

9. METÓDY PODROBNÉHO MERANIA

Podrobné meranie predstavuje zameranie polohopisu a výškopisu určitej časti zemského povrchu za účelom vyhotovenia mapy. Zobrazením výsledkov merania vzniká zmenšený obraz územia v rovine mapy. Splnenie naznačených úloh vyžaduje, aby sa vo vzťahu ku geodetickému bodovému poľu účelne vyjadrila poloha a výška predmetov merania geodetickými veličinami (uhlami, dĺžkami, staničením, kolmicami, prevýšením a pod.) a aby boli k dispozícii pomôcky na zobrazovanie výsledkov merania. Voľbu metód merania, ich presnosť a spôsob zobrazovania výsledkov merania uvádza Inštrukcia na tvorbu Základnej mapy SR veľkej mierky NP-2703/1993 (Inštrukcia NP-2703/1993) a Metodický návod na podrobné meranie výškopisu máp veľkých mierok 984 230 MN-1/84.

V súčasnom období sa len zriedkavo vykonáva samostatné meranie polohopisu. Spravidla ide o kombináciu polohopisnej a výškopisnej metódy merania, napr. metódou polárnych súradníc spojenou s meraním prevýšení, plošnou niveláciou aplikovanou na fotopláne vyhotovenom jednosnímkovou leteckou fotogrametriou a pod. Pokiaľ je to únosné z hľadiska presnosti mapy, meranie polohopisu a výškopisu vykonávame v jednom technologickom postupe tachymetricky (nitková, diagramová tachymetria). Zavedením elektronických teodolitov do praxe, je možné aplikovať spoločné meranie polohopisu i výškopisu už s najvyššími nárokmi na presnosť.

Predmetmi merania polohopisu sú všetky významné body prirodzených a umelých objektov pod zemským povrchom, na povrchu a nad zemským povrchom. Podrobné vymedzenie predmetov merania podáva Predpis pre JŽM (M 20/1) a Inštrukcia NP-2703/1993. Podľa Predpisu M 20/1 sú to trvalé zariadenia a predmety, hlavne:

- železničný spodok a jeho stavby,
- železničný zvršok,
- budovy, stavby a zariadenia slúžiace prevádzke a údržbe,
- komunikačné a zabezpečovacie zariadenia,
- stavby a zariadenia pre zásobovanie elektrickou energiou,
- podzemné zariadenia, rozvody a inžinierske siete,
- vodné toky a pozemné komunikácie,
- hranice pozemkov a ostatné predmety merania.

Predmety merania polohopisu podľa Inštrukcie NP-2703/1993 sa oproti predmetom merania vymedzeným Predpisom M 20/1 rozširujú o vlastnícke a užívacie vzťahy. Ďalej sa zameriavajú hranice lesného fondu, objekty a zariadenia súvisiace s dobývaním nerastných surovín, vodohospodárske stavby a zariadenia a analogické predmety merania, uvedené v Predpise M 20/1.

Metódy merania polohopisu pre jednotlivé mapované územia, resp. úseky železničnej trate, sa určujú technickým projektom podľa typu, rozsahu a mierky mapovania. Z geodetických metód sa používa najmä metóda polárnych súradníc, ďalej metóda pravouhlých súradníc, metódy pretínania napred a konštrukčných omerných mier, prípadne tachymetrická metóda. K meračským metódam polohopisu patria tiež fotogrametrické metódy a to metóda univerzálna a integrovaná. Základné princípy uvedených fotogrametrických metód sú zahrnuté v interných skriptách Bitterer, L.: Fotogrametria, ŽU SvF Žilina 2003.

Predmetmi merania výškopisu sú výškovo určené body polohopisu a topografických tvarov zemského povrchu. Výškopisné meranie zahŕňa:

- vybudovanie, prípadne doplnenie podrobného výškového bodového poľa,

- zameranie bodov terénneho reliéfu, ktoré sú potrebné na jeho vyjadrenie vrstevnicami alebo kótami,
- zameranie kótovaných bodov,
- výpočet relatívnych výškových rozdielov.

Pri vyjadrení výškopisu vrstevnicami, sa výškopis doplní kótami bodov. Ich hustota je v miestnych honoch približne 5 až 10 bodov, v poľných honoch 1 až 5 bodov na dm^2 plochy mapy. Za vhodné kótované body polohopisu slúžia najmä rohy budov, stredy križovatiek, pomníky, päty stožiarov atď. Význačné miesta v teréne sú tiež vhodné na kótovanie, ako napr.: vrcholy kôp, sedlá, odpočinky, styky údolníc, dna priekop a pod.

Na železničiach (cestách) sa výškovo zameriava železničné (cestné) teleso, priekopy, násypy a výkopy. Výšky nivelety koľaje sa zameriavajú v hektometrových odstupoch a vo vrcholoch zakružovacích oblúkov. Výškopis železničného telesa sa v charakteristických miestach dopĺňa relatívnymi výškami násypov a zárezov. Nadmorské výšky koľaje a výšky železničných polygónov sa zaokrúhľujú na centimetre, body terénu a relatívne výšky svahov na decimetre.

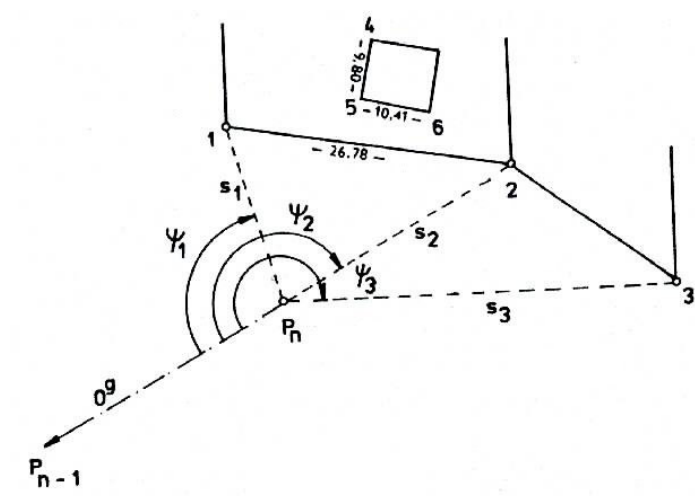
Metódy merania polohopisu a výškopisu sa volia podľa zameriavaného objektu a členitosti terénu. Zaraďujeme medzi ne metódu polárnych súradníc doplnenú s výškopisným meraním, plošnú niveláciu a číselnú tachymetriu. Rovnako ako pri meraní polohopisu, aj pri meraní výškopisu nachádza veľké uplatnenie univerzálna metóda leteckej fotogrametrie, ako aj metódy pozemnej fotogrametrie.

9.1 PODROBNÉ MERANIE POLOHOPISU

Bod v priestore je jednoznačne určený tromi súradnicami, z ktorých dve súradnice (y, x) určujú jeho polohu v rovine (polohopis) a tretia súradnica (H) jeho výšku (výškopis). Z metód merania polohopisu si uvedieme:

- metódu polárnych súradníc (polárna metóda),
- metódu pravouhlých súradníc (ortogonálna metóda),
- metódu pretínania napred.

9.1.1 Metóda polárnych súradníc



Polohopisné určovanie polohy bodov touto metódou sa zakladá na polohopisnom meraní polárnych prvkov a to uhlov a dĺžok (obr. 9.1). V zameriavanom území sa vybuduje spravidla polygónovou metódou sieť podrobného polohového bodového poľa (body $P_{n-1}, P_n, P_{n+1}, \dots$). Body podrobného polohového bodového poľa sa už používajú ako stanoviská prístroja a slúžia tiež na vytváranie polárnych sústav – počiatkov (P_n) a orientačných smerov sústav (P_{n-1}). Pri zameriavaní určitej oblasti sa vytvorí toľko polárnych sústav, koľko bolo stanovísk prístroja.

Obr. 9.1. Podrobné meranie metódou polárnych súradníc

Po scentrovaní a zhorizontovaní prístroja na bode P_n (obr. 9.1) vodorovné smery (smerníky) $\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_i$ na body 1, 2, \dots , i meriame od východiskového (nulového) smeru, ktorý predstavuje bod podrobného polohového poľa, alebo je s ním v nejakom vzťahu. Za nulový smer sa spravidla volí predchádzajúci bod v smere postupu merania. Súčasne s meraním smerov odmeriavame dĺžky s_1, s_2, \dots, s_i od stanoviska prístroja po bod merania. Dĺžky meranie vykonávame diaľkomermi. Pásmom sa merajú dĺžky v rozsahu dĺžky pásma (do 20 až 30 m). Predmety merania, pokiaľ nie sú prirodzene signalizované, vhodne označíme napr. výtyčkou. Vzdialenosti medzi dvoma polárne odmeranými charakteristickými bodmi zaistujeme omernými mierami (napr. omerné miery budov a pod.).

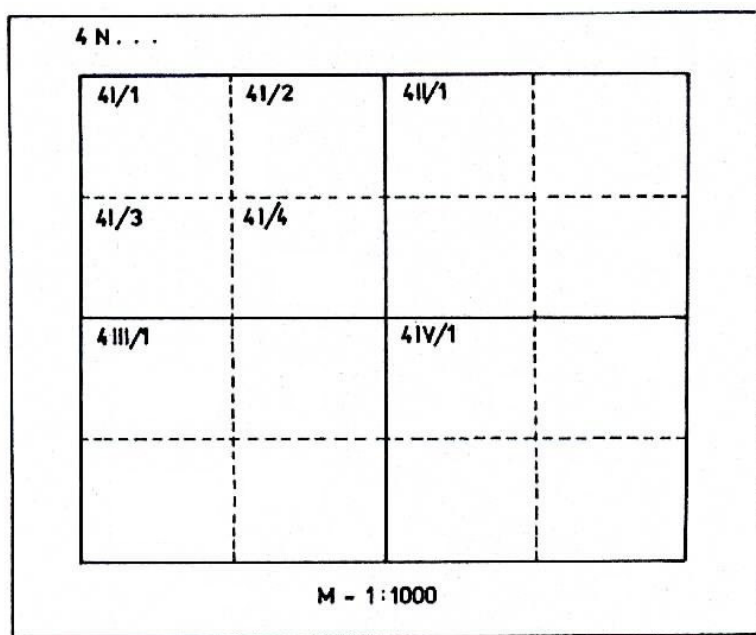
Dosah merania metódou polárnych súradníc sa riadi použitými prístrojmi, pomôckami a mierkou mapy. Napr. pri mapovaní v mierke 1:1 000 pri použití minútového teodolitu a pásma, sa dosah merania obmedzuje do vzdialenosti 30 m. Pri použití prístroja Zeiss BRT 006 je do 60 m a pod. Vo všeobecnosti platí, že rozsah merania sa zväčšuje so spresňovaním a zhospodárňovaním merania dĺžok.

Geometrickým základom na tvorbu polohopisu sú polohové meračské body. K nim patria: body ZPBP, pevné body PPBP, dočasne stabilizované body PPBP, trvalo alebo dočasne stabilizované pomocné meračské body. Meračské body v priebehu merania sa naďalej podľa potreby zhustujú.

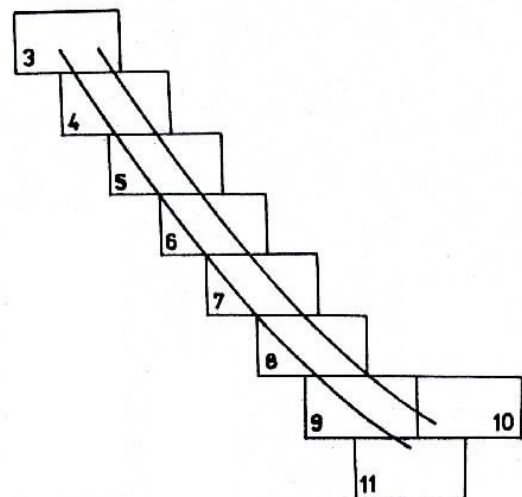
Pomocné meračské body určujeme rajónom, alebo staničením na spojnici meračských bodov. Stabilizujeme ich dočasne, najčastejšie dreveným kolíkom, v intravilánoch trvalo, masívnym klincom zatĺčeným do dlažby. Presnosť pomocných meračských bodov zodpovedá triede presnosti mapovania.

Spojnicu dvoch meračských bodov nazývame meračská priamka.

Výsledky merania, t.j. čísla bodov, uhly a dĺžky zaznamenávame do vhodne upraveného zápisníka. Polohopis sa vykresľuje do meračského náčrtu súbežne s postupom merania.



Obr. 9.2. Klad rámcových meračských náčrtov JŽM



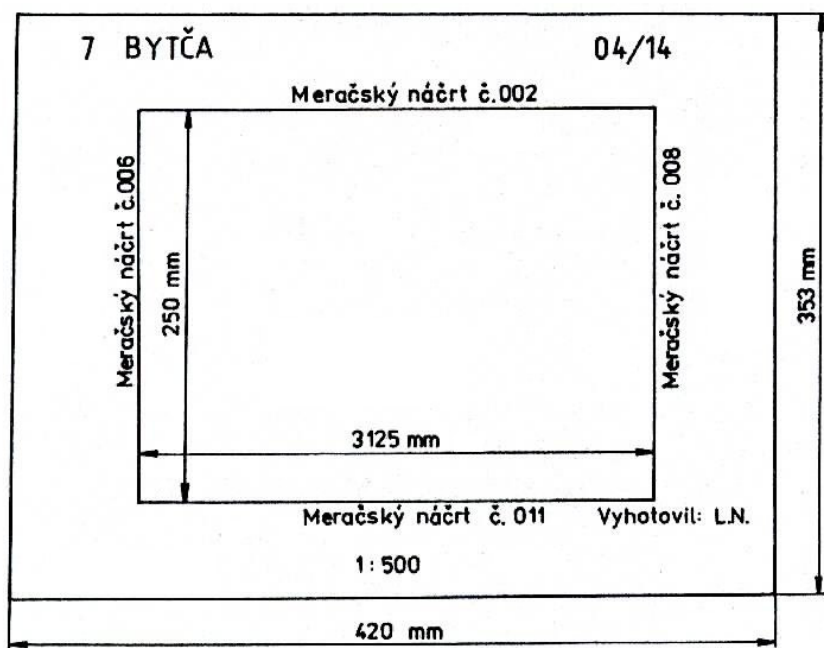
Obr. 9.3. Klad blokových meračských náčrtov

Meračský náčrt sa vyhotovuje aj pri ostatných metódach merania polohopisu a výškopisu. Slúži na zakres podrobných bodov predmetov priameho merania, na spracovanie originálu mapy a na budúcu údržbu mapy. Ďalej si vyznačíme jeho základné náležitosti.

Meračské náčrty sú rámcové alebo blokové. Rámcové náčrty sa zakladajú postupným štvrtlením mapového listu až po jeho vhodnú mierku (obr. 9.2).

Číslovanie meračských náčrtov vyplýva z obr. 9.2. Podľa Inštrukcie NP-2703/1993 čísla náčrtov sa zakladajú v rámci každej obce (katastrálne územie) a vytvárajú postupný číselný rad od 1 až 999.

Blokové meračské náčrty (obr. 9.3) sa orientujú približne na sever a zakladajú sa tak, aby zobrazovali ucelený blok zameriavaného územia. Klad blokových meračských náčrtov JŽM sa primýka k líniovej stavbe. V blokovom meračskom náčrte vyznačujeme smer k severu šípkou červenej farby.



Mierka meračských náčrtov sa odvodzuje od mierky mapy. Meračské náčrty sa vyhotovujú spravidla v dvojnásobnej mierke ako mierka mapy, najčastejšie v rozsahu mierok 1:250 až 1:1000 podľa hustoty zameriavaných podrobných bodov.

Rozmery meračského náčrtu sa odvodzujú z formátu papiera A4. Napr. rozmery meračských náčrtov pri mapovaní v mierke 1:2 000 sú zvyčajne 353 mm x 420 mm, čo predstavuje formát papiera A3 (obr. 9.4).

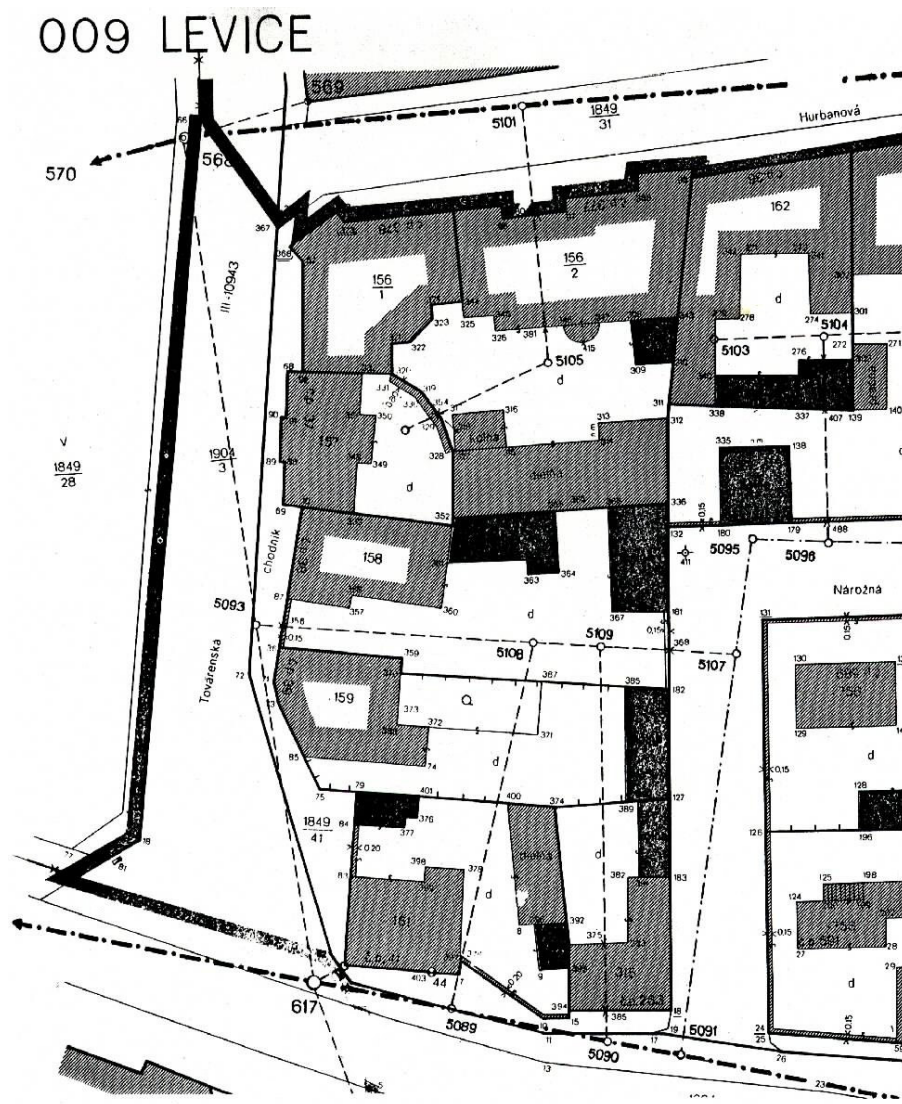
Obr. 9.4. Rámcový meračský náčrt

· MERAČSKÝ NÁČRT 118



Do meračského náčrtu sa pred meraním zobrazí sieť podrobného polohového bodového poľa (polygónová sieť), ktorá sa v priebehu merania podľa potreby dopĺňa ďalšími meračskými bodmi a meračskými priamkami (obr. 9.5).

Meračská sieť sa vykresľuje červeným tušom; polygónové strany bodkočiarkovane (hrúbka čiar 0,2 mm), meračské priamky čiarkovane (hrúbka čiar 0,1 mm), polygónové body krúžkom \varnothing 1,5 mm), pomocné meračské body krúžko (\varnothing 1,0 mm). Body s príslušnými číslami sa popisujú tiež červenou farbou.



Obr. 9.6. Meračský náčrt z merania polárnou metódou

Podrobné body sa v zápisníkoch i náčrtoch čísľujú v rámci jednotlivých náčrtov začínajúc číslom 1. Body ležiace na styku dvoch alebo viacerých náčrtov sa označujú len jedným číslom prislúchajúcim náčrtu, pre ktorý boli zamerané najskôr.

Jednotlivé predmety merania (budovy, hranice pozemkov, pomníky a pod.) sa označia príslušnými značkami podľa zoznamu značiek pre Základnú mapu SR veľkej mierky a JŽM (Mapové značky STN 01 3411, Značky a skratky v JŽM STN 01 3412).

Po ukončení merania v teréne, v záujme zaistenia trvanlivosti kresby a zaznamenaných údajov, meračský náčrt adjustujeme. Murované stavby kolorujeme slabou karmínovou farbou, drevené stavby sa označujú žltou farbou. Ukážka adjustovaného meračského náčrtu je na obr. 9.6.

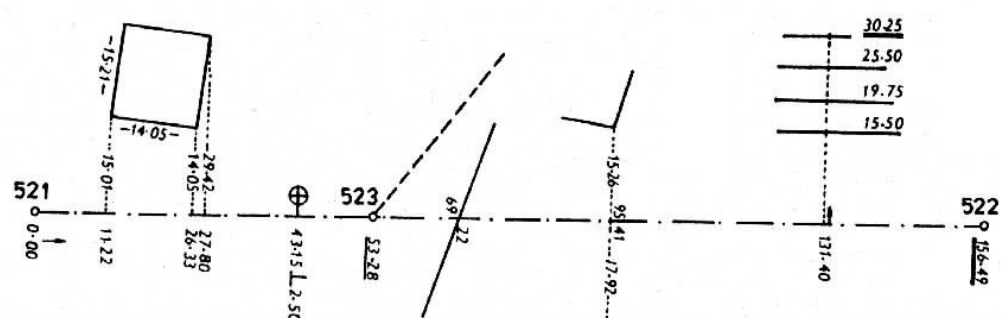
9.1.2 Metóda pravouhlých súradníc

Používa sa hlavne v prípadoch, keď sa vyžadujú pravouhlé číselné údaje v polohe zameriavaných bodov alebo predmetov. Použitie elektronických teodolitov znižuje význam tejto mapovacej metódy polohopisu na úroveň doplnujúceho merania k polárnej metóde.

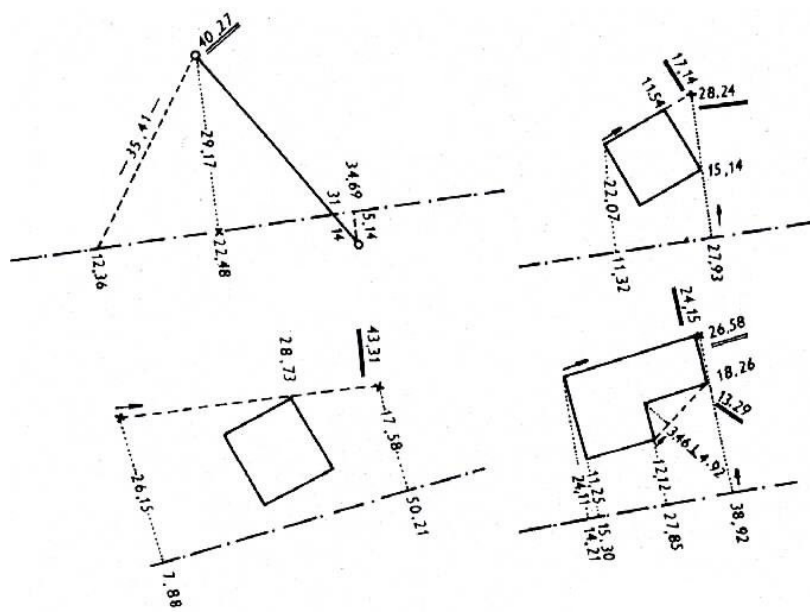
Zamerané body predmetov merania sa vyjadrujú dvoma na seba kolmými mierami s (staničením) a s_k (kolmicou) ku geodetickej priamke, ktorou môže byť polygómová strana, rajón, meračská priamka, alebo iná geometrická úsečka, ktorá je zapojená do siete podrobného polohového bodového poľa.

Súradnice s a s_k vytyčujeme pomocou hranola a meriame dvoma pásmami. Počiatok merania môžeme zvoliť na jednom, alebo na druhom konci meračskej priamky a označujeme ho šípkou (obr. 9.7). Posledný údaj staničenia kde sme meranie ukončili, dvojnásobne podtrhujeme. Mieru staničenia ďalšej meračskej priamky (53,28 m na obr. 9.7) vychádzajúcej z bodu 523 podtrhneme raz. Vzdialenosti medzi dôležitými bodmi merania overujeme omernými (obvodovými) mierami. Maximálna dĺžka kolmíc je 30 m. Výsledky merania metódou pravouhlých súradníc zaznamenávame do meračského náčrtu. Na obr. 9.7, sú vyznačené základné spôsoby záznamu meraných údajov do meračského náčrtu.

Na obr. 9.8, sú iné spôsoby merania a vyjadrovania polohy bodov. Na obr. 9.9 je ukážka meračského náčrtu z merania metódou pravouhlých súradníc.



Obr. 9.7. Základné spôsoby záznamu ortogonálnych údajov do meračského náčrtu



Obr. 9.8. Spôsoby merania a vyjadrovania polohy bodov

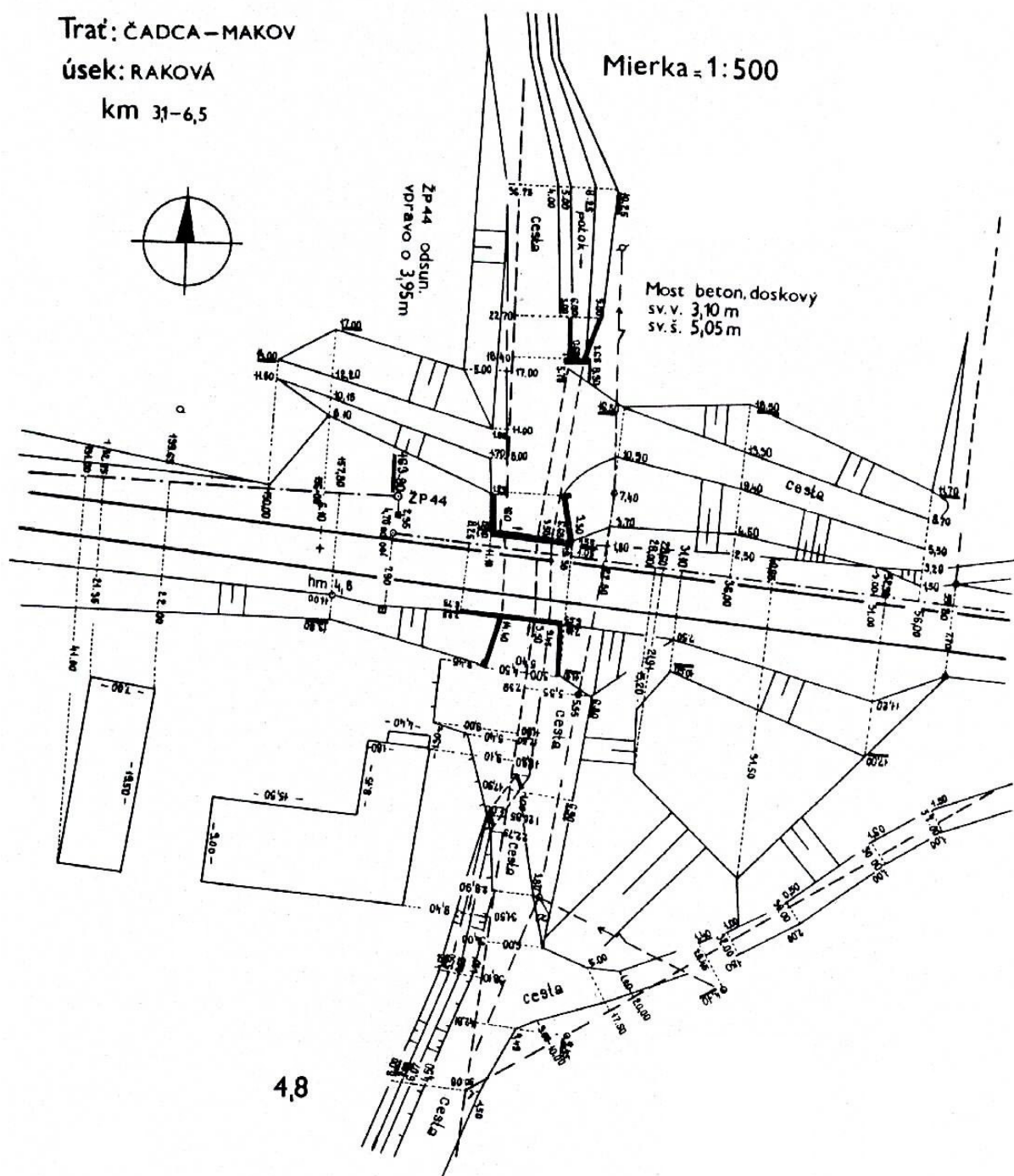
Na každej geodetickej priamke (meračskej priamke) porovnávame meranú dĺžku (korigovanú o príslušné opravy) s dĺžkou vypočítanou z koncových bodov priamky, napr. rozdiel dĺžok v 3. triede presnosti nesmie prekročiť krajnú odchýlku $\Delta_s = 0,012\sqrt{s} + 0,10$ udanú v m. Ak je splnené uvedené kritérium, vyrovnajú sa odmerané dĺžky meračských priamok na dĺžky určené zo súradníc, ako je to uvedené v kap. 9.14.

Trať: ČADCA – MAKOV

úsek: RAKOVÁ

km 31–6,5

Mierka = 1:500

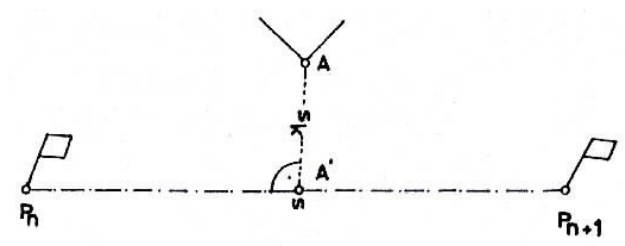


Obr. 9.9. Meračský náčrt z merania ortogonálnou metódou

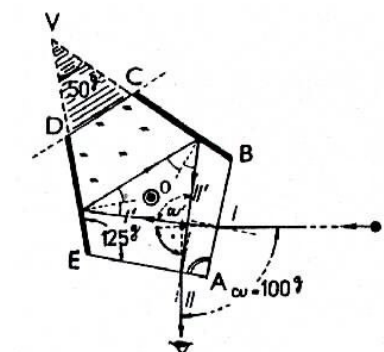
Pomôcky na vytyčovanie

Na vyjadrenie polohy zameriavaného bodu staničením a kolmicou potrebujeme určiť polohu päty kolmice A' , ktorá je spustená z bodu A na meračskú priamku (obr. 9.10). Danú úlohu realizujeme pomocou optických pomôcok, z ktorých najpoužívanejší je päťboký hranol (pentagón) (obr. 9.12).

Pentagón je päťboký hranol symetrický k osi AV . Vznikol zo štvorbokého hranola odbrúsením sklenenej hmoty pri hrane V . Jeho dve steny BC a DE zvierajú uhol 50° a sú amalgámované. Ako je vidieť z obr. 9.11, svetelný lúč I sa prechodom cez hranol po dvojitém odraze odchyľuje o pravý uhol. Vrchol pravého uhla je v pentagóne, v blízkosti bodu O . V ňom je upevnené držadlo, odkiaľ sa poloha pentagónu prevažuje pomocou olovnice na terén.

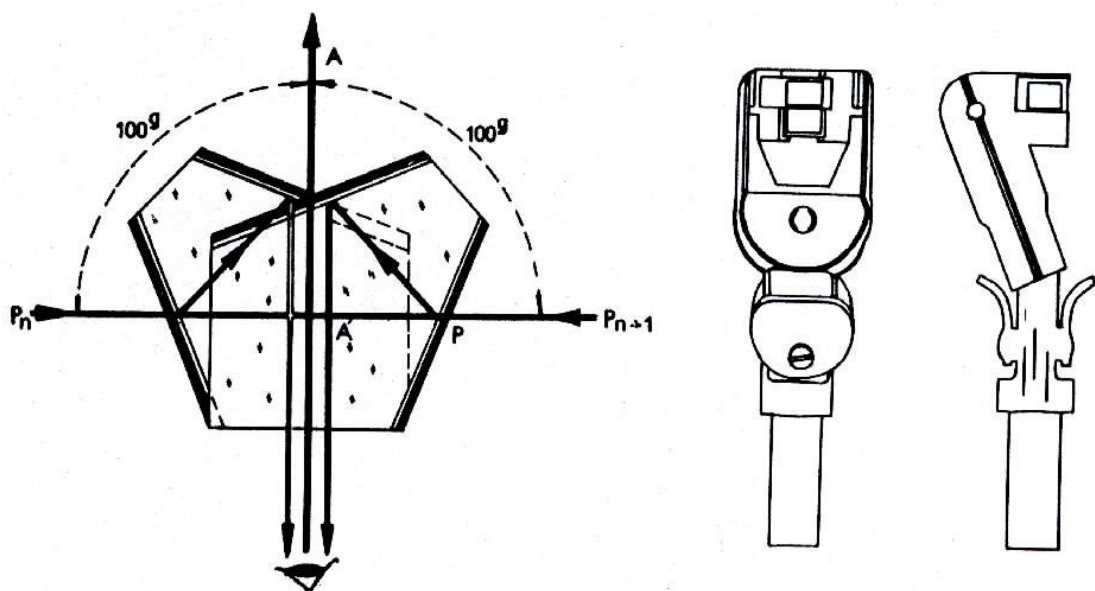


Obr. 9.10. Určenie ortogonálnych prvkov



Obr. 9.11. Chod svetelných lúčov v pentagóne

Kombináciou dvoch päťbokých hranolov (obr. 9.12) sa môžeme zaradiť do priamky medzi body P_n , P_{n+1} . Päťu kolmice A' potom určíme tak, že na koncové body meračskej priamky postavíme výtyčky a pohybovaním dvojitého pentagónu dopredu, resp. dozadu nájdeme takú polohu, pri ktorej budú obrazy výtyčiek zľava a sprava zhodné. Päťu kolmice bude predstavovať prevážená poloha pentagónu olovnícou, keď smer na zameriavaný bod A bude zhodný so stotožnenými obrazmi výtyčiek.



Obr. 9.12. Dvojitý pentagón

Túto pozíciu docielime pohybovaním pentagónu naľavo resp. napravo pri neustálej kontrole zaradenia sa do priamky. Po určení polohy päťu kolmice dvoma pásmami určíme hľadané ortogonálne prvky s a s_k , ktoré sa vykreslia do meračského náčrtu a konštrukčne zapoja do mapovaného polohopisu.

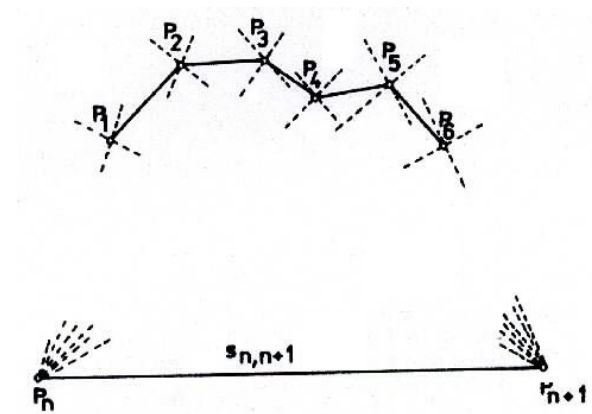
Neistota v pravom uhle vytýčenom optickými pomôckami nepresiahne 3° až 6° . Hodnote 6° na konci vytýčenej kolmice zodpovedá posun v priečnom smere:

Dĺžka kolmice [m]	20 m	30	40
Posun [mm]	19	28	38

Pentagónom vytýčujeme kolmice do vzdialenosti 30 m. Ak potrebujeme odmerať ojedinelú kolmicu do 40 m, zaistujeme ju tak, ako je to ukázané na obr. 9.8. Keď potrebujeme odmerať viac predmetov u ktorých by kolmice presiahli 30 m, musíme podrobné bodové pole primerane zhustiť meračskými priamkami alebo rajónmi, alebo zvolíme inú metódu zameriavania.

9.1.3 Metóda pretínania napred

Použitie metódy pretínania napred prichádza do úvahy v obtiažnom teréne s malou hustotou predmetov merania (skalné zárezy, zamokrený terén, terén s prekážkami a pod.). Metóda má väčší dosah než metóda polárnych súradníc pri využití optických diaľkomerov, čím sa znižuje potrebný počet stanovísk merania.



Obr. 9.13. Metóda pretínania napred

Podstata metódy pretínania napred je uvedená v kap. 6.32. Na koncoch polygónovej strany $s_{n,n+1}$ meriame uhly (smerníky) na predmety merania, ktoré spravidla signalizujeme výtyčkami (obr. 9.13).

Meranie uhlov sa zvyčajne vykonáva dvoma prístrojmi. S ohľadom na použitú technológiu merania sa vyžaduje, aby uhly prieseku na určovanom bode neklesli pod 35° a neprekročili 165° . Poloha zameraných bodov sa vyjadruje súradnicami y, x , z ktorých konštruujeme polohopis.

9.1.4 Výpočty v pomocnej meračskej sieti

Pri väčších mapovacích prácach často potrebujeme vyjadriť body meračskej siete určené v priebehu merania pravouhlými súradnicami. Výpočty robíme hlavne preto, lebo vykreslením bodov z pravouhlých súradníc získavame kontrolu konštrukcie polohopisu a súčasne zvyšujeme presnosť zostrojovanej mapy. Znalosť výpočtov v meračskej sieti je užitočná aj pri geodetických vytyčovacích prácach.

Časté sú úlohy: výpočet rajónu vychádzajúceho z bodu na meračskej priamke, výpočet bodu na kolmici, určenie súradníc päty kolmice a výpočet priesečníka dvoch priamok.

9.1.4.1 Výpočet rajónu vychádzajúceho z bodu na meračskej priamke

Súradnice rajóna určeného z bodov podrobného polohového bodového poľa vypočítame podľa rovníc (6.8) kap. 6.22. Pre výpočet rajóna vychádzajúceho z bodu M na meračskej priamke (obr. 9.14), máme zastaničenú jeho polohu na meračskej priamke s'_{1M} a odmeranú celú dĺžku meračskej priamky s'_{12} . V bode M odmeriame polárne prvky ω_M a s_{MN} , ktoré určujú polohu rajóna N k meračskej priamke.

Zo súradníc bodov P_1, P_2 vypočítame dĺžku strany s_{12} a smerník σ_{12} .

Odmeranú dĺžku s'_{12} porovnáme s vypočítanou dĺžkou. Ak dĺžková odchýlka $O_s = |s_{12} - s'_{12}| < \Delta_s$, ktorú vypočítame z rovnice

$$\Delta_s = 0,012\sqrt{s} + 0,10 \text{ m}, \quad (9.1)$$

vyrovnáme odmeranú dĺžku s'_{1M} pomocou úmery

$$s_{1M} = \frac{s_{12}}{s'_{12}} s'_{1M} = k_s s'_{1M} \quad (9.2)$$

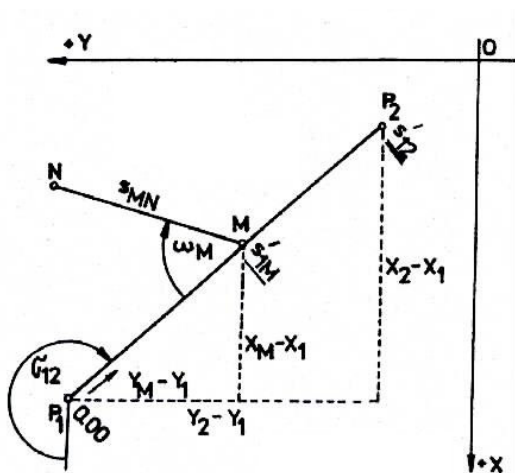
Koeficient k_s z rovnice (9.2) môžeme použiť na opravu aj ďalších meraných dĺžok medzi bodmi P_1 a P_2 .

Súradnice bodu N vypočítame aplikovaním výpočtu polygónu cez súradnice bodu M :

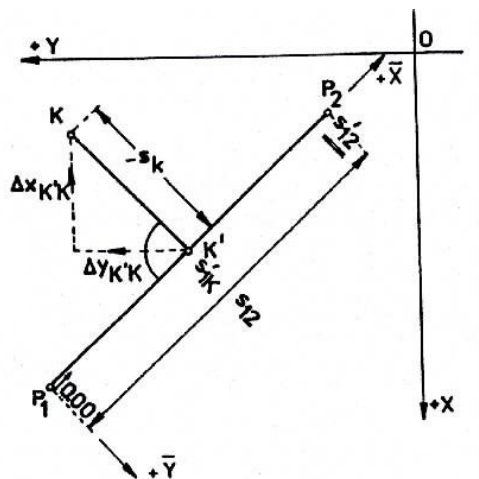
$$\begin{aligned} y_M &= y_1 + s_{1M} \sin \sigma_{12}, & x_M &= x_1 + s_{1M} \cos \sigma_{12}, \\ y_N &= y_M + s_{MN} \sin \sigma_{MN}, & x_N &= x_M + s_{MN} \cos \sigma_{MN}, \end{aligned} \quad (9.3)$$

keď smerník σ_{MN} sme určili z rovnice:

$$\sigma_{MN} = \sigma_{12} + \omega_M - 200^g. \quad (9.4)$$



Obr. 9.14. Výpočet rajóna vychádzajúceho z bodu na meračskej priamke



Obr. 9.15. Výpočet bodu na kolmici

9.1.4.2 Výpočet bodu na kolmici

Výpočet tejto úlohy je analógiou výpočtového postupu súradníc rajóna vychádzajúceho z bodu na meračskej priamke (obr. 9.15). Po porovnaní odmeranej a vypočítanej dĺžky (s'_{12} , s_{12}) vypočítame staničenie bodu K' . Súradnice bodov K' a K vypočítame podľa rovníc (9.3), keď smerník $\sigma_{K'K}$ je $\sigma_{K'K} = \sigma_{12} \pm 100^g$.

Keď os súradnicového systému meračskej priamky $+X$ stotožníme so spojnicou P_1P_2 , kolmice naľavo budú záporné, napravo kladné súradnice.

$$\begin{aligned} \text{Pri: } -s_k \quad \sigma_{KK'} &= \sigma_{12} - 100^g \\ +s_k \quad \sigma_{KK'} &= \sigma_{12} + 100^g. \end{aligned}$$

9.1.4.3 Výpočet staničenia a dĺžky kolmice

Pri polohových vytyčovacích prácach sa vyskytuje niekedy obrátená úloha, keď sú dané súradnice bodu K a máme určiť pravouhlé súradnice tohoto bodu vo vzťahu k meračskej priamke.

Jedno z riešení vyplýva z obr. 9.16. Z rozdielov smerníkov vypočítame uhly ω_1 a ω_2 :

$$\omega_1 = \sigma_{12} - \sigma_{1K}, \quad \omega_2 = \sigma_{2K} - \sigma_{21}. \quad (9.6)$$

Dĺžku kolmice vypočítame pomocou dĺžok s_{1K} , s_{2K} a uhlov ω_1 , ω_2 z rovníc:

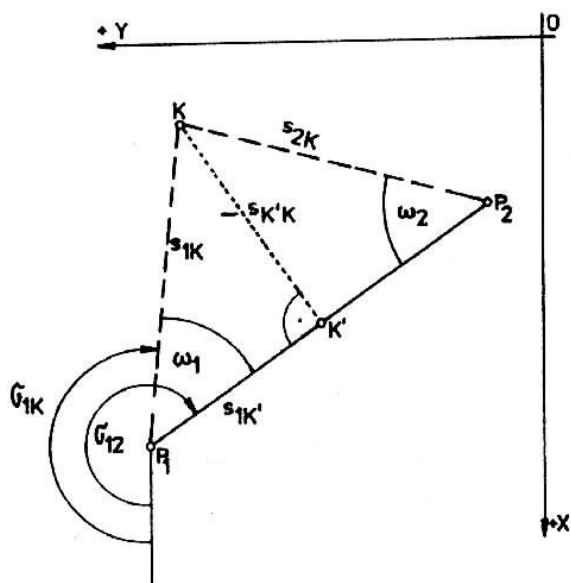
$$s_{K'K} = s_{1K} \sin \omega_1 = s_{2K} \sin \omega_2 \quad (9.7)$$

a staničenie:

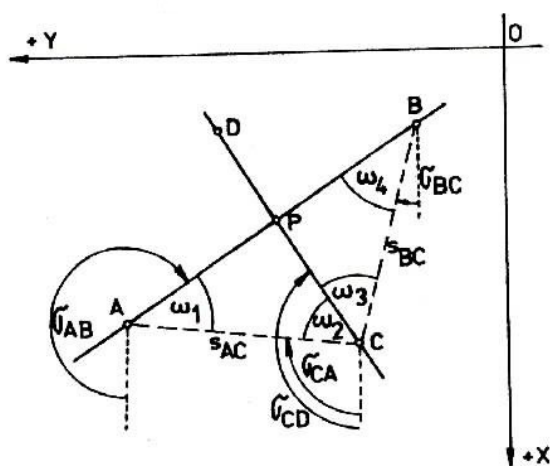
$$s_{1K'} = s_{1K} \cos \omega_1 \quad (9.8)$$

Výpočet prekontrolujeme vyčíslením rovnice:

$$s_{12} = s_{1K'} \cos \omega_1 + s_{2K} \cos \omega_2 \quad (9.9)$$



Obr. 9.16. Výpočet staničenia a dĺžky kolmice



Obr. 9.17. Výpočet priesečníka dvoch priamok

9.1.4.3 Výpočet súradníc priesečníka dvoch priamok

Výpočet priesečníka dvoch priamok určených súradnicami dvojíc bodov (obr. 9.17) má tiež niekoľko riešení. Naznačíme si riešenie, založené na postupe výpočtu pretínania napred. Súradnice bodu P určíme napr. z trojuholníkov ACP a CBP .

Zo súradníc bodov A, B a C, D vypočítame smerníky a dĺžky strán: $\sigma_{AB}, \sigma_{CD}, \sigma_{CA}, \sigma_{BC}$, a s_{AC}, s_{CB} . Z rozdielov smerníkov vypočítame uhly ω_1 až ω_4 :

$$\omega_1 = \sigma_{AC} - \sigma_{AB}, \quad \omega_2 = \sigma_{CD} - \sigma_{CA},$$

$$\omega_3 = \sigma_{CB} - \sigma_{CD} \text{ a } \omega_4 = \sigma_{BA} - \sigma_{BC}.$$

Výpočet súradníc priesečníka priamok $P(y_p, x_p)$ určíme podľa známeho postupu pretínania napred z kap. 6.32.