



■ ■ ■ ■ **Teorie zobrazení**

Matematická kartografie

Osnova

1. Východiska
2. Ekvidistantní zobrazení
3. Ekvivalentní zobrazení
4. Konformní zobrazení



1

VÝCHODISKA

Východiska

- minule – zákony zkreslení
- možnost matematicky definovat zobrazení – stanovení počátečních podmínek
- odvození jednotlivých typů zobrazení:
 - ekvidistantní
 - ekvivalentní
 - konformní
- základní odvození vždy pro pólovou polohu z referenčního elipsoidu
- případ při použití koule se odvodí následně
- v případě jiné než pólové polohy se dosazují kartografické souřadnice



2

EKVIDISTANTNÍ ZOBRAZENÍ

Ekvidistantní zobrazení

- požadavek **nezkreslení délek** nějaké soustavy čar
- matematicky vyjádřeno pomocí:
 - **základních vzorců pro délkové zkreslení**
 - **Gaussových symbolů**
- základ – **délkové zkreslení**
- ekvidistantní zobrazení v polednicích

$$m = \frac{dS}{ds}$$

$$m_p = 1$$

$$ds_p = Md\varphi \quad \frac{dS_p}{Md\varphi} = 1 \quad \frac{dS_p}{RdU} = 1$$

$$m_p = \frac{\sqrt{E}}{M} \quad \frac{\sqrt{E}}{M} = 1 \Rightarrow E = M^2 \quad \frac{\sqrt{E}}{R} = 1 \Rightarrow E = R^2$$

Ekvidistantní zobrazení

- ekvidistantní zobrazení v rovnoběžkách

$$m_r = 1$$

$$ds_r = N \cos \varphi d\lambda \quad \frac{dS_r}{N \cos \varphi d\lambda} = 1$$

$$\frac{dS_r}{R \cos U dV} = 1$$

$$m_r = \frac{\sqrt{G}}{N \cos \varphi} \quad \frac{\sqrt{G}}{N \cos \varphi} = 1 \Rightarrow G = N^2 \cos^2 \varphi \quad \frac{\sqrt{G}}{R \cos U} = 1 \Rightarrow G = R^2 \cos^2 U$$

- ekvidistantnost v jiných soustavách čar
 - šikmá poloha
 - kartografické souřadnice Š a D



3

EKVIVALENTNÍ ZOBRAZENÍ

Ekvivalentní zobrazení

- nezkreslené nebo konstantně zkreslené plochy

$$m_{pl} = 1$$

$$m_p m_r \sin A'_r = 1$$

- jednoduchá zobrazení
 - obecný vzorec je zjednodušený pro $A'_r = 90^\circ$

$$m_p m_r = 1$$

- nepravá a obecná zobrazení
 - zpravidla Gaussovy symboly

$$\frac{H}{MN \cos \varphi} = 1 \Rightarrow H = MN \cos \varphi$$

$$\frac{H}{R^2 \cos U} = 1 \Rightarrow H = R^2 \cos U$$



4

KONFORMNÍ ZOBRAZENÍ

Konformní zobrazení

- **Nezkreslují se úhly**
– přesněji v
diferenciálním okolí.

$$\Delta\omega = 0$$

$$\sin \frac{\Delta\omega_\varepsilon}{2} = \frac{m_b - m_a}{m_b + m_a} \quad \text{z toho plyne: } m_a = m_b$$

- Kružnice zůstane
kružnicí – nezkreslí se
na elipsu.

$$\text{z toho také plyne: } m_a = m_b$$

Konformní zobrazení

- Extrémní hodnoty délkového zkreslení jsou tedy stejné.
- To je možné, když délkové zkreslení je:
 - konstantní
 - nezávislé na směru azimutu délkového elementu

$$m^2 = m_p^2 \cos^2 A + \frac{F}{MN \cos \varphi} \sin 2A + m_r^2 \sin^2 A$$

- Platí tedy:
 - $m_p = m_r$
 - $F = 0$

$$m_p = m_r$$

Konformní zobrazení

- podmínku lze vyjádřit i pomocí Gaussových koeficientů
- definice zobrazení pomocí Gaussových koeficientů a zeměpisných souřadnic
 - na elipsoidu
 - na kouli

$$m_p = m_r$$

$$\frac{\sqrt{E}}{M} = \frac{\sqrt{G}}{N \cos \varphi} \Rightarrow \frac{E}{G} = \frac{M^2}{N^2 \cos^2 \varphi}$$

$$\frac{\sqrt{E}}{R} = \frac{\sqrt{G}}{R \cos U} \Rightarrow \frac{E}{G} = \frac{1}{\cos^2 U}$$

Konformní zobrazení

- Konformní zobrazení je definováno pomocí izometrických souřadnic.
 - q = izometrická šířka na elipsoidu
 - Q = izometrická šířka na kouli
- Obecné zobrazovací rovnice konformního zobrazení pomocí izometrických souřadnic:

$$x + iy = f(q + i\lambda)$$

$$x - iy = f(q - i\lambda)$$

Konformní zobrazení geodetické čáry

- Geodézie – měření pomocí trigonometrických sítí.
- Strany trojúhelníků trigonometrických sítí jsou geodetickými čarami:
 - Koule – součásti hlavních kružnic
 - Referenční elipsoid – části geodetických čar
- Většina úloh praktické geodézie je řešena v rovině konformního zobrazení.
 - Úhly se měří nejpřesněji.

Konformní zobrazení geodetické čáry

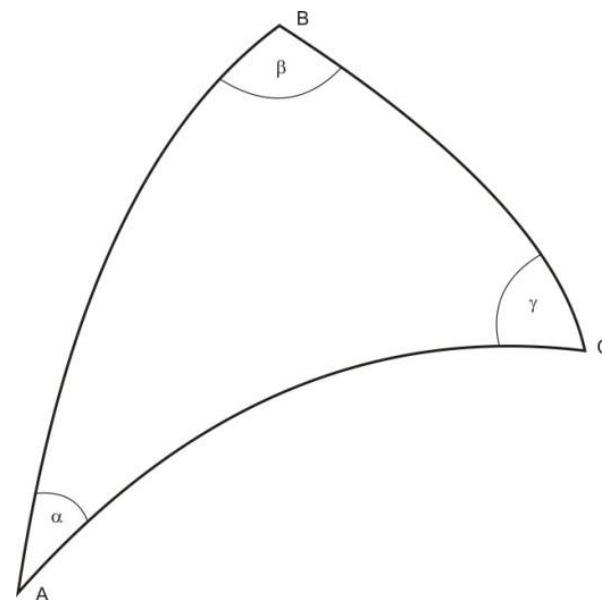
Konformní zobrazení nezkresluje úhly?

Ne tak úplně!

- Převod trojúhelníku z koule do roviny.
- Z více než 180° bude jen 180° – dojde ke zkreslení úhlů!

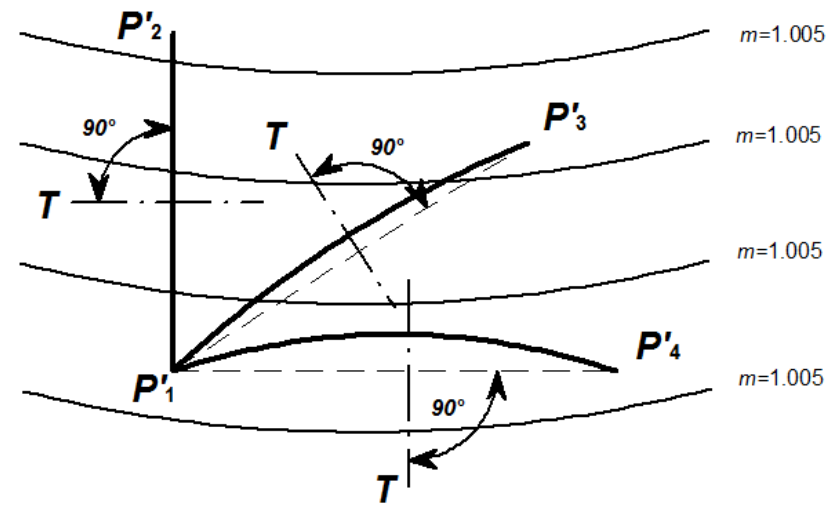
Proč se tedy tolik používá?

- To platí i v případě ekvidistantního nebo ekvivalentního zobrazení.
- Tam by ale navíc došlo i ke zkreslení délky kvůli zobrazení.
- Proto se v geodézii používá konformní zobrazení, aby se řešilo méně korekcí.



Průběh obrazu geodetické čáry v rovině konformního zobrazení

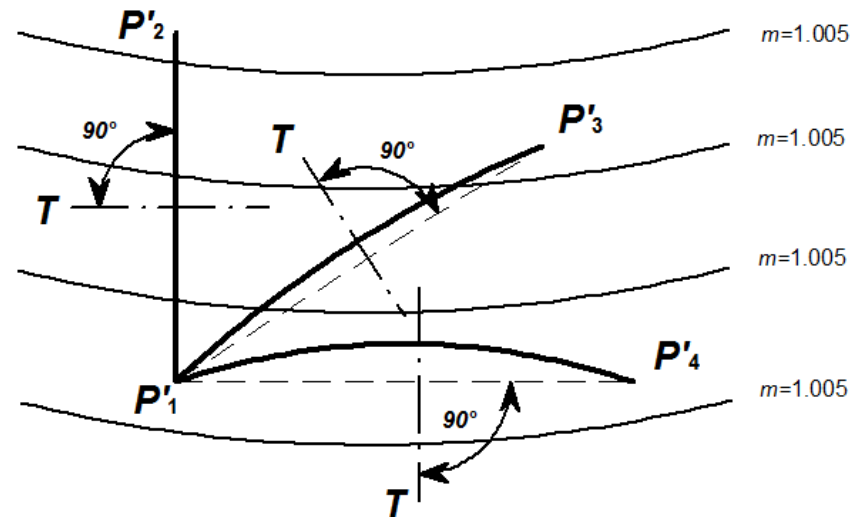
- Pro výpočty v geodetické praxi je nutné znát:
 - tvar geodetické čáry – především na jejím počátečním a koncovém bodě
 - délku jejího obrazu.
- Tyto vlastnosti lze určit pomocí výpočtů tzv. směrové a délkové korekce geodetické čáry.
- Viz skriptá.



Průběh obrazu geodetické čáry v rovině konformního zobrazení

křivost $\Gamma = \frac{1}{m} \frac{dm}{dT}$

- m - délkové zkreslení
- dm/dT - změna zkreslení ve směru kolmém ke geodetické čáře
- geodetická čára vedena kolmo k ekvideformátám:
 - směr kolmý na geod. čáru je rovnoběžný s ekvideformátami
 - $dm/dT = 0$
 - obraz bude přímka
- geodetická čára ve směru ekvideformát
 - směr kolmý na geod. čáru je kolmý na ekvideformáty
 - $dm/dT = \max$
 - křivost čáry bude maximální



Průběh obrazu geodetické čáry v rovině konformního zobrazení

geodetické čáry na Google Maps

