

Základy kartografie, topografické plochy

Vlasta Moravcová

morava@karlin.mff.cuni.cz

Katedra didaktiky matematiky
MFF UK, Praha

Aplikace matematiky pro učitele, 3. ledna 2012

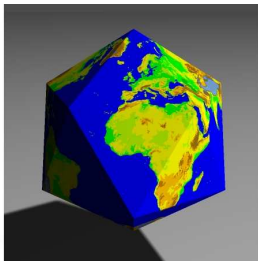
Kartografie – věda zabývající se znázorněním zemského povrchu a nebeských těles a jevů vztahujících se k nim ve formě kartografického díla a jejich poznáváním prostřednictvím kartografického díla.

- úkolem je vyjádřit předměty, jevy a vztahy mezi nimi prostřednictvím mapy
- zkoumá navrhování, zhotovování a využívání map (a dalších mapám příbuzných znázornění)
- leží na rozhraní geografie a geodézie
- **geografie** – zkoumá prostorové rozmístění a vzájemné vztahy přírodních a společenských objektů a jevů s cílem je popsat a vysvětlit
- **geodézie** – nauka o měření Země nebo jejich částí

Kartografická díla

Mapa – zmenšené, zevšeobecněné a vysvětlené znázornění objektů a jevů na Zemi nebo ve vesmíru, sestavené v rovině pomocí matematicky definovaných vztahů.

Kartografická díla – souhrnné označení map a mapám příbuzných znázornění (glóby a jiné trojrozměrné modely).



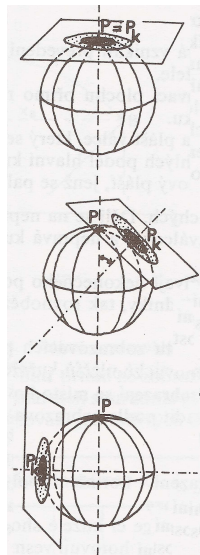
- nepravidelné, kouli podobné těleso – tzv. **geoid**
- nelze definovat matematicky
- geoid si můžeme představit jako povrch klidné mořské hladiny procházející zvoleným nulovým výškovým bodem
- matematická náhrada – **referenční elipsoid**:
 - hlavní poloosa rovnoběžná s rovinou rovníku
 - vedlejší poloosa rovnoběžná se zemskou osou
 - excentricita $\doteq \frac{1}{300}$
 - referenčních elipsoidů existuje několik, postupně zpřesňovány (nejprve jen pozemní měření, nyní družicová měření)
- **referenční koule** – stejný objem nebo povrch jako referenční elipsoid, poloměr $\doteq 6\,371$ km

Kartografická zobrazení

- početní a konstrukční metody vytvoření obrazu zeměpisné sítě (vybrané poledníky a rovnoběžky v pravidelném intervalu)
- různé metody (celkem asi 300) vzájemně jednoznačného zobrazení kulové plochy do roviny (kulovou plochu nelze do roviny rozvinout)
- snaha o co nejuvhodnější obraz (minimální zkreslení na maximální ploše)
- metody lze rozdělit dle tří kritérií:
 - 1 podle zobrazovací plochy – jednoduchá (azimutální, válcová, kuželová) a obecná (nepravá, polykónická, víceplošná, neklasifikovaná) zobrazení
 - 2 podle polohy konstrukční osy (normální poloha, příčná poloha, šikmá poloha)
 - 3 podle vlastností z hlediska zkreslení (plochojevná, úhlojevná, vyrovnávací zobrazení)

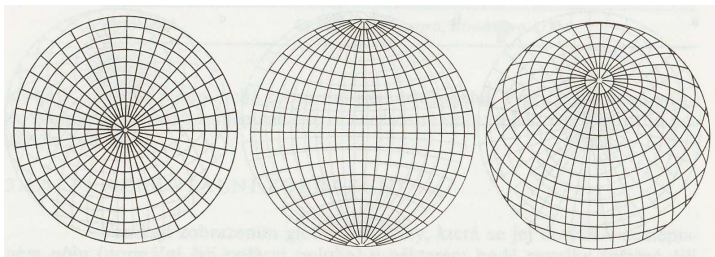
Azimutální zobrazení

- vznikají promítáním do roviny, která se koule dotýká
 - a) v pólu (normální poloha)
 - b) podél rovníku (příčná poloha)
 - c) v jiném bodě (šikmá poloha)
- zachovává azimuty všech hlavních kružnic procházejících dotykovým bodem
- v dotykovém bodě nedochází ke zkreslení (volíme ve středu zobrazovaného území)
- Postelovo zobrazení, Lambertovo zobrazení, ortografické zobrazení, stereografické zobrazení, gnómonické zobrazení



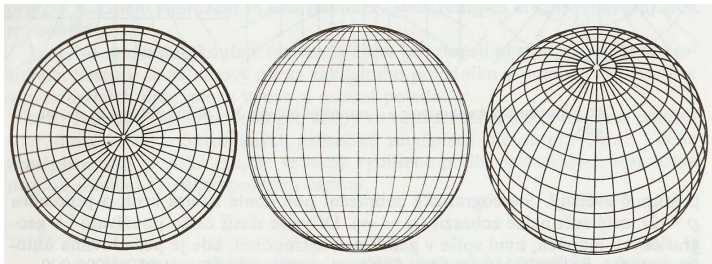
Lambertovo azimutální zobrazení

- 1772, Johann Heinrich Lambert
- v normální poloze:
 - poledníky se promítnou jako úsečky
 - rovnoběžky se promítnou jako soustředné kružnice s poloměry $\rho = 2r \sin \frac{\delta}{2}$ (tětiva na poledníku)
- vzdálenost rovnoběžek směrem od středu klesá
- plochojevné, ale zkreslené úhly i délky
- z azimutálních zobrazení nejčastější

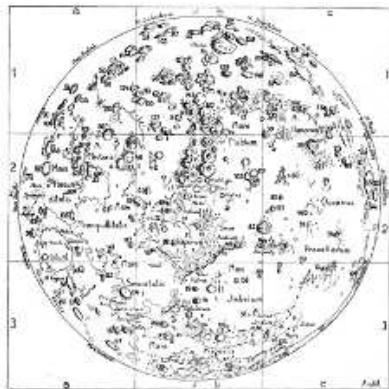


Ortografické zobrazení

- 3. stol. př. n. l., Apollónios
- rovnoběžné pravouhlé promítání povrchu koule do roviny
- poledníky a rovnoběžky se promítají jako úsečky, kružnice nebo elipsy (ve všech polohách)
- poloměry kružnic, které jsou průměty rovnoběžek v normální poloze: $\rho = r \sin \delta$
- používá se zpravidla v příčné poloze k zobrazení vesmírných těles



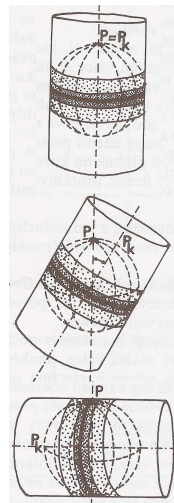
Ortografické zobrazení



Autentická ortografická mapa Měsíce.

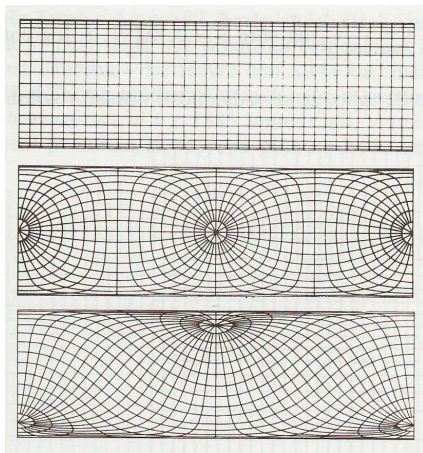
Válcová zobrazení

- vznikají promítáním koule na rotační válcovou plochu a následným rozvinutím válcové plochy do roviny
- válcová plocha se koule dotýká (nebo ji protíná ve dvou rovnoběžných kružnicích)
 - a) dotyk podél rovníku (normální poloha)
 - b) dotyk podél libovolného poledníku (příčná poloha)
 - c) dotyk podél jiné hlavní kružnice (šikmá poloha)
- podél dotykové kružnice nedochází ke zkreslení (volíme ji jako osu zobrazovaného území)
- čtvercové zobrazení, obdélníkové zobrazení, Lambertovo válcové zobrazení, Behrmannovo zobrazení, Mercatorovo zobrazení, Gallovo zobrazení



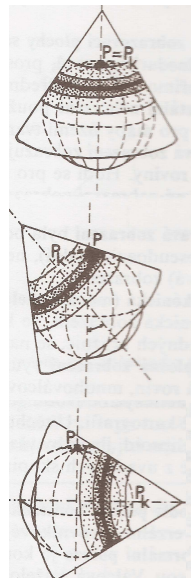
Lambertovo válcové zobrazení

- vzniká pravouhlým promítnutím koule (kolmo k ose) na válcovou plochu
- v normální poloze:
 - rovnoběžky a póly se zobrazí na úsečky délky $2\pi r$
 - poledníky se zobrazí na úsečky délky $2r$
- plochojevné, ale kvůli velkému zkreslení úhlů se příliš nepoužívá



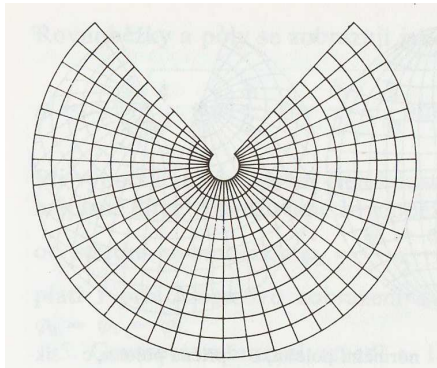
Kuželová zobrazení

- vznikají promítáním koule na rotační kuželovou plochu a následným rozvinutím kuželové plochy do roviny
- kuželová plocha se koule dotýká (nebo ji protíná ve dvou rovnoběžných kružnicích)
 - a) dotyk podél kružnice rovnoběžné s rovníkem (normální poloha)
 - b) dotyk podél kružnice v rovině kolmé k rovníku (příčná poloha)
 - c) dotyk podél jiné kružnice (šikmá poloha)
- podél dotykové kružnice nedochází ke zkreslení, volíme ji tak, aby probíhala středem zobrazovaného území
- Ptolemaiovo zobrazení, Delisleovo zobrazení, Lambertovo kuželové zobrazení, Albersovo zobrazení, Gaussovo zobrazení



Ptolemaiovo zobrazení

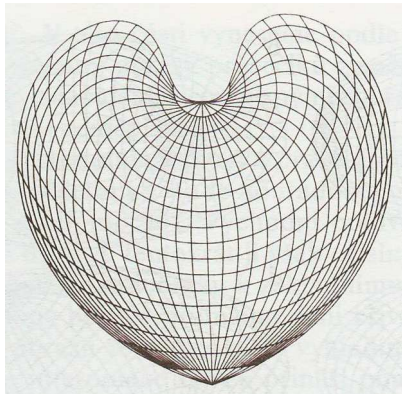
- 1. stol. n. l., Ptolemaios
- poledníky se promítají jako úsečky, délkojevné zobrazení poledníků
- rovnoběžky (včetně pólů) se zobrazují jako kružnicové oblouky
- nejčastěji užívané kuželové zobrazení



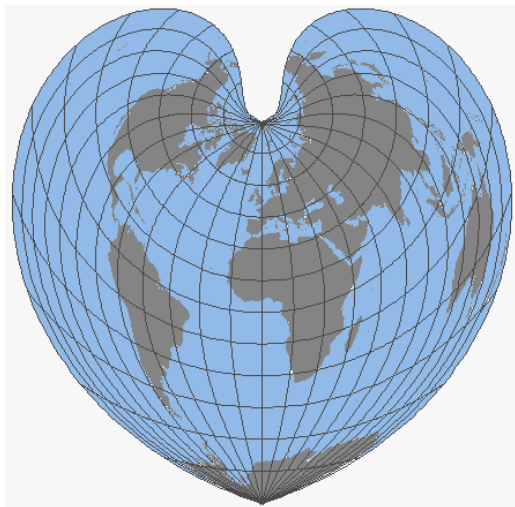
- převod koule do roviny se provádí početně nebo geometricky bez použití jednoduché plochy (rovina, válcová, kuželová plocha) nebo za použití více takových ploch
- vhodné k vytvoření map celého světa na jednom listu
- až na výjimky v normální poloze
- obrazy poledníků a rovnoběžek zpravidla tvoří ortogonální síť
- **nepravá zobrazení:** Hammerovo azimutální, Wagnerovo azimutální, Sansonovo válcové, Mollweidovo válcové, Eckertovo válcové, Robinsonovo válcové, Bonneovo kuželové
- **polykónická zobrazení:** americké, CNIIGAiK, Nicolosiho kruhové, Grintenovo kruhové
- **víceplošná zobrazení a neklasifikovaná zobrazení**

Bonneovo nepravé kuželové zobrazení

- 1752, Rigobert Bonne
- vznikne z Ptolemaiova kuželového zobrazení zkrácením kružnic (obrazů rovnoběžek) tak, aby byly délkojevné, a jejich rozdělením na stejné části, čímž se určí tvar poledníků
- plochojevné

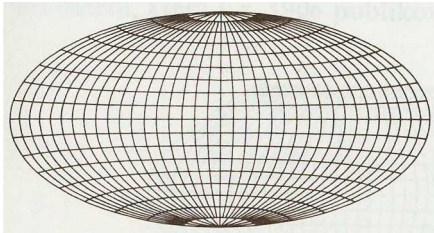
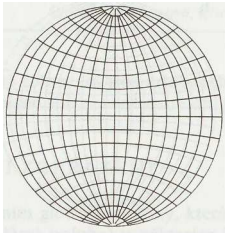


Bonneovo nepravé kuželové zobrazení

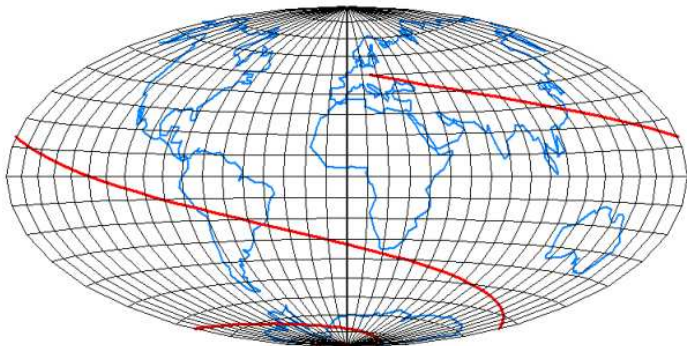


Hammerovo nepravé azimutální zobrazení

- 1892, Ernst von Hammer
- vznikne z Lambertova azimutálního zobrazení v příčné poloze tak, že se y -ové souřadnice průsečíků obrazu zeměpisné sítě ponechají a x -ové se zdvojnásobí (afinita)
- obrys mapy celého světa – elipsa
- plochojevné



Hammerovo nepravé azimutální zobrazení



● podle obsahu

- mapy s topografickým obsahem – znázorňují přírodní a společenské jevy v relativně stejném stupni podrobnosti
- obecně geografické mapy – přehledné mapy malého měřítká, znázorňují velké územní celky
- tematické mapy – zdůrazňují jen vybraný mapový obsah (vodstvo, hranice, obyvatelstvo, ...)

● podle zobrazovaného území

- astronomické mapy – hvězdné oblohy, jednotlivých vesmírných těles
- mapy Země – celá Země, polokoule, kontinenty, státy, menší územní jednotky, obce

● podle účelu

- mapy pro hospodářskou výstavbu – k evidenčním, plánovacím a projekčním účelům
- školní mapy – nástěnné geografické a tematické mapy, atlasy, slepé mapy

● podle účelu

- mapy pro veřejnost – turistické mapy, automapy, mapy měst
- vědecké mapy – shrnují výsledky vědeckého bádání
- vojenské mapy – podrobné topografické mapy, různé tematické mapy (mapa průchodnosti terénem, mapa vojenských prostorů, . . .)

● podle měřítka

- mapy velkého měřítka – $> 1 : 200\,000$, nejpodrobnější
- mapy středního měřítka – $1 : 200\,000 - 1 : 1\,000\,000$
- mapy malého měřítka – $< 1 : 1\,000\,000$

● podle způsobu vzniku

- původní mapy – na základě přímých podkladů z měření
- odvozené mapy – generalizace a úpravy existujících map

● podle formy podání

- kreslené mapy – samostatné, atlasy, fólie, . . .
- fotomapy – letecké či družicové snímky (nepravé mapy)
- anaglyfové mapy – stereoskopické dvojice map
- digitální mapy

● podle počtu mapových listů

- samostatné mapy – jediný list, vlastní vysvětlivky
- mapová díla – více mapových listů, jednotné měřítko i kartografické zobrazení, listy na sebe navazují
- soubory map – více map (zpravidla různá témata jednoho území nebo stejné téma více území)
- atlasy – systematicky uspořádané soubory map
- konvoluty – namátkou sebrané mapy různého druhu i stáří svázané do knihy, vyskytují se v mapových archivech

● podle omezení mapového pole

- rámové mapy – mapová kresba až k rámu
- ostrovní mapy – úplně zobrazeno jen zájmové území (stát, obec)
- mapy na spadávání – nemají rám, kresba končí na okraji papíru

● podle časového období, k němuž se vztahují

- aktuální mapy – mapy (rádoby) současného stavu
- staré mapy – mapy, které nelze považovat za aktuální
 - mapová faksimile – nový tisk staré mapy přesně podle originální předlohy
 - inkunábule – mapové prvotisky vydané do pol. 16. stol.
 - rané mapy – mapy zpracované do počátku systematického přesného mapování (u nás do 18. stol.)
- předpovědní mapy – např. meteorologické mapy
- statické mapy – zobrazují stav v určitém časovém okamžiku
- dynamické mapy – znázorňují průběh proměnlivých jevů (digitální mapy, sled map)

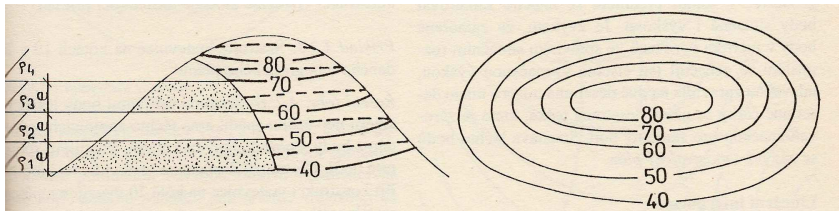
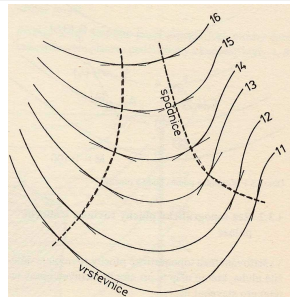
● podle hodnověrnosti

- dokumentační mapy – znázorňují zjištěné informace
- tendenční mapy – záměrně zdůrazňují vybrané objekty a jevy (zkreslení ploch, působení barev, . . .)
- smyšlené mapy

- spojená vyhlazená plocha, kterou nahrazujeme členitý zemský povrch za účelem kartografického znázornění
- při mapování malého území (cca do 700 km²) můžeme zanedbat zakřivení zemského povrchu a použít kótované promítání do vrstevní roviny
- topogr. plochu popisujeme pomocí vrstevních křivek (křivky v jednotlivých vrstevních rovinách), spádových křivek (křivky, které protínají vrstevnice kolmo) a bodů s vyznačenými výškami

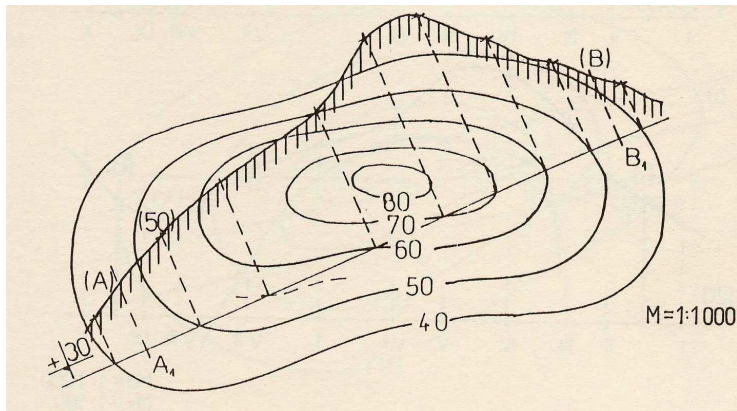
Topografické plochy

- průměty: okótované vrstevnice, spádnice, okótované body



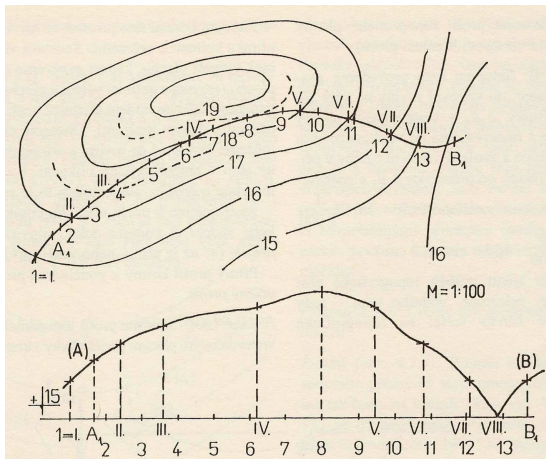
Topografické plochy

- profil topogr. plochy – přímý (řez rovinou kolmou k průmětně)



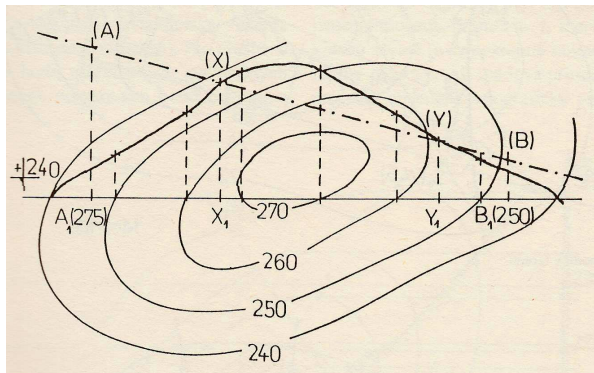
Topografické plochy

- profil topogr. plochy – podélný (průnik s obecnou válcovou plochou kolmou k průmětně)



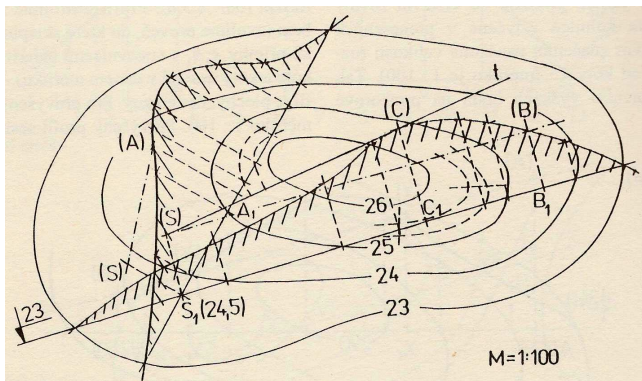
Topografické plochy

- průsečík přímky s topografickou plochou – sklopení přímého profilu



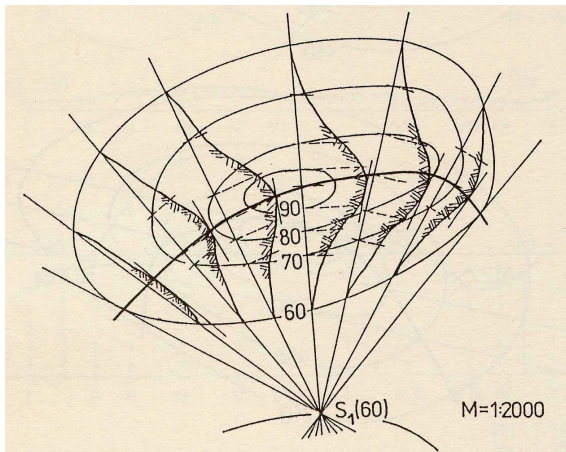
Topografické plochy

- určení viditelnosti v terénu



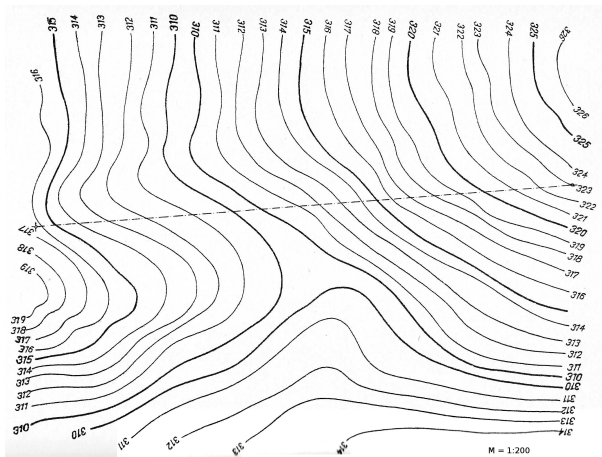
Topografické plochy

- určení obzoru daného bodu

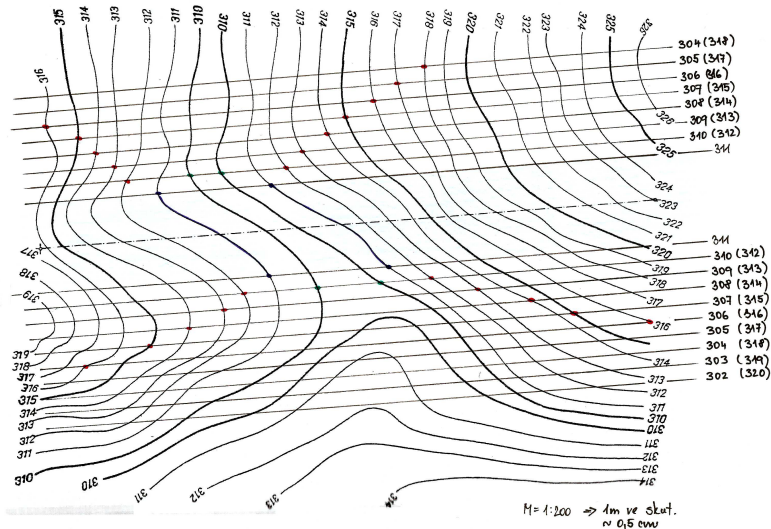


Řešení násypů a výkopů

Přímá vodorovná komunikace ve výšce 311 m, šířka 6 m, spád násypů i výkopů 1.

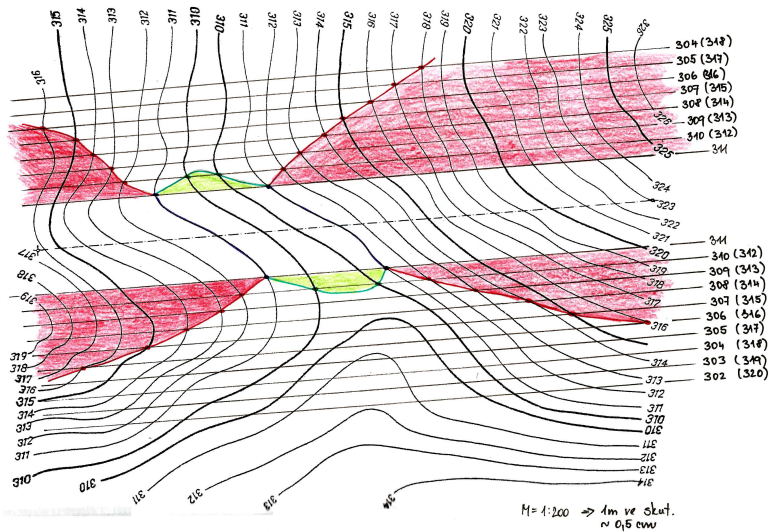


Řešení násypů a výkopů



$M = 1:200 \rightarrow 1\text{m ve skat.} \approx 0,5\text{cm}$

Řešení násypů a výkopů



Čapek R. a kol.: *Geografická kartografie*. SPN, Praha, 1992.

Musálková B.: *Deskriptivní geometrie II pro 2. ročník SPŠ stavebních*. Sobotáles, Praha, 2000.

Veverka B., Zimová R.: *Topografická a tematická kartografie*. ČVUT, Praha, 2008.