

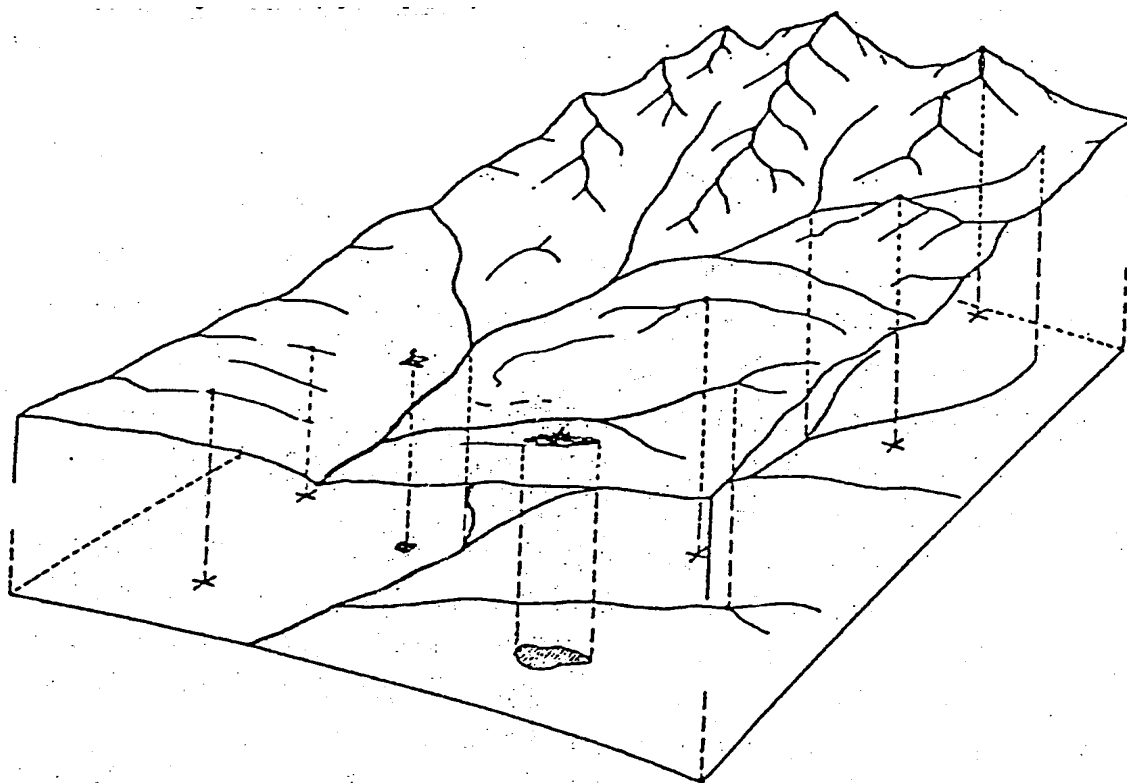
## Geodézie a kartografie



### Úkoly a pracovní metody geodézie a kartografie

GEODÉZIE je nauka o měření Země. Zabývá se zaměřováním, výpočty a zobrazováním částí zemského povrchu a spadá do ní také což je jejím vědeckým úkolem - určení povšechného tvaru a rozměrů zemského tělesa. Ke splnění těchto úkolů užívá geodézie vhodných metod měřičských, výpočetních a zobrazovacích spolu s náležitým přístrojovým vybavením.

Základní úlohou geodetických prací je stanovení vzájemné polohy jednotlivých bodů povrchu zemského. Je to úloha prostorová, ježto jde o body na nerovném povrchu Země. Pro potřeby technické praxe je nejvhodnější způsob zobrazení používaný v deskriptivní geometrii, a to v tzv. kótovaném promítání. Body se promítnou na vhodnou zobrazovací plochu (obr.1) a graficky nebo číselně se stanoví jednak vzájemná poloha jejich průmětů, jednak jejich svislá vzdálenost od průmětné plochy. Prvním úkolem se zabývají měření polohopisná (a jejich výsledkem jsou plány a mapy polohopisné neboli situační), druhý úkol řeší měření výšková (výškopisná).



obr.1 Promítání bodů zemského povrchu na zobrazovací plochu

Průmětnou plochu je třeba volit tak, aby se co nejtěsněji přimykala ke skutečnému povrchu zemskému v rozsahu měřeného území. Takovou plochou může být např. hladina světového oceánu prodloužená pod pevniny (tzv. nulová hladinová plocha).

Těleso, jehož povrchem je nulová hladinová plocha, geoid, je však možné nahradit tělesem velmi podobným, rotačním elipsoidem.

V mnoha výpočtech je možné nahradit elipsoid koulí o vhodném poloměru; jde-li o měřické práce menšího rozsahu, lze povrch zemský promítat na rovinu. Tento způsob je nejjednodušší a vystačíme s ním při řešení většiny úloh, které se vyskytují v technické praxi.

Geodézie, která měří a zobrazuje zemský povrch jednoduchým způsobem, - **geodézie nižší neboli rovinná** na rozdíl od **geodézie vyšší - úlohy řeší hud' na elipsoidu nebo na kouli** a která se také zabývá určením tvaru a základních rozměrů tělesa zemského.

**KARTOGRAFIE** je věda, která zkoumá, navrhuje a prakticky realizuje vhodné zobrazení zemského povrchu a jevů na něm probíhajících.

**Matematická kartografie** se zabývá výpočty a konstrukcemi sloužícími k převodu zakřiveného povrchu Země (elipsoidu, koule) do roviny prostřednictvím kartografických zobrazení

**Geodetická kartografie** zpracovává výsledky měřických prací do původních a odvozených map velkých měřítek; často k tomu využívá i leteckého fotogrametrického snímkování zemského povrchu.

**Geografická kartografie** navrhuje a zpracovává odvozené mapy středních a malých měřítek, vytváří pro ně vhodné výrazové prostředky a doplňuje je často dalšími

charakteristickými informacemi.

**Praktická kartografie** se zabývá redakční přípravou, zpracováním mapového originálu a polygrafickou reprodukcí map i řešením technických problémů s ní souvisejících, v poslední době zejména s přechodem na tzv. počítačovou kartografii, která umožňuje rychlejší, z větší části automatizovanou produkci map.

Ke kartografickým disciplinám je nutné ještě přiřadit kartometrii, která užívá různých metod, přístrojů a pomůcek k určení délek, úhlů a ploch na mapách a plánech.

### **Historie**

**Středověk:** Soupisy půdy, rozdělení na panskou (dominikál) a poddanskou (rustikál)  
Tereziánský katastr

**Josefský katastr** - první snahy o zaměření - rozdělení na geometrické obrazce

Tereziánsko - Josefský katastr: Krok zpět, dominikál dle Tereziánského, rustikál dle Josefského.

### **Stabilní katastr**

1817 - patent. Všechny části zemského povrchu musejí být zaměřeny, zobrazeny, popsány.  
Daň z výměry.

Vojenská trigonometrická 1. a 2. Řádu byla zhuštěna geodeticky 3. řádem a graficky čtvrtým.

1824 - měřická instrukce. Měřický stůl, konstrukční oměrné.

Měřítko map 1:2880, 1440, 720. Zobrazení Cassini-Soldner

Pozemky červeně, stavby černě.

Přesnost map stabilního katastru:  $m = 2,14m$ .

### **1869 - Reambulace**

Jednorázová oprava špatné kvality

1876 - Přechod na metrickou míru, **nové katastrální mapování** (1887). Polygonometrie, teodolity, pásma.

1904 - nová instrukce, měřítko 1: 2500 a 1250 Nové klady

### **1927 - Československý pozemkový katastr**

Měřická část zakládána dle instrukce „A“, udržována dle instrukce „B“ (1932).

Křovákovo zobrazení.

Mapy na zajištěném papíře v S-JTSK a měřítkách 1000, 2000 a 4000.

1946-1954 - Státní mapa hospodářská 1:5000

Státní mapa odvozená - 1:5000

### **1956: Jednotná evidence půdy**

Nové mapy a operáty. Ve 25-30% obcí přesná metoda, ostatní zjednodušeně (s cílem zpřesnit do r. 1960). Velmi nepřesné. Modrokopie (kyanografie)

**1964** - Mapy evidence nemovitostí. Souvislé zobrazení. Dvojobrazové dálkoměry?

**1992** - Katastr nemovitostí.



## Soustavy měr

**MÍRY DÉLKOVÉ A PLOŠNÉ** jsou vesměs odvozeny od základní jednotky, **metr (m)**.

Pro běžnou potřebu měřické praxe užíváme násobku **1 km = 1000 m** a podílů **1 mm (0,001 m)** a **1 cm (0,01 m)**.

**Plošné míry:**

**1 m<sup>2</sup> (metr čtverečný)** a jeho násobky

**1 a (ar) = 100 m<sup>2</sup>,**

**1 ha (hektar) = 10 000 m<sup>2</sup>, 1 km<sup>2</sup> = 1 000 000 m<sup>2</sup>.**

**Poznámka:**

Metr je jednou ze základních jednotek mezinárodní měrové soustavy SI; jeho definice již není odvozena z rozměrů Země (jako desetimiliontá část kvadrantu zemského poledníku), ale z atomové fyziky:

**metr je délka rovnající se 1 650 763,73-násobku vlnové délky záření šířícího se ve vakuu, které přísluší přechodu mezi energetickými hladinami 2p<sub>10</sub> a 5d<sub>5</sub> atomu kryptonu 86.**

**jiné znění definice metru:**

**Metr je délka dráhy, kterou uletí světlo ve vakuu za 1/299792458 sekundy.**

# MÍRY ÚHLOVÉ

V současné době se v geodetické praxi používá tři soustav:

- a) šedesátinné,
- b) setinné
- c) absolutní (obloukové).

a) **Úhlová míra šedesátinná (stupňová)** je odvozena z jednotky  $1^\circ$  (stupeň), jehož velikost je dána vztahem  $2n = 360^\circ$ . Stupeň se dělí na  $60'$  (minut), minuta má  $60''$  (vteřin). Ještě menší úhlové hodnoty se vyjadřují desetinnými zlomky vteřiny. Šedesátinná míra má řadu nevýhod zejména při početních operacích a proto byla již před II. světovou válkou nahrazována mírou setinnou (grádovou).

**b) Setinná míra grádová** Její základní jednotkou je  $1^g$  (grád, gon) : plný úhel má  $400^g$ . Další dělení je desetinné -  $0,01^g = 1$  centigrád ( $1^c$ ),  $0,0001^g = 1$  decimigrád ( $1^{oc}$ ), někdy také  $0,001^g = 1$  miligrád (1 mgon).

Soustava SI platná závazně v naší republice od 1. ledna 1980 zavádí jako základní jednotku rovinného úhlu radián (značka rad), jako úhel, u něhož poměr příslušné délky kruhového oblouku opsaného z vrcholu úhlu k poloměru oblouku se rovná jedné. - Pro praktické využití této tzv. absolutní (obloukové) míry jsou vhodné i dekadické podíly radiánu, tj. mrad (**miliradián, = 0,001 rad**) a prad (**mikroradián, = 0,000 001 rad**). Při geodetických pracích se často setkáváme s úhloměrnými přístroji a dalšími pomůckami v různých systémech úhlových měř. Je proto nutné znát převodní vztahy mezi jejich jednotkami, které jsou dány těmito rovnicemi :

$$\begin{aligned} 1^\circ &= 1,1111^g ; & 1' &= 1,852^c ; & 1'' &= 3,086^{oc} \\ 1^g &= 54' ; & 1^c &= 32,4'' ; & 1^{oc} &= 0,324'' \\ 1 \text{ rad} &= 57^\circ 17' 45'' = 63,662^g ; & 1 \text{ mrad} &= 3' 26'' = 6,366^g \end{aligned}$$

Převodní vztahy mezi úhlovou mírou šedesátinnou a setinnou jsou vyčísleny v tab.č.1 a 2 na str.68.

Sklonové poměry terénu a tras komunikačních i vodohospodářských staveb se často udávají také v procentech ( $\% = 1:100$ ) nebo v promilích ( $\sim o = 1:1000$ ).



## Měření délek – metrická soustava, přístroje, komparace, základnová měření, přímé a nepřímé měření, chyby a přesnost

### Metrická soustava

- roku 1926 zakoupila Československá republika prototyp národního metru
- od 1876 zavedena metrická soustava v Rak. Uher.

Metr je délka dráhy, kterou uletí světlo ve vzduchoprázdnu za  $1/299792458$  sekundy.

mega	M	$10^6$	hekto	h	$10^3$
kilo	k	$10^3$	deka	da	$10^1$
mili	m	$10^{-3}$	deci	d	$10^{-1}$
makro	$\mu$	$10^{-6}$	centi	c	$10^{-2}$
nano	n	$10^{-9}$			

### Měříme těmito způsoby:

#### 1. přímo

- pásmo
- lat'
- dráty

#### 2. nepřímo

##### a) optické dálkoměry

- s latí – nitkové
- dvojobrazové
- s konstantní délkou latě
- autoredukční ( dvojobrazové, diagramové )
- bez latě autoredukční – základnové

##### b) mechanické dálkoměry

##### c) fyzikální dálkoměry

- interferenční
- elektronické
- fázové
- světelné
- radiolokační
- radiové

## Měření délek pásmem

Označení počátečního a koncového bodu výtyčkou, pokud je délka větší než je 3 násobek délky pásma, vložíme mezilehlé výtyčky. Do směru se zařazuje podle oka a napíná se silou 100 N.

Kontroluje se nula, délky se měří vždy 2 krát a to po svahu a odsazuje se ( např. 10 cm ). Provažujeme olovnicí, kdy se bod označí hřebem. Pokud potřebujeme měřit délku přesněji, rozdělíme celou vzdálenost na několik úseků ( kolíky s hřebíčky ) a převádíme na vodorovnou pomocí Pythagora. Délky vícekrát změřené aritmeticky průměrujeme.

### **Dělení chyb a přesnost**

Chyby nevyhnutelné ( nahodilé a systematické )

### **Systematické:**

#### **Nesprávná délka měřidla**

Má stálou velikost a je pro každé pásmo odlišná. Porovnává se s etalonem podle ČSN ( 70 ), buď na srovnávací základně ( VÚGTK) nebo v polních podmínkách ( na kolejnici pomocí sady normálních metrů ).

Pro 30 m pásmo to je 5 mm.

#### **Ze změny délky měřidla ( nejvíc kvůli teplotě )**

$\delta l_t = l \lambda_t ( t - t_k )$        $t$ - teplota při měření,  $t_k$  – při komparaci,  $\lambda_t$ -koef. roztažnosti oceli,  $l$  - délka

#### **Z protažení měřidla**

$\delta l_p = l * F / ( A * E )$        $F$ - napínací síla,  $A$  – průřez ,  $l$  – délka pásma,  $E$  – Youngův modul  
(  $N * m^{-2}$  )

#### **Z nevdorovné polohy měřidla ( naměříme vždy více )**

$\delta l_0 = h^2 / ( 2 * l )$        $l_0$  – vodorovná délka,  $l$  – šikmá,  $h$  - převýšení

#### **Z vybočení měřidla ze směru**

Podobná jako předchozí, taky vždy víc.

#### **Z průhybu měřidla**

Způsobena malým napnutím nebo třeba větrem.

$$\delta l_h = 8/3 * h^2 / l$$

$h$  – pronesení pásma ( m ),  $l$  – délka pásma

## **Nahodilé chyby:**

### **Provázení**

Závisí na pečlivosti měřiče, na uklidnění olovnice a na vaší fantazii. ( max 2 – 5 mm)

### **Přiřazení**

Špatná nula a nutno měřit po svahu, aby se provažoval vždy konec.

### **Odečtení jasné**

### **Přesnost:**

$$m_x = m / \sqrt{n}$$

stř. chyba aritm. průměru

$$\Delta s = 0,01 \sqrt{s} + 0,10$$

max rozdíl mezi 2 \* měřenou délkou ( m )

## **Optické dálkoměry**

- dálkoměry se základnou ( latí ) v přístroji
- dálkoměry se základnou ( latí ) v cíli

## **Dálkoměry s konstantní délkou základny - paralaktika**

Zprostředkující veličina je  $\delta$ , základna je 2 m

$$s_0 = \cotg \delta / 2$$

délka  $s_0$  je vždy vodorovná

Paralaktické měření délek se měří podobně jako laboratorní jednotka ( L – P – P – L ) – 2 \*  $\delta$ , potom se postup opakuje ve druhé ( P – L – L - P ) a není potřeba prokládat dalekohled ( stejný horizont ). Pokud je délka větší staví se lať doprostřed (  $s_0 = s_1 + s_2 = \cotg \delta_1 + \cotg \delta_2$  ).

Přesnost:

$$m_s = ( s^2 * m_\delta ) / ( l * \rho )$$

je možno měřit na 100 až 120 m

## **Nitkový dálkoměr**

Nitkový kříž je vybaven dalšími vodorovnými ryskami ( dálkoměrné ), je použit analaktický dalekohled ( vrchol dálkoměrného úhlu převeden optickou cestou do středu točné osy

dalekohledu pomocí analaktické čočky). Jsou tak vybaveny jak teodolity, tak některé niveláky.

$$s = k \cdot l \cdot \sin z$$

100, -10 ), z - zenit

s – vodorovná, s<sub>0</sub> – šikmá, k – konst. ( 10,

$$s_0 = k \cdot l \cdot \sin^2 z$$

$$h = s_0 \cdot \cotg z$$

Přesnost:

$$m_s^2 = (k \sin^2 z)^2 \cdot m_l^2 + (k l \sin 2z)^2 \cdot m_z^2$$

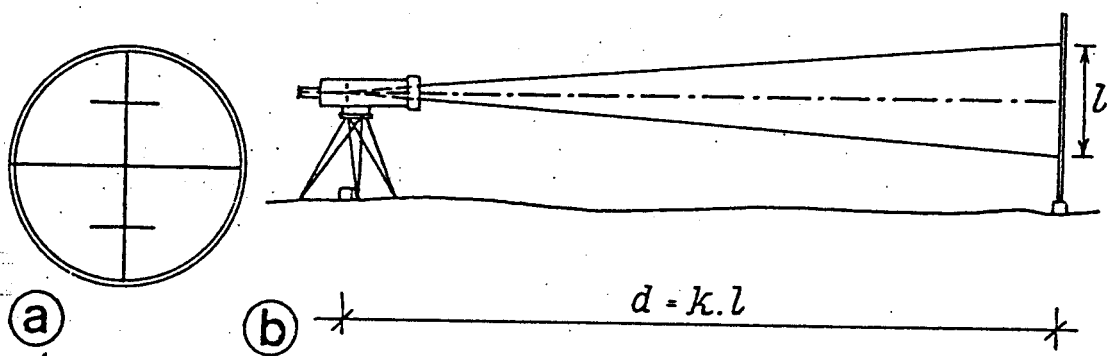
$$m_l = m_0 \cdot \sqrt{2}$$

Celková relativní přesnost:

$$\Delta s = s \cdot 1 / 300$$

### Ostatní optické dálkoměry

Dálkoměry s konstantním úhlem ( Carl Zeiss Jena – Redta 002 ) jsou udělány tak aby bylo zajištěno:



obr.8 Optické měření délek pomocí konstantního úhlu  
(a - nitkový kříž s dálkoměrnými ryskami, b - pracovní schema při vodorovné záměře)

$$s = l \cdot \cotg \delta$$

$$(\delta = 34'23'' - \cotg \delta = 100)$$

Před objektiv se nasadí klín a proto se jim říká dvojobrazové dálkoměry.

Dálkoměry bez latě ( koncový bod je výtyčka ) vytvářejí dva obrazy, které je potřeba zkoincidovat pohybem hranolu po rameni ( opatřeného stupnicí ) přístroje. Jsou měřeny jak

vodorovné tak šikmé délky. **BRT 006 – Zeiss**

Diagramové dálkoměry ( **Dahlta 010B** ) měli na točné ose dalekohledu upevněnu skleněnou destičku opatřenou křivkami. Základní křivka, tou se zacílí na lať a je možno odečítat převýšení mezi horizontem stroje a značkou na lati, vodorovná délka se odečte pomocí laťového úseku vymezeného rozdílem rysek ( základní a pro vodorovnou délku ) .

Pro tento okruh jsem čerpal ze skript Geodézie – Měření od Ratibora. JK