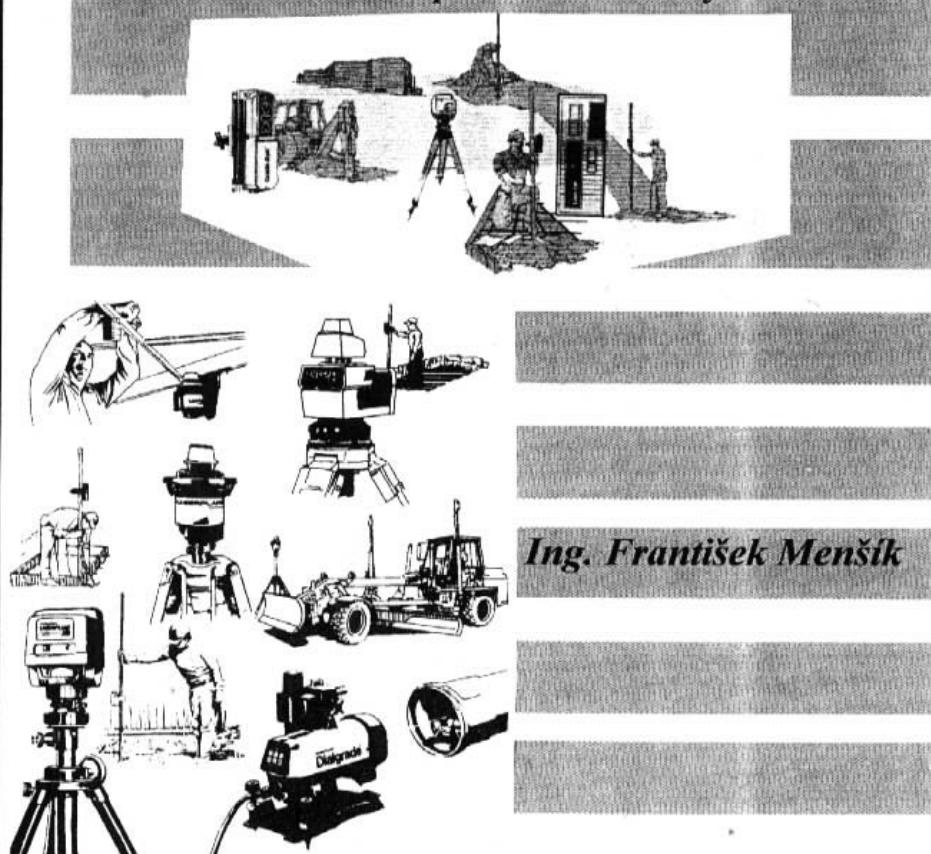


# Vybrané kapitoly

## ze stavební geodézie

*Minimum pro stavební techniky*



*Ing. František Menšík*

**Obsah:**

1) Obsah	
2) Právní rámec zeměměřičské služby ČR	1
3) Úkoly geodézie ve stavebnictví	3
4) Tvar a rozměry Země	4
5) Míry	4
6) Základní geotechnické pomůcky	5
7) Pomůcky k vytváření úhlů stálých hodnot	9
8) Značení měříckých bodů	11
9) Stabilizace a signalizace bodů	11
10) Základní vyměřovací práce	19
11) Měření výšek	25
12) Výškový systém	25
13) Jednoduché nivelační pomůcky	26
14) Nivelační přístroje a práce s nimi	28
15) Zaměření a zobrazení podélného a příčného profilu	33
16) Teodolit	37
17) Měření vodorovných úhlů	41
18) Měření svislých úhlů	44
19) Trigonometrické určování výšek	46
20) Nepřímé měření vzdáleností	48
21) Tachymetrie	51
22) Vyhotovení originálu výškopisné mapy	53
23) Podrobné měření polohopisné	56
24) Určování ploch a výpočet kubatur	58
25) Polohopisné a výškopisné vytváření	62
26) Měření posunů a přetvoření	67
27) Předávání a přejímka staveniště	67
28) Geodetická část projektové dokumentace	67
29) Zobrazení a státní mapové dílo ČR	69
30) Komenského mapa Moravy-ukázka	72

## Právní rámec zeměměřické služby v ČR.

Zabezpečení odborných technických činností v geodézii, kartografii a katastru nemovitosti je dáno zákonem č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví, jakož i dalšími právnimi normami. Pro stavební techniky je nezbytná základní orientace v systému.

### Státní orgány

Podle zákona ČNR č. 359/1992 S., o zeměměřických a katastrálních orgánech je ústředním orgánem státní správy pro tuto oblast **Český úřad zeměměřický a katastrální**. Jeho úkolem je koordinovat a usměrňovat a následující činnost:

- budování a údržba geodetických základu a podrobných bodových polí
- správa katastru nemovitostí ČR
- tvorba, obnova a vydávání státních mapových děl
- standardizace jmen nesídelních geografických objektů ČR a všech objektů mimo ČR a schvalování názvů katastrálních území
- vytváření a vedení automatizovaného informačního systému zeměměřictví a katastru nemovitosti ČR
- dokumentace výsledků zeměměřické činnosti
- vedení Ústředního archivu zeměměřictví a kartografie
- koordinuje mezinárodní spolupráci, výzkum a systém vědeckotechnických informací
- vede **Zeměměřické a katastrální inspektoráty** a **Katastrální úřady**
- uděluje fyzickým a právnickým osobám souhlas k výkonu zeměměřických činností

### Zeměměřické a katastrální inspektoráty

- jsou kontrolními orgány nad prováděním zeměměřické práce
- projednávají porušení pořádku v zeměměřictví
- působí jako odvolací orgán proti rozhodnutí katastrálních úřadů

### Katastrální úřady

- vykonávají státní správu a projednávají porušení pořádku v katastru nemovitosti
- schvaluji změny hranic katastrálních území a pomístní názvosloví
- zajišťují styk s občany a organizacemi
- zajišťují obnovu katastru a práce pro státní mapové dílo

### Zeměměřický úřad v Praze

- pracuje v oblasti základních bodových polí
- činnost v oblasti mezinárodních styků

Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický

- je nositelem základního a aplikovaného výzkumu

Fyzické a právnické osoby

- provádějí na základě Úředního oprávnění činnost, kterou si nevyhradil stát
- ověřují geometrické plány a vytváření vlastnických hranic
- dokumentují práce o podrobném bodovém poli a zaměření předmětů měření, které jsou v mapovém díle
- provádějí geodetické práce ve výstavbě, zejména
  - **vytyčení obvodu staveniště**
  - **zřízení a zaměření bodů vytvárací sítě stavby a jejich zabezpečení a ochrana proti poškození a zničení**
  - **kontrola bodů vytvárací sítě po dobu stavby**
  - **prostorové vytyčení stavby v souladu s územním rozhodnutím a stavebním povolením**
  - **vytyčení podzemních vedení na povrchu, pokud mohou být dotčena stavební činností**
  - **vytyčení tvaru a rozměry stavby – s výjimkou drobných staveb, pokud netvoří vlastnickou hranici**
  - **geodetická kontrolní měření, měření posunů a třetvoření stavby**
  - **měření skutečného provedení stavby**
  - **činnosti, které musí být ověřeny při přípravě, projektování, dokumentaci a provádění staveb**

Výjimku tvoří pouze stavby, které vyžadují pouze jednoduché měřícké práce, které mohou provádět i zeměměřiči bez oprávnění, nebo stavební inženýři a technici.

Porušení pořádku v zeměměřictví

Zákon č. 359/1992 Sb., v § 7 stanoví skutkovou podstatu porušení pořádku na úseku zeměměřictví. Toho se dopustí zejména ten, kdo

- neoprávněně ohrozí nebo ztíží provádění měříckých prací
- zničí, poškodi nebo neoprávněně přemístí měříckou značku, signál nebo jiné zařízení geodetického bodu
- neoprávněně provádí zeměměřické činnosti nebo nedodržuje podmínky stanovené v udělení souhlasu
- neoprávněně využívá, nebo rozšiřuje výsledky zeměměřické činnosti, prováděných v zájmu státu.

Et.c.

## Úkoly geodézie ve stavebnictví

### Poslání geodézie a její definice

Geodézie je věda, která se zabývá měřením a zobrazováním Země. Název pochází z řečtiny a znamená dělení půdy - země. Z tohoto je patrné, že geodézie patří mezi nejstarší vědní obory.

Geodézie jako vědní obor prakticky předchází a doprovází všechny práce spojené s výstavbou. Jako prioritní řeší geodézie určení tvaru a velikosti Země, její postavení ve vesmíru a dále zobrazení polohy bodu na zeměkouli a to v rovině horizontální i vertikální.

Vědecké řešení nastíněného problému je úkolem geodézie vyšší a matematické kartografie.

Úkol změřit a zobrazit povrch zemský a určit vzájemnou polohu různých bodů v terénu i na referenční ploše - mapě nebo plánu, je úkolem geodézie vyšší ale i praktické.

Geodézie, která řeší úkoly na úseku výstavby se nazývá stavební geodézie.

### Úkoly stavební geodézie

Stavební geodézie řeší úkoly ve výstavbě, při přípravě a tvorbě projektů, při realizaci stavby a při dokumentaci stavby ukončené. Má tedy široké uplatnění a rozsah prací je značný.

Základní úkoly geodézie ve stavebnictví jsou tyto:

- 1/ pořízení geodetických mapových podkladů pro návrh stavby
- 2/ pořízení vytýčovací sítě, vytýčovacího výkresu a vytyčení stavby
- 3/ měřická kontrola postupu stavby
- 4/ zaměření konečných rozměrů a polohy stavby pro využití v dokumentaci - zobrazení
- 5/ následná periodická kontrola stavby po dokončení z hlediska posunů stavby, klesání zvedání a pftetvoření.

Projektuje-li se jakákoli stavba, musí projektant navrhnout její umístění v terénu. K tomu používá jednak mapové podklady a plány a následně ověřuje situaci v terénu z hlediska polohopisu i výškopisu.

Vytýčování stavby se provádí vztážmo k existujícím bodům vytýčovací sítě polohopisné nebo výškopisné. Podrobnosti o prostorové poloze stavby získáme z vytýčovacích výkresů.

Kontrola stavby se provádí prakticky po celou dobu výstavby, t.j. od vytyčení, přes založení a stavbu jednotlivých podlaží až po zhotovení střechy. Cílem kontroly je zabezpečit tvar a rozměry stavby v souladu s projektem.

Po dokončení musí být celá stavba opětovně zaměřena a výsledky měření se použijí k dokumentaci stavby a k zobrazení do map. Mapy se musí udržovat v operativně aktuálním stavu.

U některých staveb je nutné provádět i další měření po dokončení stavby a to z hlediska jejich případných negativních stavů, jako nadmerné přetvoření, sedání, zvedání nebo posun. Tato následná měření se provádějí v místech geologicky exponovaných a také u důležitých staveb.

Stavební technik musí ovládat všechny základní geodetické úkony, které zpravidla provádí samostatně v menším rozsahu.

Činnost na úseku geodézie či zeměměřictví není činností chaotickou, ale přesnou, která vyžaduje nejen dodržování příslušné právní úpravy dané zákonem, ale i vlastní pečlivost a přesnost.

#### Tvar a rozměry Země

Fyzický zemský povrch v celém rozsahu je příliš členitý a nepravidelný. Nelze jej tedy vyjádřit matematicky definovaným povrchem. Proto je Země nahrazována zjednodušenými tvary. Nejvíce se zemskému povrchu blíží těleso, zvané geoid. Geoid si představujeme jako těleso, jehož povrch je blízký klidným středním hladinám oceánů a moří, prodlouženým pod kontinenty. Je to těleso nepravidelné, jemuž se nejvíce podobá z geometrických těles trojosý elipsoid. Pro praktické potřeby se používá jako náhradní těleso za geoid rotační elipsoid, zploštěný na pólech. Rozměry elipsoidu jsou po staletí upřesňovány a pro t.zv. Besselův elipsoid (z roku 1841) je dán rozměr poloosami  $a = 6\ 377\ 397\text{ m}$ ,  $b = 6\ 356\ 079\text{ m}$ . V poslední době přispělo k určení rozměrů Země i měření pomocí umělých družic. Od roku 1980 používáme rozměry t.zv. referenčního systému a poloosy jsou dány hodnotami pro osu  $a = 6\ 378\ 137\text{ m}$ , pro osu  $b = 6\ 356\ 752\text{ m}$ .

Pro některé případy však lze geoid nahradit koulí o poloměru  $R = 6\ 380\ 000\text{ m}$ . Jedná se o případy, kdy jde o území v rozsahu cca  $700\text{ km}^2$ , což je plocha kruhu o průměru 30 km.

#### Míry

Měření je výkon, při kterém porovnáváme různé rozměry - nejčastěji se jedná o délky, úhly, čas a pod. Se základní jednotkou. V geodézii budeme používat míry délkové, plošné, úhlové a obloukové.

##### Míry délkové

První návrh na zavedení jednotné soustavy měr a vah na celé Zemi přišel na konci 18. století z Francie. Od té doby známe jednotku metr, která byla původně definována jako desetimilontá část čtvrtiny poledníku. Od roku 1984 se však používá definice, že jeden metr je délka dráhy, kterou projde světlo ve vakuu za dobu  $1/299\ 792\ 458\text{ s}$ .

Pro vyjádření násobku nebo zlomků metru se používají:

1 kilometr      1 km      = 1000 m

1 hektometr	1 hm	= 100 m
1 decimetr	1 m	= 0,1 m
1 centimetr	1 cm	= 0,01 m
1 milimetr	1 mm	= 0,001 m.

#### Míry plošné

Odvozenou jednotkou plošného obsahu je 1 m<sup>2</sup>, který je definován jako plocha čtverce o straně 1 m. Dále pro určení plochy užíváme :

$$\begin{array}{ll} 1 \text{ hektar} & 1 \text{ ha} = 10\,000 \text{ m}^2 \\ 1 \text{ kilometr čtvereční} & 1 \text{ km}^2 = 100 \text{ ha} = 1\,000\,000 \text{ m}^2. \end{array}$$

#### Úhlové míry

Míry úhlové se udávají v šedesátném nebo setinném dělení.

Šedesátné dělení ( $^\circ$  = stupeň)

Plný úhel je  $360^\circ$ , přímý  $180^\circ$  a pravý  $90^\circ$ .  
Menší jednotky jsou potom - minuta - vteřina

Setinné dělení.

Úhly se udávají v gradech a jeho zlomech. Při tomto dělení je plný úhel 400 gradů, přímý 200 a pravý 100 gradů.

#### Základní geodetické pomůcky

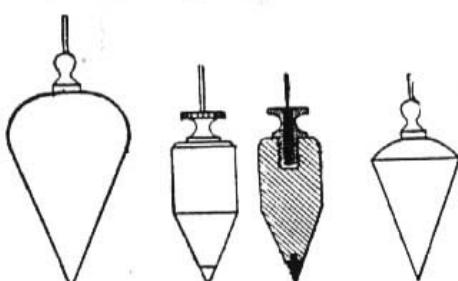
V geodézii měříme nejčastěji dva směry a to směl svislý a vodorovný. K tomuto nám poslouží základní geodetické pomůcky. Jsou to olovnice a libela.

##### Olovnice

Olovnice je rotační symetrické těleso různého tvaru, opatřené pevným závěsem.

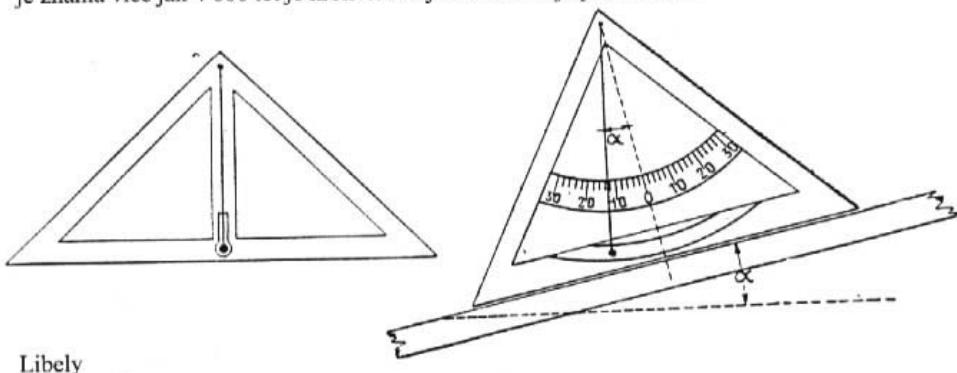
Hmotnost běžné olovnice bývá cca 250 g; pro přesné provážování bodů do značných hloubek má však hmotnost i přes 100 kg.

Nejběžnější tvary jsou na obr.



### Určování vodorovného směru

Velmi jednoduchou pomůckou pro měření, resp. určování vodorovného směru, která je známá více jak 4 000 let je krokvice. Její tvar a užití je patrné z obr.



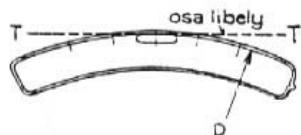
Libely

Libely jsou nejoptimálnější pomůcky pro vytýčení vodorovného směru. Jsou to skleněně nádobky nebo trubice, naplněné vhodnou kapalinou (lih, éter a pod.) tak, že v nich zůstane malá bublinky, jejíž pomocí určujeme vodorovný směr.

#### Libela trubicová

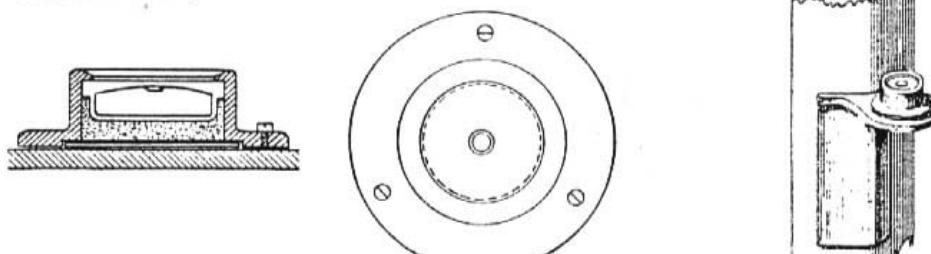
Pro běžnou řemeslnou potřebu se používají trubicové libely ohýbané, větší přesnosti je však možno dosáhnout pomocí trubicové libely broušené.

Osa libely je tečnou k výbrusové kružnici ve vrcholu libely. Libela je urovnána, t.j. ve vodorovné poloze, jakmile se bublina ztotožní s vrcholem. Vrchol je zpravidla označen jednou nebo dvěma ryskami. K pochopení pomůže obr.

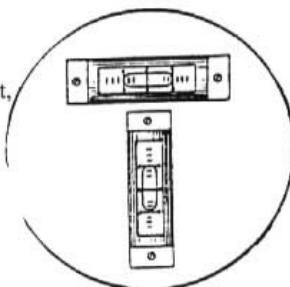


#### Libela krabicová

Libely krabicové jsou méně přesné. Horná část libely je tvarována do kulové plochy. Bublinu je nutno urovnat do soustředěných kroužků. Tvary libely závisí na způsobu využití. Krabicová libela je zobrazena na obr.

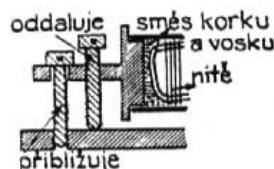


Uvedené druhy libel je možno pro praktické užití vhodně kombinovat, postavení. Tak vznikne na při libela křížová. Viz obr.



Rektifikace libel

Libely musí splňovat podmínu, že osa libely je rovnoběžná s dotykovou přímkou, nebo rovinou podkladové desky. Rektifikace-nebo-li oprava libely se provádí pomocí rektifikačních šroubů. Mechanismus rektifikační libely je patrný z obr.



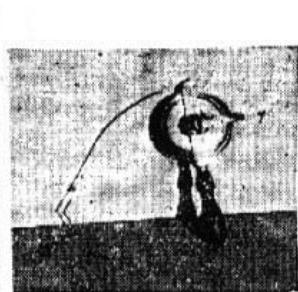
Pásma

Jedním ze základních měřičských úkonů v geodézii je měření délek. Délky je možno měřit přímo, pomocí metru, který však je pro měření větších vzdáleností nevhodný. Proto se vytváří t.zv. pásmo. Pásma jsou vyrobena jako ocelová, plastová nebo také textilní. Textilní je v geodézii nepoužitelné, vzhledem k proměnným hodnotám délky, způsobenými vlhkostí, průtahem textilie a pod. Délka pásem se pohybuje v rozmezí 5-15 m - pásmo krátká, nebo 30 až 50 m - pásmo dlouhá. Pásma mají dělení zpravidla po metru až na cm.. Počátek stupnice je různý. Zpravidla prvních 10 až 20 cm je děleno na mm. Pro měření pomocí pásmo používáme další pomůcky a to siloměr - pro kontrolu napnutí pásmo a měřičské jehly, pro dočasné označení bodů, počátku a konce pásmo.

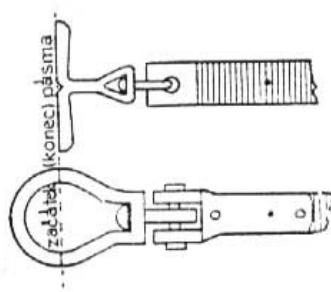
Na obrázcích jsou příkladmo uvedeny způsoby vedení pásmo a úpravy začátku a konce pásmo.



Ocelové pásmo  
na kruhu



Ocelové pásmo  
na vidlici



Úpravy začátku  
a konce pásmo

### Výtyčky

Pro signalizaci koncových bodů - do vzdálenosti cca 300 m - měřické přímky užíváme nejčastěji výtyčky (trasírky). Výtyčky se vyrábějí v délce 2 m, které lze složit až na délku 6 m. Dělení na výtyčkách je po 0,20 m a střídá se barva červená a bílá. Průřez výtyčky je buď kružnice, nebo trojúhelník, materiál dřevo, plast nebo kov - nejčastěji slitiny hliníku. Vytyčky je možno obsluhovat figurantem, nebo upevňovat do stojanů. Viz. Obr.



### Údržba pomůcek

Údržba pomůcek je prováděna po každém měření. Pomůcky je nutno očistit od bláta, ochránit proti korozi. Zvláštní pozornost je nutno věnovat údržbě ocelového pásmá. Po očištění a osušení pásmo konzervujeme petrolejem nebo silikonovým olejem. Po ošetření je uložíme do krabic.

Otázky: 1) Co je to geodézie a čím se zabývá ?

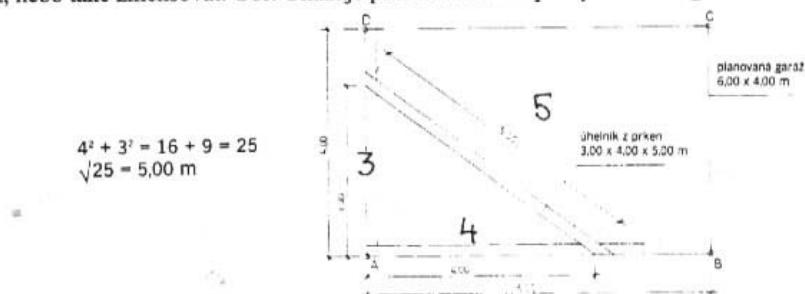
- 2) Jaké jsou úkoly stavební geodézie ?
- 3) Jaký tvar má Země ?
- 4) Jaká náhradní tělesa za zemský geoid používáme a o jakých rozměrech ?
- 5) Které základní hodnoty zjišťujeme při geo. měřeních ?
- 6) Pro jaké účely se užívá olovnice a libela ?
- 7) K čemu se užívá pásmá a jaká je jeho údržba?

### Pomůcky k vytýčování úhlů stálých hodnot

Při vytýčování úhlů stálých hodnot jde především o vytýčení úhlu pravého a přímého. Při běžných geodetických pracích musíme tento úkol zvládnout mnohemrát a to přesně a spolehlivě a rovněž rychle.

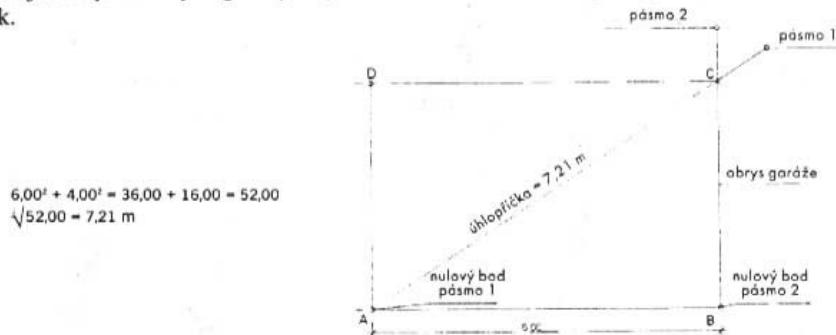
Při běžných stavebních pracích používáme povětšinou úhelníku z prken. Pomoci Pythagorovy věty lze zhotovit z prken úhelníky libovolných velikostí. Nejčastěji postačí úhelník o rozměrech  $3 \times 4 \times 5$  m.

Použití takového úhelníku dobře pochopíme z nákresu. Rozměry je možno zvětšovat, nebo také zmenšovat. Obr. Ukazuje použití úhelníku při vyměřování garáže.



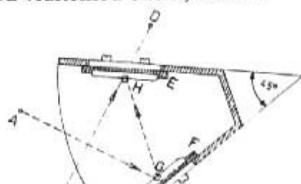
### Vytýčení pravého úhlu pomocí pásmo

U staveb středních až velkých půdorysů se používá místo úhelníku z prken pásmo, rovněž však jde o aplikaci Pythagorovy věty. Pravoúhlost rovněž ověřujeme porovnáním úhlopříček.



### Vytýčovací zrcátko

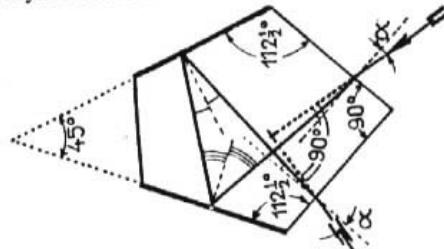
Daleko přesnější vytýčení něž předchozí metody umožňuje použití úhlového zrcátko. Úhlové zrcátko se skládá z tělesa s držákem, na kterém je zavěšena olovnice. V tělese leží proti sobě v úhlu  $45^\circ$  dvě zrcátka. Pravý úhel se zaměřuje pomocí výtyček a zrcátka. Jestliže SE zrcadlový obraz jedné výtyčky kryje s druhou výtyčkou viditelnou okem, dosáhli jsme pravého úhlu. Viz. Obr.



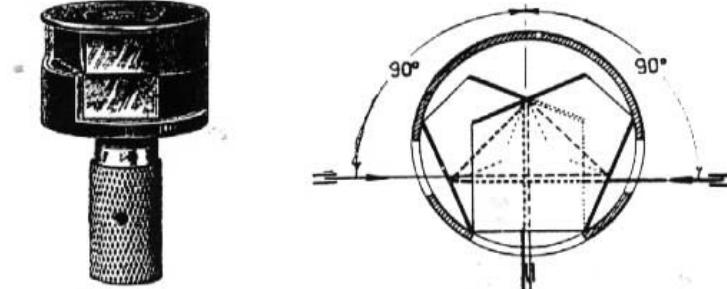
### Pentagonální hranol

Pentagon je tvořen v podstatě hranolem z optického skla, jehož dvě strany spolu svírají úhel  $45^\circ$ . Část hranolu se opticky neuplatňuje a proto je odstraněna.

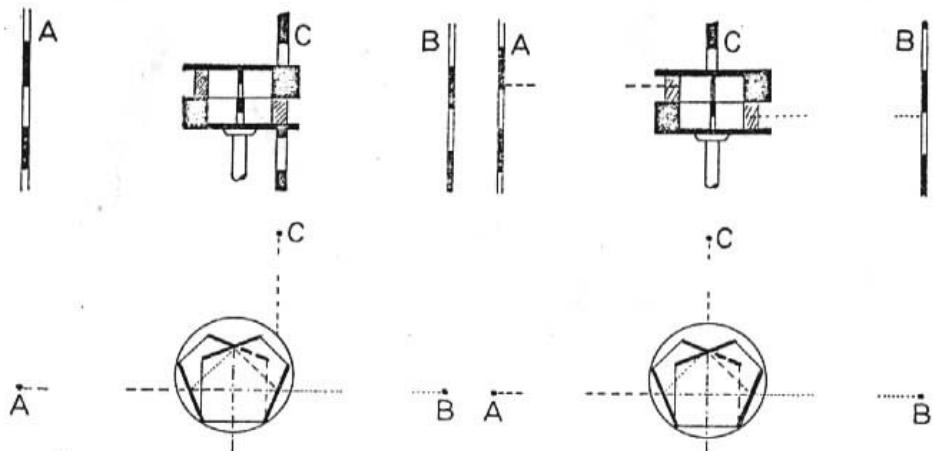
Na obr. je znázorněn průchod paprsku pětibokým hranolem.



Pomocí pentagonálního hranolu můžeme vytyčovat kolmice na danou přímku v libovolném jejím bodě. Pro praktické využití je však jeho využití omezeno. Proto byl vytvořen t.zv. dvojitý pentagonální hranol, který je zobrazen na obr., včetně průchodu paprsku.



Pomocí pentagonálního hranolu dvojitého se může nejen zařadit do přímky, můžeme též vyhledat patu kolmice spuštěné z jiného bodu na tuto přímku. Z obr. můžeme lehce odvodit použití.



### Značení měříských bodů

Pro měření v geodézii musíme vycházet z pevných bodů. Při měření polohy objektu vycházíme z bodů polohopisného bodového pole a při určování výšky z bodů výškopisného bodového pole. Pomocí těchto bodů je zajištěna spojitost měření na celém území v různé době.

#### Bodová pole

Polohopisné bodové pole se dělí na základní a podrobné. Základní bodové pole tvoří nejdůležitější body trigonometrické, které jsou rozmištěny po celém území a tvoří trojúhelníkovou síť. Tato síť se nazývá Československá trigonometrická síť. (nebyla dosud rozdělena) Do těchto bodů základního bodového pole jsou vloženy body podrobné, které tvoří soustavy bodů 1. až 5. Třídy. Tyto jsou využitelné pro praxi.

Výškopisné bodové pole se člení na základní a podrobné. Nejdůležitější body jsou opětovně rozmištěny po celém území našeho státu. Tyto body jsou určeny s největší přesností. Nivelační, jak se těmto výškopisným bodům říká, jsou spojovány v nivelační pořadí a tvoří t.zv. Československou jednotnou nivelační síť. Rozvinutí nivelačních bodů je obdobné, jako u bodů polohopisných.

Body polohopisného a výškopisného bodového pole musí být v terénu označeny, popřípadě signalizovány. Musí být podchycena rovněž evidenčně.

#### Stabilizace a signalizace bodů

Stabilizace bodů je dočasné nebo trvalé označení bodů v terénu značkou, signalizace je označení bodů signálem.

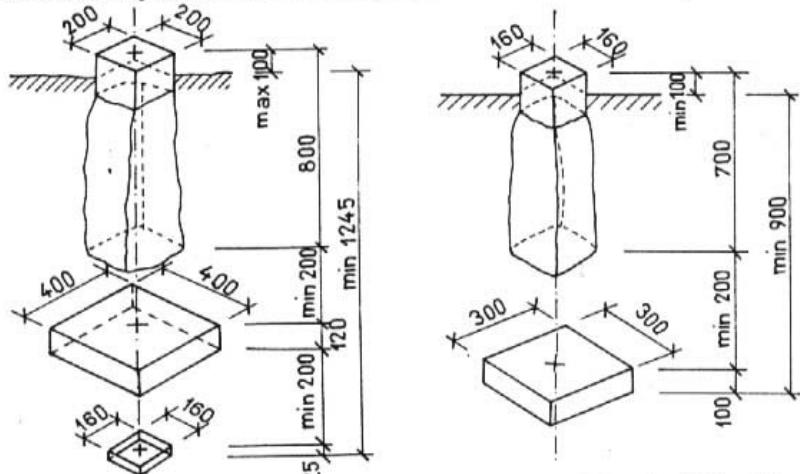
Naprostá většina trigonometrických bodů je stabilizována zpravidla třemi značkami: na povrchu žulovým hranolem s křížem a dvěma podzemními značkami. Všechny tři značky musí ležet v ose s mezní odchylkou 3 mm. Povrchová stabilizační značka je kamenný hranol o rozměrech 200 x 200 x 800 mm, s opracovanou hlavou do výšky 150 - 200 mm s vytěsaným křížem. Hranol musí terén převyšovat o 100 mm.

Vrchní podzemní značka je kamenná deska o rozměrech 400 x 400 x 120 mm, osazená v hloubce 1100 mm, s křížkem.

Spodní podzemní značka je skleněná deska o rozměru 160 x 160 x 25 mm s vylisovaným křížkem. Je osazená v hloubce 1500 až 1500 mm.

Uvedený způsob stabilizace bodů v geodézii je závazný a značky musí být zhotoveny z hornin I. Třídy jakosti.

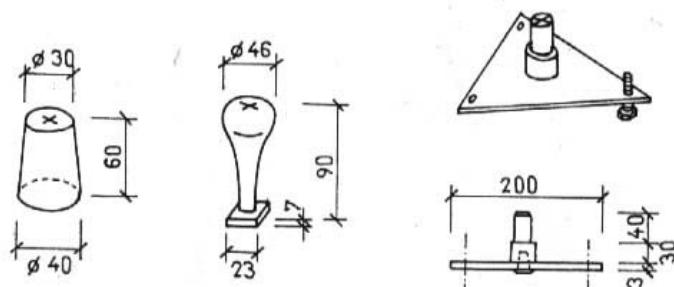
Pevné body se umisťují tak, aby nebyly ohroženy a byly využitelné pro další měření.  
Způsob stabilizace dokresluje obr. Další obr. ukazuje stabilizaci dvěma značkami, jde o nižší třídu bodu.



Stabilizace bodů výškopisného pole se nejčastěji provádí pomocí čepových, nebo hřebových značek.

Čepové značky se umisťují na sokl zdíva, do vodorovné polohy. Nad značkou by mělo být min 3,5 m místa, k umístění měřičské latě. Čepová značka s vyrytým křížem může sloužit jako polohopisný bod.

Obr. ukazuje různé typy stabilizací bodů.

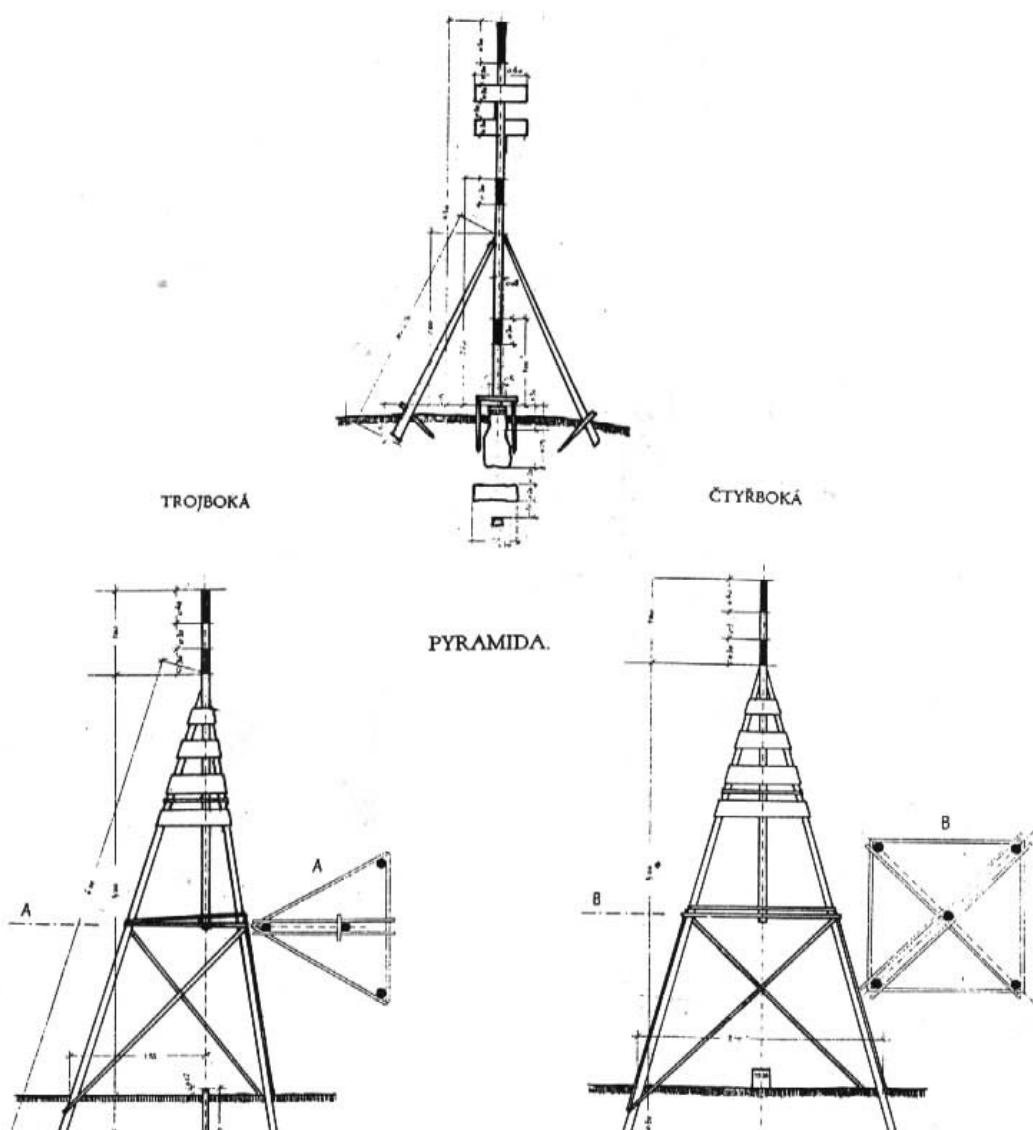


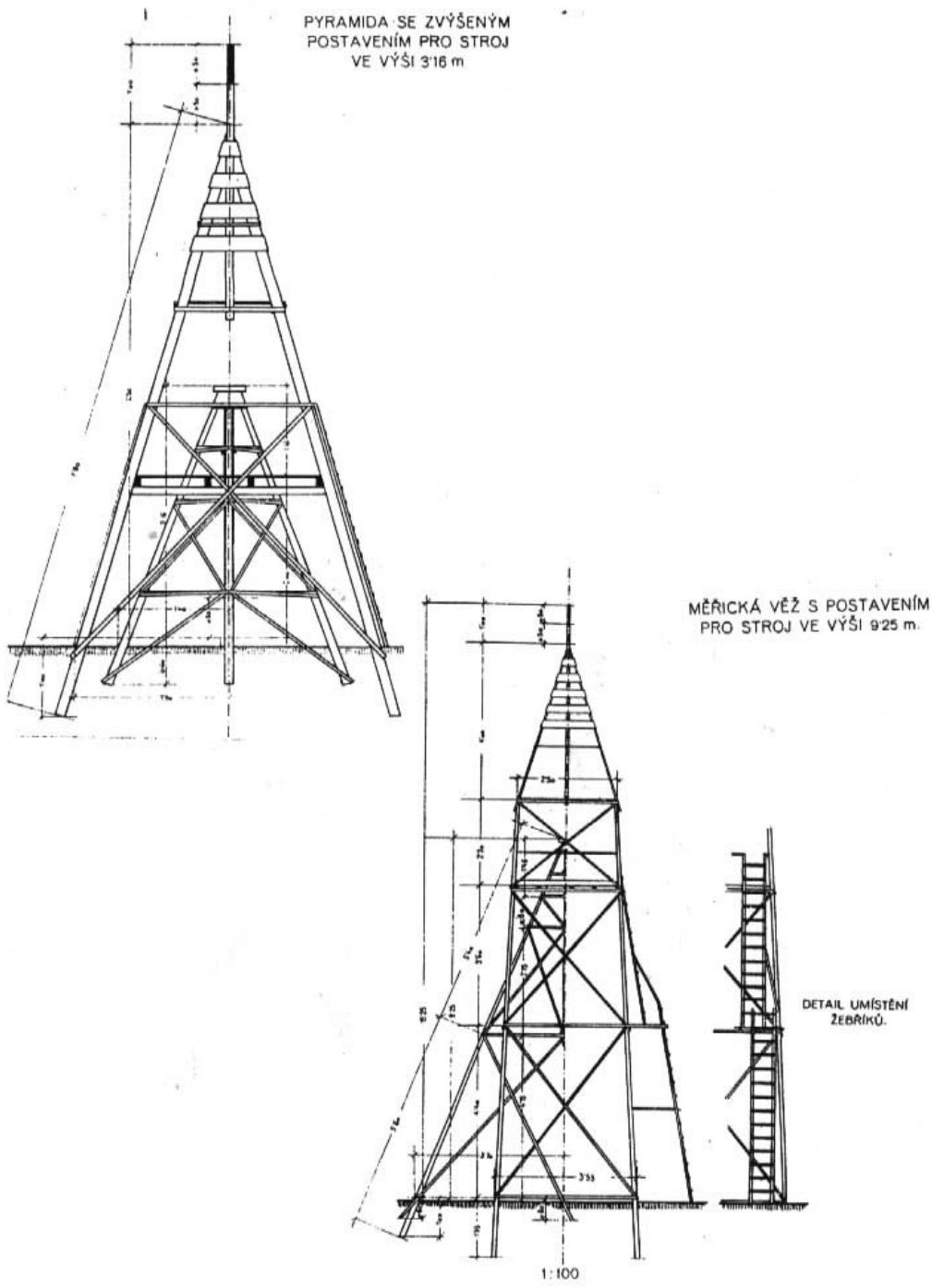
#### Signalizace bodů

Protože body jsou většinou umístěny mírně nad úrovni terénu, musíme je při měření opatřit signálem. U bodů polohopisného bodového pole užíváme na krátké vzdálenosti hrot tužky nebo olovnicový závěs. Na větší vzdálenosti pak výtyčky.

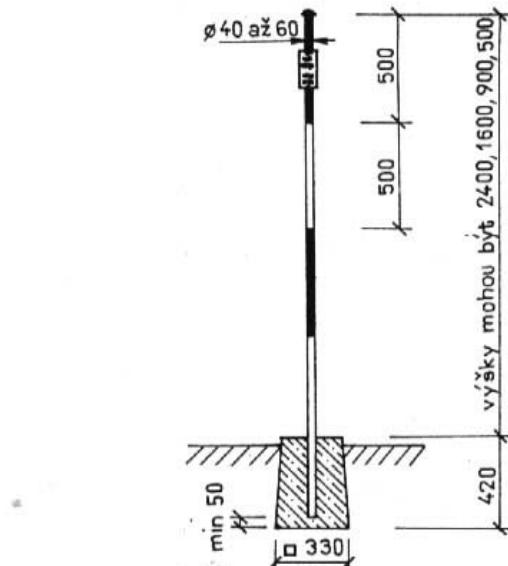
Pro přesné měření a měření v podzemních prostorách se užívá měřických terčů. Terče se umisťují na stativ a osvětluji se. Na vzdálenosti větší než 1 km užíváme signalizace pomocí trojboké, nebo čtyřboké pyramidy, opatřené černými a bílými pruhů. Na obr. jsou uvedeny různé typy signálů. Na větší vzdálenosti se provádí signalizace pomocí měřických věží, které mohou být i několikapatrové. Signál je tyč na vrcholku věže. Měřické věže bývají vysoké až 40 m.

Jednoduchý měřický signál





Jako jeden z ochranných prvků se umisťuje ve vzdálenosti 0,75 m od povrchové značky trigonometrického bodu t.zv. tyčový znak. Je umístěn ve směru největšího ohrožení. Z obr. je patrné jeho umístění. Barevné provedení je červeno, nebo černo - bílé.



Mimo tohoto je možno užít ještě další ochranné prvky a to betonové sloupky, betonové skruže případně ochranné kopce- valy. Barevné provedení je vždy výrazně odlišné, nejčastěji červeno nebo černo-bílé, s výstražným štítkem.

#### Geodetické údaje trigonometrického bodu

Pro každý trigonometrický bod jsou vyhotoveny karty s geodetickými údaji. Na kartě jsou uvedeny údaje o vlastnictví trigonometrického bodu a bodech přidružených , číslo a název bodu, souřadnice bodu, výška bodu, orientační směry, informace o vlastníku a uživateli pozemku a informace o stabilizaci bodu.

Tyto údaje jsou k dispozici na střediscích geodézie v příslušných okresech. Vzory evidenčních dokumentů jsou uvedeny na následujících stranách.

#### Údržba doplňování a obnova ČSTS

Použitelnost základního bodového pole se zabezpečuje periodickou kontrolou t.zv. přehlídkou, údržbou a obnovou. Při údržbě se zjišťuje stav signalizace a stabilizace bodu. Pokud to stav TB vyžaduje, přistoupí se k opravě. Při pochybnosti, že došlo k poškození musí být provedeno nové zaměření bodu.

Kraj: Středočeský Okres: Příbram Obec: Pečice Kat. území: Pečice	Geodetické údaje Poloaf. č. 1 Platné od 1.1.1969	JEN PRO VNITŘNÍ POTŘEBU Slupek ohrožení: 1 Momen-tikatura: 2115																																																																																																																																																														
<table border="1"><tr><td colspan="3">Číslo a název bodu: 36 Pečice, kostel</td></tr><tr><td rowspan="2">Bod</td><td rowspan="2">Y</td><td rowspan="2">X</td><td colspan="2">Krámerovská výška</td></tr><tr><td>Brp</td><td>Vztahuje se na</td></tr><tr><td>36</td><td>772 778,21</td><td>1 093 411,85</td><td>532,13</td><td>pata kříže</td></tr><tr><td>36,1</td><td>772 792,33</td><td>1 093 459,65</td><td>505,05</td><td>niv. hranol</td></tr><tr><td>36,2</td><td>772 755,65</td><td>1 093 448,41</td><td>504,12</td><td>hranol</td></tr><tr><td colspan="5">Orientace na body /ve stupních/</td></tr><tr><td>Číslo</td><td>Název</td><td>Úhlop.</td><td>Délka strany</td><td>Číslo</td><td>Název</td><td>Úhlop.</td><td>Délka strany</td></tr><tr><td>36,1</td><td></td><td>16 27 20</td><td>49,843</td><td>Stanoviště 36,1 / ZB I /</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>36,2</td><td></td><td>328 18 54</td><td>42,967</td><td>16 Skalka</td><td>187 16 36</td><td>2751,235</td><td></td></tr><tr><td colspan="2">36,1 - 36,2</td><td></td><td>38,369</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="8">Topografický popis bodu: Bodem je vršek kostela v Pečicích.</td></tr><tr><td colspan="3">Vlastník (užívatele): MNV Pečice</td><td colspan="3">Druh pozemku: Stav. parc.</td><td colspan="2">Parc. čís.</td></tr><tr><td colspan="8">Stabilizace</td></tr><tr><td>Bod</td><td>36,1</td><td>36,2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>(+)</td><td>0,00</td><td>Šula 16.16.74</td><td>0,00</td><td>Šula 16.16.71</td><td>0,00</td><td></td><td>0,00</td></tr><tr><td>(-)</td><td>0,79</td><td>Šula 30.30.10</td><td>0,75</td><td>Šula 30.30.10</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>(=)</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="8">Druh a výška signalizační stavby nebo nárys trvalého cíle:</td></tr><tr><td colspan="4"></td><td colspan="4"></td></tr><tr><td colspan="4"></td><td colspan="4"></td></tr><tr><td colspan="4"></td><td colspan="4"></td></tr><tr><td colspan="4">Signalizace z roku:</td><td colspan="4">Geodetické údaje ráží (pracovní, počítací, etážní)</td></tr></table>			Číslo a název bodu: 36 Pečice, kostel			Bod	Y	X	Krámerovská výška		Brp	Vztahuje se na	36	772 778,21	1 093 411,85	532,13	pata kříže	36,1	772 792,33	1 093 459,65	505,05	niv. hranol	36,2	772 755,65	1 093 448,41	504,12	hranol	Orientace na body /ve stupních/					Číslo	Název	Úhlop.	Délka strany	Číslo	Název	Úhlop.	Délka strany	36,1		16 27 20	49,843	Stanoviště 36,1 / ZB I /				36,2		328 18 54	42,967	16 Skalka	187 16 36	2751,235		36,1 - 36,2			38,369					Topografický popis bodu: Bodem je vršek kostela v Pečicích.								Vlastník (užívatele): MNV Pečice			Druh pozemku: Stav. parc.			Parc. čís.		Stabilizace								Bod	36,1	36,2						(+)	0,00	Šula 16.16.74	0,00	Šula 16.16.71	0,00		0,00	(-)	0,79	Šula 30.30.10	0,75	Šula 30.30.10				(=)	-	-	-	-				Druh a výška signalizační stavby nebo nárys trvalého cíle:																																Signalizace z roku:				Geodetické údaje ráží (pracovní, počítací, etážní)			
Číslo a název bodu: 36 Pečice, kostel																																																																																																																																																																
Bod	Y	X	Krámerovská výška																																																																																																																																																													
			Brp	Vztahuje se na																																																																																																																																																												
36	772 778,21	1 093 411,85	532,13	pata kříže																																																																																																																																																												
36,1	772 792,33	1 093 459,65	505,05	niv. hranol																																																																																																																																																												
36,2	772 755,65	1 093 448,41	504,12	hranol																																																																																																																																																												
Orientace na body /ve stupních/																																																																																																																																																																
Číslo	Název	Úhlop.	Délka strany	Číslo	Název	Úhlop.	Délka strany																																																																																																																																																									
36,1		16 27 20	49,843	Stanoviště 36,1 / ZB I /																																																																																																																																																												
36,2		328 18 54	42,967	16 Skalka	187 16 36	2751,235																																																																																																																																																										
36,1 - 36,2			38,369																																																																																																																																																													
Topografický popis bodu: Bodem je vršek kostela v Pečicích.																																																																																																																																																																
Vlastník (užívatele): MNV Pečice			Druh pozemku: Stav. parc.			Parc. čís.																																																																																																																																																										
Stabilizace																																																																																																																																																																
Bod	36,1	36,2																																																																																																																																																														
(+)	0,00	Šula 16.16.74	0,00	Šula 16.16.71	0,00		0,00																																																																																																																																																									
(-)	0,79	Šula 30.30.10	0,75	Šula 30.30.10																																																																																																																																																												
(=)	-	-	-	-																																																																																																																																																												
Druh a výška signalizační stavby nebo nárys trvalého cíle:																																																																																																																																																																
Signalizace z roku:				Geodetické údaje ráží (pracovní, počítací, etážní)																																																																																																																																																												

Kat. území Soběšice  
Soběšice

Obec

### GEODETICKÉ ÚDAJE O PBPP

Bod	<b>550</b>	Bod zřídila: org. rok IG Brno, 1970	Y	596 500,13	Mistopisný náčrt
			X	1155 020,65	
Orientační jižník na bod		Nadmořská výška (Bpv)		355,17	
553	260	9	c	cc	
Popis, způsob stabilizace a určení bodu trubka 3m, délka 50mm, určen polygonem					Nárys nebo detail
Bod	<b>570</b>	Bod zřídila: org. rok IG Brno, 1970	Y	596 876,13	Mistopisný náčrt
			X	1156 956,78	
Orientační jižník na bod		Nadmořská výška (Bpv)		245,97	
569	160	9	c	cc	
Popis, způsob stabilizace a určení bodu kámen 16x16 určen rayonem z dočasného stabilizovaného bodu 569 určeného spětouma protinámi					Nárys nebo detail
Bod	<b>576</b>	Bod zřídila: org. rok IG Brno, 1970	Y	597 176,75	Mistopisný náčrt
			X	1155 234,18	
Orientační jižník na bod		Nadmořská výška (Bpv)		356,19	
577	160	9	c	cc	
Popis, způsob stabilizace a určení bodu křísek v betonové desce mostku, určen rayonem z polygonového bodu 577					Nárys nebo detail
Bod	<b>557</b>	Bod zřídila: org. rok IG Brno, 1970	Y	596 678,54	Mistopisný náčrt
			X	1155 456,78	
Orientační jižník na bod		Nadmořská výška (Bpv)		354,9	
558	160	9	c	cc	
Popis, způsob stabilizace a určení bodu kámen 16x16, určen fotogrammetricky při mapování 1:2 000					Nárys nebo detail

Soubílek 5, 4.42-1971

Vydálo Kartografie, s. p., Praha

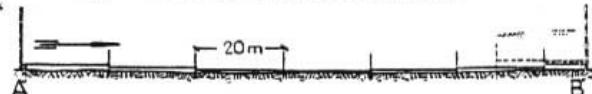
- Otázky:
- 1) Jaké znáte pomůcky pro vytváření úhlů stálých hodnot?
  - 2) Co je to pentagonální hranol a princip jeho využití?
  - 3) Co je to bodové pole?
  - 4) Jakým způsobem jsou stabilizovány a signalizovány body bodového pole?
  - 5) Co je a k čemu souží tyčový znak?
  - 6) Jaké údaje najdeme v evidenční kartě bodu?

### Základní vyměřovací práce

#### Přímé měření vzdálenosti

Nejčastější úlohou v geodézii je měření vzdáleností. Vzdálenosti se určují vždy ve směru vodorovném tak, že přikládáme vodorovné měřidlo nejkratším směrem mezi měřené body, g.zn. měříme po přímce. Zcela vyjimečně měříme šikmé vzdálenosti, které později převádíme na vzdálenosti vodorovné.

Způsob měření pásmem je patrný z následujícího obr., o postupu měření vedeme dokumentaci „Zápisník měřených délek“

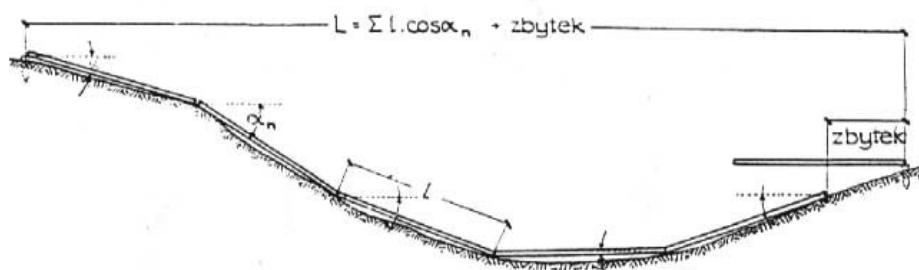


Měření přímky pásmem

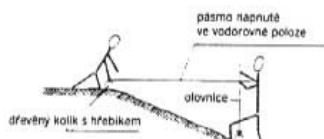
#### Zápisník měřených délek

1		2	3	4	5	6	7	8	9
Délka		Počet		Zbytek		Prů-	Opra-	Výsledná	
od	k	lati	pásem	latě,	Délka	mér	va	délka	Po-
bodu	bodu			pásmu		s	o	$D = s + o$	známka
číslo				m	m	m	m	m	
A	B		1	8,98	128,92	128,90	0,03	128,93	Spravované pásmo 20 m ocelové
B	A		1	8,88	128,88				

Ve svahovitém terénu postupujeme způsobem, který je patrný z nákresu. Velikost úhlu měříme svahoměrem. O měření opětovně vedeme dokumentaci, obdobnou jako ve v tabulce.



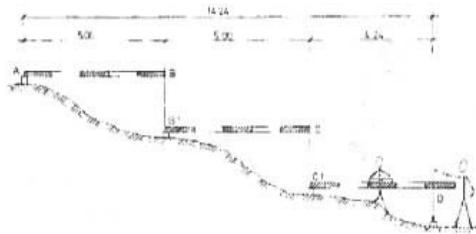
Při měření pásmem v nerovném terénu nebo ve svahu se musí dbát na to, aby pásmo bylo ve vodorovné poloze a také přiměřeně napnuté.



Zápisník měřených délek posvahu

1	2	3	4	5	6
Délka	Počet latí	Měřená délka 1	Sklon $\alpha$	Vodorovná délka $l'$	Poznámka
$A - B$	//	8	$6^{\circ}$	7,96	Měřeno latěmi 4 m dlouhými a libelovým sklonoměrem
	///	12	$9^{\circ}$	11,85	
	/	4	$4^{\circ}$	3,98	
	/	4	$0^{\circ}$	4,00	
	//	8	$7^{\circ}$	7,94	
			$\overline{AB} =$	<u>35,73 m</u>	

V případě, že měření provádíme svahoměrnou soupravou, provádíme měření způsobem, který znázorňuje obr.



Měření pomocí svahové soupravy - délkové měření v silně svažinatém terénu, shora dolů. Měřici lát musí být ve vodorovné poloze.

Přesnost měřených délek

Při měření se dopouštíme chyb:

- a) hrubých neboli omylů, které zjistíme kontrolním měřením,
- b) nevyhnuteLNÝCH vznikajících nedokonalostí měřičských pomůcek, nedokonalostí strojů, povětrnostními vlivy a pod.

Tyto chyby mohou být stálé, nebo nahodilé

Stálé chyby mohou vznikat

- a) z nesprávné délky měřidla, způsobené tím, že skutečná délka měřidla se liší o malou hodnotu nominální délky. Tyto chyby můžeme vyloučit početně, známe-li skutečnou délku měřidla.
- b) ze změny délky, způsobené změnou teploty, zejména u ocelových pásem, nebo vlhkostí, u dřevěných latí,
- c) z prohnutí pásma, není-li napínáno předepsanou silou.

Nahodilé chyby vznikají

- a) z nesprávně přiloženého měřidla,
- b) z nestejnoměrného napínání pásmá,
- c) z malého posunu napínacích tyčí při zabodnutí

Praktickým výcvikem se naučíme věnovat pozornost všem nástrahám přesného měření a vyvarujeme se chyb, což se projeví na přesnosti měření.

#### Vytyčení přímky

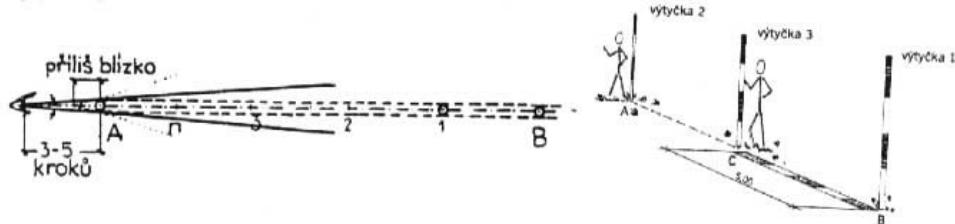
Vytyčením přímky rozumíme vytyčení několika mezilehlých bodů přímky, která je povětšinou dána počátečním a koncovým bodem. Počáteční a koncový bod je signalizován svislými výtyčkami.

Přímku lze vytyčit několika způsoby:

- a) **od oka** - od oka vytyčujeme hrubě přímku max. do 100 m. Při činnosti musíme respektovat zásady: - slunce musí být v zádech
  - při zařazování výtyček postupujeme od vzdálenější k nejbližší
  - stojíme min. 5 kroků od první výtyčky
  - vytyčování provádí min. 2 osoby
  - výtyčky urovnáváme pomocí olovnice
- b) **jednoduchou vytyčovací pomůckou** - pentagonálním hranolem
- c) **teodolitem** - při čemž využíváme svislé nitě zámkerného kříže dalekohledu

Z následujících obr. je patrný postup

Vytyčení přímky „od oka“ t.zv. shlédnutí



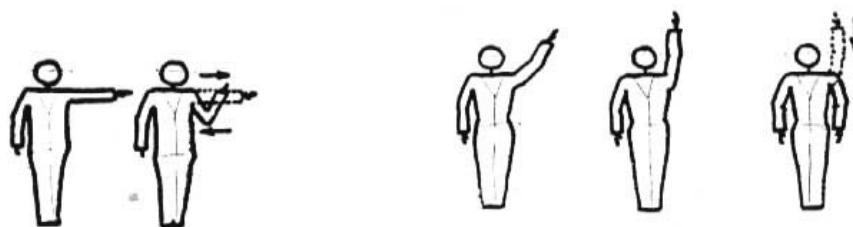
Signály používané pro navádění pomocníka - figuranta

Pro posunutí stranou

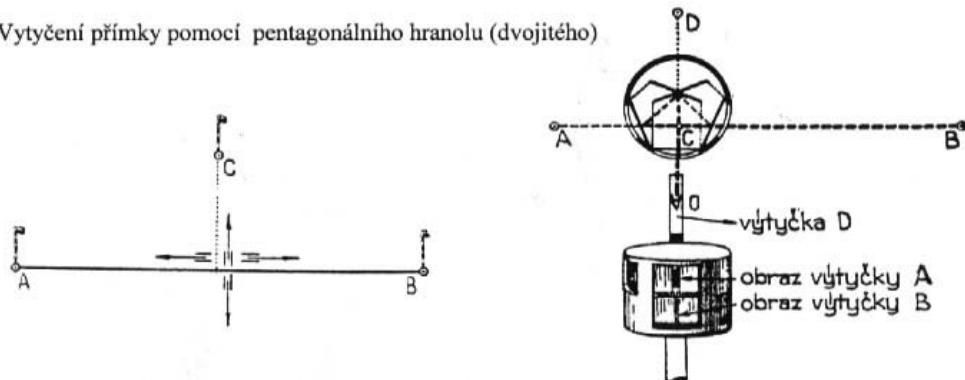
srovnej vrch výtyčky

správný směr

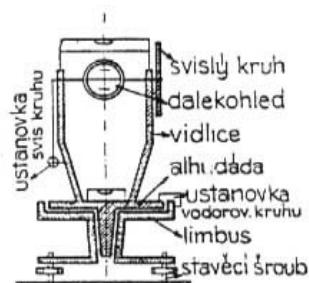
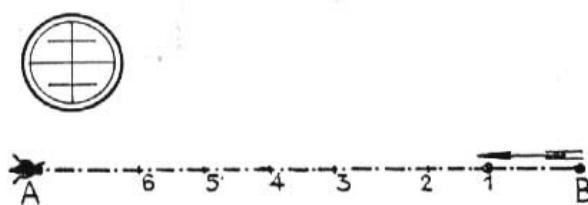
zabodni výtyčku



Vytyčení přímky pomocí pentagonálního hranolu (dvojitého)



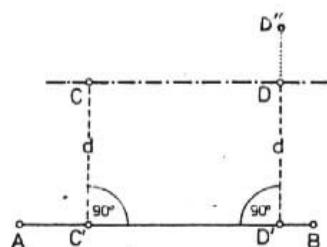
Vytyčení přímky pomocí teodolitu. Obr. ukazuje také schema teodolitu.



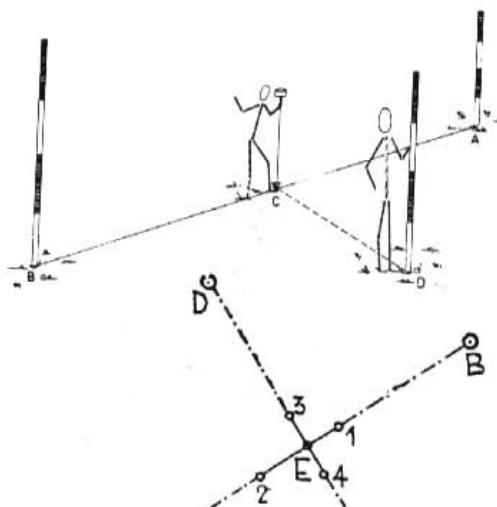
#### Jednoduché vytýčovací úlohy

Při jednoduchých vytýčovacích úlohách vytýčujeme rovnoběžky, nebo kolmice (vytyčení-spuštění), zjišťujeme průsečík dvou přímek nebo vyjímečně prodlužujeme přímku, ale může jít i o úlohy mírně obtížnější, které jsou vždy kombinací jednoduchých úloh.

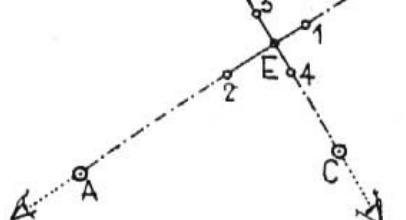
Vytýčení rovnoběžky:



Vytýčení kolmice pentagonem



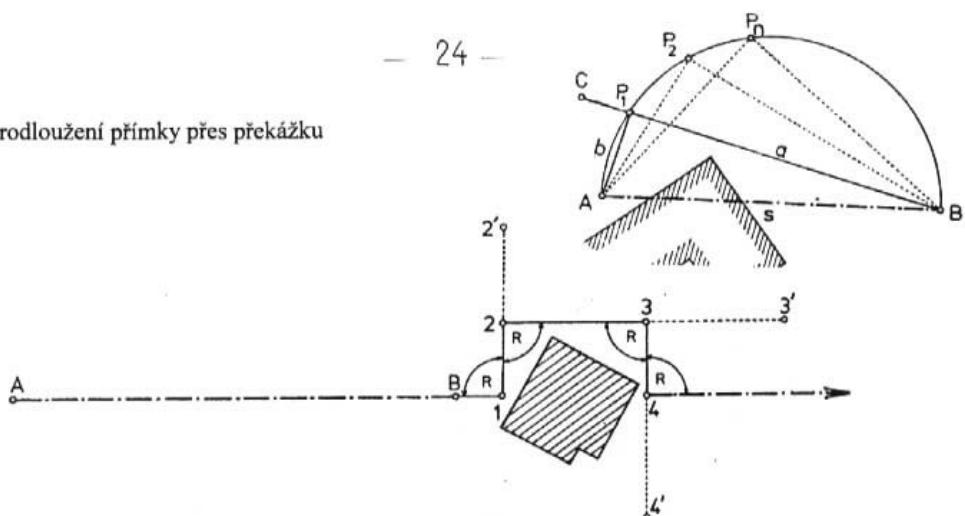
Průsečík dvou přímek



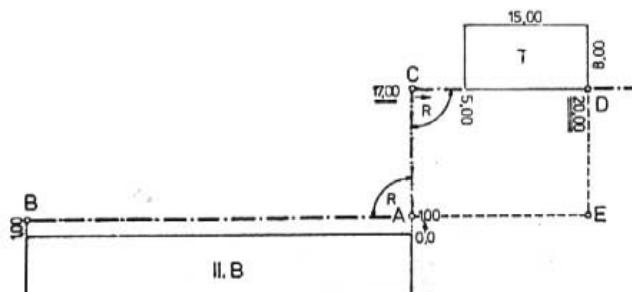
Prodloužení přímky



Prodloužení přímky přes překážku



Vytyčení směru rovnoběžného se stávajícím objektem



Otázky:

- 1) Jakým způsobem lze provádět měření vzdáleností ?
- 2) Popište způsob měření pomocí svahoměrné soupravy a jakou vedeme dokumentaci ?
- 3) Jaké chyby vznikají při měření ?
- 4) Jakým způsobem lze vytyčit přímku ?
- 5) Popište způsob vytyčení kolmice pentagonem !

### Měření výšek

Při výškovém měření zjišťujeme svislé vzdálenosti od hladinové plochy procházející nulovým bodem. Tato plocha se nazývá také nulová hladina, nebo nulový pravý (skutečný) horizont. Ostatní hladinové plochy se nazývají pravým (skutečným) horizontem bodu. Kromě skutečného horizontu se používá v geodézii termín zdánlivý horizont, který je tečnou v daném bodě.

Při měření používáme dvou druhů výšek:

- absolutní - nadmořská - jde o svislou vzdálenost od daného bodu až po nulovou hladinu
- relativní - jsou svislé vzdálenosti skutečných horizontů bodů. Relativní výška je také rozdíl dvou absolutních výšek.

K lepšímu pochopení poslouží obr.



### Výškový systém-československá jednotná nivelační síť

Při určování nadmořských výšek vycházíme od nulového pravého (skutečného) horizontu, který je veden nulovým bodem.

První nulový bod byl určen pro Rakousko-Uhersko v 19. Století u hladiny Jaderského moře na molu Sartorio u Terstu. Výšková měření byla prováděna po železnici a tak se odvodila výška pro základní body. Na našem území zůstal zachován jen bod u Lišova v Čechách. Systém, který byl odvozen od výšky hladiny moře Jaderského se nazýval systémem Jaderským.

V současné době se používá systém Baltský po vyrovnání. Baltský systém má nulový bod v Kronštejně v Baltském moři. Tento systém je přibližně o 0,40 m níže nežli systém Jaderský. V jakém systému je která mapa vyhotovena musí být výslově uvedeno. Pro Baltský systém se užívá označení B.p.v.

Výškové bodové pole tvoří body Československé jednotné nivelační sítě. Tuto síť tvoří bodová pole základní a podrobná. Základní bodové pole obsahuje 22 základních bodů. Tyto body jsou určeny velmi přesnou nivelačí. Podrobné bodové pole má síť III. A IV. Řádu a body plošných nivelačních sítí. Tyto body jsou určeny přesnou nivelačí.

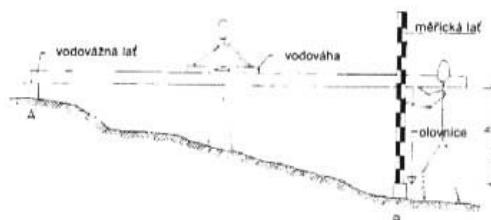
Nivelační body jsou spojeny nivelačními pořady. Body jsou v každém pořadu očíslovány arabskými číslicemi v aritmetickém pořadí

### Jednoduché nivelační pomůcky

Při měření výšek se měří výškový rozdíl dvou nebo více bodů. Stejně jako u měření délek se pro měření výšky používají různé pomůcky nebo jednoduché přístroje. Druh přístroje závisí na požadované přesnosti.

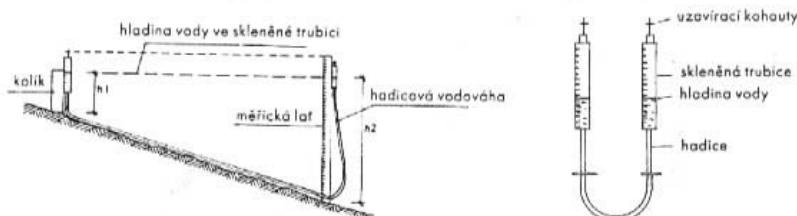
#### Vodovážná lat'

Pomocí horizontální vodovážné latě ve spojení se svislou měříčkou latí se měří výškové rozdíly bodů, které mají od sebe malou vzdálenost.



#### Hydrostatická nivelač - hadicová vodováha.

Hadicová vodováha sestává z 10 až 25 metrů dlouhé gumové nebo plastové hadice, na obou koncích jsou upevněny skleněně vodoznakové trubice, s milimetrovým dělením a uzávěry trubic. Hadicová vodováha je naplněna vodou, nebo nemrzoucí směsí. Při plnění se povolí jeden kohout přetlačný a druhou stranou se vpouští kapalina. Té musí být naplněn dostatek, aby zůstala v obou skleněných trubicích. Při měření musíme uvolnit oba uzávěry - kohouty a počkat až se hladina ustálí. Užití v terénu ukazuje obr. Hadicová vodováha se však užívá převážně v budovách, pro měření krátkých vzdáleností.

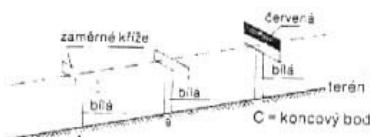


#### Barometrická nivelačace

Princip určování výšek je odvozen od fyzikálního jevu, že tlak vzduchu se mění se změnou nadmořské výšky. Tlak vzduchu vyjadřujeme v Pa (Pascal) a je známo, že se změnou výšky o 1 m se změní barometrický tlak o 12 Pa. V praxi je však tohoto principu využíváno především v letectví.

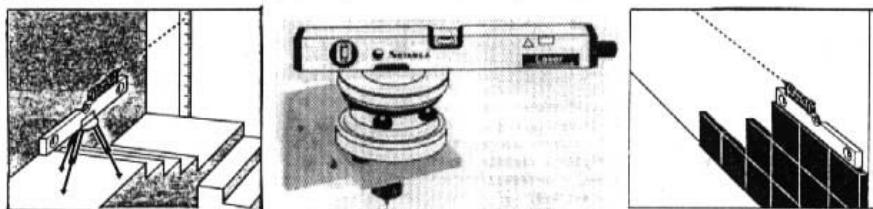
### Záměrný (dlaždičský) kříž

Záměrný kříž neslouží bezprostředně k měření výšek, ale k vytyčení vodorovné roviny, nebo roviny konstantního spádu. K zaměření jsou zapotřebí alespoň 3 záměrné kříže, které zařazujeme do přímky a tím současně do roviny. Jejich užití je zřejmé z obr.

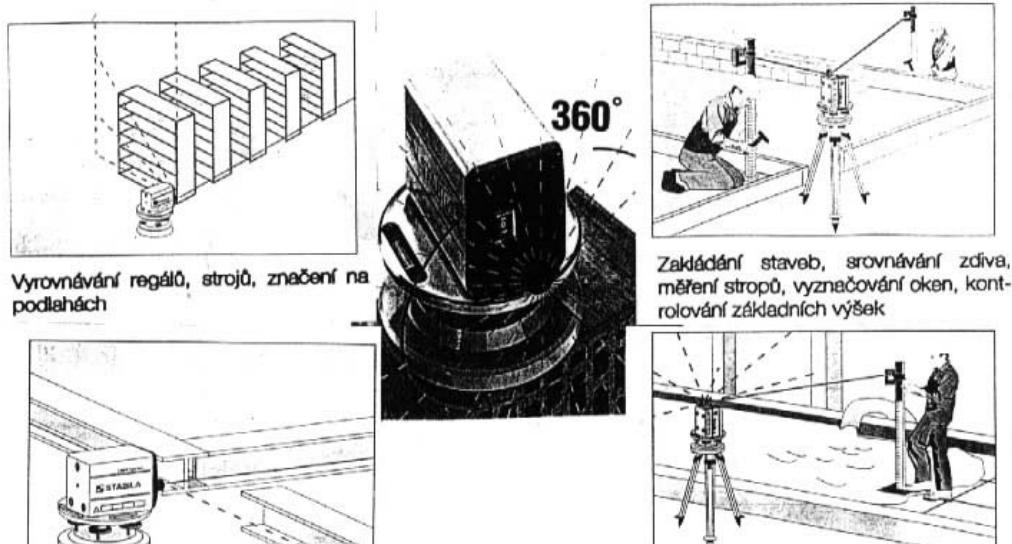


### Laserové vodní váhy

Slouží k vytyčování vodorovné plochy. Jde o typickou vodní váhu, umístěnou na stativu, opatřenou laserovým čidlem. Po nastavení žádané výšky otáčíme na stojanu zařízení a světelný paprsek nám vytváří rovinu vodorovnou. Předpokladem je správné urovnání přístroje. Této výhodné pomůcky lze využít na př. Při nivelirování schodišť nebo také při vytyčování konstantního spádu. Na obr. je patrný tvar a uchycení přístroje.



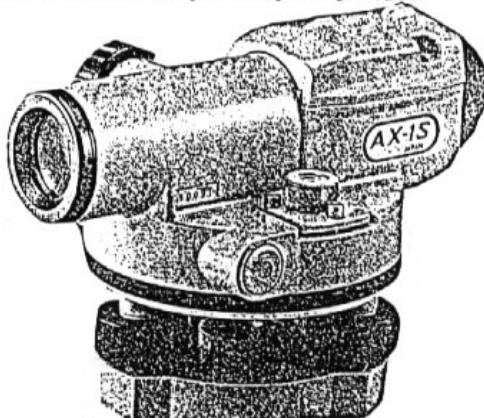
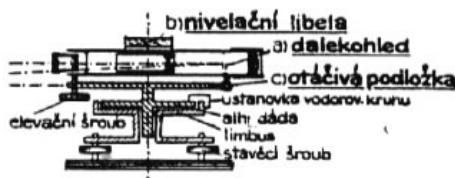
Při náročných betonářských pracích lze k zaměřování využít dalšího přístroje, kterým je rotační laser. Jeho uplatnění je mnohostranné od vytyčování pravého úhlu, plného úhlu, přes zařazování do přímky až po přesné betonářské a dlaždičské práce. Obr. ukazuje jeho využití.



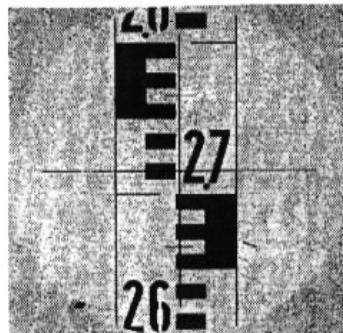
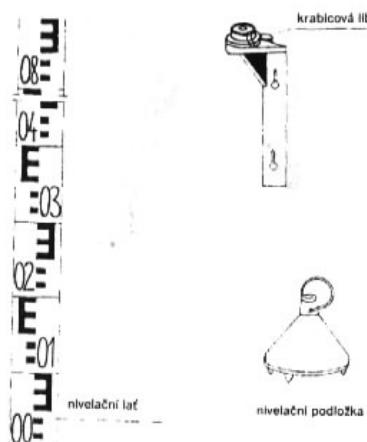
### Nivelační přístroje

Pro výšková měření na větší vzdálenosti se výlučně používá nivelačních přístrojů. Nivelační přístroj je dalekohled s jedním nitkovým křížem, s vodorovnými a svislými nitkami. Střední vodorovná nitka se označuje jako horizont. Tento dalekohled je upevněn na alhydádě. Alhydáda zapadá do limbu, který je pomocí tří šroubů spřažen se základnou. Základna a šrouby vytváří trojnožku, která se upevňuje pomocí spojovacího šroubu se stativem. Každý nivelační přístroj je vybaven libelou, pro správné urovnaní přístroje. Moderní přístroje mají pouze jednu libelu, dalekohledová libela je nahrazena autonivelačním závažím. Pro provádění nivelačního měření je nutno připomenout, že práce vyžaduje přesnost a rychlosť. Na obr. je schéma nivelačního přístroje a pojmenování jednotlivých částí. Další obr. znázorňuje automatický přístroj moderní konstrukce AX-1S.

**Důležité upozornění:** Je zakázána jakákoli neodborná manipulace s přístrojem, jeho převracení, případě demontáž.



K práci při nivelačním měření potřebujeme kromě přístroje ještě měříckou lat'. Jedná se o speciální lat', ze dřeva, plastu nebo kovu, skládací nebo teleskopickou. Díly na lati jsou po 1 cm a jsou v blocích v barvě černé a červené. Základní podklad je bílý. Na této lati čteme postavení horizontu, t.j. středové nitě záměrného kříže. K urovnaní latě slouží krabicová, přiložná libela. Nivelační - měřícká lat' se zásadně staví na nivelační podložku. Její tvar je na obr.

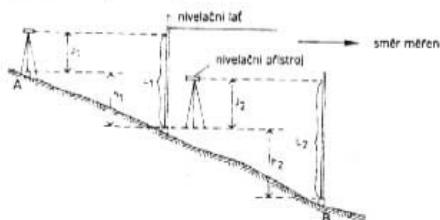


Příklad čtení na nivelační lat'  
Hrubé čtení ... 2,71 m  
Jemné čtení ... 0,005 m  
Výsledné čtení ... 2,715 m

Práce s nivelačním přístrojem

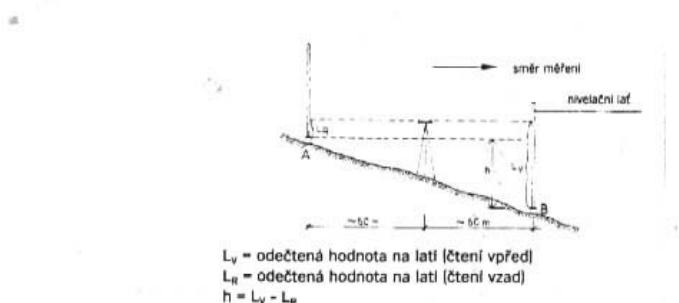
Při měření výšek pomocí nivelačního přístroje rozlišujeme několik metod. Pro nás postačí dvě základní metody technické nivelace.

- a) Nivelování od konce-nebo také nivelační kupředu používá se ve strmém terénu. Podstata této práce je zřejmá z obr.



$$\begin{aligned}h_1 &= L_1 - J_1 \\h_2 &= L_2 - J_2 \\&\text{Celkový výškový rozdíl bodů A a B} = h_1 + h_2 \\J &= \text{výška přístroje měřeno metrem} \\L &= \text{čtený údaj na lati} \\h &= \text{výškový rozdíl}\end{aligned}$$

- b) Nivelační ze středu - určuje převýšení vždy mezi dvěma body. Vytváří se nivelační pořady. Podstata je dobře patrná z obr.



Pro provádění technické nivelace , aby bylo dosaženo přesných hodnot platí čtyři základní podmínky:

- 1) Postavení obou latí a přístroje musí být v přímce
- 2) Nivelační přístroj musí být uprostřed mezi latěmi
- 3) Délka záměrné nesmí překročit 80 m
- 4) Čtení na lati nesmí klesnout pod 0,5 m

0 provádění měření vedeme zápisník nivelační:

Zápisník technické nivelačce

Bod	Čtení latě			Výška srovnávací rov.	Výška bodu	Poznámky Výškový systém Balt pr.
	vzad	střed	vpřed			
A	1052				324,939	vstup - ..... dům č. 108 Purkynova ul.
			2194		(Převýšení) + 0,919	0,918
		2051				0,921
			2068			0,005 = $\Delta h$
		3038				$\Delta h_{max} = 107R$
B		0963		324,858	hydrant H4	R = 0,46 km
$\Sigma =$	6141	5225	+0,918			$\Delta h_{max} = 1070,46$
B	0950			324,858	hydrant H4	$\Delta h_{max} = 7 \text{ mm}$
			1809		-0,919	5 < 7
		2450				
			1701			
		2642				
A		1811		324,939	vstup - ..... dům č. 108 Purkynova ul.	
$\Sigma =$	6042	5121	-0,921			

### Plošná nivelačce

V praxi se setkáváme s případy, kdy je nutno provést výškopis bodů, které jsou rozmístěny na určité ploše. Tomuto způsobu říkáme plošná nivelačce.

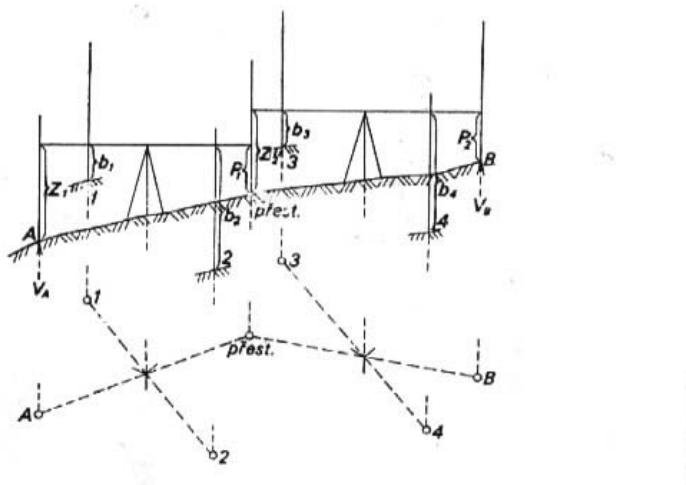
Podstatou nivelačce je provedení technické nivelačce ze středu. Výšky jednotlivých podrobných bodů se určují bočními záměrami, jejichž délka může být max. 120 m. Pro správné zjištění hodnot si na prostoru volíme vhodnou síť a o měření vedeme dokumentaci. Při čtení na lati čteme hodnoty hlavního pořadu na mm, boční body plošné nivelačce na cm. Pozor!! U metody plošné nivelačce neexistuje žádná zpětná kontrola.

Nivelační přístroj je nutno postavit stabilně

Provést kontrolu libely

Neopírat se o přístroj

Z obrázku je patrný postup, t.j. nejprve rozvinutí pořadu technické nivelačce, dále vyhledání a zaměření jednotlivých bodů bočně.



Dokumentace, která je předepsaná pro provádění tohoto druhu nivelačce je vyhotovení polního náčrtu a vedení zápisníku plošné nivelačce, jak ukazuje obr.



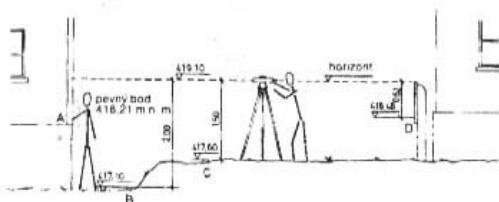
Zápisník plošné nivelačce

Bod	Čtení latě			Výška srovnávací rov.	Výška bodu	Poznámka Výškový systém Balt.p.v.
	vzad	střed	vpřed			
Θ 141	1323			311,966	310,643	nivelační značka na domě č. 18 Slovenské námořství
1		173		311,97	310,24	poklop
2		253			309,44	vpusť
3		197			310,00	roh trášostanice
4		200			309,97	—II—
5		207			309,90	vpusť
6		200			309,97	vstup do katedry
7		185			310,12	roh schodů
8		190			310,07	kraj chodníku
9		195			310,05	—II—
10		193			310,14	vjezd u objektu C
Θ 141		1325			310,641	

Další možnosti výškového měření pomocí nivelačního přístroje je zaměření bodů v terénu vztahením k jednomu pevnému (danému) bodu.

Při této metodě vycházíme z nadmořské výšky bodu, ke které připočteme výšku horizontu přístroje a odečteme čtení na lati. Tím získáme nadmořskou výšku zaměřovaného bodu.

Postup dokresluje obr.



#### Zaměření a zobrazení podélného a příčného profilu

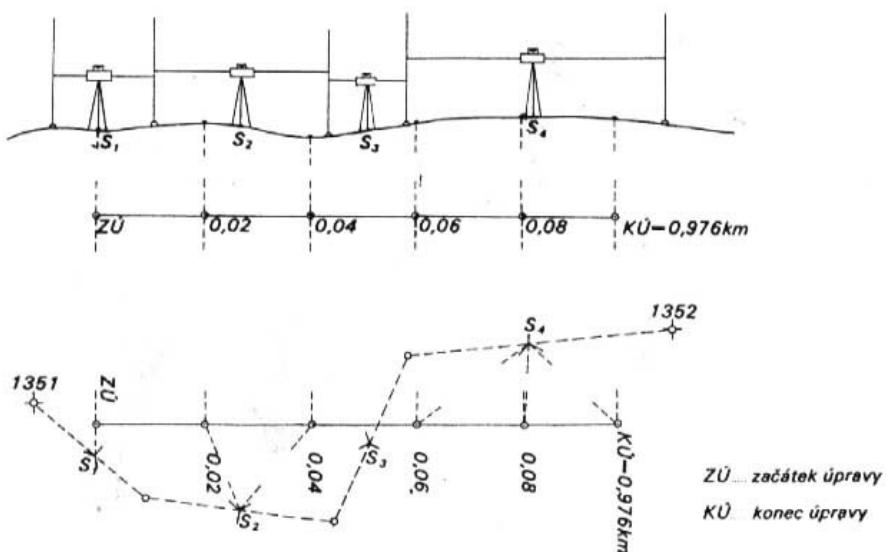
Jedním z důležitých podkladů pro projektování jsou podélné a příčné profily, které se zaměřují pro výškové osazení staveb, ale zejména pro potřeby projektu liniových staveb ( silnice, železnice ).

Za profil označujeme řez terénem, po určité čáře, který je rozvinuto do projekční roviny. Tak rozeznáváme profil podélný - t.j. rozvinutí osy stavby a profil příčný, který je veden kolmo na osu stavby.

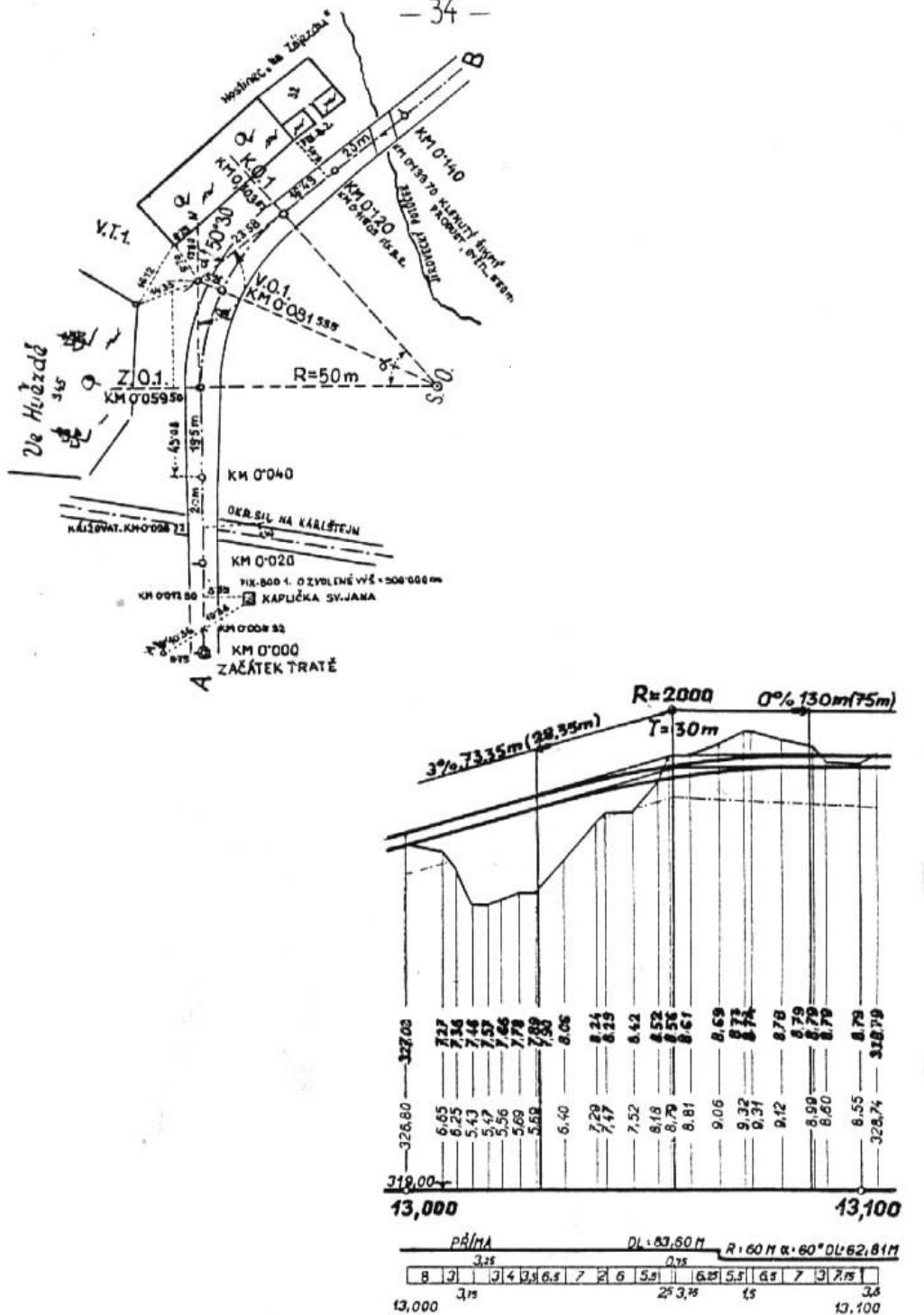
Zaměření podélného profilu provádíme tím způsobem, že podle mapových podkladů vyhledáme v terénu osu budoucí stavby, tuto vytyčíme pomocí popisových kolíků, které jsou dřevěné a umisťují se po 20 metrech v ose stavby v terénu. Kolík musí vyčnívat 2 cm nad terén, je označen číslem a střed - zaměřovaný bod hřebíčkem. Tyto body zaměřujeme pomocí nivelače, čímž získáme přehled o sklonu, resp. výškových poměrech v terénu. V zobrazení vyneseme délkové hodnoty v měřítku 1:1000, výškové hodnoty v měřítku 1:100. Tímto vznikne dostatečný přehled o možnostech výškového vedení trasy - linie stavby.

Ve spojení s vykreslením budoucího průběhu nivelety stavby získáme i přehled o přebytecích, či nedostatku zeminy na stavbě.

Z následujících obr. je patrný způsob zaměření takového stavby, včetně návaznosti zobrazení terénu v podélném profilu.

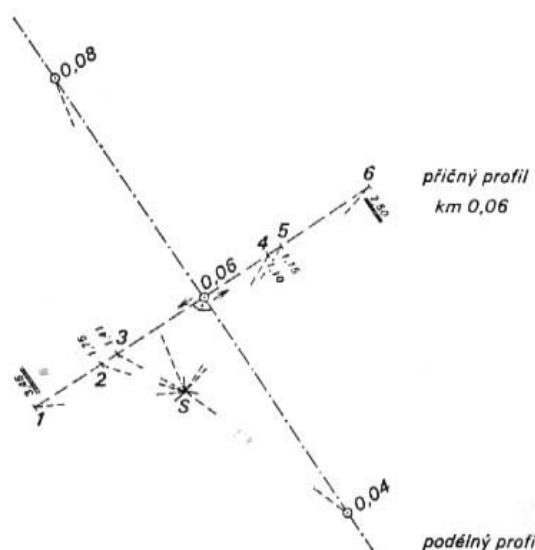


- 34 -

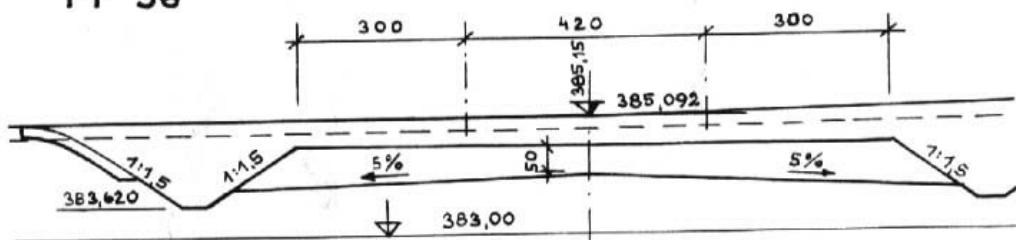


Kolmo k ose budoucí stavby ( komunikace ,železnice) zaměřujeme mezilehlé body, délkově od osy a současně výškově. Příčný profil zaměřujeme do vzdálenosti 10 až 50 m od osy .  
Při složitějších profilech můžeme k zaměřování použít teodolitu.

Na obr. je zobrazeno zaměřování příčného profilu a zobrazení profilu ve výkresu.



PF 36



### Chyby při nivelači

Obdobně jako u všech měření mohou vznikat chyby. Chyby rozdělujeme na chyby hrubé a nevyhnutelné.

Hrubé chyby jsou: omyl ve čtení na lati,  
neurovnání nivelační libely  
pohnutí lati  
pohnutí přístrojem

Existence těchto chyb je prokázána, pokud při měření bude prokázána odchylka nad rámec výpočtu odchylky, musíme měření opakovat.

Chyby nevyhnutelné: jsou chyby malých hodnot, rozdělujeme je na systematické a nahodilé.

Systematické chyby - mají hodnotu a znaménko stále stejná  
Jde o : chyby z nerovnoběžnosti libely a záměrné přímky,  
chyby z nesvislé latě  
chyby z refrakce

Nahodilé chyby - mají malou hodnotu a střídají znaménka  
Jde o : chyby z nepřesného čtení na lati  
chyby z neurovnání libely  
chyby z vibrace vzduchu a pod.

Otázky:

- Co je to nulová hladina nulový horizont ?
- Jaký systém měření nadmořské výšky akceptujeme ?
- Jaké znáte jednoduché nivelační pomůcky ?
- Co je to nivelační přístroj a jaké má hlavní části
- Jaké přístroje a pomůcky potřebujeme pro provádění nivelačí ?
- Jak provádíme technickou nivelači ze středu ?
- Co je to plošná nivelačí a kde se využívá ?
- Vysvětlete pojem příčný a podélný profil a jaké je jejich využití ?

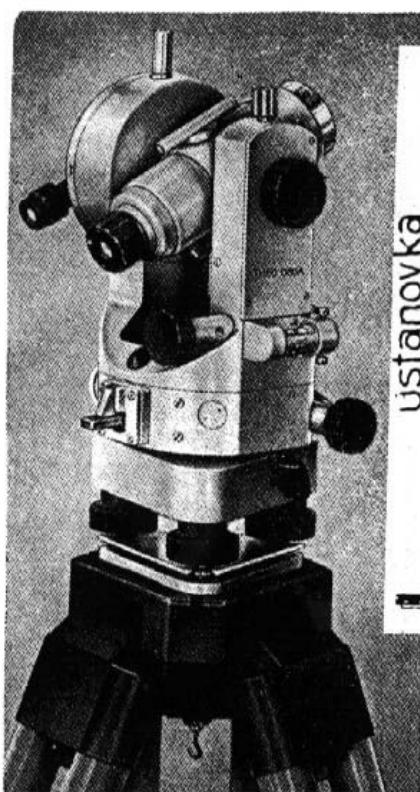
### Teodolit

Teodolit je přístroj, pomocí kterého lze měřit :

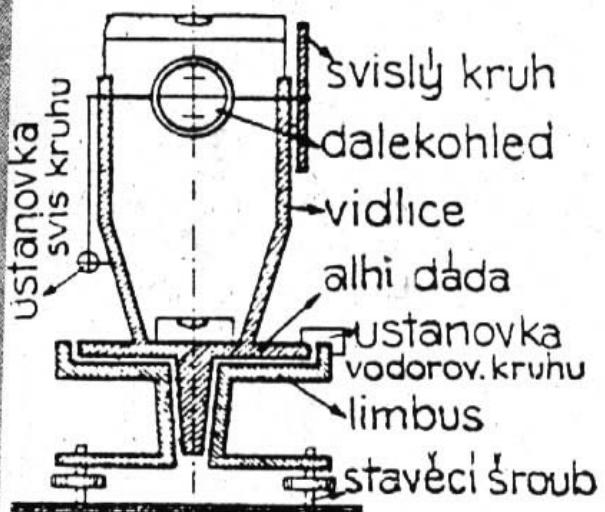
- a) vodorovné úhly
- b) svislé úhly
- c) zjišťovat vzdálenosti
- d) provádět nivelaci

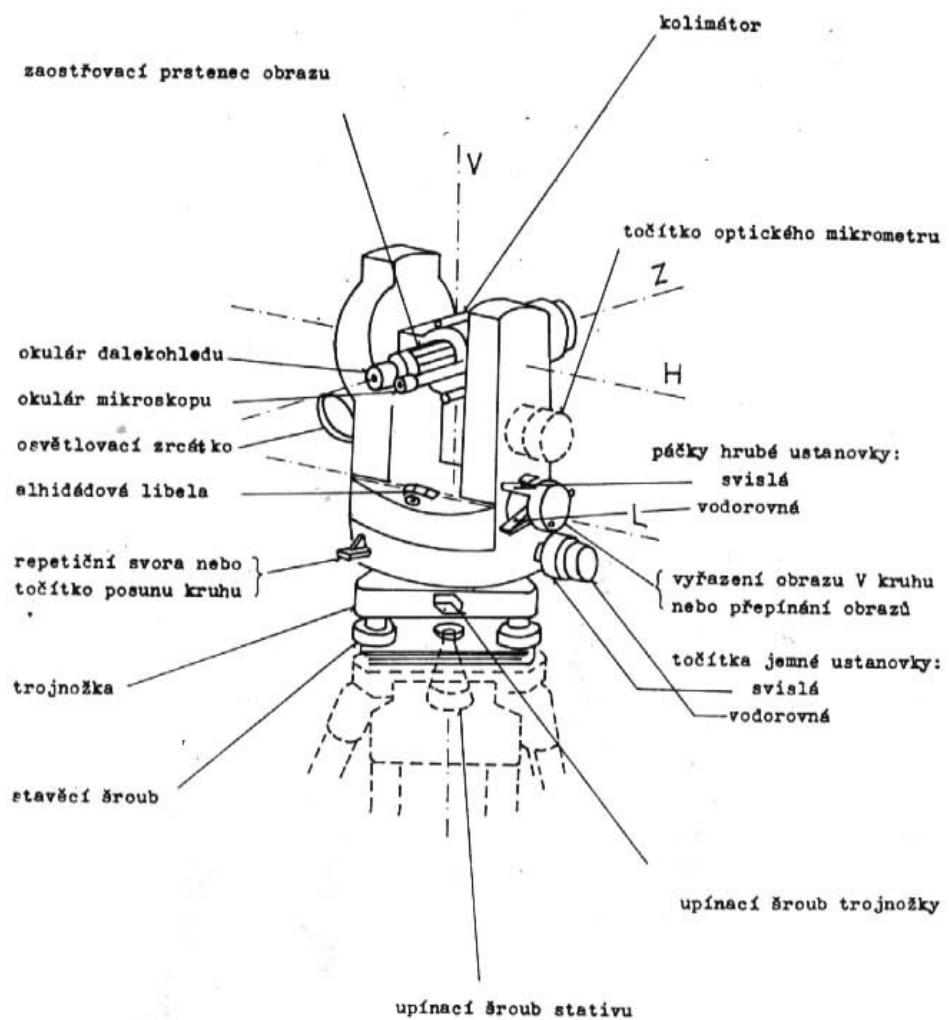
Z konstrukčního hlediska můžeme mluvit o velmi dokonalých optických přístrojích, které mohou být rozmanité konstrukce. Optické součásti, které jej spolu s dalšími konstrukčními celky tvoří jsou účelně sestaveny k optimálnímu využití.

Na obr. je pohled na teodolit zn. Zeiss Theo 080 A, konstrukční nákres zobrazuje popis teodolitu Zeiss Theo 020 řady A, B . (str 38)



schema teodolitu.

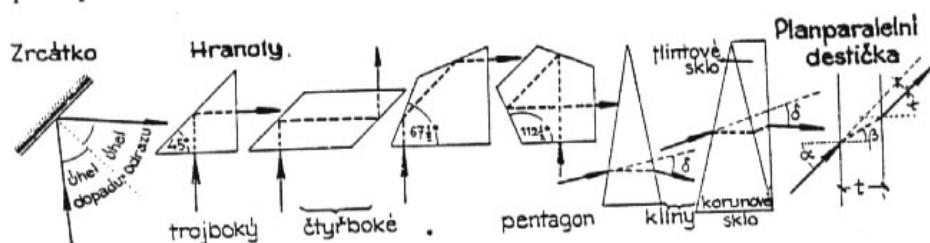




### Optické součásti teodolitu

Optické součásti teodolitu můžeme rozdělit na prvky optické a optické systémy.

Optické prvky jsou zobrazeny na následujícím obr.



Optické součásti jsou systémy čoček. Zejména lupa, mikroskop, dalekohled. Druhy čoček jsou zobrazeny, včetně jejich kombinací.



Dalekohledy mohou mít konstrukci s konstantní nebo s proměnnou délkou. Jejich konstrukce je patrná z obr.



V zorném poli dalekohledu jsou zabudován nitkový kříž, který slouží k přesnému zaměření. Může mít různý tvar.



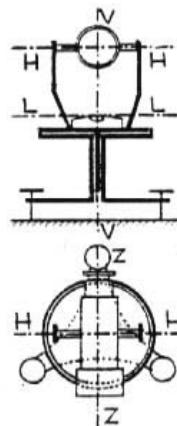
Pro správnou činnost a přesné měření musí být přístroj vybaven prostředky k odečítání (čtení) hodnot úhlů.

Nejčastěji se používá vernier. Na obr. je uveden příklad vernieru z přístroje Theo O2O B. Důležité je zejména naučit se hodnoty odečítat.



Příklad čtení úhlů

V ...	svislý úhel
Hrubé čtení ...	291°
Jemné čtení ...	0,86g
	Výsledné čtení ... 291,86g
H ...	vodorovný úhel
Hrubé čtení ...	372°
Jemné čtení ...	0,08g
	Výsledné čtení ... 372,08g



Teodolit musí dále vyhovovat zejména těmto podmínkám :

1. osa dalekohledu (H—H) musí být kolmá k zámkerné přímce čili k ose kolimační (Z—Z),
2. osa alhydády (V—V) musí být svislá a osa dalekohledu (H—H) vodorovná, tudíž musí být navzájem kolmé,
3. osa libely sázecí nebo jiné (L—L) musí být kolmá k ose alhydádové (V—V).

Kromě těchto podmínek jsou ještě další podmínky, podružnější.

### Úprava teodolitu na stanovišti

Teodolit je přístroj, který vyžaduje dokonalé, přesné a šetrné zacházení. Pro všechna nutná nastavení jsou na přístroji ustanovky a šrouby. Žádný úkon s přístrojem a jeho manipulací nesmí být prováděn násilím.

Před měřením je nutné na stanovišti provést tyto úkony:

- 1) Hrubá centrace přístroje - jde o hrubé dostředění přístroje, kdy přístroj postavíme takřka nad bod, ze kterého provádime měření.
- 2) Hrubá horizontace přístroje - stativ postavíme tak, aby jeho hlava byla co nejvíce vodorovná.
- 3) Jemná centrace přístroje - spočívá v postavení přístroje právě nad bod, ze kterého provádime měření. Toho docílíme tím, že na závěs - háček, který je na upínacím šroubu, zavěsimo olovniči. Ta musí spočinout těsně nad bodem. Přesnost centrování má být s přesností na 0,005 m. Maximální přesnosti docílíme pomocí centrační tyče. Po jemné centraci utáhneme upínací šroub. Polohu ověříme pomocí optického dostředovače.
- 4) Jemná horizontace přístroje - je urovnání teodolitu do přesné vodorovné polohy, za pomoci stavěcích šroubů trojnožky a za využití libely alhídady.

Máme-li takto upraven přístroj, můžeme přikročit k měření.

### Měření vodorovných úhlů

Měření vodorovných úhlů se provádí zpravidla pomocí teodolitu. Nivelačního přístroje používáme zřídky, i když je opatřen vodorovným kruhem.

Průběh měření můžeme rozdělit do fází :

- 1) Příprava přístroje na stanovišti - jde o provedení vpředu popsaných úkonů, t.j. centrace a horizontace přístroje.
- 2) Přístroj uvedeme do první polohy, t.j. svislý (vertikální) kruh se nachází na levé straně přístroje, ve směru zaměřování. Druhou polohou nazýváme postavení přístroje tak, že svislý kruh je vpravo.
- 3) Zacílení na bod - má řadu kroků:
  - a) uvolníme obě hrubé ustanovky, t.j. vodorovného i svislého směru.
  - b) Jednou rukou držíme dalekohled u okuláru, druhou rukou ovládáme vodorovnou ustanovku (hrubou, klínovou)
  - c) Zacílíme pomocí kolimátoru (hledáčku) na cíl a utáhneme vodorovnou ustanovku.
  - d) Současně také utáhneme ustanovku svislého kruhu.
  - e) Nejprve zaostříme nitkový kříž pomocí okuláru, poté zaostříme obraz pomocí prstence.

- f) Jemnou ustanovkou svislého a vodorovného směru navedeme vlákno nitkového kříže přesně na cíl.

Tímto je zacíleno.

**POZOR ! Od této chvíle je nutno pracovat obezřetně, nesmíme s přístrojem pohnout nebo jinak nešetrně zacházet. Pro případ nepříznivého počasí musíme přístroj před nepřízní počasí chránit.**

#### Měření vodorovných směrů ( úhlů)

Vodorovné směry měříme pomocí vodorovného kruhu. V praxi měříme povětšinou od nulového směrníku. Souhrn všech směrníků se nazývá osnova směrníků. Směrníky zaměřujeme zleva doprava.

Nulový směrniček zaměříme tak, že si nejprve na vodorovném kruhu nastavíme hodnotu blízkou nule (o něco větší hodnota než nula). Pomocí repetiční svorky sepneme kruh a celý přístroj otočíme to požadovaného směru nulového směrníku. Po „přesném“ zacílení repetiční svorku uvolníme.

Postupně zaměříme všechny směrníky v kruhu a uzavíráme opětovně na nuklovém směrníku.

Tomuto způsobu říkáme měření v řadách a skupinách. Provádí se proto, aby bylo dosaženo co nejpřesnějších výsledků měření.

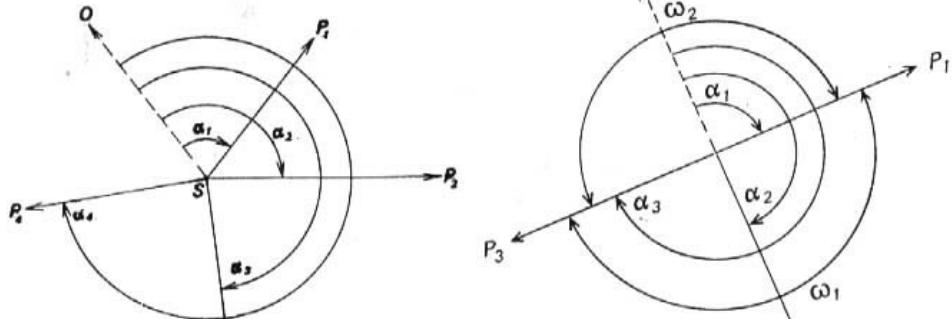
Za první řadu považujeme měření v první poloze od hodnoty blízké nule.

Druhá řada je měření přístrojem v druhé poloze, stejným způsobem, jako v prvním řadu. První a druhý řad tvoří dohromady 1 skupinu.

Druhá skupina se měří obdobně, ale namísto nuly je výchozímu směrníku (nulovému) přiřazena hodnota blízká 100° g nebo 90°.

Pokud měříme v dalších skupinách, výchozí měření opětovně posuneme o čtvrt kruhu.

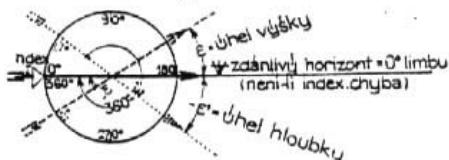
Z obr. je zřejmý postup a výpočet.





- 44 -

### Měření svislých úhlů



Svislé úhly měříme většinou v obou polohách, aby se eliminovala nepřesnost přístroje a chyb. Při rychlém, nepříliš přesném měření měříme pouze v jedné poloze.

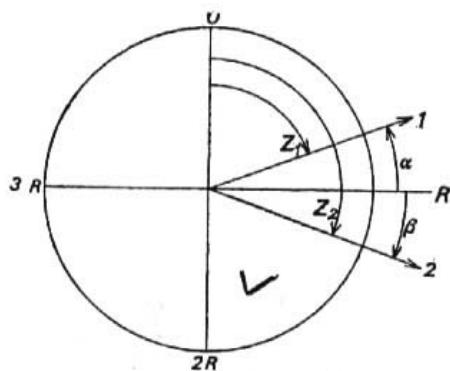
Před započetím měření stanovíme výšku přístroje nad bodem. Další kroky centrace a horizontace provádíme jako u měření vodorovných úhlů. Tato výška je kolmá vzdálenost od hlavy stabilizovaného bodu až po horizontální rysku nitkového kříže..

Při měření svislých úhlů odpadá nastavování nulové polohy.

Svislý úhel je úhel, který svírá zámerná přímka, která leží ve svislé rovině se směrem vodorovným, nebo svislým. Svislý úhel měřený od svislice (nadhlavníku) se nazývá zenitová vzdálenost. Úhel nad vodorovnou rovinou je úhel výškový, pod vodorovnou rovinou potom úhel hloubkový.

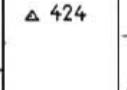
Nákres na obr. výklad dokresluje.

$$\begin{aligned}\alpha &= R - Z_1, \\ \beta &= Z_2 - R.\end{aligned}$$



O postupu měření vedeme zápisník, který dopočítáváme v kanceláři. Způsob je patrný z tabulky.

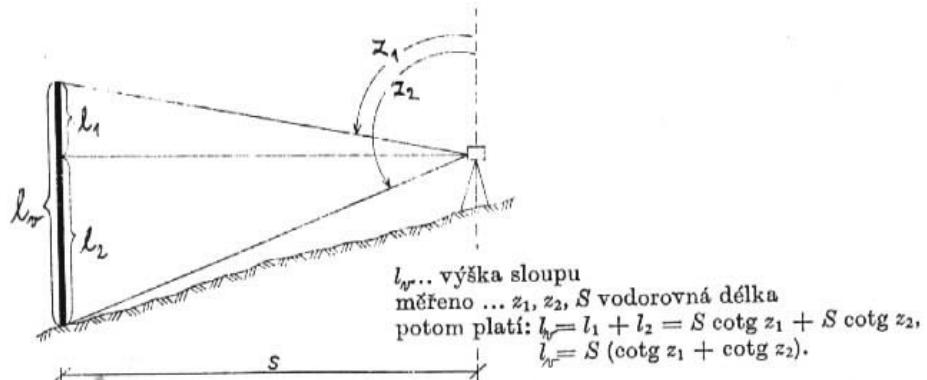
Zápisník měření svislých úhlů

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Základní triangulační list 17	Číslo a název cíle	Cílová značka (nákres)	Skupina 1 2	Ukažděho cíle měření se II. polohou ihned po I. poloze	Průměr	Kontrola <u>(I+II)</u> 2z = -400°-(II-I)	Svislý úhel $\epsilon = 100^\circ - z$
□ 126 Hůrka							Zenitový úhel z
Stanovisko : centrické	△ 424		I.	96 39   22 16	39 19 399 99 44	+ 3	60 53
Měřil: XY			II.	303 60   22 28	60 25 192 78 94	96	39 47
Měřeno dne : 3. 3. 1985 od 10 <sup>30</sup> do 11 <sup>00</sup>	□ 426		I.	99 04   77 64	04 70 400 00 53	+ 0	95 57
teodolitem : Zeiss Theo 010			II.	300 95   77 90	95 83 198 08 87	99	04 44
Teodolit postaven na stativ	□ 427		I.	109 82   35 13	82 23 399 99 67	- 9	82 40
Stav povětrnosti: zataženo			II.	290 17   34 54	17 44 219 64 79	109	82 40
Výška nad : stabilizačním kamenem 1,48 m							

### Trigonometrické určování výšek

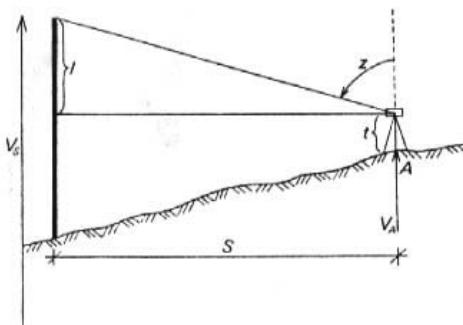
Při trigonometrickém určování výšek používáme teodolit.  
Při měření zjišťujeme zenitový úhel ( od svislé přímky ) a musíme znát vodorovnou vzdálenost od teodolitu k měřenému objektu.

Měření výšky objektu je patrné z obr.



Při určení nadmořské výšky objektu postupujeme následovně.  
Je dána nadmořská výška bodu A, t.j.  $V_A$

měřeno ...  $s$  — vodorovná délka  
 $t$  — výška přístroje nad bodem A  
 $z$  — zenitový úhel  
potom platí:  $V_S = V_A + t + l = V_A + t + s \cdot \cot z.$



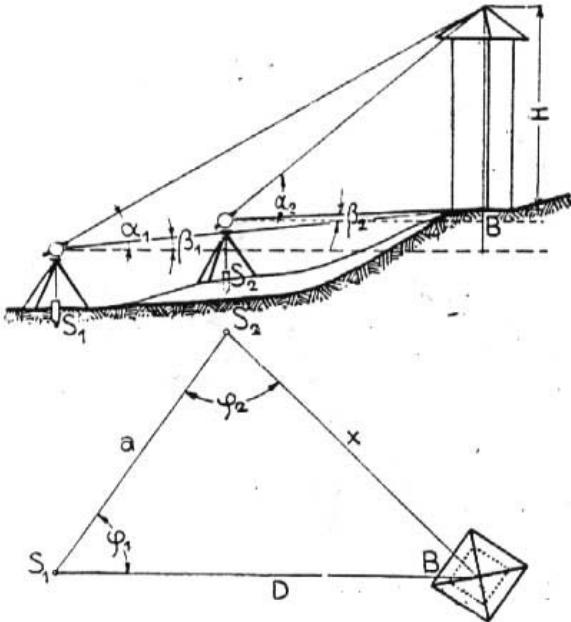
Při určení výšky, není-li možno zjistit vodorovnou vzdálenost  $D$  postupujeme následovně:

Nejprve změříme na stanovisku  $S_1$  výškové úhly  $\alpha_1$ ,  $\beta_1$  a úhel  $\varphi_1$ . Pak přeneseme stroj na stanovisko  $S_2$ , které vhodně zvolíme, a změříme úhly  $\alpha_2$ ,  $\beta_2$ ,  $\varphi_2$ . Nakonec změříme vzdálenost stanovišť  $S_1 S_2 = a$ , avšak velmi přesně a řešíme pomocným trojúhelníkem:

$$x = a \cdot \frac{\sin \varphi_1}{\sin (\varphi_1 + \varphi_2)}$$

$$\text{Pak výška } H = x \cdot \frac{\sin (\alpha_2 + \beta_2)}{\cos \alpha_2 \cdot \cos \beta_2}$$

Přesnost tohoto způsobu měření závisí na vzdálenosti obou stanovisek. Při větší vzdálenosti (přes 200–250 m) je již nutno zavádět opravu z refrakce (záměrný světelný průsek není přímý, ale láme se při průchodu vzduchovými vrstvami) a ze záměny pravého a zdánlivého horizontu. Vidíme z toho, že tento způsob není naprostě přesný, a proto používáme trigonometrického měření jen v triangulaci nejnižších rádů.

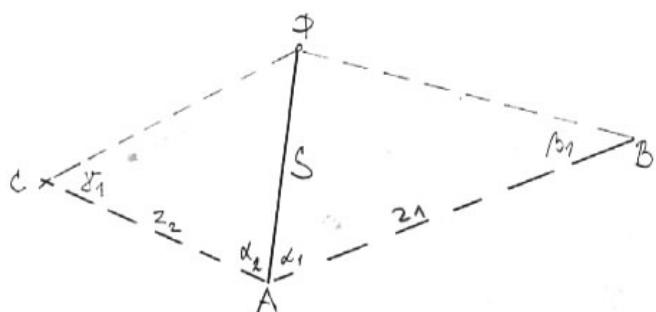


### Nepřímé měření vzdáleností

Přímé měření vzdáleností je velmi zdlouhavé a do jisté míry se při něm dopouštíme celé řady chyb. Také jej vzhledem ke klimatickým podmínkám nelze vždy provádět. Proto používáme nepřímé měření vzdáleností.

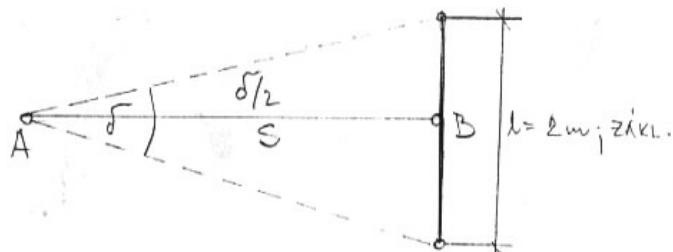
Můžeme volit různé metody:

Trigonometrická metoda (výpočet se provede ze dvou trojúhelníků)



$$\text{Platí: } S = z_1 \cdot \sin \beta_1 / \sin (\alpha_1 + \beta_1)$$
$$S = z_2 \cdot \sin \gamma_1 / \sin (\alpha_2 + \gamma_1)$$

Metoda paralaktická (při této metodě řešíme pravoúhlý trojúhelník)



$$\text{Platí: } S = \cotg \delta / 2; \text{ pro } l = 2 \text{ m}$$

obecně  $S = l / 2 \cdot \cotg \delta / 2$ .

Metody optické

Nitková - Většina teodolitů a nivelačních přístrojů je vybavena záměrným křížem s dvěma vodorovnými distančními ryskami zv. dálkoměrné. Tyto rysky vytínají při zaměření na měřičské lati úsek ozn.  $\ell$ . Vodorovná vzdálenost se vypočte.  $S = k \cdot \ell$ , kde  $k$  je násobná konstanta a je rovna 100. Při sklonění měřičské latě je nutno změřit svislý úhel  $\beta$ .

Vodorovná vzdálenost se potom vypočte ze vztahu  $s = k \cdot \ell \cos^2 \beta$ .

Zorné pole dalekohledu s nitkovým křížem je patrné z obr. Čtení v našem případě je

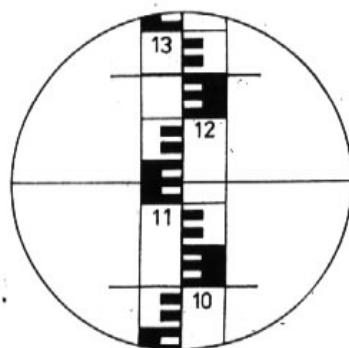
dolní ryska 1000

střední ryska 1124

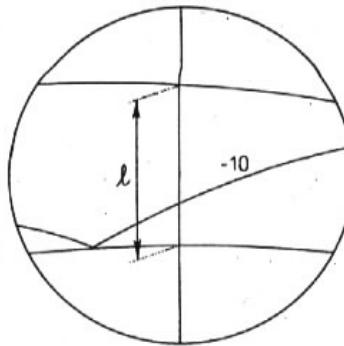
horní ryska 1248

úsek na lati 248 mm

- vzdálenost je 24,8 m.

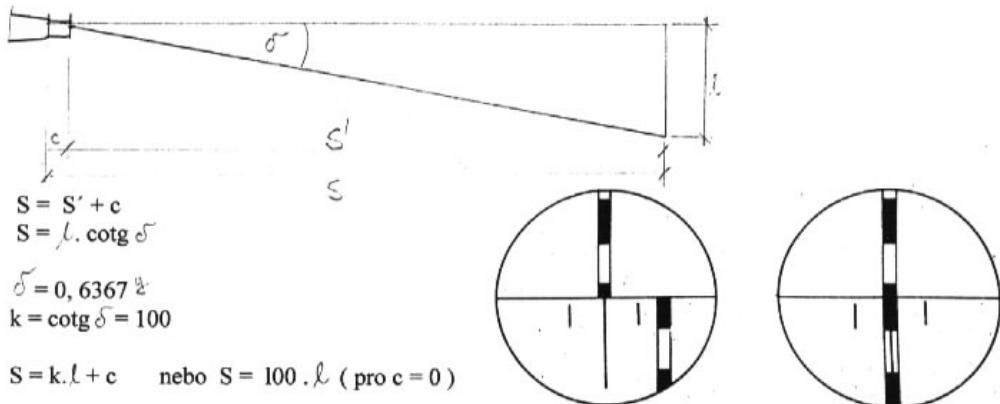


Diagramová - V zorném poli diagramových dálkoměrů jsou distanční rysky nahrazeny „diagramem“, sestávajícím z rysky základní nastavovací kružnice a jedné, případně dvou rysek dálkoměrných křivek. Lat'ový úsek je mezi základní ryskou a dálkoměrnou ryskou a čte se výšky na průsečíku těchto rysek, se svislou ryskou. Vodorovná vzdálenost je bez ohledu na sklon latě rovna sto násobku laťového úseku. Na obr. je úsek označen.



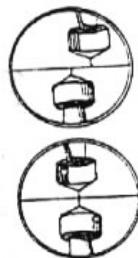
Koincidenční (dvojobrazé) - dálkoměr vytváří druhý obraz, který je vychýlený o dálkoměrný úhel, pomocí optického klínu. V zorném poli vidíme dva obrazy - normální a vychýlený.

Princip je patrný z obr.



V zorném poli se nám ztotožní obrazy poté, co otočíme stupnicí a na ní čteme hodnotu S.

Obdobným způsobem pracují i invertní dálkoměry .



Oázky:

- 1) Co je teodolit a jaké je jeho využití ?
- 2) Popište základní části teodolitu !
- 3) Které optické součásti teodolitu znáte ?
- 4) Které zaměřovací prvky jsou na teodolitu užity ?
- 5) Vysvětlete konstrukci nitkového kříže a k čemu slouží ?
- 6) Popište úpravu teodolitu na stanovišti !
- 7) Popište provedení centrace a horizontace přístroje!
- 8) Jakým způsobem se postupuje při měření úhlů vodorovných ?
- 9) Jak měříme úhly svislé ?
- 10) Jakou vedeme dokumentaci úhlových měření ?
- 11) Které metody trigonometrického zjištěování výšek znáte ?
- 12) Jakým nepřímým způsobem zjištějeme vzdálenost ?

### Tachymetrie

Název označuje měříčkovou metodu, pomocí níž můžeme rychle ( tachys - řecky rychlý ) zaměřit nejen polohu , ale výšku bodu.

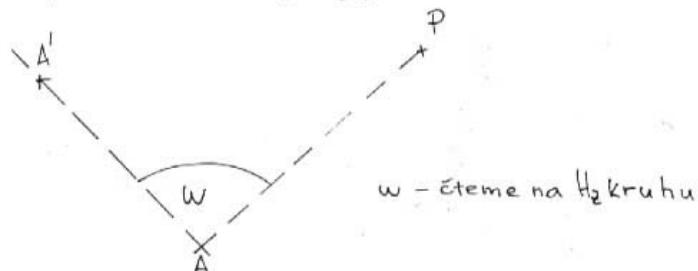
Podstata této metody spočívá tedy především v tom, že získáváme jedním měřením údaje pro polohopis i výškopis. Polohu jednotlivého bodu vzhledem ke stanovišti určujeme polárními souřadnicemi t.j. vodorovnou vzdáleností S a horizontálním úhlem  $\omega$  (omega ) měřeným od určitého základního směru. Výškové údaje daného bodu získáme z odměřeného výškového úhlu  $\xi$  (epsilon ) a změřené vzdálenosti.

Tachymetrická měření v terénu provádíme povětšinou univerzálním teodolitem s dálkoměrem.

Postup:

Na stanovišti se ustaví přístroj , načež se změří výška přístroje ( výška horizontu přístroje ). Tento údaj zjišťujeme pomocí ocelového měřidla. Pomocník mezi tím postaví na sousedním stanovišti centricky tachymetrickou lat' ( měříčká lat' ) a urovná ji do svislé polohy pomocí krabicové libely. Měřič si stanoví do tohoto směru nulovou hodnotu vodorovného kruhu. Podle ryseku odečte údaje na lati. Poté dostane pomocník pokyn, aby se přesunul do dalšího bodu. Mezitím měřič zkонтroluje přístroj a zajistí přesné urovnání. Dále zaměří na přestavěnou lat' a přečte hodnoty vodorovného a svislého kruhu a údaje na lati.

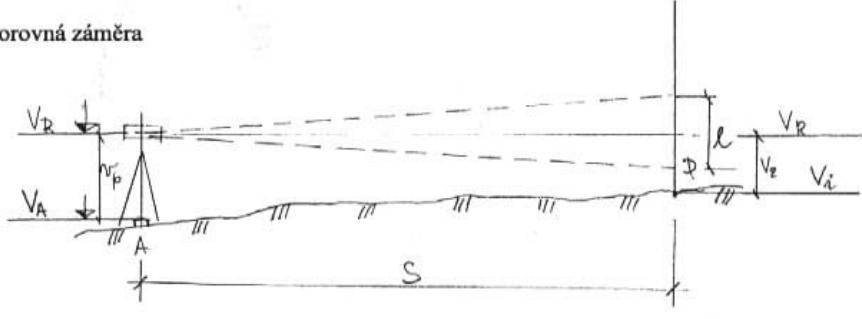
Výpočet tachymetrických bodů  
Zjištění hodnoty vodorovného úhlu  $\omega$  ( omega )



Zjištění vodorovné vzdálenosti S

Při zaměrování nitkovým dálkoměrem budeme rozlišovat dva způsoby, při vodorovné záměre a při šikmé - skloněné záměre.

Vodorovná záměra

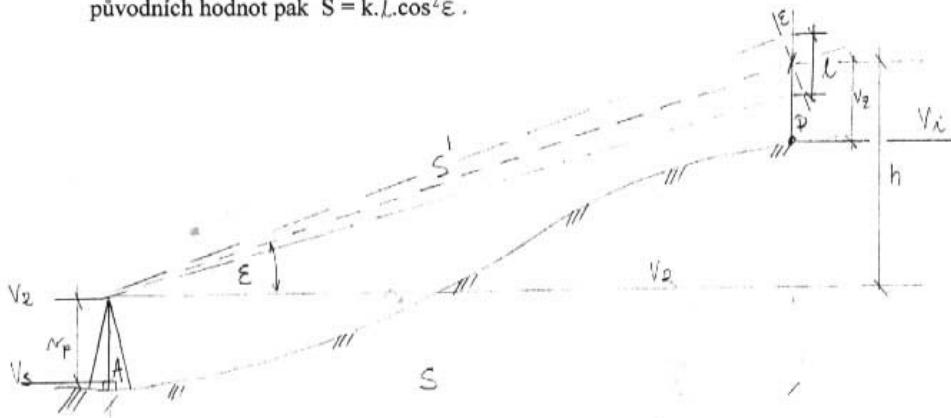


$$V_v = V_A + V_P - V_p$$

Nadmořskou výšku bodu P vypočteme podle vzorce z předcházející strany a to následovně.  
K výšce stanoviště bodu A t.j.  $V_A$ , která byla určena předtím nivelaci, přičteme výšku  
přístroje nad bodem A t.j.  $n_p$ , čímž obdržíme nadmořskou výšku srovnávací roviny  $V_R$   
t.j. vodorovné roviny procházející otočnou osou dalekohledu. Od této hodnoty odečteme čtení  
střední nitě na lati  $\ell$ . Vzdálenost  $S = k \cdot \ell$ .

#### Při skloněné záměře

Výpočet bude o něco složitější. Laťový úsek  $\ell$  si nejdříve zredukujeme na úsek kolmý  
k záměrné přímce,  $\ell \cdot \cos \varepsilon$ . Znásobíme-li tento úsek konstantou k, dostaneme šikmou  
vzdálenost  $S'$ , vodorovnou vzdálenost obdržíme výpočtem.  $S = S' \cdot \cos \varepsilon$ . Po dosazení do  
původních hodnot pak  $S = k \cdot \ell \cdot \cos^2 \varepsilon$ .



Při výpočtu nadmořské výšky postupujeme obdobně jako v předchozím případě.  
K výšce bodu A přičteme výšku přístroje a dostaneme výšku srovnávací roviny. K této výšce  
přičteme převýšení  $h$  a tím obdržíme výšku místa na lati, do kterého se promítá střední nit'  
záměrného kříže. Od této výškové úrovni odečteme zase hodnotu střední nitě na lati a tím  
dostaneme výšku zaměřovaného bodu.  $V_P = V_A + n_p + h - V_2 ; h = \frac{1}{2} k \cdot \ell \cdot \sin 2\varepsilon$ .

U každého bodu zaměřovaného nitkovým dálkoměrem při šikmě záměře musíme  
vyčíslit dva výrazy a to  $S$  a  $h$ .

Při použití diagramových dálkoměrů toto odpadá. Obě veličiny se odečítají přímo na  
lati.

#### Výpočet tachymetrického zápisníku

Podobným způsobem jako se vypočítávají vodorovné vzdálenosti a převýšení, provádí  
se zápis a výpočet formuláře. Vzor formuláře je uveden na následující straně.

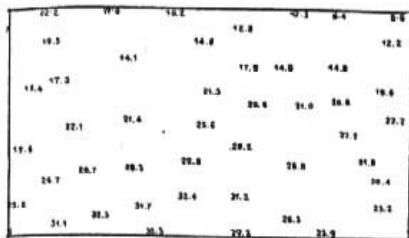
Tachymetrický zápisník

STANOVISKO: PRÍSTROJ:		DNE: H:		VÝŠKA STANOVISTE:				
$x = 100$ $c = \theta$		MĚZIL: ZAPSAL:		VÝŠKA PRÍSTROJE: VÝŠKA HORIZONTU:				
BOD		ÚHLY	S <sup>1</sup>	HORNÍ NÍT	TĚVÝŽENÍ h			
		W E	S	DOLNÍ NÍT	STŘEDNÍ NÍT h <sub>s</sub>	n - h <sub>s</sub>	+ -	VÝŠKA BODU

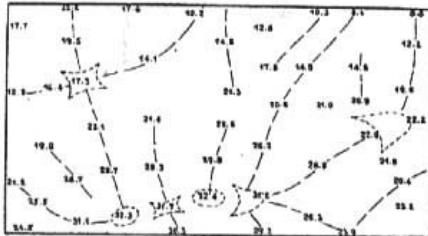
Vyhodovení originálu výškopisné mapy

Postup vyhodovení je možno zevrubně analyzovat následovně:

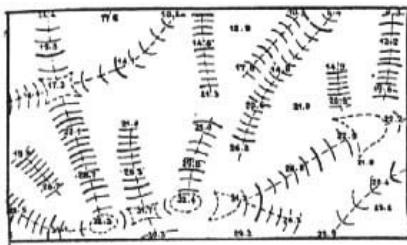
1) Vynesení podrobných výškových bodů



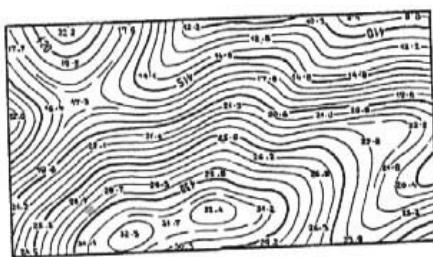
2) Zakreslení základní kostry



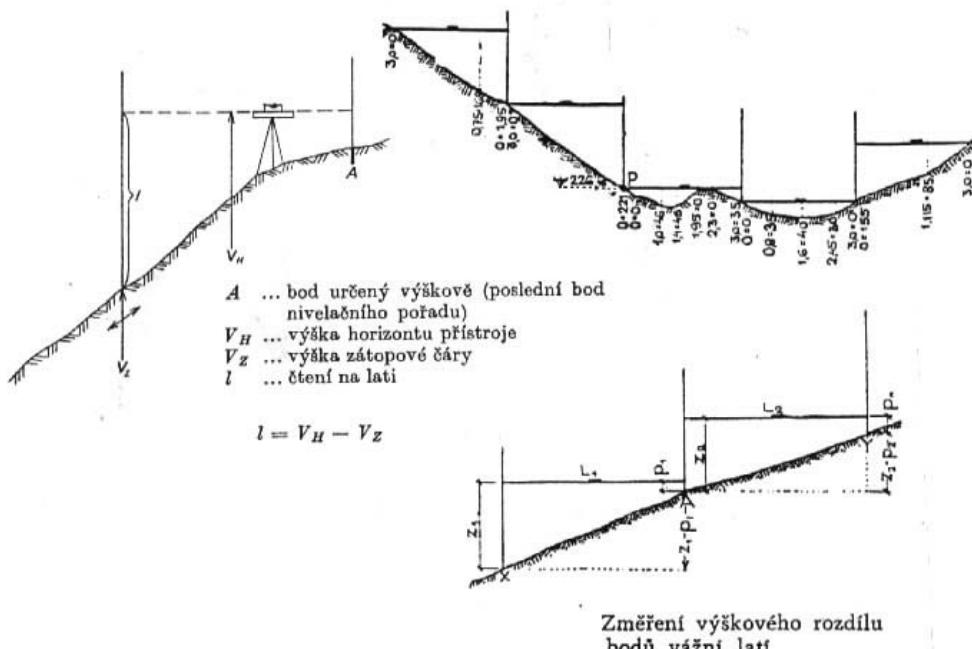
3) Interpolace ve spádnících



4) Vrstevnicová mapa



Podrobné vytyčování vrstevnic v terénu je patrné z nákresu.



Otázky :

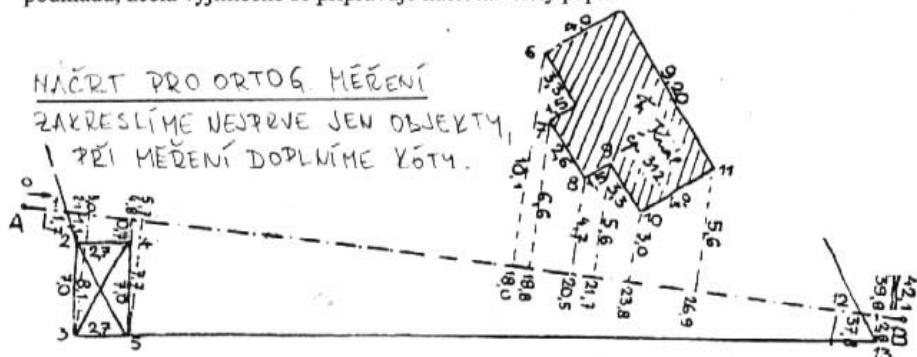
- 1) Vysvětlete pojem tachymetrie a jaký má význam ?
- 2) Které hodnoty se při tachymetrii zjišťují ?
- 3) Vysvětlete postup při měření vzdálenosti nitkovým dálkoměrem !
- 4) Které náležitosti zapisujeme do tachymetrického zápisníku ?
- 5) Popište způsob vytýčování vrstevnic v terénu !

### Podrobné měření polohopisné

Při podrobném polohopisném měření se zaměřujeme a zobrazujeme polohu všech bodů, které ohraničují tvar měřených předmětů, n. objektů. Při polohopisném měření stačí určit polohu ohraničujících předmětů ve vodorovné rovině.

#### Příprava náčrtu

Před každým měřením musíme provést přípravu, která spočívá ve vyhledání bodů v terénu, podle existujících mapových podkladů. Nejčastěji body zanášíme do mapových podkladů, zcela vyjímečně se připravuje náčrt na čistý papír.



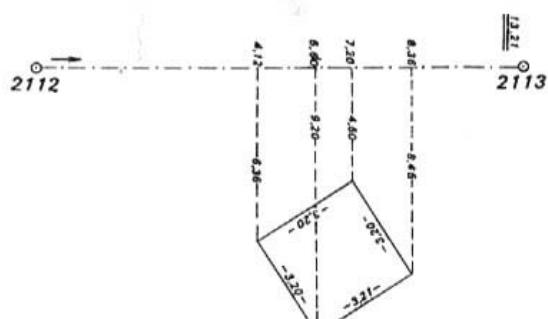
#### Měříčská síť

Měříčskou síť rozumíme síť pomocných bodů, jejichž hustota se volí podle potřeby pro zaměření podrobných bodů. Pomocné body se číslují. Z bodů polohového bodového pole a z pomocných bodů bude prováděno vlastní měření.

#### Metody měření

##### Metoda pravoúhlých souřadnic (ortogonální metoda)

Postup při této metodě je patrný z obr. Délky měření od počátku měříčské přímky se nazývají staničení, délky kolmé - kolmice.

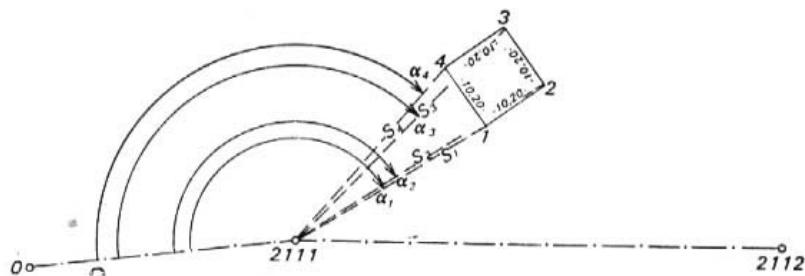


Metoda polární ( metoda pomocí úhlů a délek )

Na stanovišti postupujeme následovně:

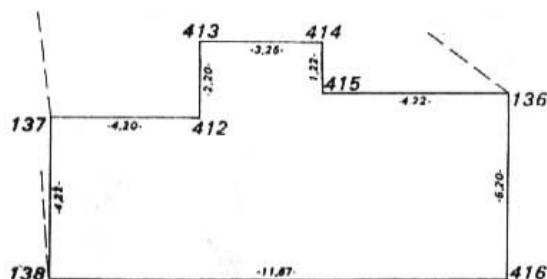
- a) postavíme a urovnáme měřičský přístroj
- b) vytyčíme a stabilizujeme pomocné body
- c) provedeme orientaci na dané body
- d) zaměříme vytyčené pomocné body
- e) zaměříme potřebné podrobné body, předem označené
- f) zkонтrolujeme orientaci přístroje.
- g) vodorovné směry určíme podle zásad měření vodorovních úhlů,
- h) vzdálenosti pomocí pásma, nebo dálkoměru.

Postup je patrný z obr.



Metoda pomocí konstrukčních oměrných měr

Pravoúhlé výstupy na zdech a budovách se určují pomocí uvedené metody. Tato metoda je metodou doplňkovou. Nákres ukazuje kombinaci s metodou polární.



#### Další metody

Protinání ze směru a délky - jsou metody, které lze využít při měření osamocených bodů, vzdálených od sítě bodů pomocných.

#### Zápisník podrobného měření

V terénu se vede podrobný zápisník měření, který je navíc doplněn přesnými náčrtky. Zápis měření se skládá ze dvou částí - první obsahuje záznam daných bodů, druhá část záznam bodů určovaných (měřených).

#### Zobrazování polohopisu

Z údajů získaných při měření v terénu se vyhotovuje v kanceláři mapa. Při zobrazování se postupuje stejným způsobem, jako při měření. K vynášení polárních souřadnic se užívají různé pomůcky, pro ullehčení práce.

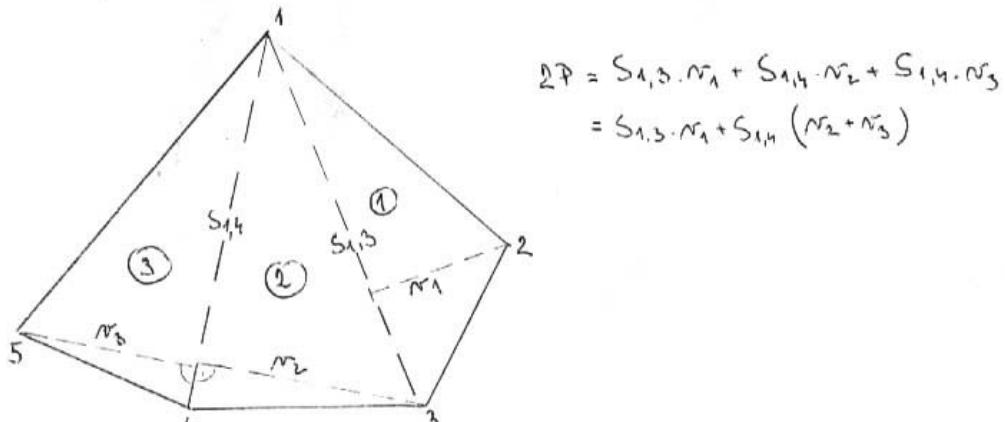
#### Určování ploch a výpočet kubatur

Úloha určování výměr je nejstarší geodetickou úlohou. V geodézii pracujeme s výměrou pozemku, t.j. s průměty plochy do vodorovné průmětny. Při zjišťování ploch - výměr pozemků zjišťujeme plochy n - úhelníků.

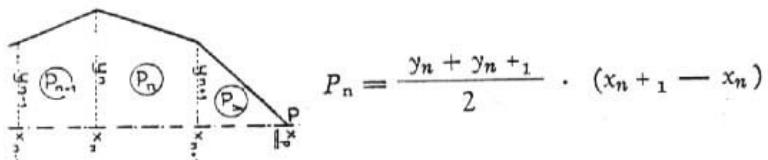
Nejpřesnější zjišťování ploch je přímým měřením v terénu, možno je také použít ke zjištění ploch mapových podkladů.

Nejčastěji provádíme výpočty plochy rozkladem, t.j. plochu rozdělíme na takové obrazce, jejichž výpočet umíme podle vzorců. Jedná se o obdélníky, čtverce, trojúhelníky, nebo lichoběžníky. V geodézii však zpravidla počítáme s dvojnásobnou plochou, čímž se vzorce zjednoduší.

Nákres jeden ze způsobů vysvětluje.



Další metodou může být na př. výpočet ploch ze souřadnic a to polárních, nebo pravoúhlých. Výpočet plochy lichoběžníku při měření pravoúhlými souřadnicemi je patrný z obr.



Plochy můžeme určovat také z plánů a map. K tomuto používáme pomůcky, nejčastěji planimetry, nebo digitalizační přístroje.

#### Výpočet kubatur

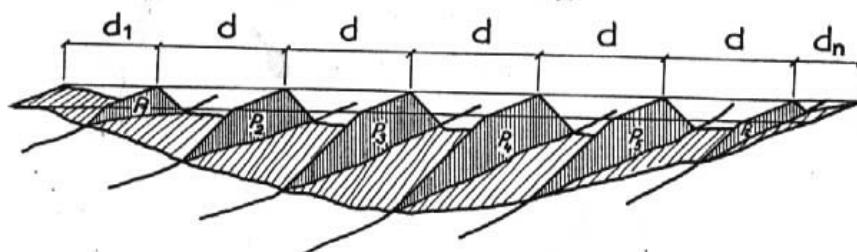
Určování kubatury je velmi důležitý úkon, při kterém nahrazujeme nepravidelné tvary povrchu zemského tvary geometrickými.

Při výpočtech nejčastěji používáme vzorce pro přímý a šikmý hranol.

#### Určování kubatury z příčných profilů

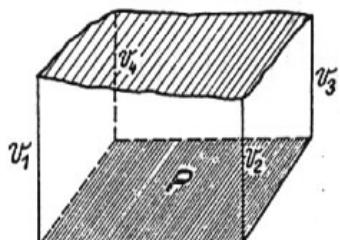
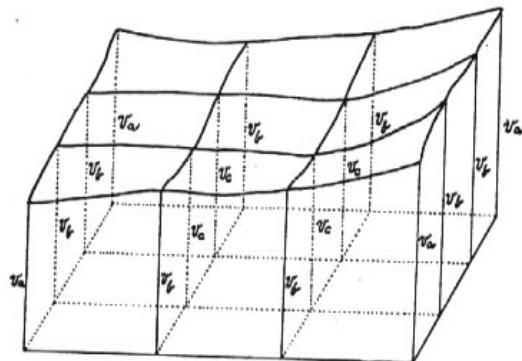
V osé projektované komunikace zaměříme příčné profily terénu o konst. vzdálenosti  $d$ , které potom vynášíme v určitém měřítku na milimetrový papír. Podle projektu vyrýsujeme do nich obrys nového tělesa, čímž vzniknou uzavřené obrazce, jejichž plochu  $P$  sjištěujeme nejčastěji polárním planimetrem. Celkovou kubaturu, v našem případě násypu, zjistíme

$$2V = P_1 \cdot (d_1 + d) + P_n \cdot (d_n + d) + 2d \sum_{l=2}^{n-1} P_l$$



Určení kubatury ze čtvercové sítě.

V terénu se vytýká čtvercová síť o stranách 10 m. Vrcholy jednotlivých čtverců jsou stabilizovány kolíky a jejich výšky stanoveny nivelačí. Je-li určena kóta roviny, kterou máme dosáhnout upravený terén, vypočteme objem navážky nebo výkopu tak, že vypočteme jednotlivé čtyřboké, zkosené hranoly a sčítáním všech určíme celkovou kubaturu.



$$V = P \cdot \frac{v_1 + v_2 + v_3 + v_4}{4}$$

$v_i$  jsou výšky v rozích a  
 $P$  je plocha základny hranolu.

$$V = \frac{P}{4} (\sum v_a + 2 \sum v_b + 4 \sum v_c)$$

Otzásky:

- 1) K čemu slouží polohopisné měření a jaké znáte metody ?
- 2) Popište ortogonální metodu zaměřování nebo vyměřování objektu !
- 3) Popište metodu polární
- 4) K čemu slouží metoda zjišťování polohopisu pomocí konstrukčních oměrných měr.
- 5) K čemu slouží zjišťování výměr ?
- 6) Popište některé metody zjišťování výměry z mapy nebo plánu !
- 7) Vysvětlete princip výpočtu kubatur !

Polohopisné a výškopisné vytyčování

Vytyčení stavby

Vytyčování stavby se provádí podle situačního výkresu fotoveného geometrem a schváleného stavebním úřadem.

Před zahájením vytyčovacích prací se musí v terénu určit a měřením zkontrolovat hraniční body zanesené v situačním plánu [mezníky z betonu nebo žuly, červenou barvou označené dřevěné, kovové nebo plastové koliky].

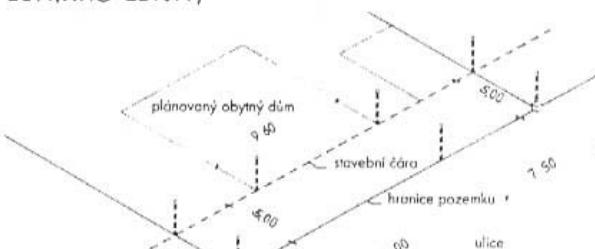
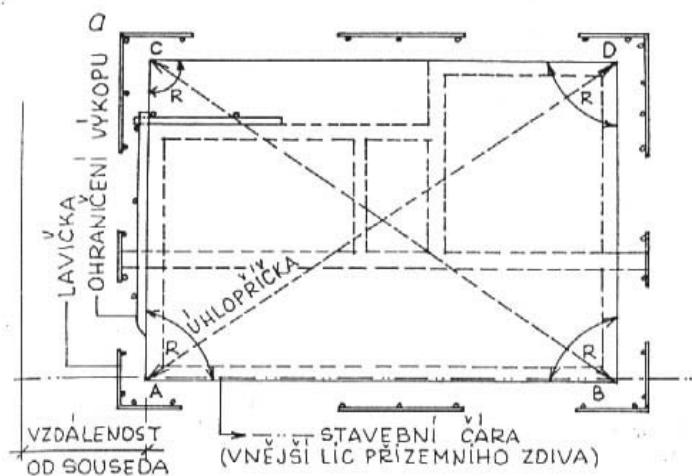
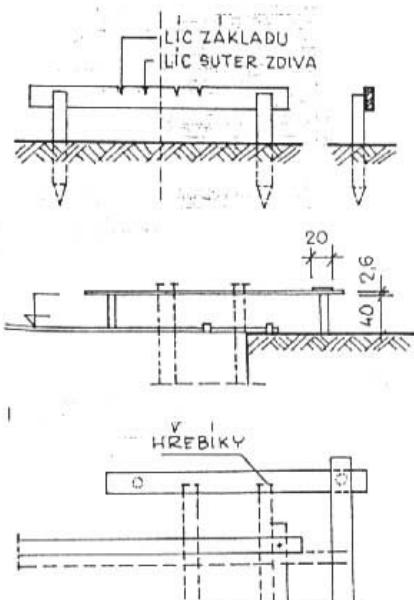
Stavba se vyměří a vytyčí přesně podle situačního výkresu při respektování určené stavební čáry a vzdálosti od sousedů.

Napřed se na stavební čáře zaměří dva rohové body budovy a označí se dvěma do země zaraženými koliky s nahoře zatloučenými hřebíky (přesně v místech rohů budovy).

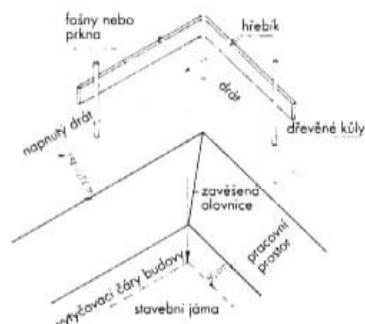
Od těchto rohových bodů budou vytyčeny další rohové body stavby podle výkresu (viz obrázek).

Délkové míry jsou odměřovány pásmem, pravé úhly pomocí laťkového úhelníku (při aplikaci Pythagorovy věty), vytyčovacího zrcátka nebo pomocí teodolitu.

Kontrola pravého úhlu se provádí změřením úhlopříček, u čtvercových a pravouhlých půdorysů jsou úhlopříčky stejně dlouhé. Všechna měření musí být průběžně kontrolována.



Lavičky se zřizují podle vytyčených obrysů stavby. Podle těchto laviček se provádí výkopové práce a stavba základů a nosných zdí.



Rohová lavička - schéma

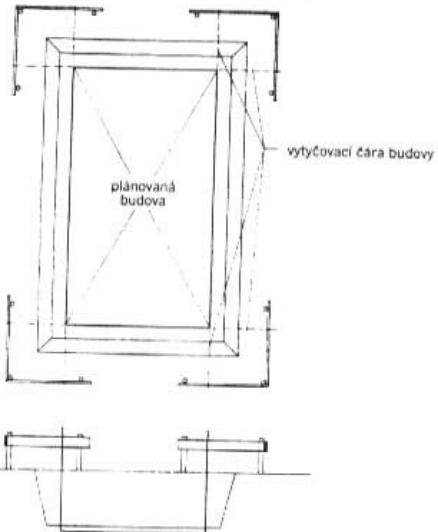
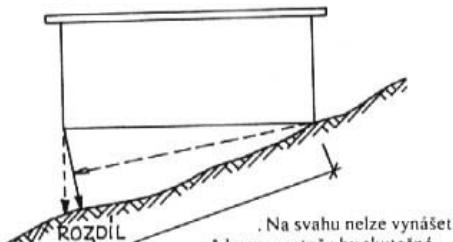
Při zřizování laviček se do půdy zatlučou dřevěné kůly rovnoběžně, příp. kolmo na vytyčovací čáry zdi a propojují se prkny nebo fošnami. Vzdálenost laviček od vnějších zdí budov činí podle hloubky stavební jámy a druhu zeminy 1,50 až 2,00 m. Výška laviček [úroveň prken nebo fošen lavičky] se dává do roviny pomocí hadicové vodováhy nebo nivelačního přístroje, má být vždy několik centimetrů nad horní úrovni podlahy přízemí.

Potom se přenesou vytyčené obrysů budovy na prkna laviček.

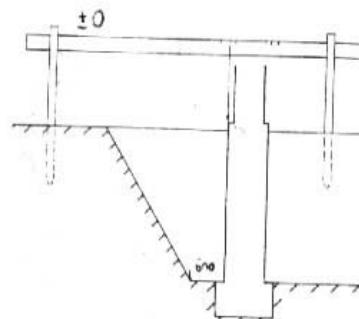
V tomto případě se zavěší přes desky lavičky drát, na kterém jsou zavěšeny olovnice, přesně nad vytyčenou obrysou budovy. Jestliže olovnice ukazují přesně na hlavičku zatlučeného hřebíku, vyřízne se do prkna lavičky vrub nebo se zatluče hřebík a drát se napne přes zářez nebo kolem hřebíku.

Nyní lze přímo na lavičkách vyměřit veškeré tloušťky zdí, výstupky a základy.

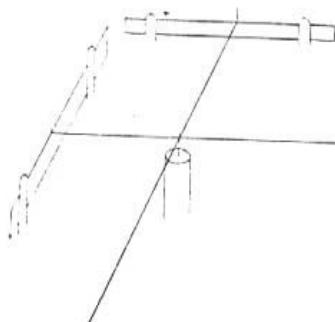
Rovněž důležité výškové údaje, jako úroveň podlahy přízemí apod., se označí na prknech laviček nebo zaražených kůlech. Lavičky se odstraní teprve při zdění stěn přízemí.



Uspořádání laviček



Lavička se zárezy





Výpočet a vytyčení podrobných bodů oblouku pravoúhlými souřadnicemi

Vzdálenost mezi TK, KK a KT je obvykle příliš veliká a neumožňuje představu o průběhu oblouku. Proto mezi tyto hlavní body vkládáme body podrobné, a to tak, že volíme buď konstantní délky úseček na tečně a k nim vypočítáme délky pořadnic, nebo volíme konstantní délku oblouku kružnice, k níž vypočítáme délky úseček i pořadnic. Je-li stejně jako v předchozím případě udán poloměr  $r = 350$  m a  $\vartheta = 135^{\circ} 12'$ , můžeme vytyčit hlavní body oblouku podle výpočtu v Tab.

Podrobné body oblouku budou určeny vždy párem souřadnic:  
a) Při rovnosti úseček  $x$  nalezneme vytyčovací hodnoty v tab. Klimeš-Loskot na str. 495, kde pro poloměr  $r = 350$  m nalezneme pro zvolená  $x$ :

x	20 m	40	60	80	100	120	133,37
y	0,572 m	2,293	5,181	9,266	14,214	21,214	28,56

b) Při rovnosti délek oblouku  $s$  nalezneme vytyčovací hodnoty v těchže tabulkách na str. 513, kde pro poloměr  $r = 350$  m nalezneme pro zvolená  $s$ :

s	20	40	60	80	100	120	136,83 <sub>5</sub>
x	19,99	39,91	59,71	79,31	98,65	117,66	133,37
y	0,57	2,28	5,13	9,10	14,19	20,37	28,56

Vytyčení v obou případech provedeme tak, že úsečky nanášíme pásemem od TK (KT) směrem k VB, a na takto vytyčené paty kolmic pentagonem vztyčíme kolmice. Pásemem na ně naneseme příslušné délky pořadnic  $y$ . U způsobu b) můžeme provést kontrolu vytyčení jednotlivých bodů na oblouku kružnice tak, že změříme oměrné míry vždy mezi dvěma sousedními body. Tyto míry mají být rovny délce oblouku  $s = 20$  m (přesně délce tětivy, která pro  $r = 350$  m je rovna 19,997 m).

Výpočet a vytyčení podrobných bodů oblouku polární metodou

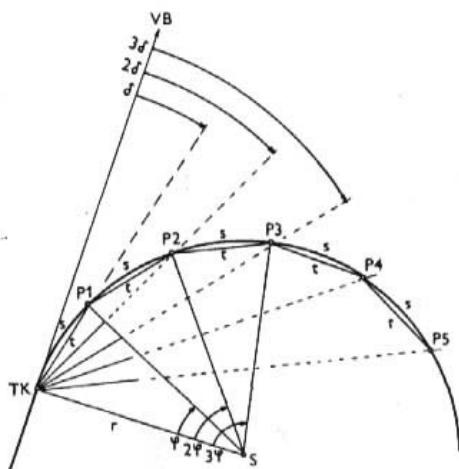
Vytyčení oblouku metodou polárnou je založeno na poučce, že paprsky vycházející z bodu na kružnici a svírající stejné úhly vytínají na této kružnici oblouky stejně délky  $s$  (obr. 127).

Tento obloukům stejné délky přísluší stejně středové úhly.

Úlohu řešme tak, že si pro zadaný poloměr, na př.  $r = 350$  m, zvolíme konstantní délku oblouku, na př.  $s \approx t = 20$  m ( $t = 19,997$  m). Pro tuto konstantní délku oblouku  $s$  vypočteme vytyčovací úhel  $\delta$ , a to bud podle vzorce

$$\delta = \frac{s}{2r} \quad \text{či přesněji}$$

$\arcs \delta = \frac{s}{2r}$ , anebo z vytyčovacích tabulek, na př. Klimeš-Loskot, str. 533, kde pro  $r = 350$  m a  $s = 20$  m najdeme hodnotu úhlu  $\delta = 1^\circ 38' 13''$ . Podle obr. 127 bude tedy bod  $P_1$  ležet ve vzdálenosti  $s \approx t = 20$  m od TK a od tečny bude odkloněn o úhel  $\delta = 1^\circ 38' 13''$ . Bod  $P_2$  bude ležet ve vzdálenosti  $s \approx t = 20$  m od bodu  $P_1$ , a od tečny  $t$  bude odkloněn o úhel  $2\delta$ , atd.



### Měření posunů a přetvoření

Měření posunů a přetvoření se provádí u důležitých staveb. Měření a sledování stavby se provádí ve směru vertikálním, ale i horizontálním.

Zjišťujeme zejména sedání a poklesy budov, nebo i zvedání, v horizontálním směru potom posuny.

Metody, kterých se užívá jsou velmi přesná měření.

Pro následná měření jsou vždy důležitá měření základní - výchozí, po dokončení stavby. Body, které pro měření jsou používány, musí být chráněny před eventuálním poškozením.

### Předávání a přejímka staveniště po stránce geodetické

Předávání a přejímka staveniště není záležitost formální, ale velmi důležitá a odpovědná. Na základě tohoto úkonu se odvozuje i odpovědnost geodetů.

Geodetické úkony tohoto rázu mohou provádět pouze autorizovaní geodeti.

Povinností geodeta investora je, zajistit vybudování pevných bodů polohopisu a výškopisu. O předání se sepisuje protokol, součástí je také podrobný náčrt umístění bodů. Body musí být zachovány po celou dobu výstavby až po dokončení.

Odpovědný geodet zhotovitele musí provést kontrolu vytyčených bodů a podepsat protokol o převzetí bodů. Plně odpovídá za správné vytyčení stavby a to jak polohopisné, tak výškopisné.

### Geodetická část projektové dokumentace

Náplň a obsah není stanoven. Doporučuje se následující dokumentace:

- a) Technická zpráva
- b) Přehledná mapa území 1: 500 až 1 : 10 000 ( podle rozlohy stavby )
- c) Přehled bodového pole
- d) Místopis bodů bodového pole
- e) Seznam souřadnic a výšek bodového pole
- f) Polní náčrty
- g) Polohopisné a výškopisné plány (půdorysy jednotlivých podlaží )

Otázky:

- 1) Vysvětlete postup při vytyčování objektu pozemních staveb !
- 2) K čemu slouží lavičky ?
- 3) Popište způsob zhotovení laviček !
- 4) K čemu slouží měření posunů a přetvoření ?
- 5) Jaké jsou povinnosti geodeta investora a geodeta zhotovitele stavby ?
- 6) Jaký je obsah geodetické části projektové dokumentace.

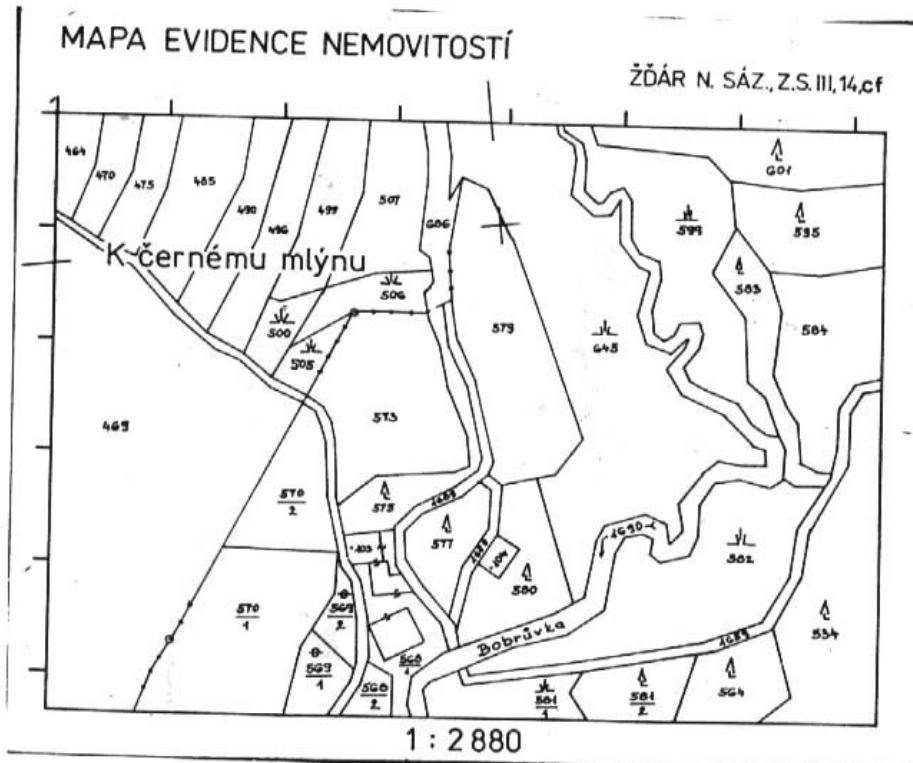
Zobrazení a státní mapové dílo ČR

Nejdůležitější podklady pro projektování a dokumentaci většiny technických činností jsou součástí geodetických a jiných měříšských bodů, mapy a plány potřebných měřítek.

Z technického hlediska dělíme mapy na mapy:

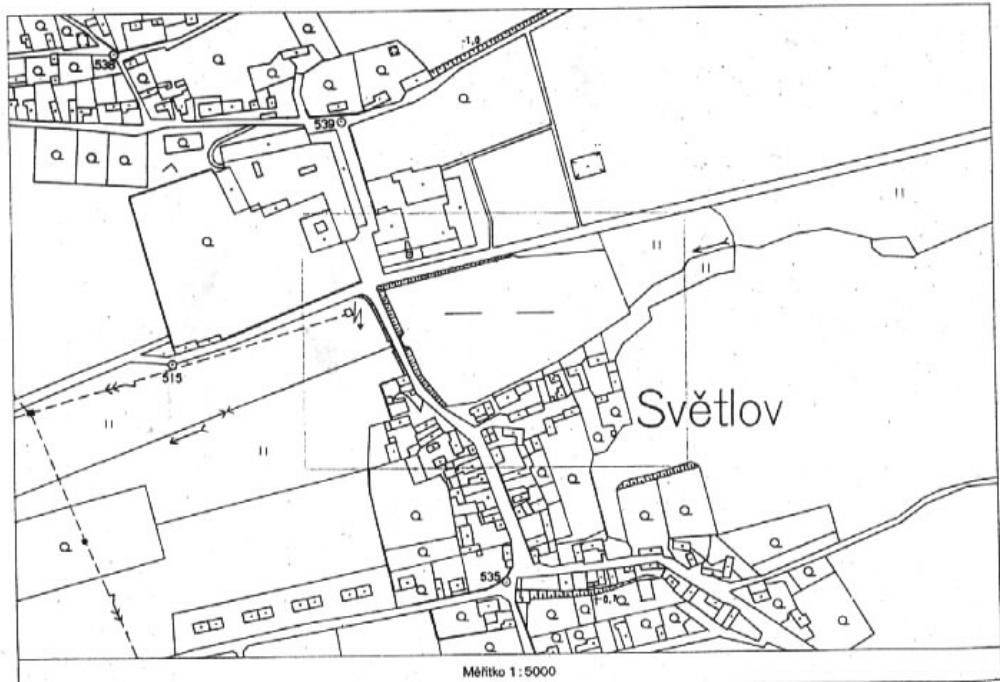
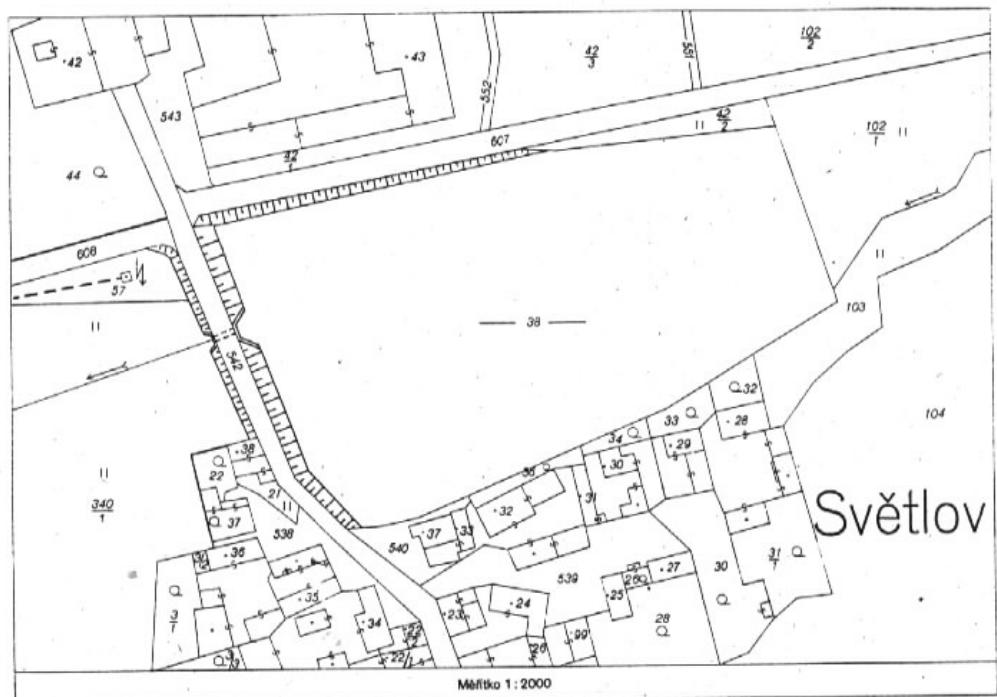
- velkých měřítek tj. 1 : 200 až 1 : 5 000
- středních měřítek tj. 1 : 10 000 až 1 : 200 000
- malých měřítek, jejichž měřítková číslice je větší než 200 000. Tyto mapy nemají bezprostřední technické využití. )

Významné postavení mezi mapami mají mapy katastru nemovitosti.

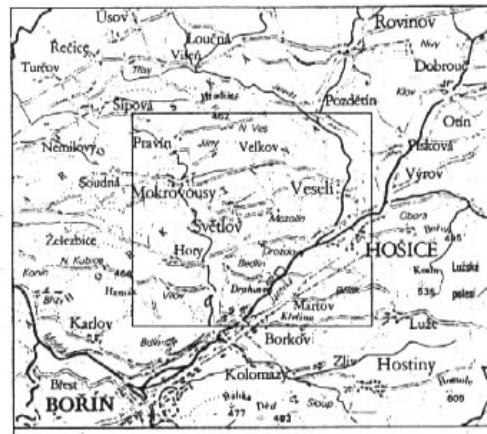
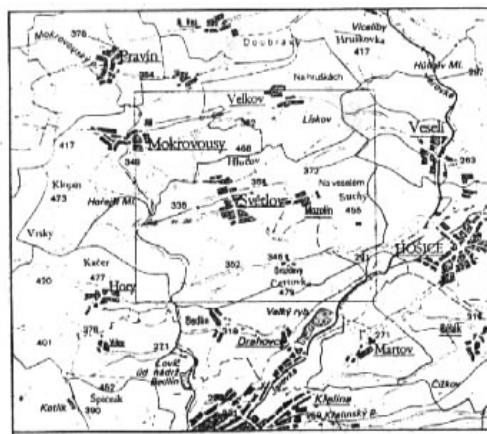
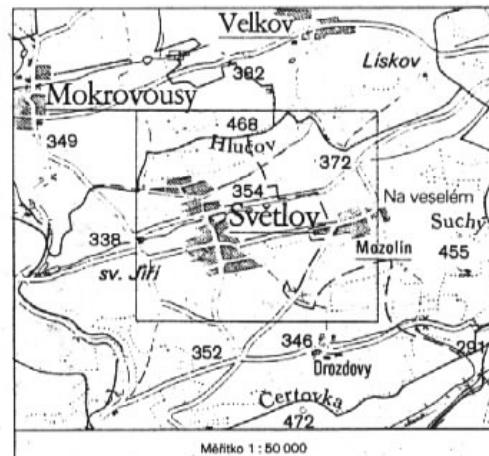
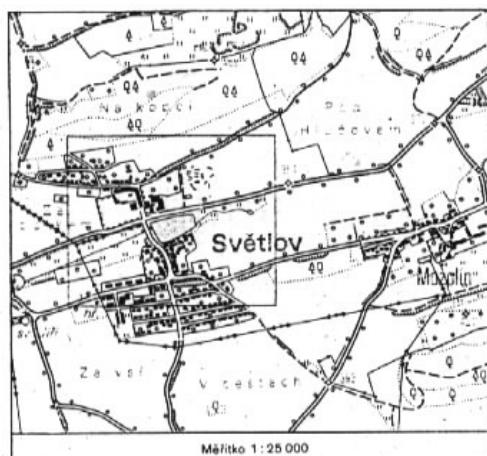


-70-

UKÁZKY TECHNICKOHOSPODÁRSKÝCH MAP



UKÁZKY ZÁKLADNÍCH MAP



Ukázka unikátní Komenského mapy Moravy - ze sbírky Muzea Komenského v Přerově.



Seznam použité literatury:

CULEK, Jaroslav. *Geodézie pro obory S,E,A,V.* 1.vyd. Praha : Vydavatelství SNTL Praha, 1986. 234 s.  
05-028-86

CULEK, Jaroslav - PAŽOUREK, Jiří - VESELÝ, Miloslav. *Návody ke cvičení z geodézie.* 2.vyd. Vydavatelství ES VUT Brno, 1979. 206 s.  
55-556-79

CULEK, Jaroslav - SOUKUP, František - WEIGEL, Josef. *Výuka v terénu z geodézie I.* 1.vyd. Vydavatelství VUT v Čs.redakci VN MON , 1988. 186 s.  
55-608 -89

FLEISS, Manfred. *Bau Fachkunde* 1.vyd. Vydavatelství Pratr Trutnov, 1994. 185 s.  
ISBN 80-901-657-3-7

HROMÁDKA, František - POKORA, Matěj - ZEMAN, Josef. *Geodézie pro fakultu architektury a fakultu stavební VUT*. 1.vyd. Vydavatelství SNTL Praha , 1979. 294 s.  
05-011-79

KOZA, Petr. *Geodézie pro střední průmyslovou školu stavební*. 1.vyd. Vydal Geodetický a kartografický podnik v Praze , 1985. 226 s.  
29-610-85

POKORA, Matěj . *Geodézie pro stavební fakulty* . 1.vyd. Vydal Geodetický a kartografický podnik v Praze, 1984 . 432 s.  
29-620-84

HÁNEK, Pavel., KOZA, Petr. *Geodézie pro SPŠ stavební*. 2.revid.vyd. Vydalo nakladatelství Sobotáles,Mostecká 9, Praha 1, 272 s.  
ISBN 80-85920-47-6