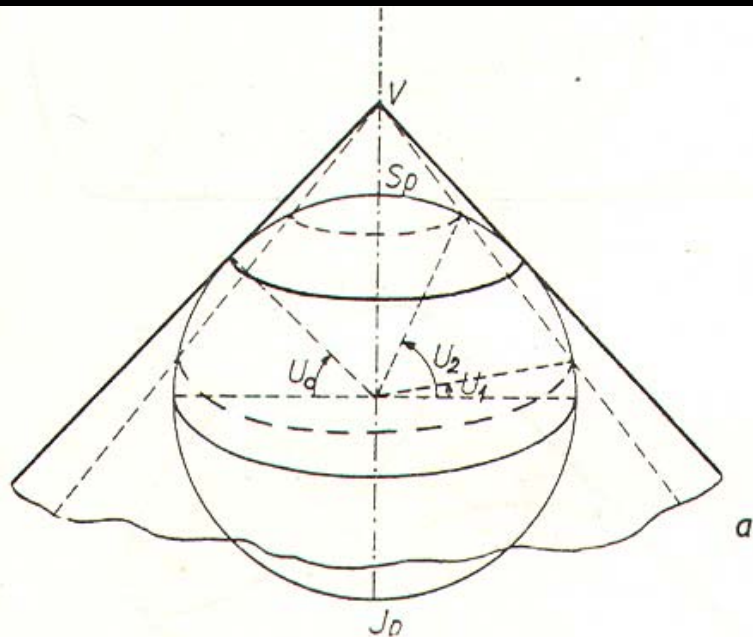


c

Obr. 27. Azimutální zobrazení
 a) v normální poloze, b) v příčné poloze,
 c) v obecné poloze

Kuželové zobrazení

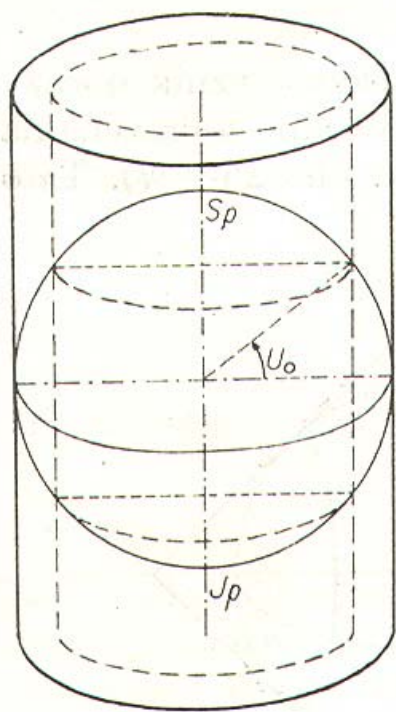
- ❑ zobrazovací plochu tvoří plášť kužele
- ❑ dotýká se zeměkoule podle rovnoběžky nebo jiné kružnice
- ❑ zemské (v normální poloze) a kartografické (v příčné nebo obecné poloze) poledníky se zobrazují jako svazek paprsků se středem ve vrcholu kužele
- ❑ rovnoběžky se zobrazují jako soustředné kružnice se středem rovněž ve vrcholu kužele
- ❑ zkreslení se zvětšuje na obě strany od dotykové kružnice
- ❑ dotykové kružnice se zobrazuje nezakresleně
- ❑ výška kužele se volí tak, aby dotyková kružnice zobrazovanou oblast pŕlila
- ❑ vhodné pro zobrazení menších částí zemského povrchu (tímto způsobem je zobrazena mapa České Republiky)



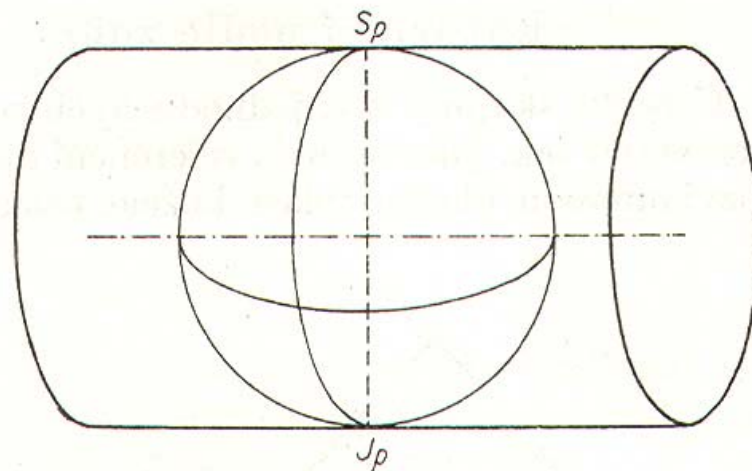
Obr. 25. Kuželové zobrazení
 a) v normální poloze, b) v příčné poloze,
 c) v obecné poloze

Válcové zobrazení

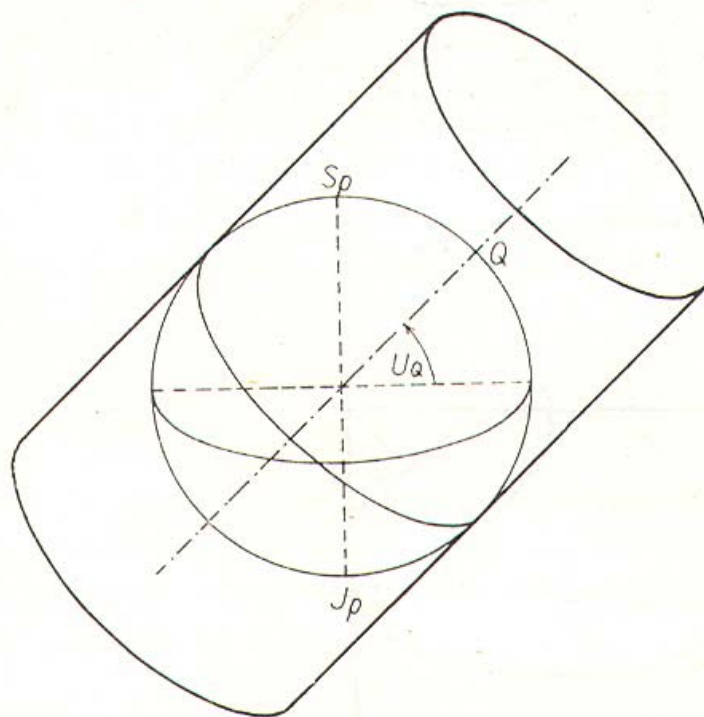
- ❑ zobrazovací plochou je plášť válce
- ❑ dotýká se zeměkoule podle rovnoběžky nebo jiné kružnice
- ❑ obrazy poledníků se zobrazí jako přímky kolmé na obraz rovníka
- ❑ obrazy rovnoběžek vytvářejí soustavu přímek rovnoběžných s obrazem rovníka
- ❑ všechny obrazy rovnoběžek jsou stejně dlouhé (včetně pólů)
- ❑ obraz zeměpisné sítě neodpovídá pohledu na glóbus (vyjma rovníkových území)
- ❑ stejně jako u kužele se zkreslení zvětšuje na obě strany od dotykové kružnice
- ❑ tato se zobrazuje nezkresleně
- ❑ používáme pro oblasti, které jsou rozloženy podél některé hlavní kružnice
- ❑ není vhodné pro přehledné mapy
- ❑ v tomto zobrazení je mapa světa



a



b



c

Obr. 26. Válcové zobrazení
 a) v normální poloze, b) v příčné
 poloze, c) v obecné poloze