

Vyžadovaná presnosť podrobného merania vymedzuje použitie tej-ktorej metódy merania polohopisu a výškopisu. Nájdením optimálneho pomeru medzi vyžadovanou presnosťou a dosiahnuteľnou presnosťou metódy merania (1:1) zaistíme efektívnosť vyhotovenia mapových projekčných podkladov.

9.4 KONŠTRUKCIA MÁP

Výsledky polohového merania sa spracovávajú vo forme mapy, alebo ako súčasť polohopisnej a výškopisnej mapy. Ako výrazové prostriedky na vyjadrenie výškopisnej zložky mapy používame vrstevnice, šrafy, kóty a relatívne výšky.

Kresbu mapy vykonávame určitými ustálenými formami (hrúbka čiar, značkový kľúč, forma popisu, farebné vyjadrenie určitých javov a pod.). Zobrazenie v určitej mierke musí byť prehľadné a presné, kresba nesmie byť prehustená, aby na vyhotovenej mape bolo možné nielen správne rozoznať a hodnotiť predmety, ale aj odmeriavať dĺžky, uhly a plochy. Podkladom na grafickú konštrukciu (kartírovanie) a vektorovú konštrukciu máp sú súradnice bodového poľa, súradnice podrobných bodov (polárne alebo ortogonálne súradnice), meračské náčrty a iné číselné (vypočítané zápisníky z terénneho merania) a grafické podklady. Na konštrukciu polohopisu mapy použijeme vhodný grafický editor napr. GEO, MGEO AutoCAD 2000 a iné. Rozlišujeme tri etapy prác na mapovom diele:

- konštrukcia mapového listu,
- zobrazovacie práce polohopisu a výškopisu,
- kartografické práce – vykreslenie a popis mapového originálu.

9.4.1 Konštrukcia mapového listu v grafickej podobe

Rám mapového listu zobrazíme na kvalitnom rysovacom papieri nalepenom na rozmerovo stálej podložke. Rozmery mapového listu JŽM sú 700 mm x 500 mm, a Základnej mapy SR 1:1 000 a 1:2 000 625 mm x 500 mm a Základnej mapy SR 1:5 000 500 mm x 400 mm.

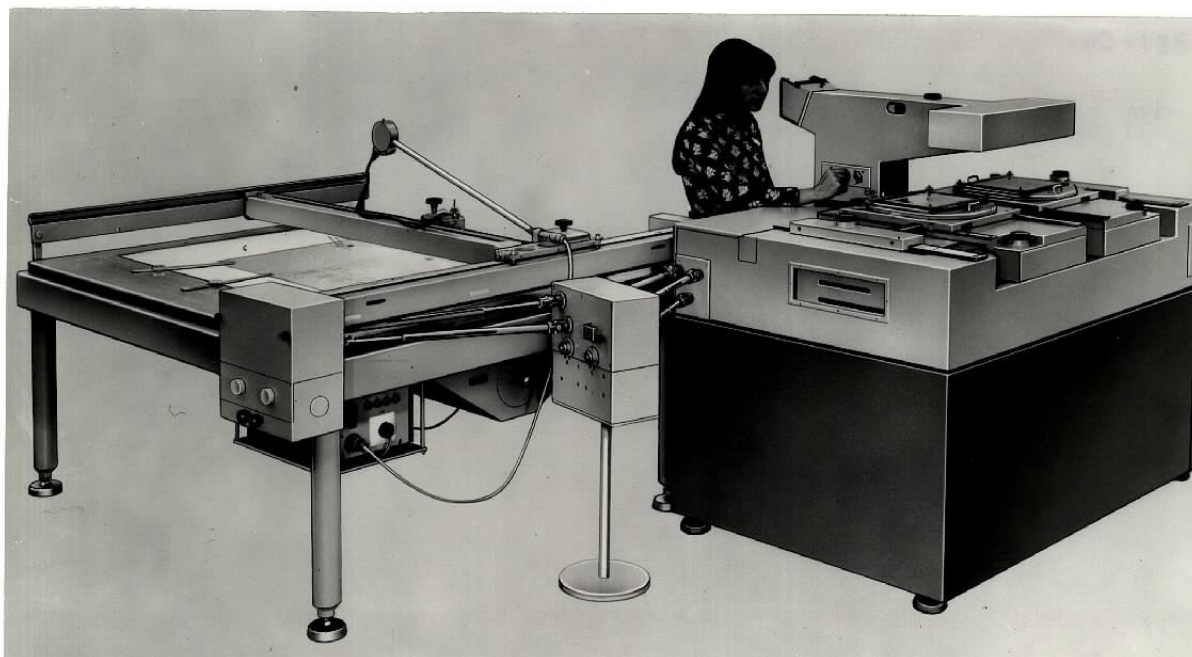
V súlade so založeným kladom mapových listov príslušnej mierky, podľa súradníc juhozápadného rohu listu vynesieme spolu s rámom štvorcovú sieť tak, aby na celej ploche vytvorila štvorce o 100 mm stranách. Správne zostrojenie rámu mapového listu kontrolujeme preskúšaním jeho strán a uhlopriečok. Krajná odchýlka na mape medzi odmeranou a predpísanou hodnotou je pri stranách 0,2 mm pri uhlopriečkach 0,3 mm. Rám mapového listu vyrysujeme čiarami o hrúbke 0,1 mm. Jednotlivé body štvorcovej siete vyznačíme krížikmi a dĺžke ramien 2 mm.

Do mapového listu sa zobrazia všetky body polohového bodového poľa. Každý z bodov sa označí jemným vpichom a krúžkom, ku ktorému sa pripíše číslo bodu. Aby zákres týchto bodov bol trvalý a neporušil sa pri zobrazovaní mapy, vykreslí sa tušom (nepoužijú sa obtlačové krúžky). Body výškového bodového poľa sa na mapovom liste zobrazia podľa ich polohopisného zamerania a označia sa dohovorenou značkou, číslom a výškou.

Zobrazovacie pomôcky

Presné zobrazenie rámu mapového listu, štvorcovej siete a bodov polohového bodového poľa umožňuje pravouhlý koordinatograf. Pravouhlé koordinatografy nachádzame ako samostatné vynášacie a digitalizovacie prístroje, alebo v spojení s inými prístrojmi, najčastejšie fotogrametrickými vyhodnocovacími prístrojmi (obr. 9.26). Zobrazenie súradníc sa môže vykonávať skrutkami pre pohyb v smere osi *Y* a *X* mechanicky alebo automaticky.

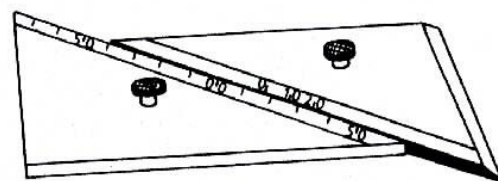
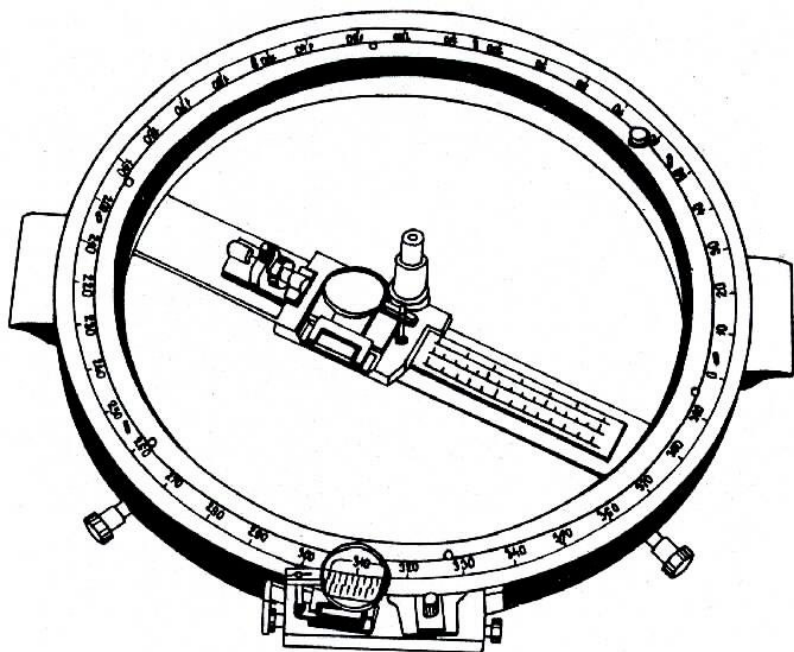
Pri mechanickom zobrazovaní na stupniciach Y a X prístroja v príslušnej mierke sa nasadia vyžadované hodnoty súradníc a vypichnú sa do mapového podkladu pikírovacím hrotom. Automatické zobrazovanie sa uskutočňuje podľa pracovného programu prístroja a súradníc vynášaných bodov



Obr. 9.26. Pravouhlý koordinatograf v spojení s fotogrametrickým vyhodnocovacím přístrojem

Pravouhlé koordinatografy umožňují zobrazení resp. odměřování (digitalizování) souřadnic v různých měřítkách s přesností až 0,05 až 0,01 mm.

Kartografické zobrazení polohopisu do mapového listu vykonáme na podklade zobrazených podrobných bodů v měřáckých náčrtech.



Obr. 9.28. Zobrazovací trojúhelníčky

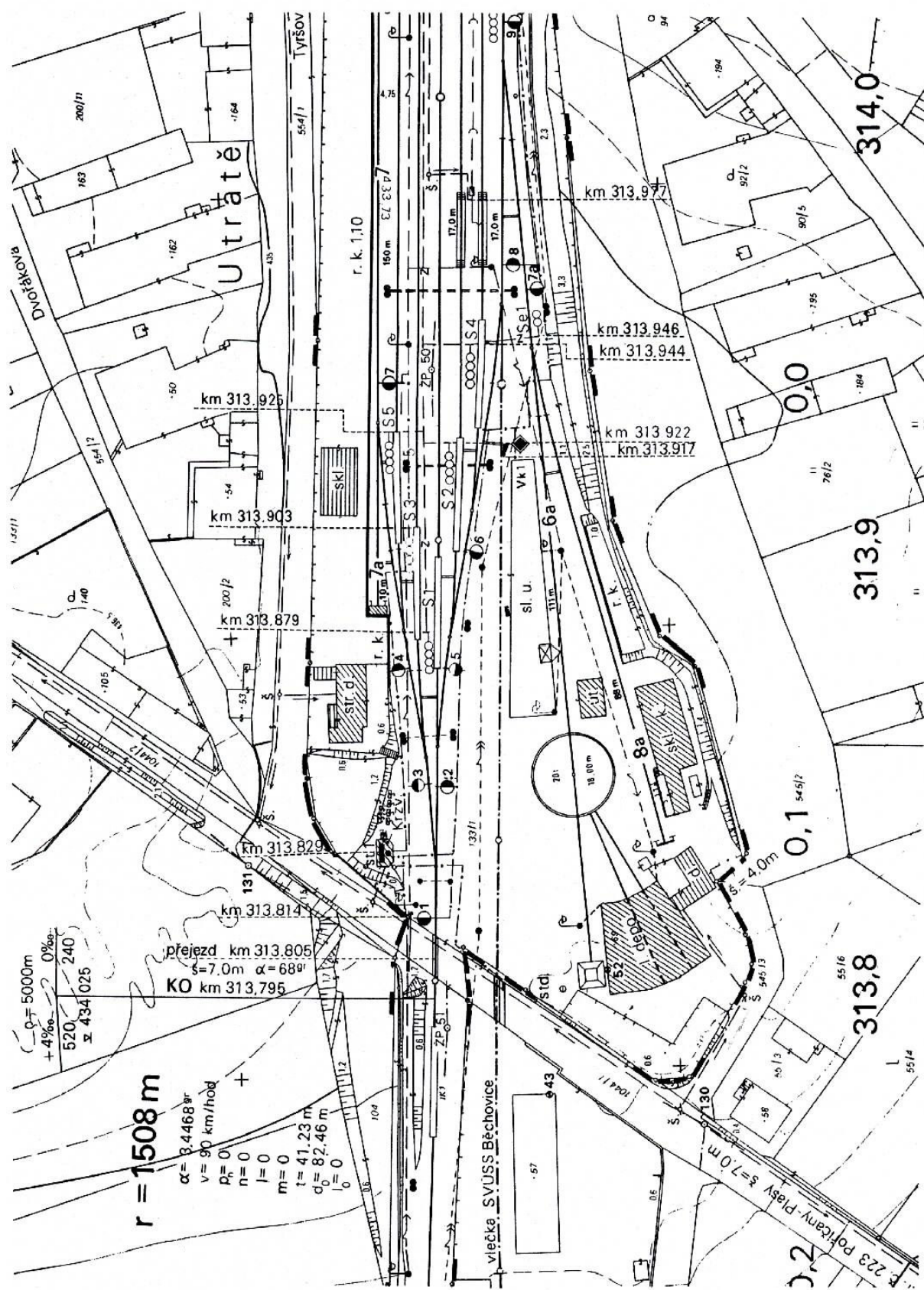
Obr. 9.27. Polární koordinatograf Haag-Streit 5100

Podrobné body odměřané metodou polárních souřadnic zobrazujeme polárním koordinatografem. Mezi nejpopulárnější polární koordinatografy patří přístroj firmy Haag-Streit AG (obr. 9.27). Skládá se z kruhového rámu, v kterém se pohybuje prstenec s úhlovou stupnicí a ramenem v směre

priemeru, na ktorom je dĺžková stupnica a vynášacie zariadenie. Prístroj položíme približne na bodom, z ktorého budeme vynášať podrobné body. Na dĺžkovej stupnici nastavíme nulu a skrutkami na centráciu prístroj scentrujeme. Centráciu kontrolujeme pomocou lupy, ktorá je súosá s pikírovacím hrotom. Po nastavení lupy na orientačný bod pripravíme východiskové čítanie na stupnici prístroja tak, že prestavíme polohu verniera k hlavnej stupnici na vyžadovanú uhlovú hodnotu a pretočíme prstenec medzikružia do zodpovedajúceho postavenia k stupnici verniera a v tejto polohe ho upevníme.

Trigonometrický bod 	Medzník 	Bod stabilizovaný rúrkou 	Bod čs. nivelačnej siete 	Bod technickej nivelácie
Hranice 	Orná pôda 	Vinice 	Záhada 	Ovocný sad
Lúka 	Pastvina 	Ihličnatý les 	Listnatý les 	Krovie
Cintorín 	Park 	Neplodná pôda 	Močiar 	Budova murovaná drevená
Stĺp drevený 	Pomník 	Križ 	Priepust 	Lom
Kostol 	Most betónový 	Most kovový 	Most drevený 	Elektrické vedenie nadzemné
Železničná koľaj 		Tunel 		Umelý svah
Stĺp betónový 	Stĺp kovový 	Nadzemné vedenie 	Podzemné vedenie 	Vpust
Zavory 	Výkofajka 		Námedzník 	
Obojstranná výhybka 	Výhybky 		Výhybky so spoločným vymieňacím stykom 	
Súmerná obojstranná výhybka 	Križovatková výhybka 		Polovičná križovatková výhybka 	

Obr. 9.29. Ukážka značiek Základnej mapy SR veľkej mierky



Obr. 9.30. Jednotná železničná mapa (časť vzorového listu)

Podrobné body vo vyžadovanej mierke zobrazíme pomocou uhlového a dĺžkového verniera po nastavení odmeraných polárnych prvkov ω a s . Polohu podrobného bodu vypichneme a označíme číslom. Body môžeme zobrazovať v mierkach 1:500, 1:1000, 1:2 000 a ich násobkoch.

Dĺžka ramena na zobrazenie vzdialenosti je 200 mm. Presnosť zobrazovania uhlov je $2,5^\circ$ a dĺžok 0,1 mm v mierke mapy.

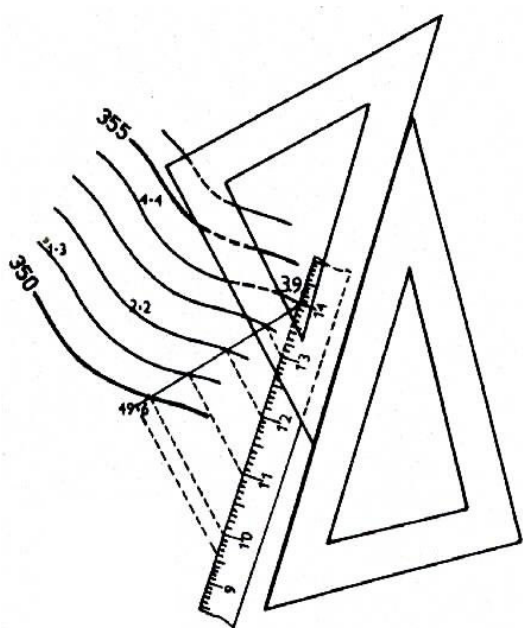
Zobrazovanie podrobných bodov odmeraných metódou pravouhlých súradníc je namáhavejšie ako zobrazovanie bodov odmeraných metódou polárnych súradníc. Vykonáva sa zobrazovacími trojuholníkmi postupným vykreslením jednotlivých bodov od meračskej priamky (obr. 9.28).

Po zobrazení podrobných bodov podľa meračského náčrtu vyriešime polohopis. Tvrdou ostrou ceruzkou (zastrúhanou do tvaru dlátka) medzi podrobnými bodmi jemne prerýjeme situačnú kresbu. Vyriešenie polohopisu končí vyrovnaním stykov medzi susednými mapovými listami a kontrolou situačnej kresby rôznymi mierami (omerné miery, dĺžky meračských priamok a pod.). Krajné odchýlky medzi priamo meranou dĺžkou medzi dvoma podrobnými bodmi a dĺžkou odmeranou na kartografickom origináli mapy sú v tab. 9.2.

Krajná odchýlka medzi polohopisnými čiarami na styku mapových listov (meraná kolmo na smer čiar) je pri zobrazení v ceruzke daná hodnotou 0,3 mm.

Na obr. 9.29. je ukážka zo zoznamu mapových značiek predmetov merania na tvorbu Základnej mapy SR veľkej mierky podľa STN 01 3411 a STN 01 3412.

Značky majú vo všetkých mierkach rovnaké vyobrazenie. Ukážka polohopisnej kresby JŽM je na obr. 9.30.



Vrstevnice riešime na mapovom liste, na ktorom je už tušom vykreslený polohopis. Ku každému určenému podrobnému bodu pripíšeme jeho výškovú kótu vo farbe s akou budeme zobrazovať vrstevnice. Desatinnú bodku výškovej kóty predstavuje vpich pikírovacieho hrotu. Popis kót na centimetre uskutočníme rovnobežne s rámom mapového listu (rovnobežne s osou Y). V prípade, že potrebujeme napísať výšku bodu zapojeného do situačnej kresby, kótu vpíšeme rovnobežne nad alebo pod kresbu. Popis kót nesmie prekryvať polohopis. Z úsporných dôvodov u podrobných bodov nemusíme písať stovky a desiatky metrov. Výšky kót na maticiach zapisujeme len na decimetre.

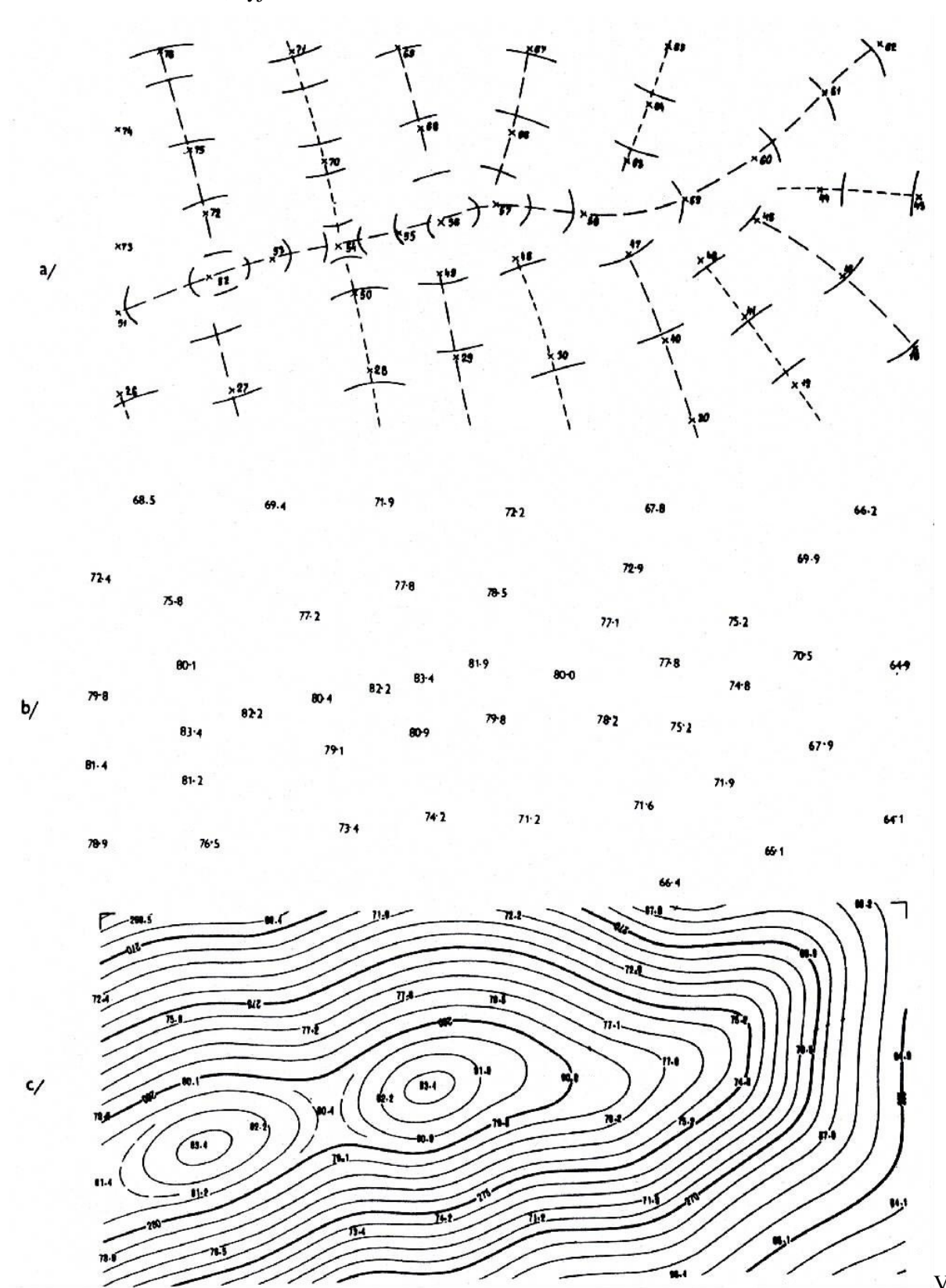
Obr. 9.32. Interpolácia prúžkovou metódou

Pred riešením vrstevníc do mapového listu vyznačíme ešte jemne ceruzkou podľa meračského náčrtu pomocné čiaru kostry terénu (chrbátnice, údolnice a spádnice). Pozdĺž týchto čiar na spojnicach medzi jednotlivými výškovými kótami vyhladáme interpoláciou celé metrové hodnoty a takto určíme body, ktorými prechádzajú vrstevnice. Pospájaním bodov o rovnakých nadmorských výškach, s rešpektovaním topografických zákonitostí dostaneme vrstevnice (obr. 9.31).

Grafickú lineárnu interpoláciu výšok medzi dvoma podrobnými bodmi geometricky predstavuje stupňovanie priamky. Aplikujeme ju v prípadoch, keď je medzi dvoma bodmi rovnomerný priebeh povrchu terénu, ako napr. na chrbátnici, údolnici, na hranách a pod.

Najjednoduchší spôsob interpolácie je tzv. prúžkovou metódou. Postup interpolácie je zrejmý z obr. 9.32. Okrem toho sa používajú osobitné interpolátory, ktorých cieľom je urýchlenie interpolácie.

Terénne tvary vyjadrujeme vrstevnicami zvyčajne s intervalom 1 m. V plochom teréne, kde je vzájomná vzdialenosť metrových vrstevníc na mape väčšia ako 30 mm, použijeme k presnejšiemu vyjadreniu interval 0,5 m. Naproti tomu, v členitom teréne, kde sa vzájomná vzdialenosť metrových vrstevníc veľmi zmenší, vyjadríme sklon terénu 5 m vrstevnicami.



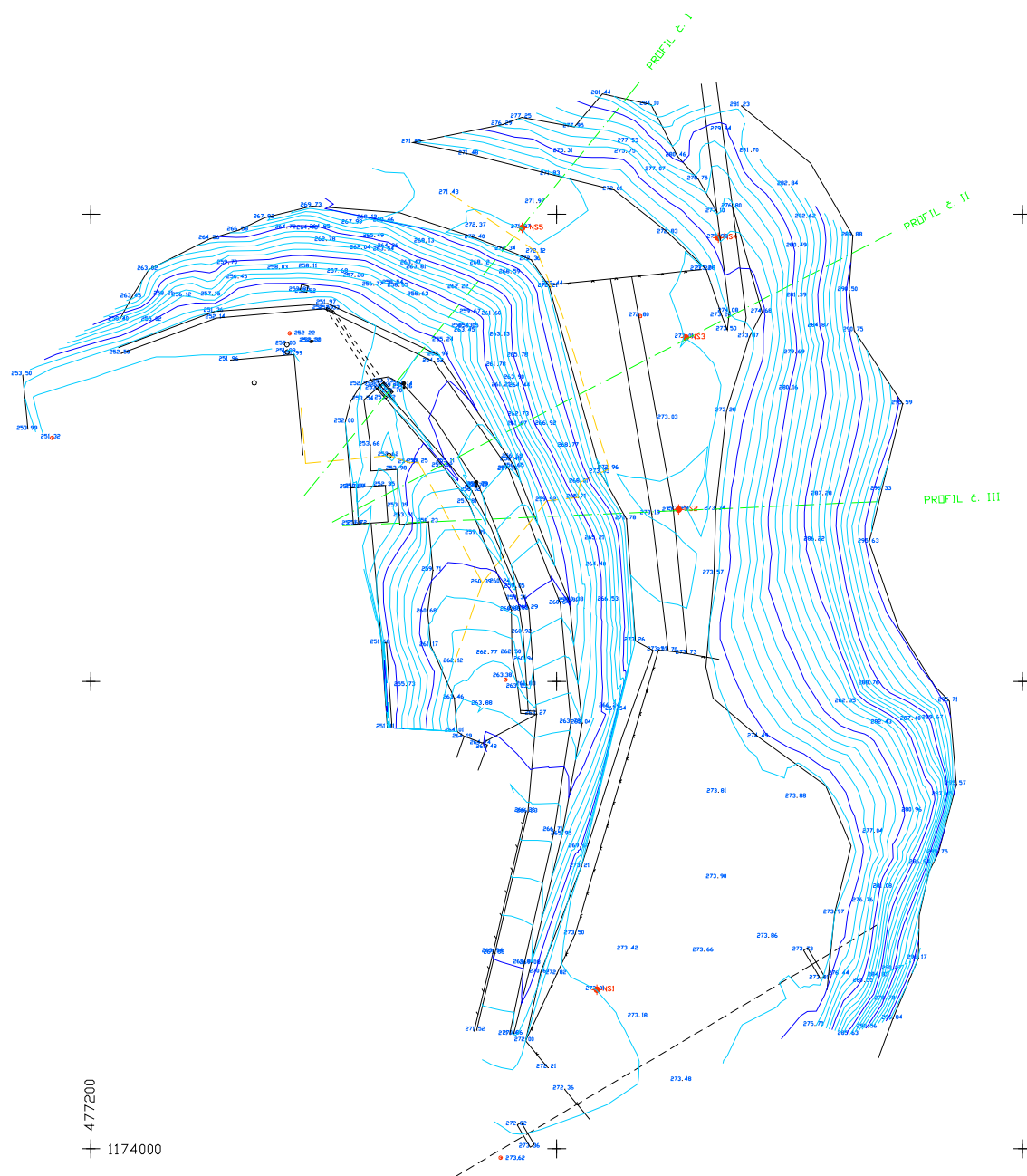
Obr. 9.31. Postup pri riešení vrstevníc

Vrstevnice na JŽM, sa vykresľujú mimo železničného telesa. Šrafami sa znázorňujú prirodzené a umelé svahy vzniknuté antropogénnou činnosťou, železničné teleso, terénne stupne, zářezy, priekopy apod. Šrafy sa kreslia len v charakteristických úsekoch svahov dlhou a krátkou čiarou a hrúbke 0,1 mm, pričom kratšia čiarka určuje hornú hranu svahu.

Výškopis vyjadrený vrstevnicami sa zobrazí na originále mapy v hnedej alebo modrej farbe. Vrstevnice po 1 m sa zobrazia plnou čiarou o hrúbke 0,2 mm, každá piata vrstevnica (5, 10, 15 20, 25 m atď.) plnou čiarou o hrúbke 0,4 mm. Doplnujúce vrstevnice po 0,5 m sa zobrazujú prerušovanou čiarou.

Výškové údaje vrstevníc sa zapisujú v miestach, kde sa priebeh vrstevníc preruší. Zápisy výškových údajov sa orientujú v smere stúpania terénu. Údaje relatívnych výšok sa uvádzajú v rovnakej farbe ako kóty a vrstevnice.

Pred vykreslením vrstevníc sa vyrovnajú styky vrstevníc medzi susednými mapovými listami. Krajná odchýlka medzi vrstevnicami (meraná kolmo na vrstevnicu) je 0,6 mm.



Obr. 9.33. Účelová vektorová mapa (použitý SW AutoCad 2002, Atlas – doc. Šíma)

9.4.2 Konštrukcia mapového listu vo vektorovej podobe

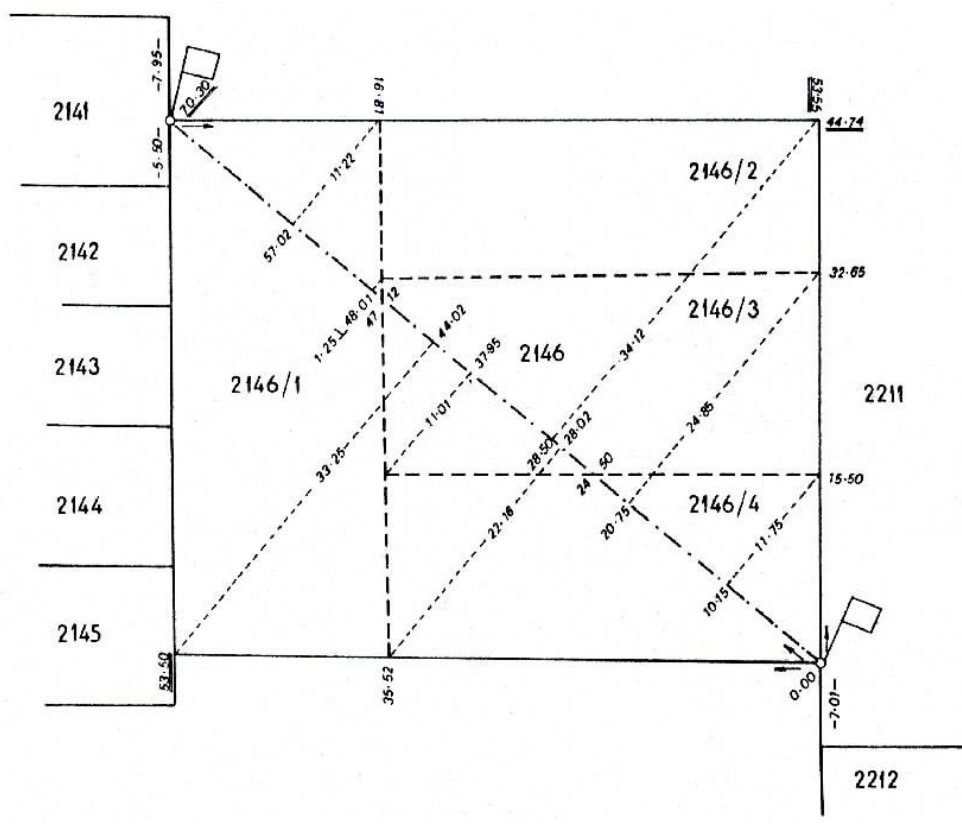
Medzi grafickou a vektorovou podobou mapy nie je žiadny rozdiel. Vektorová mapa (VM) sa konštruje vhodným (často špecializovaným SW podľa druhu mapy) rovnakým postupom a podľa rovnakých pravidiel ako grafická mapa. VM je výsledkom vizualizácie predmetov merania vo vektorovom tvare s obsahom a presnosťou určenou pre ten-ktorý druh mapy. VM je uložená so stanovenou štruktúrou a formátom na pamäťovom médiu PC. Na konštrukciu jej obsahu je použitý rovnaký značkový kľúč ako u grafickej mapy. Vytlačená VM má vlastnosti grafickej mapy (obr.9.33).

Výškopis VM je možné vyriešiť napr. softvérom Atlas Map 3D a TerraModeler. Softvéry medzi odmeranými bodmi interpolujú vrstevnice lineárne. Z uvedeného dôvodu je potrebná väčšia hustota podrobných bodov, ktorými vyjadrujeme výškopis mapy. Pri konštrukcii vrstevníc je potrebné zadať hrany, na ktorých sa zohľadňuje priebeh vrstevníc ako u manualnej formy interpolácie.

Pri konštrukcii vektorovej mapy a riešení vrstevníc sa riadime technickými postupmi použitého SW, ktoré sú podrobne popísané v príslušných príručkach.

9.5 OPRAVA A DOPLNENIE OBSAHU MAPY

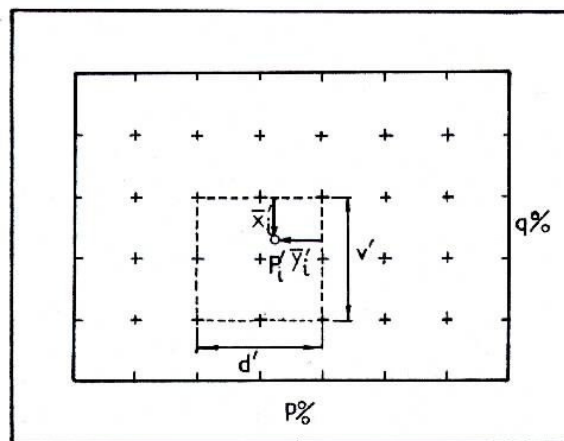
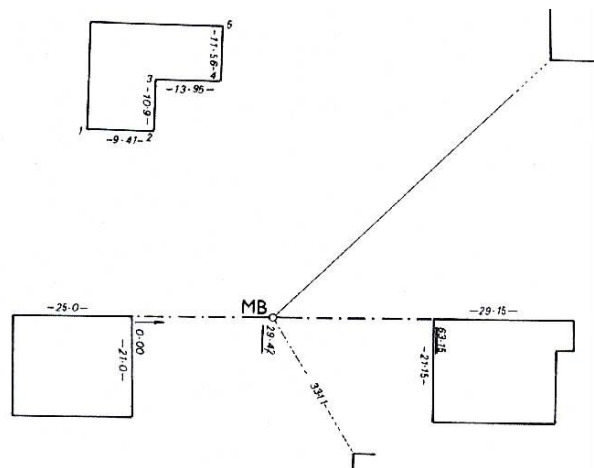
Polohopisné a výškopisné mapy často nepodávajú verný obraz skutočnosti, dokonca ich obsah sa už krátko po vyhotovení viac alebo menej líši od aktuálneho stavu (brehy riek, banské mapy ťažobných lokalít, mapy aktívnych zosuvných oblastí atď.). Pri využívaní existujúcich originálnych mapových podkladov pre projekčné a iné účely je nutné overovať ich obsah a vhodnými geodetickými metódami ho dopĺňať, resp. opravovať. Nespornou výhodou v týchto prípadoch je používanie jednotného polohového a výškového systému: S-JTSK a Bpv. Mapy dopĺňame buď z daných bodov PPBP, alebo novovybudovaných bodov PPBP metódami podrobného merania polohopisu a výškopisu.



Obr. 9.34. Doplnenie mapy metódou pravouhlých súradníc

V prípadoch, keď sa mapové podklady vyhotovili v miestnom súradnicovom systéme, alebo náklady na doplnenie PPBP by boli neúnosne vysoké, prípadne keď ide o malé zmeny, doplnenie obsahu mapy vykonáme z overených situačných a výškových bodov mapy.

Na obr. 9.34 je ukážka overenia polohopisu na mape (plná čiara) a domapovanie metódou pravouhlých súradníc (čiarkovaná čiara). Na obr. 9.35 je ukážka doplnenia mapy metódou polárnych súradníc.



Obr. 9.35. Doplnenie mapy metódou polárnych súradníc

Obr. 9.36. Deformácia papiera

Polohu koncových bodov meračskej priamky (bodkočiarkovaná čiara) musíme overiť najmenej troma kontrolnými meraniami. Odchýlky medzi dĺžkami odmeranými na mape a v teréne nesmú prekročiť krajnú odchýlku uvedenú v tab. 9.2.

Odmerané miery z mapy a vynášané dĺžky do mapy sa v prípade potreby opravujú o vplyv zrážky papiera. Pri práci s vektorovou mapou problém dĺžkovej zrážky mapy odpadá

Výšku stanoviska merania odvodíme od situačne identifikovaných kót v mape. Na výpočet výšok nových podrobných bodov použijeme strednú hodnotu výšky stanoviska.

9.6 DEFORMÁCIA (ZRÁŽKA) MAPOVÉHO PODKLADU

V záujme vylúčenia deformácie papiera mapového listu Inštrukcia NP 2703/1993 a M 20/1 predpisujú vyhotovovanie mapových originálov na nezrážanlivom podklade. V praxi sa nám však môže stať prípad, že budeme nútení odmeriavať alebo zobrazovať súradnice a odmerané prvky do mapy, u ktorej konštatujeme deformáciu papiera. Veľkosť deformácie sa udáva obyčajne v % podľa rovnice (obr. 9.36):

$$p \% = \frac{(d - d') 100}{d}, \quad (9.17)$$

v ktorej d je pôvodná dĺžka (rozmer),

d' je zistená dĺžka (rozmer) odmeraná z mapy.

Pri mapách vyhotovených v základnom mapovom obdĺžniku a opatrených štvorcovou sieťou môžeme ľahko vyšetriť deformáciu papiera. Umožnia nám to známe pôvodné rozmery siete a zistené rozmery. Na bežné účely nám postačí vyšetriť deformáciu papiera v smeroch mapového obdĺžnika a to v priestoroch, v ktorých budeme zobrazovať, resp. vymeriavať body.

Súradnice zobrazovaných bodov najprv redukuje na severovýchodný roh príslušného štvorca siete a pre redukované súradnice vypočítame opravy z deformácie papiera podľa rovníc:

$$\begin{aligned}\bar{y}'_i &= \bar{y}_i - \bar{y}_i \frac{p \text{ ‰}}{100} \\ \bar{x}'_i &= \bar{x}_i - \bar{x}_i \frac{q \text{ ‰}}{100} .\end{aligned}\tag{9.18}$$

Pri oprave odmeraných súradníc \bar{y}'_i a \bar{x}'_i redukovaných o deformáciu papiera budeme postupovať podľa rovníc (9.18), ktoré upravíme na tvar:

$$\begin{aligned}\bar{y}_i &= \bar{y}'_i + \bar{y}'_i \frac{p \text{ ‰}}{100} \\ \bar{x}_i &= \bar{x}'_i + \bar{x}'_i \frac{q \text{ ‰}}{100} .\end{aligned}\tag{9.19}$$

Rozsiahlejšie zobrazovacie práce do máp postihnutých deformáciou papiera sú nehospodárne. V takýchto prípadoch sa upraví mierka mapy (odstráni sa deformácia papiera) napr. fotoreprodukčnou cestou, kedy sa reprodukcia mapy vykoná na fotografický papier s nezrážanlivým podkladom.