

## 5 GEODETICKÉ ZÁKLADY

Při zaměřování větších územních celků je potřeba si uvědomit, že při všech měřeních se vyskytují nevyhnutelné chyby. Proto se musí při měřických pracích, zejména většího rozsahu, dodržovat takový postup, který zamezuje hromadění chyb nebo alespoň snižuje jejich vliv na nejmenší míru.

Zásadně by se mělo (až na výjimky) postupovat **z velkého do malého**, tedy z celku do podrobností. Každé měření většího rozsahu se proto musí opírat o předem vybudovanou síť základních polohově a výškově (případně tíhově) určených bodů, které tvoří tzv. geodetické základy. Tyto základy tvoří:

- polohová bodová pole,
- výšková bodová pole,
- tíhová bodová pole.

### 5.1 Polohopisné základy

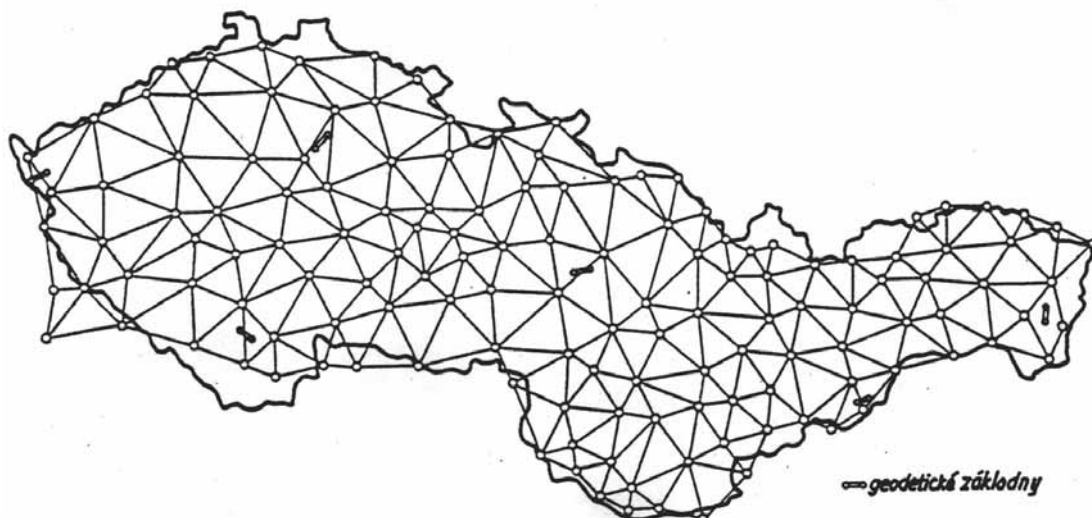
Polohopisné základy tvoří polohová bodová pole:

- základní polohové bodové pole (ZBPB),
- podrobné polohové bodové pole (PPBP).

Základní polohové bodové pole ZBPB tvoří body různých základních polohových sítí, vytvořených na území našeho státu v různých časových údobích. Jedná se o:

- body referenční sítě nultého řádu,
- body Astronomicko – geodetické sítě (AGS),
- body České státní trigonometrické sítě (ČSTS) I. – V. řádu,
- body geodynamické sítě – tyto body patří k nejnověji vytvořeným. Jsou určeny na základě přesných měření pomocí umělých družic Země (UDZ) metodou Globálního polohového systému (GPS).

**Základní střední souřadnicová chyba u všech bodů ZBPB  $m_{v,x} = 0,015m$ .**

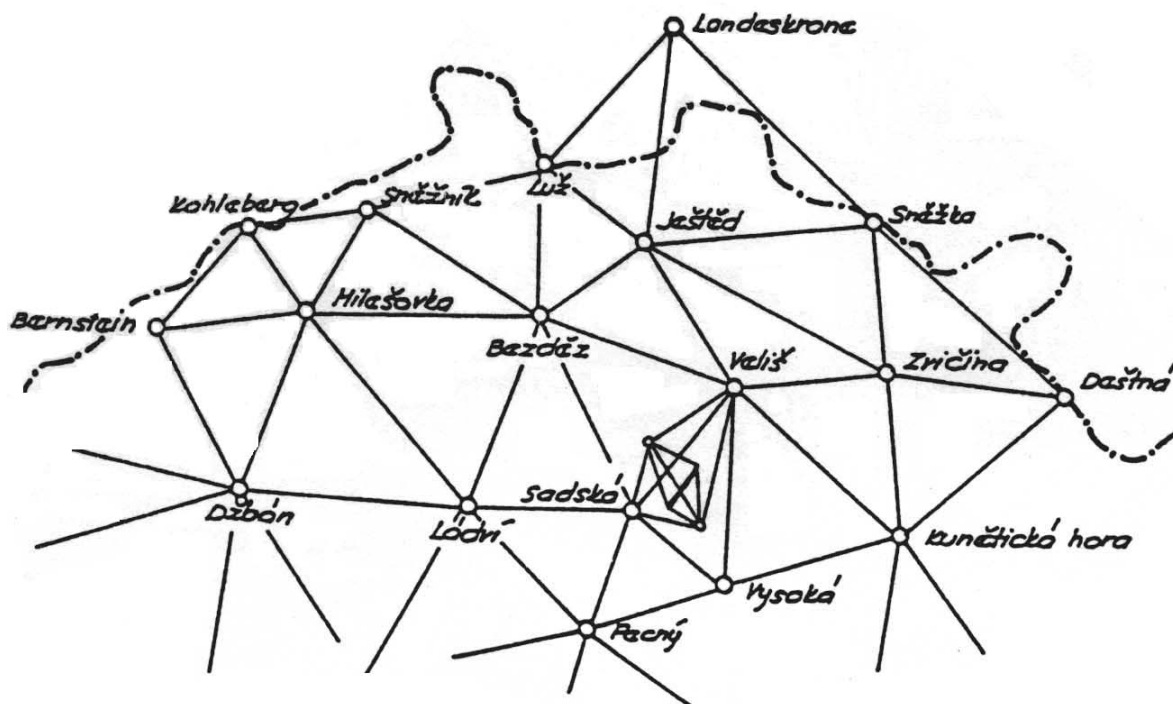


Československá astronomicko-geodetická síť (AGS)

Obr. 5.1

Na obr. 5.1 je patrné rozložení bodů Astronomicko – geodetické sítě (AGS) na území bývalého Československa. Délky stran trojúhelníků byly mezi 30 – 50 km. Tehdy AGS obsahovala 144 bodů, které tvořily 227 trojúhelníků. Body byly stabilizovány na kopcích a vyvýšených místech, aby byla zajištěna viditelnost mezi sebou. V síti byly změřeny všechny vodorovné úhly (prováděla se tzv. triangulace). Rozměr sítě se určil pomocí šesti geodetických základen rozložených na celém území (viz obr. 5.1). Astronomická orientace, určení zeměpisných souřadnic  $\varphi$  a  $\lambda$ , byla prováděna na 11 bodech tzv. Laplaceových. Triangulace byla metoda vyvinutá v době, kdy bylo snazší, rychlejší a přesnější měřit v trojúhelníkové síti vrcholové úhly než délky stran. Délky stran se získaly postupným výpočtem z jednotlivých trojúhelníků. Bylo však nutno určit minimálně jednu délku strany v trigonometrické síti. Pro území Československa bylo určeno šest délek stran, kvůli kontrole a zpřesnění výpočtů. Každá délka strany byla určena nepřímo pomocí geodetické základny zvolené v rovinném území v blízkosti této strany.

Geodetická základna byla měřena přímo invarovými dráty s přesností  $1 : 10^6$ , tj. 1 mm na km. Rozvinutí geodetické základny do blízké strany trigonometrické sítě proběhlo přes tzv. rhombické obrazce (viz obr. 5.2, kde je patrná geodetická základna u Sadské), opět proměřováním vrcholových úhlů v těchto obrazcích a následným výpočtem.

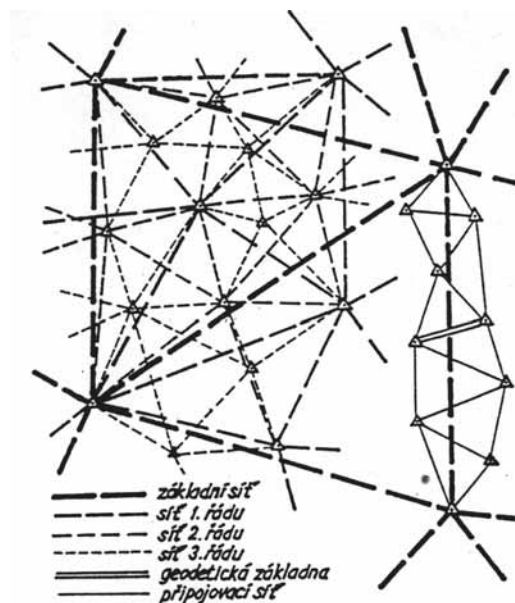


Detail astronomicko-geodetické sítě (AGS)

Obr. 5.2

Vysoká přesnost určení geodetické základny byla nutná z toho důvodu, že se zde při určení strany sítě porušovala základní geodetická podmínka – postupovat z velkého do malého.

AGS se dále zhušťovala body České státní trigonometrické sítě (ČSTS) I.-V. řádu (viz obr. 5.3).



Ukázka tvorby trigonometrické sítě I. – III. řádu

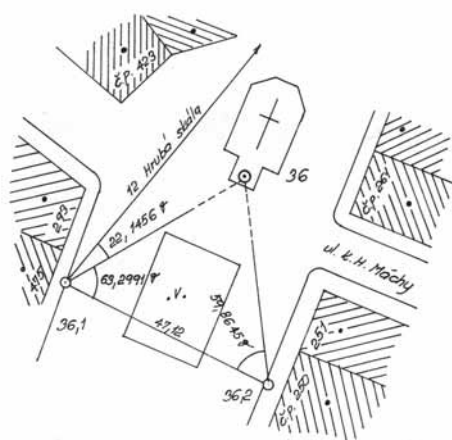
Obr. 5.3

Délky stran trojúhelníků v ČSTS I. řádu se pohybovaly kolem 25 km, délky stran u ČSTS V.řádu byly mezi 1,5 – 2 km.

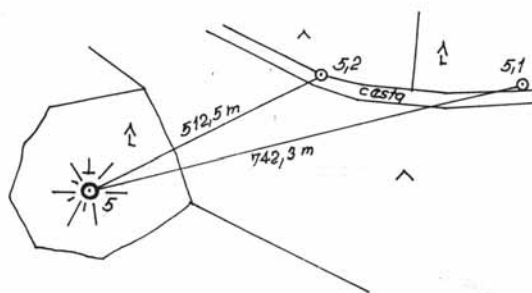
Byla tak vytvořena hustá plošná síť, mající geometrickou návaznost. Je označena Jednotná trigonometrická síť katastrální. Souřadnicový systém, který byl vytvořen se nazývá S – JTSK a je celostátním pravoúhlým souřadnicovým systémem ČR.

Mezi body ZPBP patří též **body přidružené** k trigonometrickým bodům. Jsou to body zajišťovací a orientační. Oba dva druhy přidružených bodů mají měřický vztah vždy k určitému trigonometrickému bodu.

**Zajišťovací body** jsou voleny u trigonometrických bodů s trvalou signalizací (např. věž kostela), kde se nelze centricky postavit na takový bod. Zajišťovací body (zpravidla 2) se v takovém případě stabilizují v bezprostřední blízkosti takového trigonometrického bodu (viz obr. 5.4) a určí se jejich souřadnice, aby se umožnilo snadnější připojení návazných sítí PBPP.



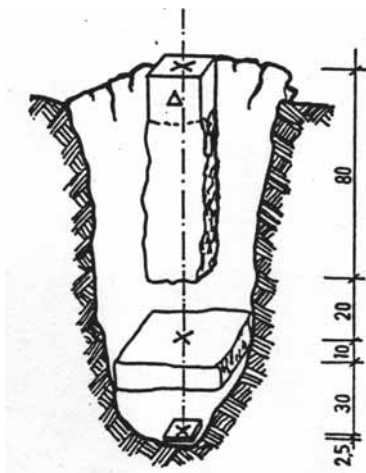
Obr. 5.4



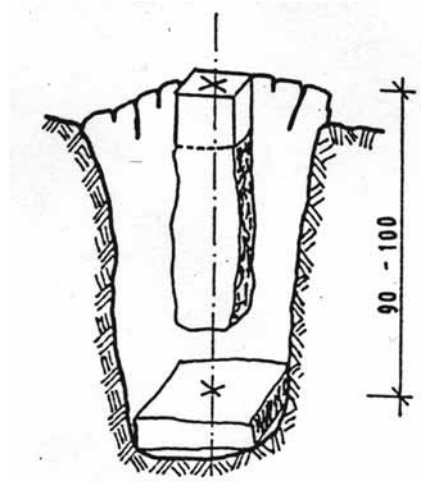
Obr. 5.5

**Orientační body** bývají opět dva a jsou zřizovány u některých trigonometrických bodů, kde je pravděpodobné, že se v průběhu delší doby znemožní orientace na sousední trigonometrické body růstem okolní vegetace. Od „mateřského“ trigonometrického bodu jsou vzdáleny 80 – 1000 m (viz obr. 5.5) s ohledem na místní podmínky a často nejsou určeny jejich pravouhlé souřadnice, ale pouze směrníky (úhlové hodnoty), získané astronomickým měřením na trigonometrickém bodě. Opět slouží pro snadnější připojování návazných sítí PBPP.

Stabilizace bodů ZBPB se v převážné většině případů prováděla pomocí žulového kamene s vytesaným křížkem ve směru úhlopříček na jeho horní straně. Tento žulový mezník byl doplněn dvěma podzemními značkami (žulová deska a skleněná destička), umístěnými přesně ve svislici (viz obr.5.6).



Obr. 5.6

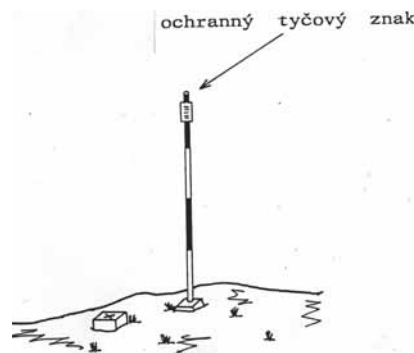


Obr. 5.7

Podzemních značek se užívalo při zničení nadzemní značky. Body přidružené a též body zhušťovací (patřící již do PPBP) byly stabilizovány obdobně jen s tím rozdílem, že žulový mezník byl menší a podzemní značka byla jen jedna (viz obr. 5.7).

Ochranou před zničením bodů ZBPB a bodů přidružených byl ochranný tyčový znak (OTZ). Tento znak tvořila červenobíle natřená železná tyč v betonové patce (u bodů přidružených černobíle natřená) se smaltovanou tabulkou s nápisem „Státní triangulace, poškození se trestá“. V případě většího nebezpečí zničení bodu, např. uprostřed pole byly tyto OTZ dva.

Vzdálenost OTZ od žulového mezníku byla 0,75 m a tabulka s nápisem směřovala k mezníku (viz obr. 5.8).



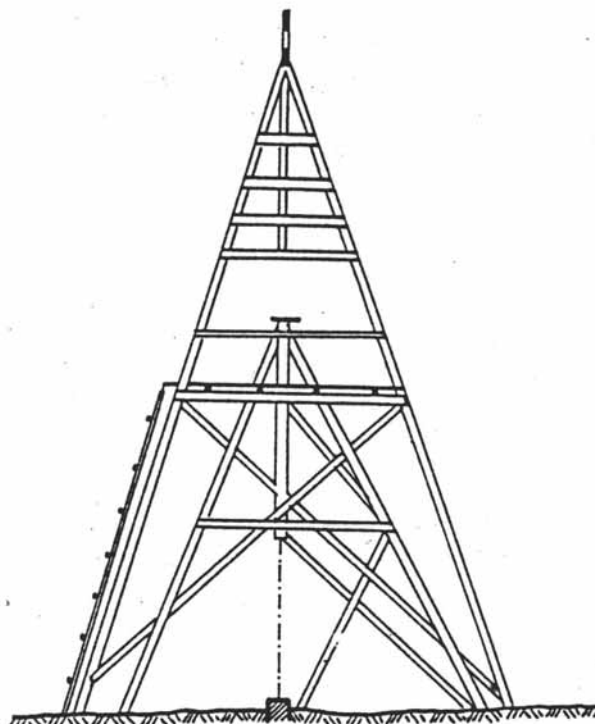
Obr. 5.8

OTZ slouží též jako orientace při vyhledání bodu často zakrytého bujnou vegetací. V lesích a nepřístupných terénech někdy OTZ nahrazovaly tzv. ochranné kopce nebo kamenné valy.

Signalizovat body ZPBP a body přidružené můžeme nejjednodušeji přechodně pomocí svislé výtyčky ve stojánku (viz obr. 5.9).



Přechodná signalizace výtyčkou  
Obr. 5.9



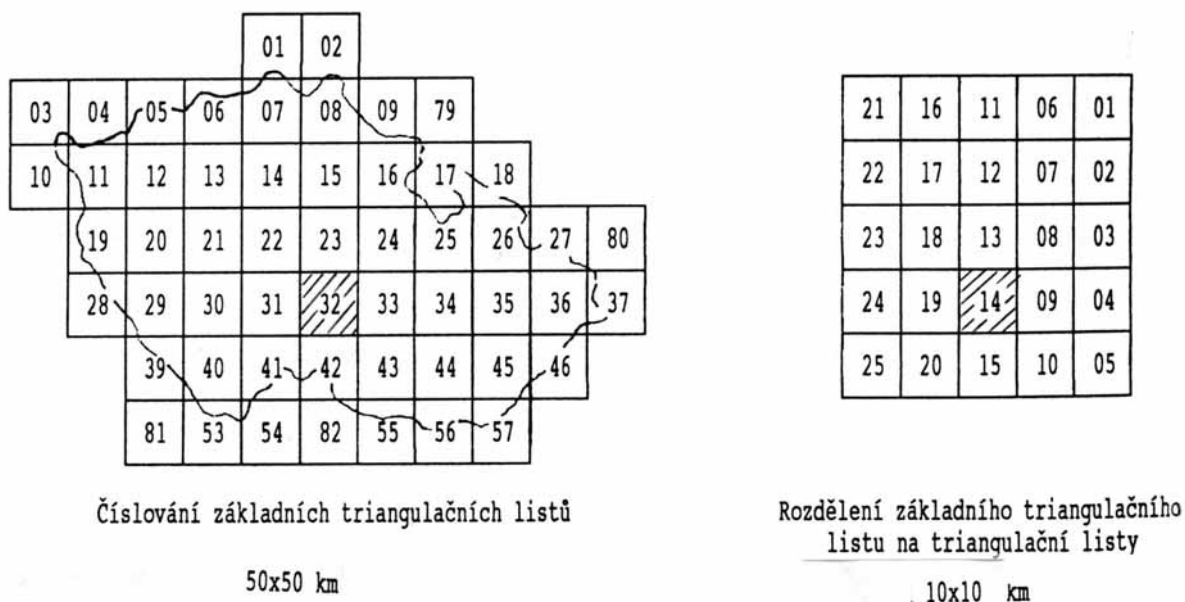
Trvalá signalizace měřickou věží  
Obr. 5.10

Často používaná je i přechodná signalizace pomocí speciálního terče v trojnožce teodolitu na stativu. V případě, že je třeba vyšší signál nad bodem použijeme kovové trubkové konstrukce, která se nazývá hypertrip. Mezi trvalé signalizace potom patří dřevěné pyramidy a dřevěné měřické věže (viz obr. 5.10). Tyto věže se již v současné době nevyužívají a jen v některých lokalitách ještě stojí a chátrají. Jak je patrné z obrázku, měřickou věž tvoří dvě na sobě nezávislé konstrukce. Jednu tvoří opěry pro vlastní signální (bíločernou) tyč a zároveň na sobě nese žebříky a podlážku ke zvýšenému postavení teodolitu. Druhá nižší konstrukce uvnitř první nese vlastní observační stolek pod teodolit. Tyto dvě konstrukce nejsou propojeny, kvůli otřesům a chvění. V ideálním případě by měla signální tyč, střed observačního stolku a střed bodu ZPBP být v jedné svislici. Často tomu tak bohužel není a je potom třeba měřit tzv. centrační prvky a naměřené úhlové hodnoty pomocí těchto prvků opravit.

Pozn.: V případě, že někde v přírodě narazíte na podobnou dřevěnou stavbu, vyvarujte se výstupu na ní. Za několik desítek let od svého vzniku je již pravděpodobně shnilá a může dojít k jejímu zřícení.

Číslování bodů ZPBP se provádí vždy v rámci triangulačního listu – evidenční jednotky od 1 do 199. Tento triangulační list má rozměr 10 x 10 km a jeho číslování je patrné z obr. 5.11.

## Číslování trigonometrických bodů



Příklad odvození čísla evidenční jednotky 3214

Obr. 5.11

Vychází se z tzv. základního triangulačního listu 50 x 50km, který dělíme na 5 sloupců a 5 vrstev. Nomenklatura evidenční jednotky tvoří vždy čtyřčíslí. První dvojčíslí je číslo základního triangulačního listu a druhé dvojčíslí je dvojčíslí triangulačního listu v rámci základního triangulačního listu, tvořícího první dvojčíslí. Každý bod ZPBP má své číslo a název podle pomístního názvosloví. Body přidružené se označují číslem bodu základního, ke kterému jsou přidružené a číslem 1 nebo 2 za desetinou tečkou (12.1 U záhybu).

Podle Návodu pro obnovu katastrálního operátu, který vydal ČÚZK v roce 1997 je třeba takové číslo doplnit na úplné dvanáctimístné následovně: nejprve zapíšeme 0009, dále napíšeme číslo evidenční jednotky, potom třímístné číslo bodu a zakončíme nulou. Číslo bodu přidruženého bude mít na konci místo nuly své pořadové číslo. Například úplné dvanáctimístné číslo trigonometrického bodu 12 v evidenční jednotce 3214 bude 000932140120 a jeho přidruženého bodu 12.1 bude 000932140121.

Dokumentace bodů ZPBP je k dispozici za úplaty na Zeměměřickém úřadě v Praze (ZÚ, Praha 8, Pod sídlištěm 9) v triangulační dokumentaci, nebo v technické dokumentaci místně příslušného katastrálního úřadu. Zde jsou tyto body zaneseny v přehledných mapách a pro každý bod jsou založeny Geodetické údaje, které tvoří list formátu A4 (viz příl. 5.1).

Každý z geodetických údajů obsahuje kompletní informace o bodě ZPBP i o jeho bodech přidružených. Především číslo a název bodu a jeho souřadnice y, x, z. Dále jeho místopis a slovní popis místa, kde se nachází. Informace o tom kdo, kdy a jak ho stabilizoval, jaké má ochranné znaky a kolik má přidružených bodů včetně údajů o nich.

Podrobné polohové bodové pole (PPBP) doplňuje ZPBP na hustotu nutnou pro vyhotovování map velkých měřítek, pro účelová mapování, vytyčovací práce a jiné technické účely. Body PPBP nemají jednotnou přesnost jako body ZPBP, ale měly 5 tříd přesnosti.

třída přesnosti	střední souřadnicová chyba
1.	0,02 m
2.	0,04 m
3.	0,06 m
4.	0,12 m
5.	0,20 m

Body PPBP dělíme též podle metod určení na body zhušťovací, polygonové, měřické a fotogrammetrické.

Body zhušťovací mají 1. třídu přesnosti, jsou určovány převážně úhlovým či délkovým protínáním a trojúhelníkovými řetězci. Stabilizace a jejich ochrana probíhá obdobně jako u bodů ZPBP (viz obr. 5.7 a obr. 5.8). Číslování je opět v rámci evidenčních jednotek (triangulačních listů) čísla od 201 do 499. Úplné dvanáctimístné číslo získáme podle stejných pravidel jako u bodů ZPBP. Často byly jako zhušťovací body voleny trvalé signály (věže kostelů, osy komínů apod.), u takových byly zřizovány i body zajišťovací.

Body polygonové mají rozdílnou přesnost. Od 1. do 3. třídy přesnosti. Tyto body, jak již z názvu vyplývá bývají určovány převážně polygonovými pořady různých typů.

Body měřické mají 4. třídu přesnosti a jejich určení bývá rozlišné. Mohou to být body na měřických přímkách, body vedlejších polygonových pořadů, rajony apod.

Body fotogrammetrické mají 5. třídu přesnosti a jsou určeny měřením na leteckých snímcích.

Stabilizace polygonových bodů může být buď trvalá nebo dočasná. Mezi dočasnou stabilizaci řadíme dřevěný kolík, železnou trubku či nastřelovací hřeb. Trvale stabilizované body se nazývají Pevné body podrobného pole (PBPP) a možností trvalých stabilizací je celá řada, žulový mezník s úhlopříčným křížkem, mezník z umělé hmoty, obetonovaná trubka, vytesaný křížek na skále, kovové konzole na budovách (poloha stanoviště se určuje pomocí pevných ramen promítnutých na terén), roh domu apod.

Stabilizace u měřických a fotogrammetrických bodů bývá zpravidla dočasná.

Číslování bodů podrobného polohového pole, vyjma bodů zhušťovacích, se provádí vždy v rámci katastrálního území (KÚ). Používají se čísla 501 – 3999. Úplné dvanáctimístné číslo bodu PPBP má následující tvar PPP00000CCCC, kde PPP je číslo katastrálního území v okrese, CCCC je číslo bodu PPBP. Například bod číslo 501 v katastrálním území 159 má úplné číslo 159000000501.

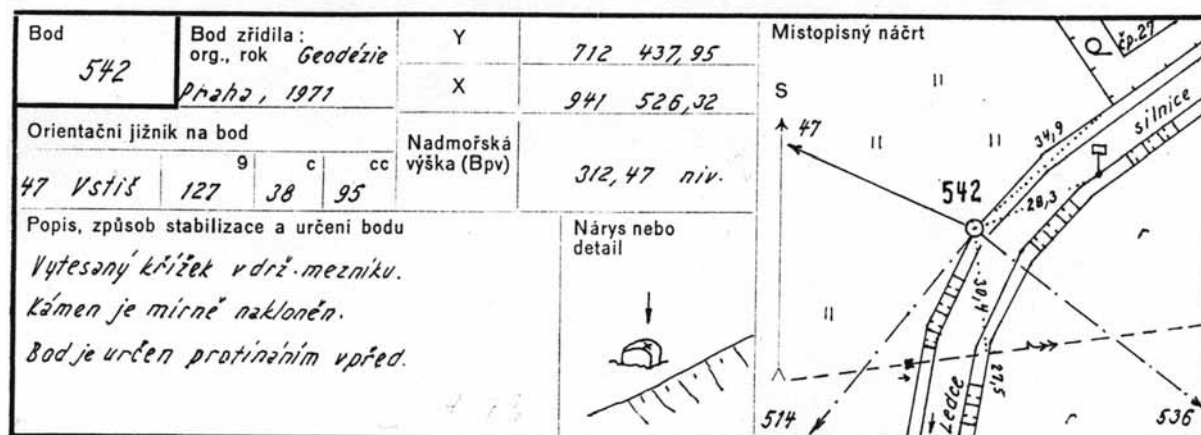
Geodetické údaje o PBPP (pevných bodech podrobného pole) nejsou tak rozsáhlé jako u bodů ZPBP a na stranu formátu A4 se vejdu zpravidla čtyři. Opět obsahují všechny závažné informace o bodu (viz obr. 5.12). Získat je lze opět za úplaty pouze na odděleních technické dokumentace příslušného katastrálního úřadu.

Kat. území *Smečno*

Obec *Ledce*

Str. *1*

## GEODETICKÉ ÚDAJE O PBPP



Obr. 5.12

### 5.2 Výškopisné základy

Výškopisné základy tvoří výšková bodová pole:

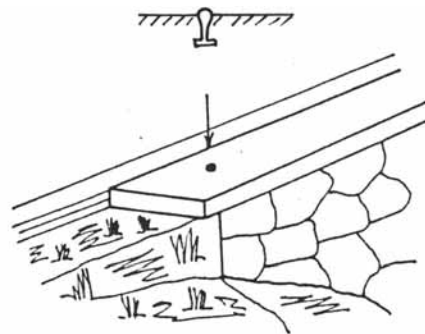
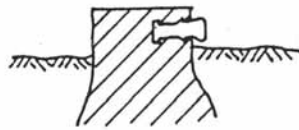
- základní výškové bodové pole (ZVBP),
- podrobné výškové bodové pole (PVBP).

Základní výškové bodové pole tvoří 11 základních nivelačních bodů, dále body základní nivelační sítě I. řádu a body nivelačních sítí II. a III. řádu. Výšky bodů základního výškového bodového pole, vyjma nivelačních bodů III. řádu se určují metodou velmi přesné nivelace (VPN) a s přesností na 1 desetinu milimetru. Nivelační body III. řádu metodou přesné nivelace (PN) rovněž s přesností na 0,1mm.

Podrobné výškové bodové pole tvoří body nivelační sítě IV. řádu, body plošných nivelačních sítí (PNS), dále stabilizované body technické nivelace a výškové indikační body. Nivelační body IV. řádu a body PNS se určují metodou přesné nivelace (PN) s přesností na 1 mm. Stabilizované body technické nivelace se určují metodou technické nivelace s přesností na 1 cm. Výškové indikační body je zvláštní kategorie bodů, sloužící ke sledování vertikálních posunů v poddolovaných územích, na velkých stavbách apod. Určeny jsou metodou PN nebo VPN s odpovídající přesností těchto metod.

Stabilizace nivelačních bodů nivelační sítě I. až IV. řádu a nivelačních bodů PNS je zpravidla prováděna na stavebních objektech trvalého charakteru, na skalách i ve volném terénu pomocí nivelačních značek. Máme dva druhy nivelačních značek čepovou a hřebovou (viz obr. 5.13) z nekorodujícího materiálu (temperované litiny nebo mosazi).





Čepové nivelační značky

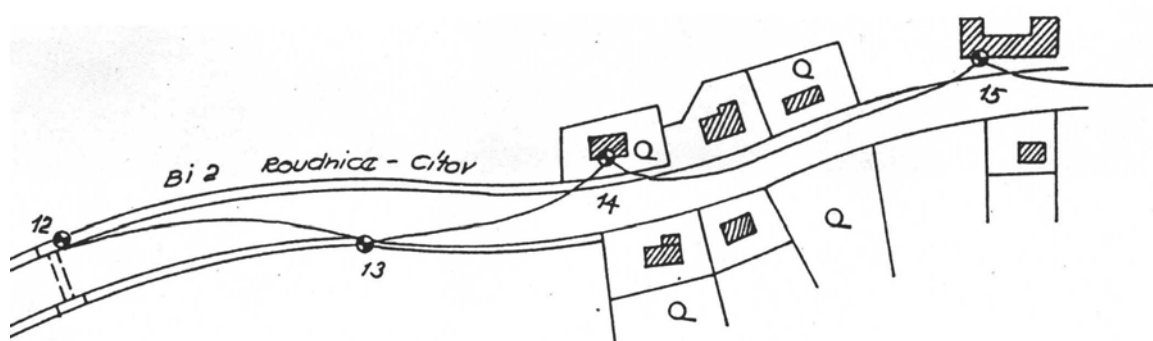
Hřebová nivelační značka

Obr. 5.13

Výška se vždy vztahuje k nejvyššímu místu (vrchlíku) značky. Čepové nivelační značky se stabilizují zabetonováním do budov z boku nebo do nivelačních žulových mezníků z boku. Nivelační značky se zásadně neumísťují do novostaveb. Nivelační mezník musí být v zemi zabetonován. Hřebové nivelační značky se umísťují shora do betonových čel propustků nebo do nivelačních kamenů. Při volbě objektů pro umístění nivelačních značek je rozhodující jeho stabilita. V místech, kde je možno využít přirozené stabilizace (vyhlazená plocha na skále) ji použijeme přednostně.

Ochrana nivelačních značek spočívá v umístění výstražné bílé smaltované tabulky s nápisem „Státní nivelace, poškození se trestá“ (u bodů I.-III. řádu) nebo „Podrobné nivelace, poškození se trestá“ (u bodů IV. řádu a PNS). Tabulka se umísťuje nad nivelační bod do úrovně očí. Na budovách je zabetonována přímo na budově u nivelačních mezníků se umísťuje na červenobílou železnou tyč (ochranný tyčový znak). U stabilizovaných bodů technické nivelace je výška vztažena k hlavě žulového nebo umělohmotného mezníku, k vrcholu obetonované trubky apod.

Číslování nivelačních bodů I – IV. řádu se provádí od 1 průběžně, vždy v rámci příslušného nivelačního pořadu (viz obr. 5.14).



Ukázka části nivelačního pořadu ČSNS III. řádu Bi2 Roudnice-Cítov

Obr. 5.14

### **Proto je třeba za číslo nivelačního bodu uvádět vždy i označení příslušného pořadu.**

U nivelačních bodů PNS se číslování provádí opět od 1 průběžně v rámci příslušné lokality, ve které je plošná nivelační síť budována. Za číslo takového nivelačního bodu je třeba uvést název příslušné lokality.

Dokumentace bodů ZVBP je k dispozici za úplaty na Zeměměřickém úřadě v Praze (ZÚ, Praha 8, Pod sídlištěm 9) v nivelační dokumentaci, nebo technické dokumentaci místně příslušného katastrálního úřadu. Zde jsou tyto body zaneseny v přehledných mapách a pro každý bod založeny Nivelační údaje, které tvoří list formátu A4 (viz příl. 5.2).

Každý z nivelačních údajů obsahuje kompletní informace o bodě ZVBP. Především jeho číslo, označení nivelačního pořadu, ve kterém je zapojen a jeho nadmořskou výšku. Dále jeho místopis a slovní popis místa, kde se nachází, informace o tom kdo, kdy a jak jej stabilizoval a zaměřil atd.

Body PVBP nalezneme pouze v technické dokumentaci příslušného katastrálního úřadu. Neexistuje zde centrální evidence. U bodu nivelačních sítí IV. řádu a PNS jsou to opět Nivelační údaje. U ostatních bodů PVBP nejsou zakládány samostatné Nivelační údaje a jejich získání hodně závisí na ochotě pracovníků technické dokumentace katastrálních úřadů.

### 5.3 Historie výškopisných základů

Počátky budování výškových bodových polí na území ČR spadají do druhé poloviny 19. století. Tehdy byla naše republika součástí Rakouska – Uherska. Z této doby pochází soubor měření Vojenského zeměpisného ústavu ve Vídni. Za základ byla zvolena vybroušená ploška na skále představující střední hladinu Jaderského moře (Molo Sartorio v Terstu). Za základní nivelační bod pro naše území byl zvolen bod Lišov u Českých Budějovic. Krátce po vzniku Československé republiky roku 1920 bylo zřízeno oddělení Nivelační služby při Ministerstvu veřejných prací a vznikla Československá jednotná nivelační síť (ČSJNS), která zahrnovala všechny již určené nivelační body. Byla dále dobudována. V roce 1944 měla téměř 40 000 bodů, v roce 1957 již měla více než 70 000 bodů.

V době II. světové války byl na krátký čas změněn výškový systém a ze systému ČSJNS/Jadran byly výšky udávány v systému N.N. (Normal Null), a vztaženy k základnímu bodu v Amsterdamu.

Po II. světové válce začal postupný přechod na systém vztažený ke střední hladině Baltického moře (ve vojenském přístavu Kronštat). Vzhledem ke komplikovaným vztahům mezi původním jaderským a novým baltským systémem vzniklo v průběhu let hned několik systémů. Nejprve „Výškový systém baltský – 68“, kdy se od výšek v systému Jadran odečítalo 68 cm. Později „Výškový systém baltský – 46“, kdy se od výšek v systému Jadran odečítalo 46 cm.

Po mezinárodním vyrovnání nivelačních sítí vznikl konečně výškový systém Balt po vyrovnání (Bpv), ve kterém není jednotný rozdíl mezi výškami jednotlivých nivelačních bodů. V důsledku kvalitativně rozdílných použitých tíhových oprav se rozdíl nepatrně liší případ od případu. Převod mezi oběma systémy je tedy pouze přibližný

$$Bpv \cong \text{Jadran} - 40 \text{ cm}$$

#### **Od 1.1. 2000 je pro veškerá výšková měření přípustný pouze systém Bpv.**

Pozn.: V některých výjimečných případech mohou být některé body určeny v místním výškovém systému. Výšky jsou vztaženy k jednomu výchozímu bodu. Je však třeba zvolit výšku výchozího bodu tak, aby nemohlo dojít k záměně se systémem Bpv (např. 100,000 m).

## 6 MĚŘICKÉ SÍTĚ

V předchozí kapitole bylo pojednáno o geodetických základech, které byly v průběhu mnoha desítek let vybudovány na území našeho státu. Přesto, že polohopisných i výškopisných bodů tvořících tyto základy je zde poměrně hodně, nastane velmi často situace, že jejich hustota nedostačuje pro konkrétní mapovací práce. Nezbyvá tedy než stávající bodová pole zhuštit. Toto zhuštění se provádí pomocí měřických sítí.

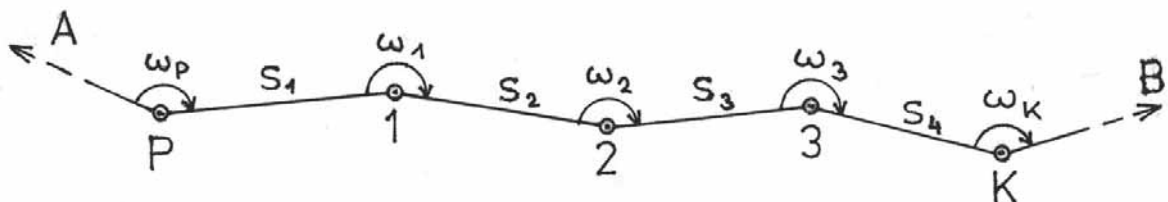
### 6.1 Polohové sítě

Tyto sítě vytváříme proto, abychom jejich pomocí doplnili polohopisné základy nacházející se v dané lokalitě. Nejprve je proto třeba získat všechny geodetické údaje o polohopisných geodetických bodech v této lokalitě na patřičných institucích (viz kap. 5.1).

V terénu je třeba provést rekognoskaci (průzkum) těchto bodů, při čemž je třeba počítat s možností, že mnohé z polohopisných bodů získaných v dokumentaci nebudou nalezeny. Příčinou bývají nové povrchy vozovek a chodníků, orba, vandalové, apod.

Na základě výsledků rekognoskace stávajících bodů a vlastního zájmového území se rozhodneme pro způsob, jakým stávající body doplnit a zhuštit. Metod zhuštění bodového pole je celá řada a volba závisí na mnoha různých faktorech jako jsou: konfigurace terénu, použité měřické přístroje a pomůcky, přesnost nových polohových bodů apod.

Nejčastější metodou zhuštění je metoda polygonových pořadů. Princip této metody spočívá v určování nových polohových bodů pomocí polárních prvků, kdy z výchozího známého bodu P (viz obr. 6.1) zaměříme (levostranný) vodorovný úhel  $\omega_P$  a změříme



Obr. 6.1

vodorovnou vzdálenost  $s_1$  k novému bodu 1. Měření pokračuje na bodě 1 na další neznámý bod 2 opět změřením (levostranného) vodorovného úhlu  $\omega_1$  a vodorovné délky  $s_2$  k dalšímu neznámému bodu 3. Tímto způsobem můžeme zaměřit  $n$  nových bodů a celé měření zakončit na známém bodě K. Vzhledem k tomu, že známé body P a K máme určeny v pravoúhlé souřadné soustavě, je třeba provést výpočet souřadnic  $y, x$  nových bodů též v této pravoúhlé souřadné soustavě. Problematika vlastního výpočtu je obsahem kapitoly 9.2.5. Vlastní polygonové pořady rozdělujeme podle několika hledisek.

Podle způsobu výpočtu na: 1) oboustranně připojené a orientované

(viz obr. 6.1), u tohoto případu je třeba změřit levostranné vrcholové úhly  $\omega_P$  a  $\omega_K$  na bodech P a K ke známým bodům A a B,

2) oboustranně připojené a orientované na počátku

tento případ nastane, když není na konci pořadu k dispozici orientační bod B, a tudíž není možno změřit  $\omega_K$ ,

3) oboustranně připojené a neorientované (vetknuté)

v tomto případě není k dispozici bod A ani bod B, a tudíž chybí vrcholové úhly  $\omega_P$  a  $\omega_K$ ,

4) jednostranně připojené a orientované (volné)

zde známe pouze bod P a bod A. Bod K ani B nejsou k dispozici,

5) uzavřené

zde bod P splývá s bodem K, je však třeba znát ještě orientační bod A.

Z hlediska kvality a možnosti kontrol je nejlépe použít variantu 1). Variantu 4) není pro nemožnost výpočetní ani měřické kontroly dobré používat. V případě nouze lze použít pořad maximálně o třech stranách. Volný polygonový pořad o jedné straně se nazývá rajon.

Podle délky stran polygonového pořadu je dělíme na pořady:

- s dlouhými stranami (300 – 1500 m),
- s krátkými stranami (60 – 300 m), výjimečně 50 m.

Polygonové pořady s dlouhými stranami předpokládají pro měření délek použití elektronických dálkoměrů.

Podle kvality výchozích a koncových bodů dělíme polygonové pořady na:

- hlavní – vychází a končí na bodech ZPBP nebo na bodech PPBP přesnosti alespoň o třídu vyšší než jsou určované body,
- vedlejší – vychází a končí na bodech minimálně stejné třídy jako jsou určované body.

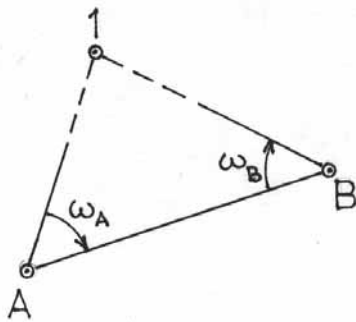
Z uvedeného rozdělení vyplývá, že nelze získat touto metodou vyšší přesnost nových bodů, než je přesnost bodů výchozích, jejichž kvalita je limitující.

Při volbě nových bodů zaměřovaných metodou polygonových pořadů je třeba dodržovat alespoň rámcově určitá kritéria, nazývaná geometrickými parametry polygonových pořadů:

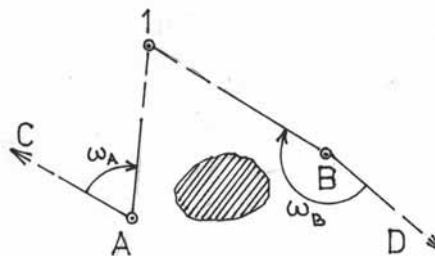
- mezní délku strany (zpravidla 300m),
- mezní poměr délek stran pořadu (zpravidla 1:3),
- mezní poměr délek sousedních stran (zpravidla 1: 2),
- maximální vybočení pořadu (součet délek pořadu by neměl překročit 1,5 násobek délky  $s_{PK}$ ),
- maximální odklon strany od spojnice  $s_{PK}$  ( $50^g - 60^g$ ),
- maximální součet délek stran pořadu,
  - u hlavních pořadů 2 000 – 2 500 m,
  - u vedlejších pořadů 1 200 – 1 600 m,
- maximální počet vrcholů (17 – 25).

Obecně lze napsat, že čím máme vyšší nároky na přesnost nově určených bodů touto metodou, tím budou geometrické parametry přísnější a naopak. Podle toho též volíme přístroje a pomůcky pro zaměřování polygonových pořadů. Pro měření délek v současnosti zpravidla volíme mezi elektronickým dálkoměrem nebo přímým měřením pásmem. Měření nitkovým dálkoměrem nevyhovuje pro svojí nízkou přesnost. Vrcholové úhly měříme přesnými teodolity minimálně v jedné skupině. V současnosti je ideální použít geodetickou totální stanici, případně s trojpodstavcovou soupravou, která zajišťuje nucenou centraci

V případě absence elektronického dálkoměru, a tam kde měření pásmem je obtížné či nemožné (např. přes rybník) je možné zvolit jinou metodu určení nových bodů, jako je např. protínání z úhlů (obr. 6.2) nebo protínání z orientovaných směrů (obr. 6.3).



Obr. 6.2



Obr. 6.3

Při protínání z úhlů je třeba zaměřit vodorovné úhly  $\omega_A$  a  $\omega_B$  na známých bodech A a B směřující k určovanému bodu 1. Odvození pravoúhlých souřadnic určovaného bodu 1, viz kapitola 9.2.3.

Při protínání z orientovaných směrů je situace obdobná jako u předchozího případu jen není přímá viditelnost mezi známými body A a B. Vodorovné úhly  $\omega_A$  a  $\omega_B$  v tomto případě měříme od jiných známých bodů C a D k určovanému bodu 1. Odvození pravoúhlých souřadnic určovaného bodu 1, viz kapitola 9.2.3.

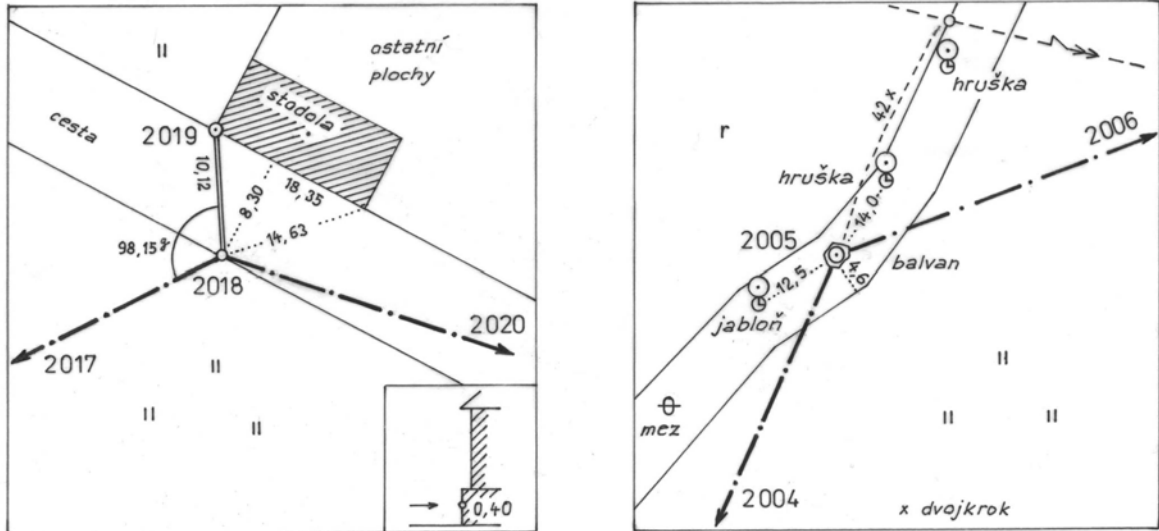
Měření u těchto dvou metod opět probíhá přesným teodolitem minimálně v jedné skupině. Je třeba dbát na to, aby protínací úhel na bodě 1 nebyl příliš ostrý či tupý ( $30^\circ - 170^\circ$ ), což by zhoršilo přesnost určení souřadnic bodu 1.

Měřické polohové sítě lze též budovat pomocí trojúhelníkových řetězců, protínáním z délek (trilaterací) či pomocí protínání zpět. Protínání zpět není dobré provádět samostatně, ale jako druhou či třetí kombinaci při určování bodu.

S ohledem na zvolenou metodu zhuštění stávajícího bodového pole, konfiguraci terénu a rozsah mapovacích prací provedeme nejprve vytyčení nových polohových bodů. U obtížnějších terénů provádíme vytyčení nejprve zkusmo, u jednoduchých je možno provádět vytyčení a následnou stabilizaci definitivně. Je třeba dodržet následujících několik zásad pro volbu nových polohových bodů:

- mezi body musí být dobrá viditelnost (větve a křoví je třeba odstranit, v lesích dát pozor na zákryt se kmenem stromu, je třeba používat výtyčky),
- body je třeba umístit na chráněná místa, kde nejsou ohroženy dopravou, orbou, těžbou, následnými zemními pracemi apod.
- okolo zvoleného bodu musí být prostor pro obsluhu teodolitu či totální stanice,
- nově zvolený bod musí být zvolen na pevném podloží, které umožní pevné postavení přístroje (nevolit body v bažinách či na nez hutněných výsypkách),
- v okolí nového bodu by se měly nalézat pevné předměty (rohů domů, lampy, šachty apod.), od kterých je možno vyhotovit místopis bodu,
- ze zvoleného bodu by měl být rozhled do širokého okolí (je třeba dbát na to, aby nebyl v těsné blízkosti stromu či domu, který zakrývá zájmový prostor),
- po trvalé stabilizaci (šroubovací mezník, železná trubka apod.) nebo po dočasné stabilizaci (dřevěný kolík) je třeba bod obarvit vodou

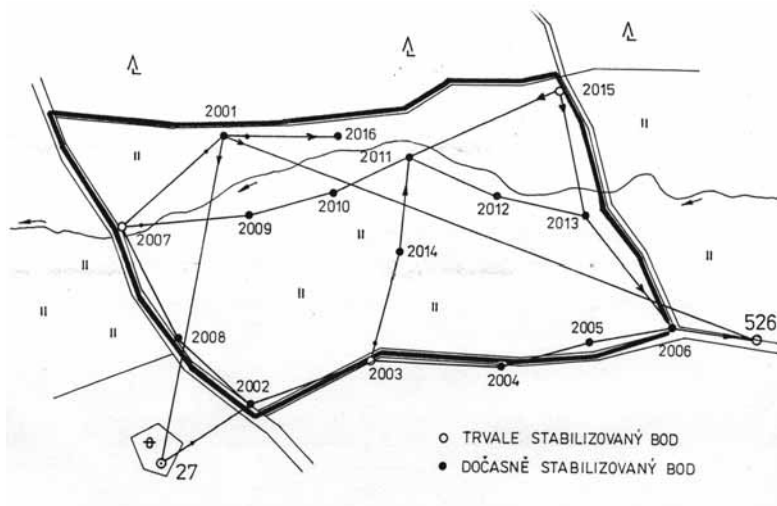
nesmytelnou barvou (zpravidla červenou) a vyhotovit ihned místopis (viz obr. 6.4). Od pevných okolních předmětů vzdálených maximálně 30 m oměřit křížovými nebo ortogonálními měrami polohu nového bodu. Místa okolních předmětů, od kterých bylo měření prováděno též označit barvou (tečka max. velikosti pomeranče).



Obr. 6.4

h) V případě nutnosti umístění nového bodu do prostoru ohrožení, je třeba alespoň se pokusit bod ochránit (lavičkou, kulem apod.).

Zároveň s místopisy je třeba vyhotovit Přehled měřické sítě a nové body očíslovat. Měřítko Přehledu měřické sítě bývá 1 : 5 000 nebo 1 : 2 000. Číslování nových bodů měřické sítě provádíme úplným dvanáctimístným číslem v rámci katastrálního území podle Návodu pro obnovu katastrálního operátu, který vydal ČÚZK v roce 1997. To v případě, že měření budeme předávat katastrálnímu úřadu. V ostatních případech postačí nové vzniklé body číslovat od čísla 2001 uceleně v rámci zakázky. Postup číslování by měl odpovídat postupu výpočtu. Nejprve číslovat body hlavních polygonových pořadů, dále body určené protínáním, trojúhelníkovými řetězci a potom body vedlejších polygonových pořadů a rajony. Příklad Přehledu měřické sítě viz obr. 6.5.



Obr. 6.5

## 6.2 Výškové sítě

Tyto sítě slouží ke zhuštění stávajících výškopisných základů, jak bodů ZVBP tak PVBP v zájmovém území. Stejně jako u polohových sítí i zde je třeba nejprve v dokumentaci příslušných úřadů (viz kapitola 5.2) vyhledat Nivelační údaje všech stávajících bodů ZVBP a PVBP. Po následné rekognoskaci v terénu zjistit skutečný stav těchto bodů a v případě, že pro další práce je třeba provést jejich zhuštění, zvolit v optimálních místech nové nivelační body, provést jejich stabilizaci a následné určení jejich nadmořských výšek.

Vzdálenost mezi nivelačními body by neměla překročit 500 – 700 m. Ideální stabilizací je buď čepová, nebo hřbová litinová nivelační značka zabetonovaná do budovy či stavby (např. do betonového čela propustku). Možno je využít i jiné stabilizace (staré mezníky, ocelový trn ve skále, zabetonovaný čep, výstupky na balvanech apod.). Vždy je třeba, aby nový výškový bod měl jednoznačnou výšku a byl obarven nesmytelnou barvou. Body těchto sítí určujeme zpravidla metodou technické nivelace viz kapitola 4.3. Výškové body zapojíme do nivelačních pořadů, a číslujeme od 1 v rámci jedné zakázky. Celé měření připojíme na stávající ověřené body ZVBP a PVBP.

Pro každý výškový bod je nutno vyhotovit místopis.

## 6.3 Kombinované sítě

Pod tímto pojmem rozumíme takové body polohové měřické sítě, u kterých je určena též nadmořská výška. V technické praxi je takových sítí většina, protože jejich využití pro měření je univerzální.

Pro určení nadmořských výšek lze využít dvou metod:

- a) technická nivelace – tato metoda je vhodná pokud máme již z předchozího měření určeny polohové souřadnice  $y$ ,  $x$  bodů sítě. Nadmořské výšky lze takto určit s relativní přesností 5 mm.
- b) trigonometricky – touto metodou lze s výhodou určovat jednotlivá převýšení mezi novými body zároveň s jejich polohou, pokud máme k dispozici moderní geodetický přístroj – totální stanici. Metoda představuje velikou ekonomickou úsporu a v případě, že měříme na milimetry výšku přístroje a signálu, je přesnost takto určené nadmořské výšky srovnatelná s metodou technické nivelace. Nové body, které chceme určit, též výškově zapojíme do tzv. výškového pořadu. Na počátku a konci takového pořadu musí být bod o známé ověřené nadmořské výšce. Na mezilehlých bodech měříme totální stanicí převýšení. Vždy dvakrát, tam a zpět. Měření tam a zpět průměrujeme. Získáme převýšení dané (rozdíl nadmořské výšky počátečního a koncového bodu). Převýšení naměřené představuje sumu všech dílčích zprůměrovaných převýšení. Rozdíl těchto dvou převýšení  $o_h$  porovnáme s mezní odchylkou výškového pořadu

$$\Delta_h = 40 \text{ mm} \cdot \sqrt{r}, \quad \text{kde } r \text{ je délka výškového pořadu v km.}$$

Je-li splněna nerovnost  $\Delta_h > o_h$ , lze rozdělit  $o_h$  úměrně délkou stran výškového pořadu na jednotlivá převýšení (čím delší strana, tím větší oprava).

## 7 MĚŘENÍ POLOHOPISU

Máme-li v zájmovém území dostatečnou síť pevných bodů polohového pole, můžeme přikročit k podrobnému zaměřování polohopisu pro budoucí plán nebo mapu.

Polohopis je takový obsah mapy nebo plánu, který znázorňuje geometricky správně všechny objekty, hranice a body, viditelné na zemském povrchu v příslušném měřítku, přiměřeně generalizované a na vhodnou průmětnu. V polohopise se též vyskytují předměty měření nad i pod povrchem, jakými jsou energovody, lanovky, tunely, sklepy, apod.

Polohopis je spolu s popisem nedílnou součástí každé mapy či plánu. Výškopisnou složku taková mapa či plán mít může, ale nemusí. Příkladem mapového díla bez výškopisu je katastrální mapa. Pro daňové účely nebyl výškopis potřeba. Celé mapové dílo proto obsahuje pouze polohopis a popis.

### 7.1 Základní pojmy

Podrobným bodem polohopisu rozumíme každý prvek, který v terénu zaměříme a následně zobrazíme do mapy nebo plánu, aby tvořil buď součást kresby, nebo osamocený bod.

Dále se budeme zabývat pouze velkoměřítkovým mapováním (1 : 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000) či plány (1 : 1 000, 1 : 500, 1 : 200) pro technické účely.

Podrobné body polohopisu můžeme rozdělit na:

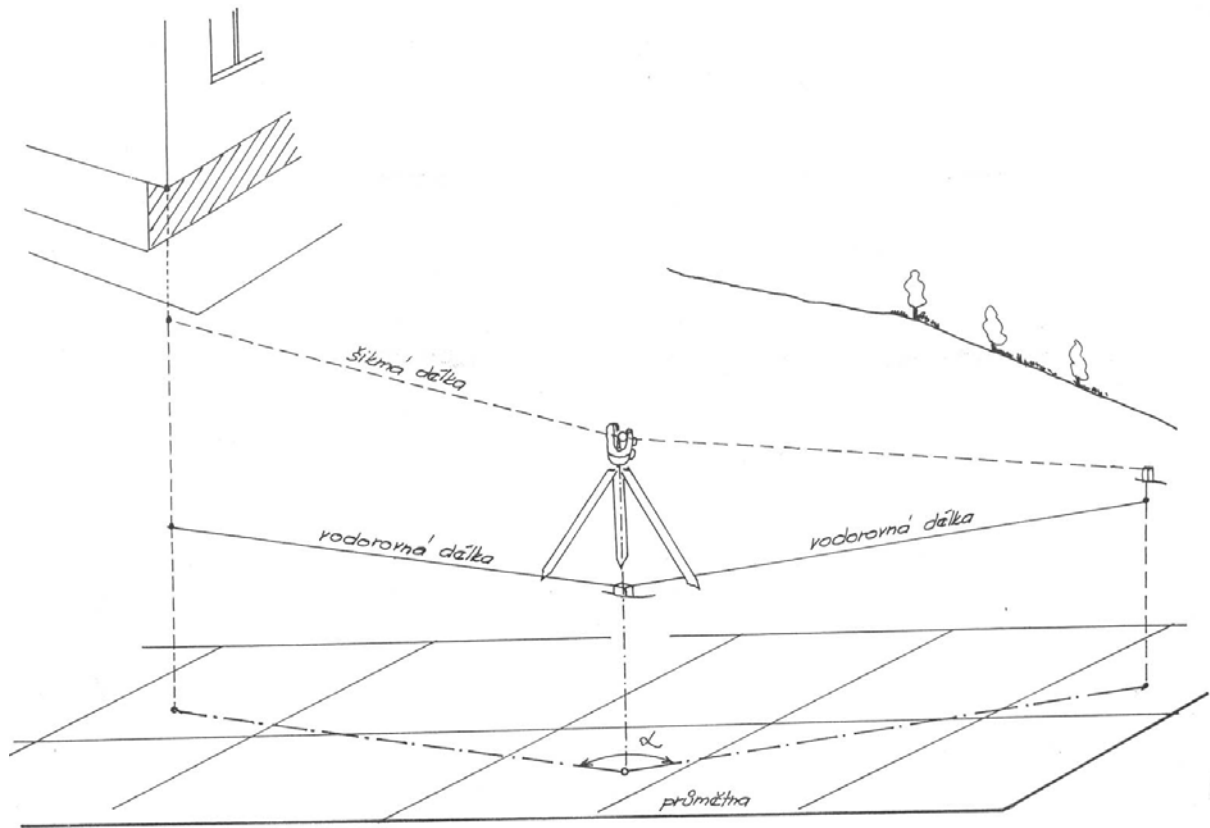
- pevné – jsou to takové body, které v terénu i na plánu či mapě jsou jednoznačně identické (např. roh stavby, mezník s křížkem, střed šachty atd.),
- volné – tyto body nelze v terénu přesně identifikovat (body na kruhových objektech, obvody křoví, mokřin apod.).

Mezi těmito dvěma extrémy leží ostatní podrobné body polohopisu. Vnitřní přesnost podrobných bodů polohopisu se pohybuje mezi 0,01 m (střed křížku v mezníku) až 1 – 2 m (okraj křoví, mokřin).

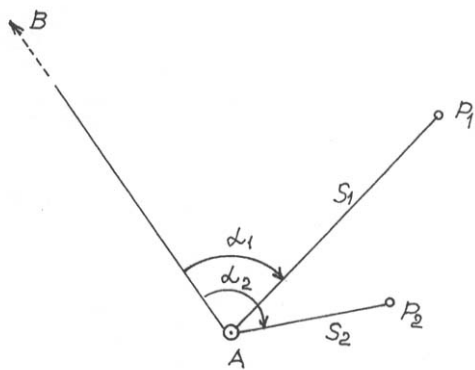
Polohu podrobných bodů polohopisu určujeme geodetickými metodami od sítě pevných bodů polohového pole. Každý podrobný bod se promítá ze své obecné polohy na zemském povrchu na rovinu průmětny (vodorovná rovina) pravoúhlým promítáním. Postup průmětu je zřejmý z obr. 7.1.

Nejběžnějšími metodami pro určování podrobných bodů polohopisu je **metoda polární** (zde zjišťujeme velikost vodorovného úhlu od známého směru a vodorovná vzdálenost od stanoviska k podrobným bodům  $P_1$ ,  $P_2$  viz obr. 7.2) a **metoda ortogonální** (zde zjišťujeme hodnoty staničení a kolmic podrobných bodů  $P_1$ ,  $P_2$  vůči dvěma nejbližším bodům měřické sítě (viz obr. 7.3).

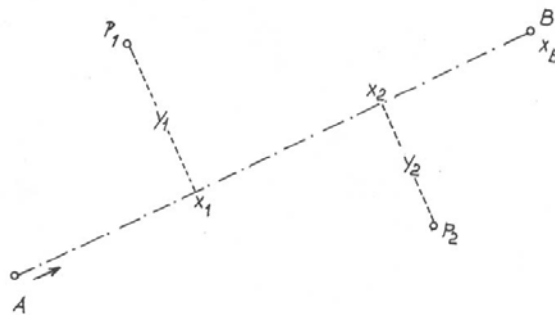




Obr.7.1



Obr. 7.2



Obr. 7.3

Každé stanovisko s výchozím směrem (u metody polární), nebo měřická přímka (u metody ortogonální), tvoří samostatnou místní soustavu. U naprosté většiny měření polohopisných plánů a map jsou tyto dílčí části zapojeny do většího celku. Síť pevných bodů polohového pole jsou určeny zpravidla v jednotném pravoúhlém státním systému S-JTSK (systém jednotné trigonometrické sítě katastrální) nebo v jednotném místním systému. Tím se všechny dílčí místní soustavy propojí v jeden, geometricky správný celek.

#### Předměty měření

Při mapování pro technické účely jsou to:

- hranice správní, majetkové a druhů pozemků,

- budovy a ostatní stavební objekty trvale spojené se zemí (nikoli stavební buňky a maríngotky),
- železnice, dálnice, silnice a cesty,
- vodní plochy a toky,
- spojová, rozvodná a jiná technická zařízení.

### Předměty šetření

Během podrobného měření je třeba zjistit informace, kterými (formou popisu a mapových značek) upřesníme obsah zaměřených skutečností. Zjišťujeme:

- druh vzdělávání pozemků (role, louka, ovocný sad, zahrada aj.),
- charakter budov, staveb a zařízení,
- kvantitativní a kvalitativní údaje o předmětech měření (druhy stromů, výška stromů, úprava vozovky, průměry potrubí aj.).

Tvarem předmětu měření rozumíme obrazec vytvořený tímto předmětem na zemském povrchu. U předmětů malého rozsahu nezobrazitelných v měřítku mapování měříme jeho těžiště a v plánu či mapě jej vyznačíme příslušnou bodovou mapovou značkou.

Obrysem předmětu měření je u staveb průnik stran s terénem. Pozemky jsou zpravidla ohraničeny křivkami. Při měření je nahrazujeme lomenými čarami, které se k těmto křivkám přimykají. Pokud jsou hranice pozemků označeny trvalými znaky (mezníky, ploty, zídky, obrubníky apod.), tvoří obrys jejich spojnice.

Pozemek je část zemského povrchu, oddělená od sousední části trvalým rozhraněním (hranicí správní, vlastnickou, užívací nebo hranicí kultur).

Parcela je geometricky zobrazený pozemek v mapě nebo plánu. Označuje se parcelním číslem, pod kterým je uvedena v katastrálních mapách.

Pozn. V praxi často dochází k záměně pojmů pozemek a parcela. Proto je třeba, aby se tyto dva rozdílné pojmy nezaměňovaly.

Generalizací obsahu mapy či plánu rozumíme zjednodušení, schematizování nebo vypuštění prvků měření. Při měření polohopisu je generalizace obsahu tím nejobtížnějším. Generalizaci provádí vedoucí měřické skupiny a na jeho úsudku závisí celkový výsledek práce. Generalizace závisí především na měřítku mapování. Pro představu je třeba si uvědomit, že např. pro měřítko mapování 1 : 1 000 je 10 cm ve skutečnosti na mapě 0,1 mm, což je hranice zobrazitelnosti. Dalším faktorem, který je při volbě míry generalizace třeba zohlednit, je přesnost identifikace podrobných bodů polohopisu (viz výše – body pevné a volné). Také je třeba zohlednit důležitost zaměřovaných skutečností vzhledem k účelu, pro který mapu či plán vyhotovujeme. Mnohdy zaměříme i předmět měření, který nelze půdorysně v daném měřítku zobrazit, jeho středem či těžištěm a použijeme bodovou mapovou značku pro jeho vyjádření v mapě či plánu (např. lampy, dešťové vpustě, sloupy apod.).

Úplnost podrobného měření je nezbytná pro to, aby dané území, zobrazené buď v mapě nebo plánu, odpovídalo skutečnosti. Nesmí se tedy stát, že např. v části takového území zaměříme lampy a v jiné části je zahrneme mezi prvky, které generalizujeme.

Mapové značky dělíme do tří kategorií:

- bodové mapové značky - slouží k zákresu takových předmětů měření, které nelze zobrazit jejich půdorysem (např. lampy, šachty, dešťové vpustě, hydranty, šoupata aj.),

- čárové (liniové) mapové značky - pomocí těchto značek blíže informujeme o charakteru určité čáry v mapě či plánu (např. různé druhy správních hranic, druhy plotů, druhy rozvodných sítí aj.),
- plošné mapové značky - umísťujeme v těžišti uzavřených obrazců, vytvořených na mapách či plánech. Když je obrazec členitý či příliš rozsáhlý, umísťujeme do něj rozptýleně i několik plošných mapových značek. Slouží k rozlišení charakteru těchto ploch (např. zahrady, zatravněné plochy, ovocné sady, hřbitovy, lesy aj.).

Každá mapa nebo plán by měly v příloze obsahovat klíč všech použitých mapových značek (viz příloha 7.1). Mapové značky by měly mít vždy stejnou velikost. Bodové a plošné mapové značky by měly být orientovány vždy k severu. Na plánech a mapách mapové značky vyhotovujeme pravítky a šablonami, u polních náčrtů je provádíme od ruky.

## 7.2 Ortogonální metoda

Podstata ortogonální metody spočívá ve zjišťování lokálních pravoúhlých souřadnic podrobných bodů vzhledem ke spojnici dvou bodů polohového bodového pole. Tato spojnice se nazývá měřická přímka. Souřadnici  $x$  na měřické přímce říkáme staničení a souřadnici  $y$  kolmice.

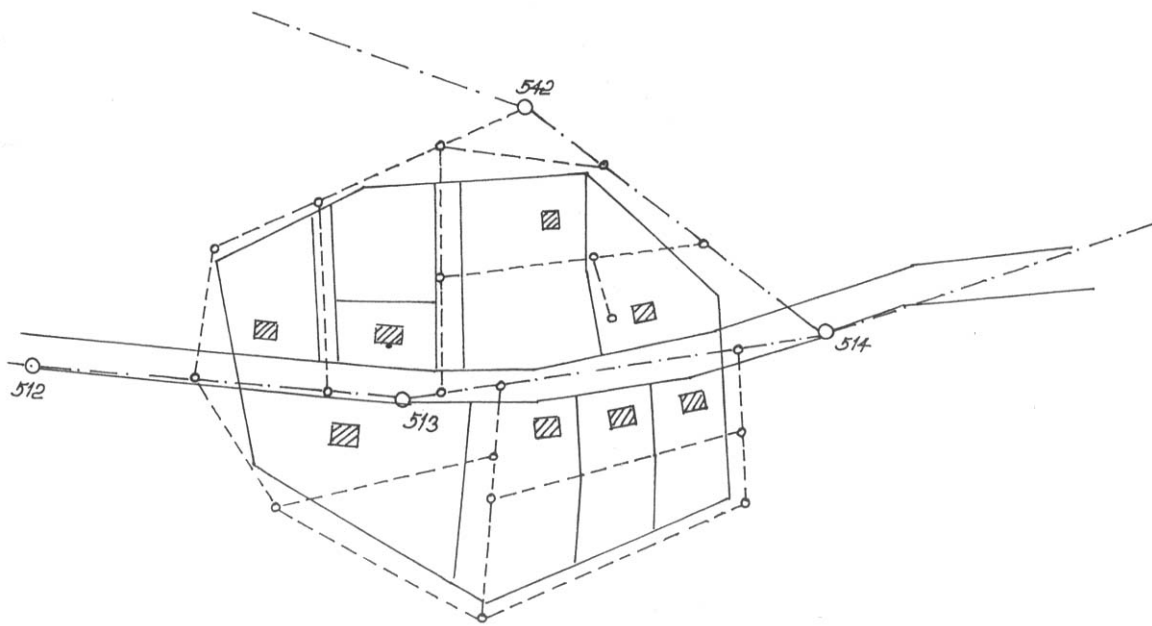
V zaměřovaném prostoru je zpravidla více měřických přímek. Mezi nimi musí existovat geometrický vztah. Tvoří měřickou síť v jednotném systému buď místním nebo státním (S – JTSK). Lokální pravoúhlé souřadnice jednotlivých měřických přímek tak lze převést do jednotné matematické soustavy.

Výhodou této metody je možnost podrobného měření polohopisu za použití jednoduchých a relativně velmi laciných pomůcek (dvojitý pentagonální hranol, ocelové pásmo, stojánky na výtyčky s výtyčkami, olovnice a sada měřických jehel). Jednoduché je i vlastní měření, zápis naměřených hodnot, kontrola výsledku i snadné zobrazení podrobných bodů.

Nevýhodou metody je nutnost měření v rovinném, přehledném nezarostlém terénu s malou dopravní frekvencí. Délka měřických přímek by neměla přesáhnout 500 m a délky kolmic 30 m, výjimečně 50 m.

V současné době, kdy většina geodetů vlastní totální stanici se tato metoda využívá ojediněle. Poslední větší měření touto metodou bylo prováděno v 60tých letech minulého století.

Vlastnímu zaměřování touto metodou musí předcházet příprava, při které je třeba provést rekognoskaci zájmového prostoru pomocí geodetických údajů o pevných bodech polohového pole (viz kapitola 5.1). Je třeba nalézt stávající pevné body polohového pole a doplnit je měřickými sítěmi (viz kapitola 6.1) do takové hustoty, aby se z vybudované soustavy měřických přímek daly zaměřit všechny předměty měření. Zhuštění stávající měřické sítě může probíhat volbou nových bodů na stávajících přímkách (teodolitem), nebo vedlejšími polygonovými pořady či rajony, u kterých je omezení, že jejich délka nesmí přesáhnout 2/3 délky strany, ze které byly vytyčeny. Příklad sítě viz obr. 7.4.

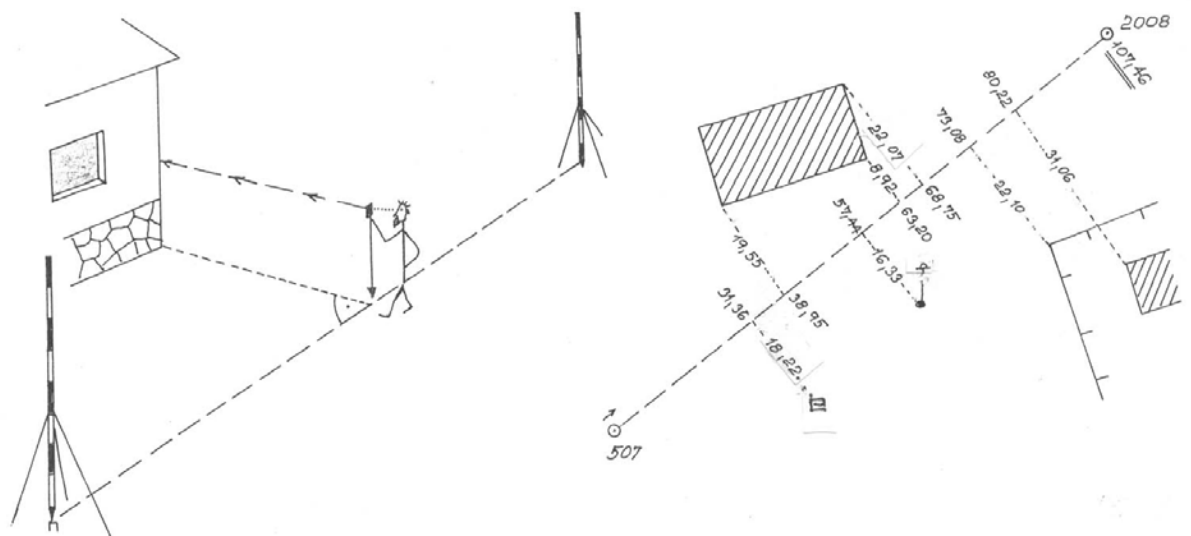


Obr. 7.4

Nové body měřické sítě určujeme ve 4. třídě přesnosti. Střední souřadnicová chyba  $m_{x,y} = 0,12$  m.

Postup zaměřování podrobných bodů polohopisu je následující:

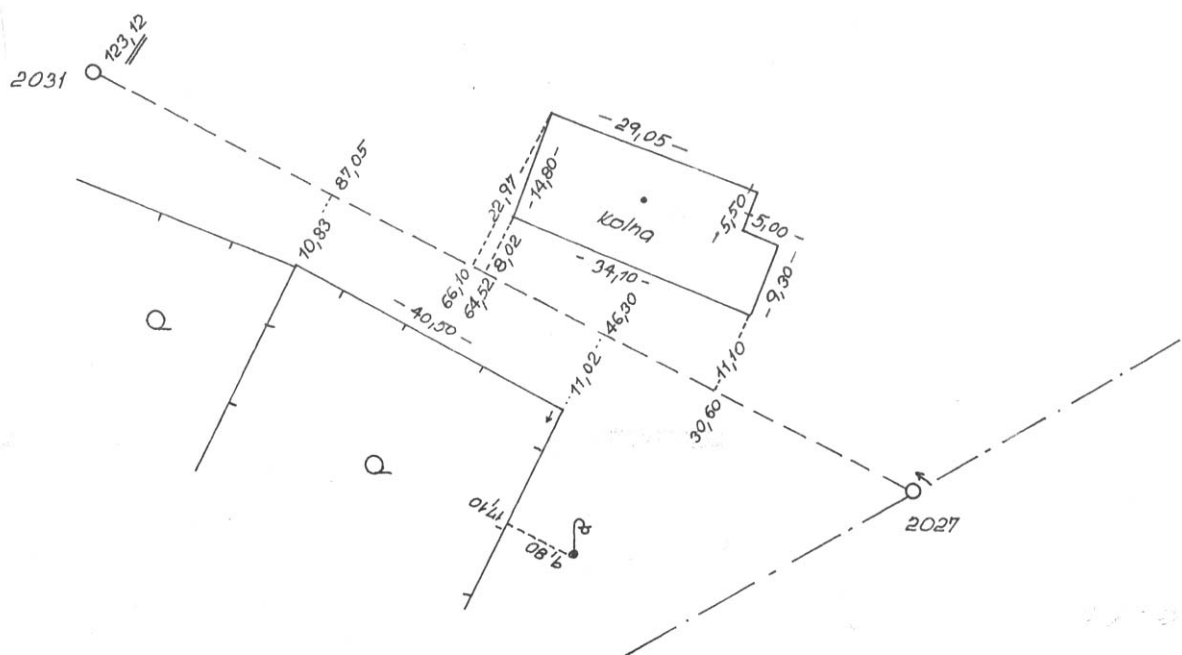
- 1) Vedoucí měřické skupiny složené zpravidla ze čtyř až pěti pracovníků rozdělí práci jednotlivým členům a sám začne tvorbou polního náčrtu zaměřovaného území v přibližném měřítku, které by nemělo být menší než měřítko mapování.
- 2) Koncové body zvolené měřické přímky signalizujeme svislými výtyčkami ve stojácích.
- 3) Pracovník s dvojitým pentagonálním hranolem jde podél měřické přímky až do blízkosti paty kolmice na podrobný bod (např. roh budovy viz obr. 7.5).



Obr. 7.5

Nejdříve se zařadí pomocí dvojitého pentagonu do přímky (obrazy výtyček na obou koncích měřické přímky musí být v zorném poli dvojitého pentagonu osově nad sebou. Podrobný bod (např. hrana domu) musí být v zákrytu nad zorným polem. V případě, že podrobný bod netvoří hrana domu či sloup nebo lampa, ale např. dešťová vpusť, je třeba, aby pracovník držel nad takovýmto bodem ve svislici výtyčku, na kterou provedeme určení paty kolmice.

- 4) Patu kolmice označíme měřickou jehlou (na betonu či živici křídou). Jehlu nezapichujeme svisle, ale vždy tak, aby směřovala od směru kolmice. Pro následné měření platí její průnik s terénem a její nesvislost slouží k orientaci, je-li kolmice vlevo nebo vpravo od měřické přímky. Je to potřeba především tam, kde je veliké seskupení pat kolmic.
- 5) Dva pracovníci provedou staničení všech pat kolmic na měřické přímce. Pásmo má počátek na výše položeném bodu měřické přímky a staničí se průběžně. Všechny délky se měří vodorovně v metrech s přesností na centimetry. Staničení se zakončí na koncovém bodě měřické přímky. Vedoucí skupiny naměřené staničení zapisuje do polního náčrtu (viz obr. 7.5). Na počátku měřické přímky udělá šipku a konečné staničení dvakrát podtrhne. Hodnoty jednotlivých staničení se vpisují na opačnou stranu, než kam směřuje kolmice.
- 6) Stejně jako staničení se změří délky všech kolmic. Do polního náčrtu se kolmice naznačují tečkováním, které se uprostřed přeruší a napíše se tam délka kolmice.
- 7) Závěrem se zaměří konstrukční a kontrolní oměrné míry (viz obr. 7.6).



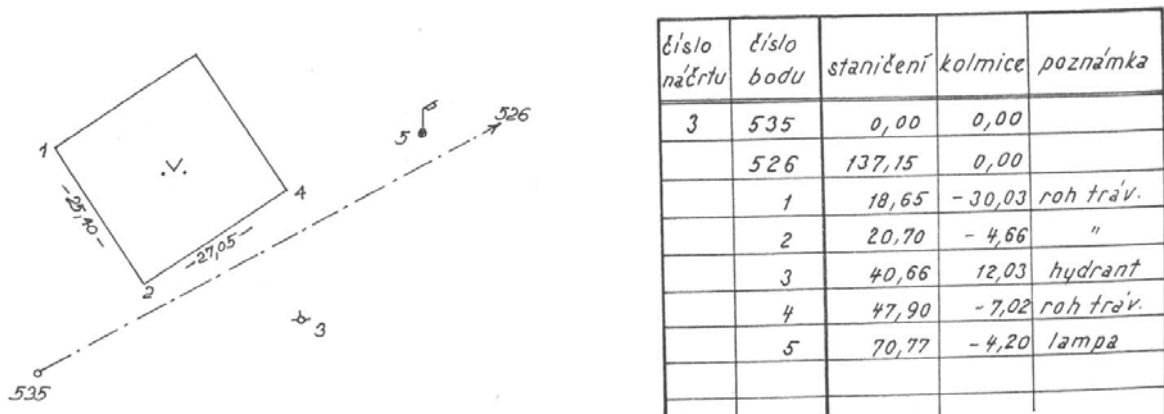
Obr. 7.6

Oměrné míry se provádí především u budov či jednoznačně identifikovatelných hranic pozemků (např. ploty, zídky). Měří se pásmem v metrech s přesností na centimetry a zapisují se do polního náčrtu. Pro snazší orientaci je vhodné před a za oměrnou mírou udělat krátké vodorovné čárky tzv. křídélka. Rozdíl mezi kontrolními a konstrukčními oměrnými měřeními spočívá v tom, že u kontrolních měř se jedná o nadbytečné měření, sloužící ke kontrole zaměření a vynesení podrobných bodů. Konstrukční oměrné míry

nemají kontrolní charakter a slouží k dotvoření polohové kresby (viz obr. 7.6 – zadní část kolny).

Záznam naměřených hodnot můžeme provést dvojím způsobem. Starší a častěji používaný je způsob popsáný v předchozím textu (viz obr. 7.5 a 7.6).

Též je možné zapisovat naměřené staničení a kolmice mimo polní náčrt do zápisníku, který se potom stává nedílnou součástí měřického elaborátu (viz obr. 7.7).



Obr. 7.7

Pro rozlišení levostranné a pravostranné kolmice je třeba zvolit pro levostrannou kolmici znaménko minus. Polní náčrt se tak stává přehlednější. Obsahuje na rozdíl od klasického náčrtu čísla podrobných bodů polohopisu (zpravidla číslujeme od 1), která musí být bezpodmínečně identická s čísly v zápisníku. Oměrné míry se zapisují do polního náčrtu. Polní náčrty se doplňují mapovými značkami a dalšími údaji, např. severkou, datem zaměření atd.

Adjustace polních náčrtů spočívá v tom, že originální polní náčrty, vzniklé na tuhých čtvrtkách A4 v terénu se v kanceláři upraví tak, aby byl jejich obsah výraznější a lépe sloužily k vytvoření plánu či mapy. Tenkou červenou fixou se zvýrazní měřická síť včetně čísel měřických bodů. Černým fixem se zvýrazní číslo polního náčrtu, autor a datum vyhotovení (viz příloha 7.2). Na okrajích polních náčrtů se modrým fixem označí čísla sousedních polních náčrtů. **Zásadně při adjustaci používáme originálních, v terénu zhotovených polních náčrtů.**

Zobrazovací práce u ortogonální metody se dělí na tři části:

- Zobrazení bodů měřické sítě – body jsou uvedeny zpravidla ve státním systému S-JTSK, výjimečně v jednotném místním systému. Zobrazení bodů se provádí buď ručně pomocí tzv. vynášecích trojúhelníků od křížků čtvercové sítě (rozstup křížků čtvercové sítě bývá 10 x 10 cm) s přesností na 0,1 mm v příslušném měřítku. Nebo automaticky na zobrazovacím zařízení (plotru) současně se zobrazením podrobných bodů. Lokální pravoúhlé souřadnice podrobných bodů je však třeba nejprve transformovat do jednotného souřadného systému.
- Zobrazení staničení a kolmic od jednotlivých měřických přímek. Pro ruční zobrazení je třeba opět použít přesných měřitek (přesnost 0,1 mm). Nejprve vynášíme staničení (paty kolmic), a potom jednotlivé kolmice v příslušném měřítku. V případě automatizovaného zpracování pomocí počítače a

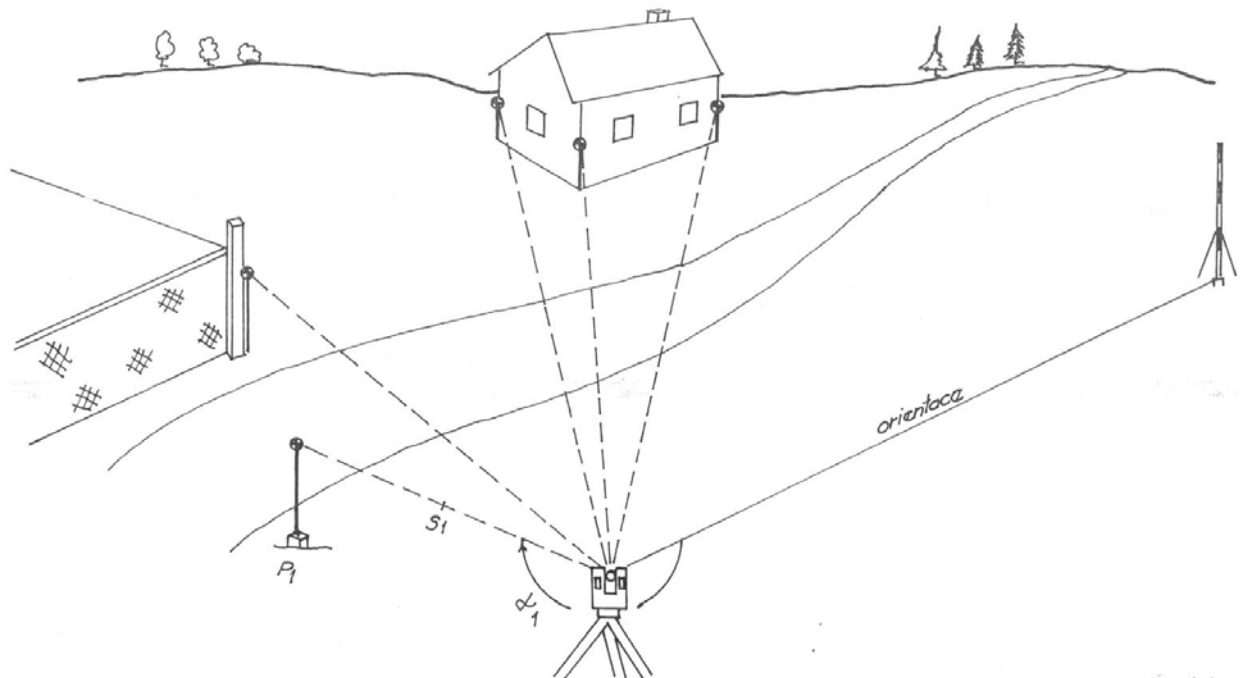
zobrazovacího zařízení (plotru) je třeba nejprve vypočíst souřadnice všech podrobných bodů v jednotném pravoúhlém systému ve kterém jsou uvedeny měřické body.

- c) Konstrukce a vyhotovení polohopisu spočívá v pospojování jednotlivých podrobných bodů dle adjustovaných polních náčrtů a v zobrazení detailů, které byly zachyceny např. konstrukčními oměrnými měřeními. Závěrečná kontrola polohopisu se provádí porovnáním kontrolních oměrných měření měřených v terénu s odpovídajícími vzdálenostmi v měřítku mapování, chyba by neměla překročit hodnotu 0,5 mm. Polohopisný originál se v závěru vyrýsuje černou tuší podle pravítka a šablonek, doplní se popisem a mapovými značkami. Měřické přímky se v polohopisném originále nevykreslují, stejně jako zde nejsou zachyceny hodnoty staničení, kolmic a oměrných měř (viz. příloha 7.3).

V případě, že je k dispozici příslušný software (např. interakční grafický systém KOKES), lze i tuto část provést s jeho pomocí na počítači.

### 7.3 Polární metoda

Tato metoda měření polohopisu je v současnosti základní a nejrozšířenější metodou určování podrobných bodů polohopisu. Podstatou této metody je určování lokálních polárních souřadnic (vodorovný úhel, vodorovná délka) od měřického bodu k podrobnému bodu (viz obr. 7.8). Vodorovný úhel musí mít jedno rameno ve směru na jiný měřický bod. Měřické body musí mít mezi sebou jednotný vztah, stejně jako u metody ortogonální. Bývají určeny buď ve státním pravoúhlém systému S – JTSK nebo výjimečně v jednotném místním systému. Lokální polární souřadnice podrobných bodů na jednotlivých měřických bodech tak lze převést do jednotné matematické soustavy.



Obr. 7.8

Výhodou této metody je především její rychlost, dosah měření z jednoho stanoviště, prostupnost a přesnost. Lze ji použít i ve svažitém, zarostlém terénu s velkou dopravní

frekvencí. Při použití elektronického dálkoměru nebo přímo totální stanice lze dosáhnout lepší přesnosti než u metody ortogonální.

Snadné je také její rozšíření pro současné měření výškopisu, což je u ortogonální metody neproveditelné.

Nevýhodou jsou vysoké pořizovací náklady přístrojů, kterými lze měření provádět. Vlastnímu zaměřování touto metodou musí předcházet příprava, spočívající v rekognoskaci zájmového území. Pomocí geodetických údajů o pevných bodech polohového pole (viz kapitola 5.1) je třeba nalézt stávající pevné body polohového pole a doplnit je měřickými sítěmi (viz kapitola 6.1) do takové hustoty, aby z nich bylo možno polární metodou provést úplné zaměření zájmového území.

Stabilizace nových bodů měřické sítě se podle potřeby volí buď jako trvalá (šroubovací umělohmotný mezník) nebo dočasná (dřevěný kolík, nastřelovací hřeb).

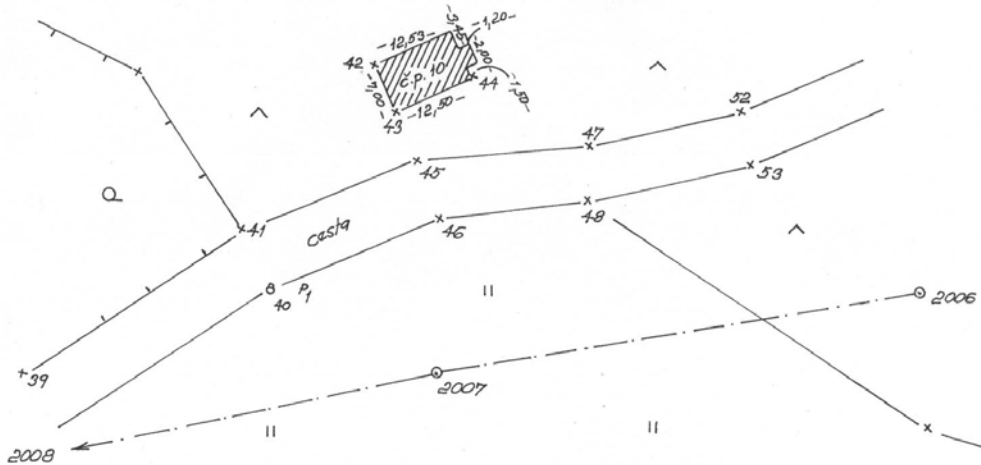
Přesnost určení nových bodů měřické sítě se volí buď ve třetí třídě přesnosti ( $m_{x,y} = 0,08$  m) nebo ve 4. třídě přesnosti ( $m_{x,y} = 0,12$  m).

Přístroje a pomůcky používané pro polární metodu vycházejí z finančních možností měřiče. Nejlacnější variantou je technický teodolit na stativu, ocelové pásmo, olovnice a výtyčky ve stojácích. V případě, že je k dispozici geodetická totální stanice, která v sobě zahrnuje elektronický teodolit, elektronický světelný dálkoměr, registrační a výpočetní zařízení, použijeme samozřejmě místo teodolitu a pásma tuto stanici.

Postup zaměřování podrobných bodů polohopisu je následující:

- 1) Vedoucí měřické skupiny, složené zpravidla ze čtyř až pěti pracovníků rozdělí práci jednotlivým členům a sám začne s tvorbou polního náčrtu zaměřovaného území v přibližném měřítku, které by nemělo být menší než je měřítko mapování.
- 2) Na měřickém stanovisku postaví měřič teodolit či totální stanici a provede centraci a horizontaci přístroje.
- 3) Na dva sousední měřické body postaví figurant výtyčku do stojánku nebo se postaví na tento bod s odrazným hranolem na teleskopické tyči (při použití totální stanice).
- 4) Měřič u přístroje provede úhlovou orientaci na prvý sousední měřický bod (nastaví do tohoto směru  $0^{\circ}$ ), zapisovatel začne do polárního zápisníku zapisovat naměřené hodnoty (v případě použití totální stanice, funkce zapisovatele odpadá a měřič naměřené hodnoty přímo registruje do vnitřní paměti přístroje). Příklad měření totální stanicí znázorňuje obr. 7.8.
- 5) Vedoucí měřické skupiny zavádí figuranta s výtyčkou nebo s odrazným hranolem na jednotlivé podrobné body, které v polním náčrtu čísluje průběžně od č. 1.
- 6) Měřič zaměří vodorovný úhel (vždy pouze v 1. poloze dalekohledu) na podrobný bod a buď zaměří délku mezi stanoviskem a podrobným bodem pásmem (pomocí dvou měřičů) nebo při práci s totální stanicí po zacílení na odrazný hranol, elektronicky změří vzdálenost a automaticky ji zaregistruje spolu s vodorovným úhlem.
- 7) Po zaměření 5 – 10 bodů je třeba kontrolovat identitu čísel podrobných bodů v polním náčrtu (viz obr.7.9) a v polárním zápisníku (event. v registru totální stanice). Tím zabráníme nesrovnalostem při zpracování měření v kanceláři.





Obr. 7.9

- 8) závěrem měření na každém stanovisku je třeba poslat figuranta na výchozí orientační měřický bod a ověřit nulovou hodnotu vodorovného úhlu (s možnou chybou  $0,01^{\circ}$ ). Pokud je tato hodnota překročena, došlo k nežádoucímu posunu přístroje a měření je nutno opakovat.
- 9) stejně jako u ortogonální metody musí být zaměřeny kontrolní a konstrukční oměrné míry pásmem v metrech s přesností na centimetry. Vedoucí měření je zapíše do polního náčrtu.

Přesnost metody závisí na přístrojích a pomůckách, které použijeme především pro měření délek. Nejhorší kvalitu má polární měření, kde pro určování délek použijeme nitkový dálkoměr, zde je polohová chyba měřených bodů  $m_{x,y} = 0,3$  m, u teodolitu s pásmem do 100 m je  $m_{x,y} = 0,05$  m, u elektronického měření délek, zpravidla při použití totální stanice je  $m_{x,y} = 0,02$  m a lepší. Při této poslední variantě je již přesnost měření mnohdy vyšší než je přesnost identifikace podrobného bodu v terénu.

Adjustaci polních náčrtů provádíme podle stejných pravidel jako při ortogonální metodě (viz kapitola 7.2).

Zobrazovací práce u polární metody se dělí na tři části:

- a) Zobrazení bodů měřické sítě – zde postupujeme stejně jako při metodě ortogonální (viz kapitola 7.2),
- b) Zobrazení polárních souřadnic jednotlivých podrobných bodů. V tomto případě se při ručním zobrazení použije polokruhový nebo celokruhový polární transportér, což je pomůcka s gonovou úhlovou stupnicí s vernierem a ramenem, opatřeným stupnicí s měnitelným délkovým měřítkem. Tato pomůcka se umístí nad každý zobrazený bod měřické sítě, ze kterého bylo měřeno (stanovisko přístroje) a postupně se provede zobrazení jednotlivých podrobných bodů. V případě, že máme k dispozici počítač a zobrazovací zařízení (plotr), výpočtem převedeme lokální polární souřadnice všech podrobných bodů do jednotné pravoúhlé soustavy měřické sítě a podrobné body se zobrazí na plotru.
- c) Konstrukce a vyhotovení polohopisu – postup je opět stejný jako u ortogonální metody (viz kapitola 7.2).

# Dokumentace trigonometrických bodů

Příloha 5.1

Kraj: Středočeský GEODETICKÉ ÚDAJE  
 Okres: Kolín  
 Obec: Krupá  
 Kat. území: Krupá u Kostelce n.Č.L., Platně od 1.9.82 do .....

12047

 Pořadí č. 3

JEN PRO VNITŘNÍ POTŘEBU

Stupeň 13-31 ohrožení: 2	Nomen- 060847 klatura: 2206
-----------------------------	--------------------------------

Číslo a název bodu: 12 U z á h y b u				
Bod	Y	X	Nadmorská výška	
			Bv	vztahuje se na
12	712 118,83	1 055 585,48	niv. 351,61	hranol
12,1	x/ 711 551,64	1 056 149,83	350,01	hranol
12,2	x/ 712 035,81	1 056 034,06	357,21	hranol
Vypořádku, Lb. Sý Kolín A. 1987, 044-397/87 ze 10.1987.				
x/ určeno z jedné kombinace				

Orientace na body / ve stupních /

Číslo	Název	Jižník	Délka strany	Číslo	Název	Jižník	Délka strany
12,1		314 51 22,5	800,128				
12,2		349 30 52,6	456,196				
9	Vitice, kostel /2201/	245 11 03	3 734,23				

Topografický popis bodu: Bod je východně silnice Kostelec - Č. Brod, 400 m jižně obce Krupá v poli, 20 m východně od silnice.

ČSSP Tuchoraz

 Vlastník (užívatel): JZD Krupá

 Druh pozámku: role

 Parc. Úč.: 494

Stabilizace

Bod	12	12,1	12,2
	0,00 žula 16.16.93	0,00 žula 16.16.75	0,00 žula 16.16.75
	0,92 žula 30.30.10	1,19 žula 30.30.10	1,22 žula 30.30.10
	1,26 sklo 16.16.3		

 Označ. povrch. značky  
 na bodu:

Δ sev.TP jih

 Stabilizoval:  
 (datav. rok)

ZŮČM 1943

KGF 1968

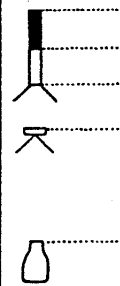
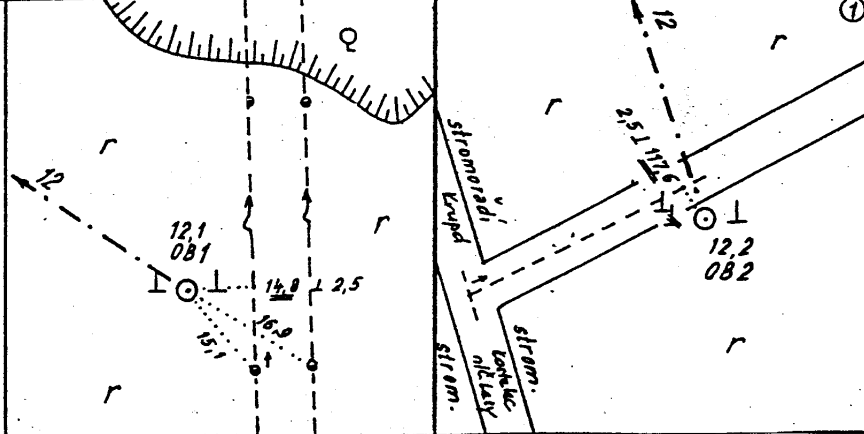
KGF 1968

 Ochranný znak:  
 (dráh. rok, vzdál.)

 b.s.1.1973-0,75  
 OT-1963-0,75

 OT-1978-0,75  
 OT-1968-0,75

 OT-1985-0,75  
 2 OT-1978-0,75

 Druh a výška signalizační  
 stavby nebo nárys trvalého  
 cíle:

 Signalizace  
 z roku:





















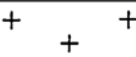













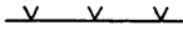

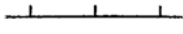

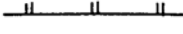

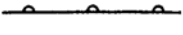

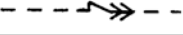


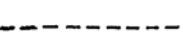
Geodetická ústředna (stavba, popis, datum)	Geodetická ústředna (stavba, popis, datum)
---	---

## NIVELAČNÍ ÚDAJE

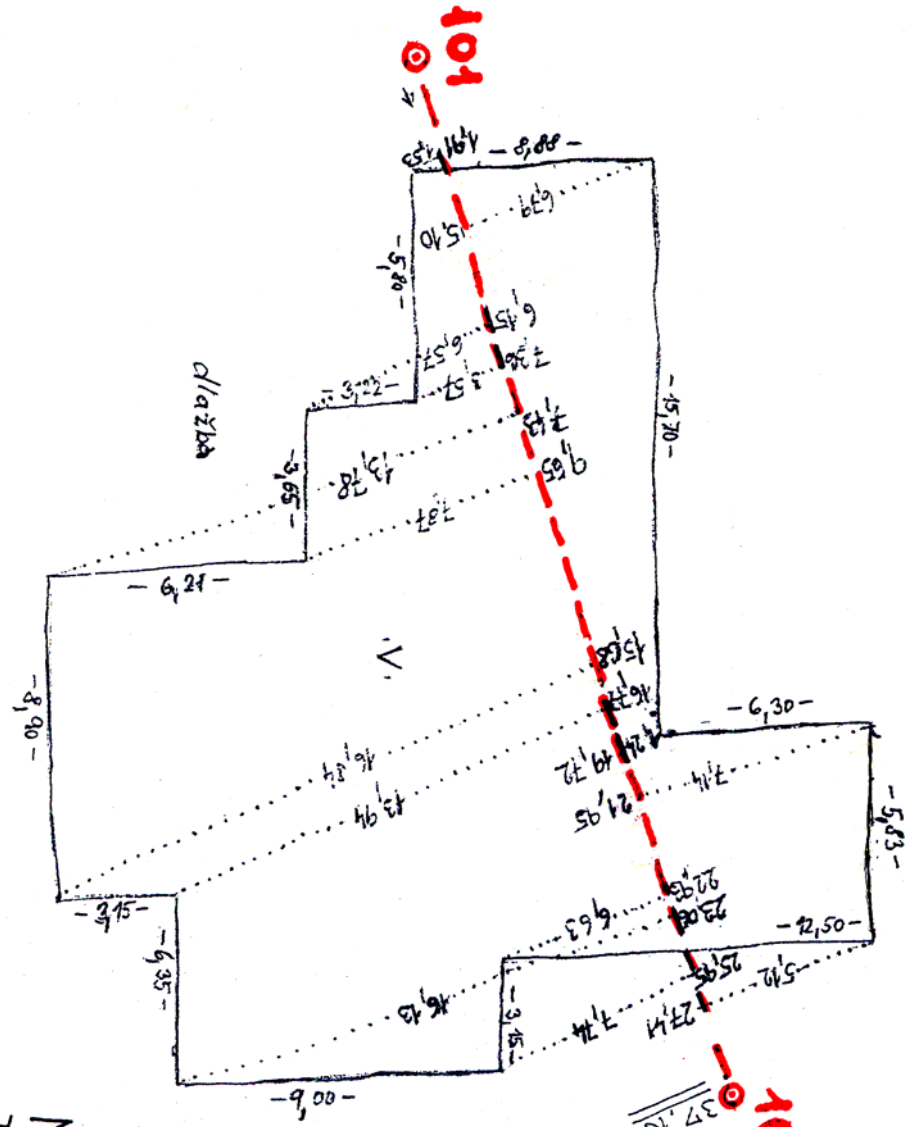
Pořadí: 1 Platnost od: 1.4.1973 do:

Nivelační pořadí - Podrobná nivelační síť:		Kraj: Hlavní město Praha		List mapy			
Bi 18 Sedlec - Černý Vůl		Okres: Praha 6		1:50000			
		Obec:		SMO - 6	Kralupy n.Vlt.		
		Kat. úz.:			8 - 8		
Předcházející bod: 9	Délka oddílu	Vzdálenost od počátku pořadí	Nivelační převýšení	Tíhová redukce	Oprava z vyrovnání	Nadmořská výška balt - po vyrovnání	Převod do jadranu +
Nivelační bod:	km		m	mm		m	m
10	0,186	1,968	+2,745 69	+0,08	-0,03	277,167 3	0,401 9
Situací popis: Č.Praha 6 - Suchdol, dům čp.417, 0,5 m nad zemí			Situace: 				
Poznámky:							
Druh značky	Stupeň stability	Stabilizoval (ústav, jméno, datum)		Druh bodu	Výška z roku.....	Převýšení z roku.....	
čepová VI	3 Druh stabilizace II	ÚGK Praha, 1961			1972	1972	
Stav a stáří stavby, stavební hmota, půdní vlastnosti: zachovalá, udržovaná, cihlové z roku 1932							
Geologický popis:							Klasifikace
Geomorfologické vlastnosti místa: rovina							
NÚ vyhotovil (ústav, jméno, datum)	situaci	GÚ Praha, Mládek, XI.1971		Kontroloval	Zemru, 6/4 73		
	zápis	Korec, 12.III.1973					
Záznam změn:							

**KLÍČ MAPOVÝCH ZNAČEK**

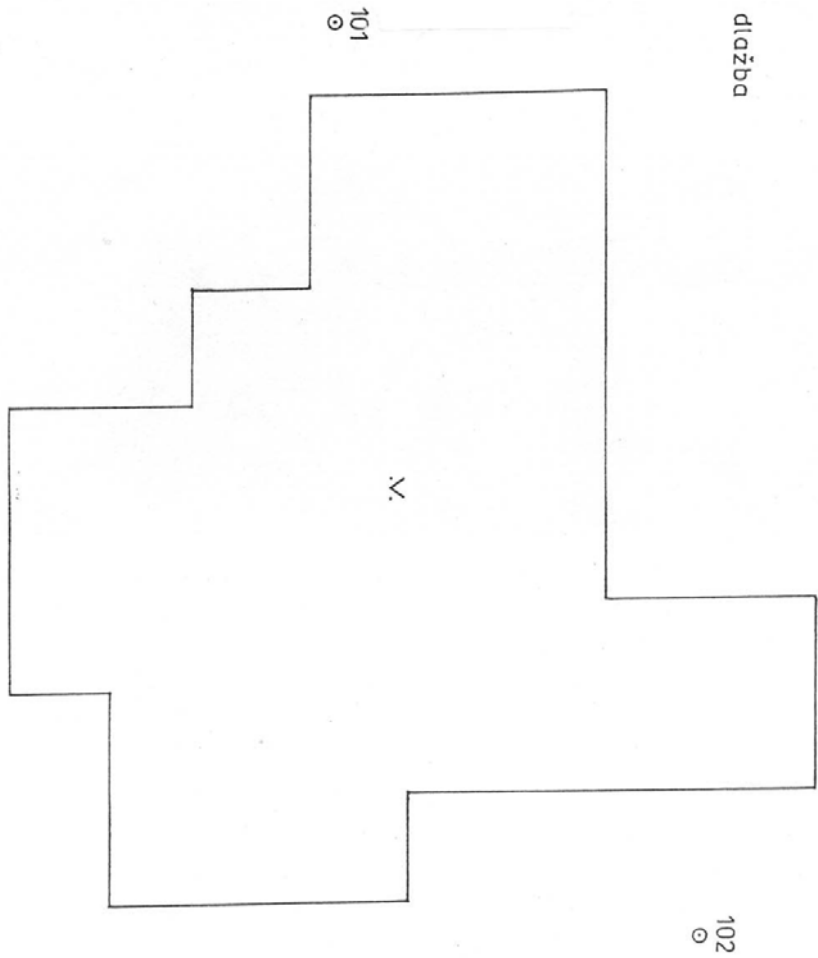
<b>bodové mapové značky</b>		<b>plošné mapové značky</b>	
trigonometrický bod		pole (jen v náčrtech)	
polygonový bod		travnatá plocha	
výbojková lampa		zahrada	
parková lampa		ovocný sad	
kanalizační šachta		parková úprava	
dešťová vpust'		neplodná půda	
podzemní hydrant		vinice	
nadzemní hydrant		chmelnice	
šoupě		křoviny	
betonový sloup		hřbitov	
dřevěný sloup		dřevěná budova	
železný sloup		zděná budova	
přihradový sloup		betonová budova	
osamělý jehlič. strom		kovová budova	
osamělý listnatý strom		rákosí	
osamělý ovocný strom		jehličnatý les	
<b>čárové (liniové) mapové značky</b>		listnatý les	
drátěný plot		smíšený les	
dřevěný plot		paseka	
živý plot		vodní hladina	
panelový plot		močál (průchodný)	
elektrické vedení		směrová růžice	
sdělovací vedení			
hranice les. průseku			

# POLNÍ NÁČRT č. 1



Měřila: HLAVÁČKOVÁ ALICE  
 Dne: 21. 11. 2000

# POLOHOPISNÝ PLÁN



1 : 200

VYHOTOVILA: HLAVÁČKOVÁ  
DNE: 21. 11.2000  
SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM: MÍSTNÍ