

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

GEODEZIE 20

Ing. Jan Ratiborský, CSc.

Vydavatelství ČVUT upozorňuje autory na dodržování autorských práv.
Za jazykovou a věcnou správnost obsahu díla odpovídá autor. Text neprošel jazykovou ani
redakční úpravou.

© Jan Ratiborský, 2002
ISBN 80-01-02635-3

Předmluva

Tato skripta jsou určena posluchačům 1. ročníku oboru geodézie a kartografie ČVUT, kteří absolvovali výuku v 1. semestru.

Skripta by měla poskytnout informace pro studium ve vyšších ročnících, ve kterých budou studenti rozvíjet znalosti podrobněji a do větší hloubky. Bude se jednat o tyto předměty: vyšší geodézie, teorie chyb a vyrovnávací počet, mapování, kartografie, výpočetní a zobrazovací technika.

Obsah skript navazuje na skripta Geodézie 10. Skripta jsou rozdělena do následujících kapitol:

1. Polohopisné základy, kde bude dán základní přehled o trigonometrických sítích na našem území, kladu mapových listů, číslování bodů, stabilizaci a signalizaci bodů polohového pole.
2. Podrobné polohopisné měření, kde bude dány základní informace o zaměřování polohopisu metodou polární a ortogonální.
3. Grafické zpracování měření.
4. Polohové vytyčovací úlohy.
5. Vytyčování kružnicových oblouků.
6. Vytyčovací úlohy pomocí polygonových pořadů.
7. Výpočet výměr.

Snahou autora bylo, aby skripta odpovídala současnému vývoji v zeměměřictví, platným předpisům a hospodárnému používání měřických metod, při dodržení požadované přesnosti.

Přestože vývoj v geodézii v posledních letech značně pokročil (uvažme jen tuto vývojovou řadu: kalkulátory, počítače, počítače PC, elektronické dálkoměry, záznamníky dat, totální stanice - elektronické univerzální teodolity, grafické systémy umožňující vykreslit zpracovaná data, určování polohy pomocí globálního polohového systému (GPS), je nutné se obracet i do minulosti a uvědomovat si historické souvislosti vzniku mapových děl a vážit si toho, co naši předchůdci dokázali. Nebylo toho málo.

Při výběru literatury jsem se snažil uvádět dostupnou literaturu, zejména články dotýkající se uvedené problematiky v odborných časopisech *Geodetický a kartografický obzor*, *Zeměměřič*, *Pozemkové úpravy* případně na vybraných *www stránkách*.

Závěrem bych chtěl poděkovat všem, kteří mi byli nápomocni radou při psaní skript. Zejména pak kolegům z katedry geodézie a pozemkových úprav a recenzentovi Ing. Václavovi Hejdovi z firmy Regeo s. r. o. ze Zbraslavi za pečlivé přečtení rukopisu a připomínky. Připomínky je možné také zaslat autorovi skript na adresu: ratiborsky@fsv.cvut.cz.

V Praze 15. července 2002

PODSTATY REGULACE
OBSAH GEODÉZIE
STABILIZACE

Kapitola první

1. Polohopisné 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 omezuje hromadění chyb nebo alespoň snižuje jejich vliv na nejmenší míru. Zásadně se musí postupovat **z velkého do malého**, tj. 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.

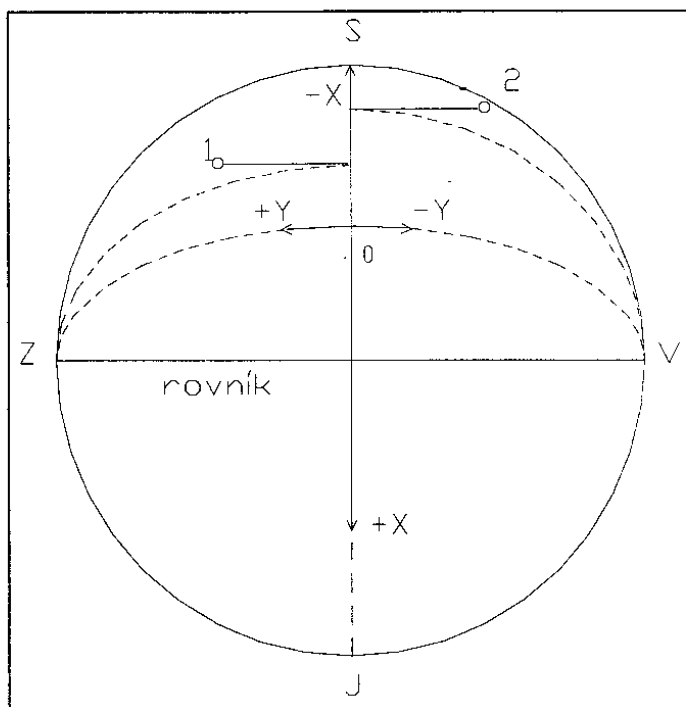
Polohopisný geodetický základ tvoří trigonometrické (trojúhelníkové) sítě. Vrcholy těchto trojúhelníků se nazývají trigonometrické body a tvoří tzv. základní polohové bodové pole. Trojúhelník byl zvolen za základní prvek proto, že je nejjednodušším útvarem, který nejlépe zaručuje tuhost sítě, přičemž měření i výpočty v něm jsou mnohem jednodušší, než u kteréhokoliv jiného n-úhelníku. Protože založení, zaměření a výpočty v trigonometrických sítích jsou náplní výuky v předmětech vyšší geodézie, geodetická astronomie, vyrovnávací počet a matematická kartografie, bude v této kapitole objasněna jen podstata těchto problémů.

Poznámka: Ve skriptech Geodézie 10 na stránkách 178 - 180 byla věnována pozornost podstatě triangulace a proto již zde nebude zmiňována.

1. 1 Souřadnicové systémy na území České republiky

1. 1. 1 Souřadnicový systém stabilního katastru

První trigonometrické sítě v prostoru našich zemí byly vybudovány v Rakousku - Uhersku pro katastrální vyměřování v letech 1821 až 1840. Název *stabilní katastr* je odvozen od skutečnosti, že katastrální měření mělo jednou provždy opatřit mapy celého bývalého Rakouska - Uherska. Všechny práce byly na svoji dobu neobyčejně důkladně připraveny, což vedlo k naději, že ho nikdy (katastr) nebude třeba měnit.



Rozměry sítě byly určeny ze 4 geodetických základů ve střední zeměpisné šířce mocnářství. Poloha bodů I. až III. řádu byla určena výpočtem z úhlů měřených teodolity, kdežto body IV. řádu byly určeny jen grafickou triangulací, a jsou proto nepřesné. Triangulace byla prováděna po částech území, bez rozlišování bodů na I., II. a III. řád. Toto rozlišení bylo provedeno až dodatečně a jen formálně.

Síť byla z elipsoidu ($a = 6\,376\,045$ m, $i = 1:310$ [HAUF, 1989]) převedena do roviny transverzálním bezprojekčním válcovým zobrazením Cassiniho-Soldnerovým do roviny [HOJOVEC].

Obr. 1.1

Poloha trigonometrických bodů byla vyjádřena rovinnými pravoúhlými souřadnicemi. Kladná osa úseček + X směřovala k jihu ve směru poledníku. Hlavní kružnice jdoucí počátečním bodem soustavy kolmo k ose X byla zvolena za osu Y. Kladná větev + Y směřuje na západ a záporná větev - Y směřuje na východ (obr. 1.1).

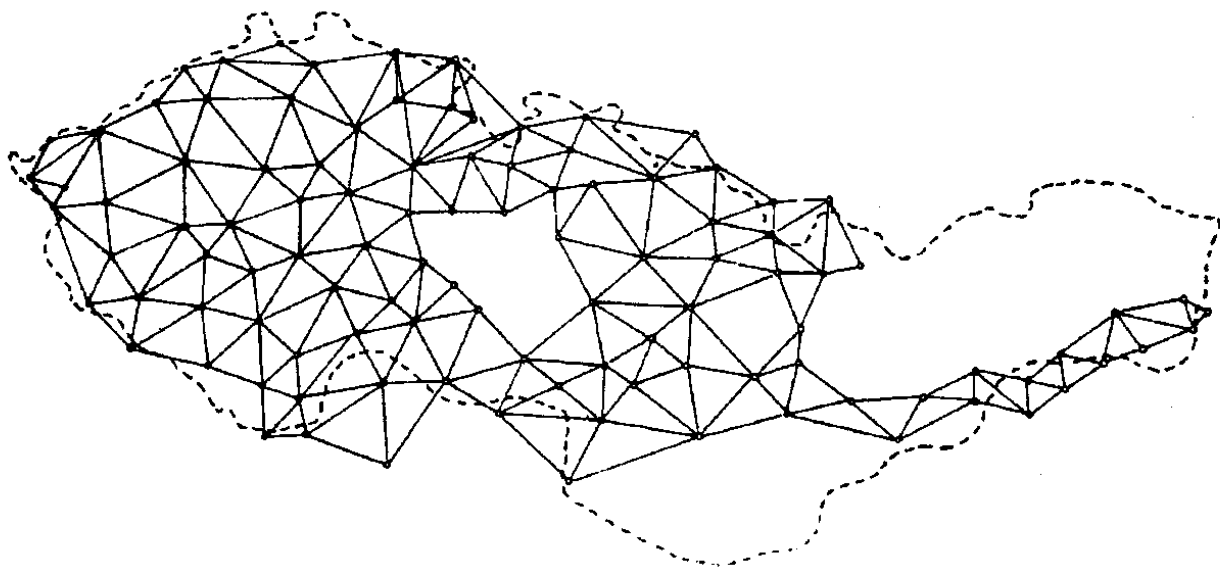
Poloha každého bodu byla sice určena dvěma oblouky čili sférickými souřadnicemi, avšak ty se zobrazovaly jako přímky na sebe kolmé. Tím bylo zanedbáno zakřivení zemského povrchu a sbíhavosti hlavních kružnic. Aby nedocházelo k neúměrnému zkreslení, bylo mapované území omezeno hranicemi jednotlivých zemí, pro něž byly voleny samostatné souřadnicové systémy. Bylo použito celkem 7 souřadnicových systémů, z nichž dva se týkají našeho státu (obr. 1.11).

Území Čech patří do tzv. GUSTERBERSKÉHO systému s počátkem v trigonometrickém bodě Gusterberg v Horních Rakousích o souřadnicích $\varphi = 48^{\circ} 02' 18,47''$, $\lambda = 31^{\circ} 48' 15,05''$, délkové zkreslení dosahuje hodnoty až 46 cm/1 km. V systému byla navíc učiněna ještě chyba v orientaci celé sítě $4' 22,3''$, o niž je kladná větev osy X stočena na západ.

Území Moravy a Slezska patří do tzv. VÍDEŇSKÉHO systému s počátkem v trigonometrickém bodě věže kostelu sv. Štěpána ve Vídni $\varphi = 48^{\circ} 12' 31,54''$, $\lambda = 34^{\circ} 02' 27,32''$, délkové zkreslení dosahuje hodnoty až 40 cm/1 km. Zeměpisná délka je od poledníku Ferro. Území Slovenska patřilo do tzv. BUDAPEŠŤSKÉHO systému s počátkem v trigonometrickém bodě Gellérthegey (čti gelérthed' = Gelértův vrch) v Budapešti. Nevýhodou starší katastrální sítě byla též skutečnost, že trvalá stabilizace trigonometrických bodů byla provedena až 20 let po triangulaci! Tím značně utrpěla přesnost polohy jednotlivých bodů, nehledě k tomu, že se mnoho bodů ztratilo.

Stabilizační kameny trigonometrických bodů jsou označeny značkou K.V., což značí *Katastral Vermessung* (katastrální vyměřování). Je však nutno poznamenat, že 70 % procent území republiky je dosud pokryto mapami v tomto souřadnicovém systému [OLIVOVÁ].

1. 1. 2 Vojenská triangulace z roku 1862-1898



Obr. 1.2 - Vojenská triangulace

Vojenská síť (obr. 1.2) byla vybudována v letech 1862 - 1898 a vyznačuje se podstatně vyšší přesností. Jako referenční plocha byl použit Besselův elipsoid. Polovina trojúhelníků I. řádu se uzavírala s chybou menší než 1". Rozměr sítě byl odvozen z 22 přímo měřených základů. Poloha bodů byla vyjádřena jen v zeměpisných souřadnicích na Besselově elipsoidu. Při výpočtu souřadnic se vycházelo z trigonometrického bodu I. řádu Hermannskogel u Vídne.

Stabilizační kameny ve vojenské síti jsou označeny M.T., což značí *Millitär - Triangulierung* (vojenská triangulace).

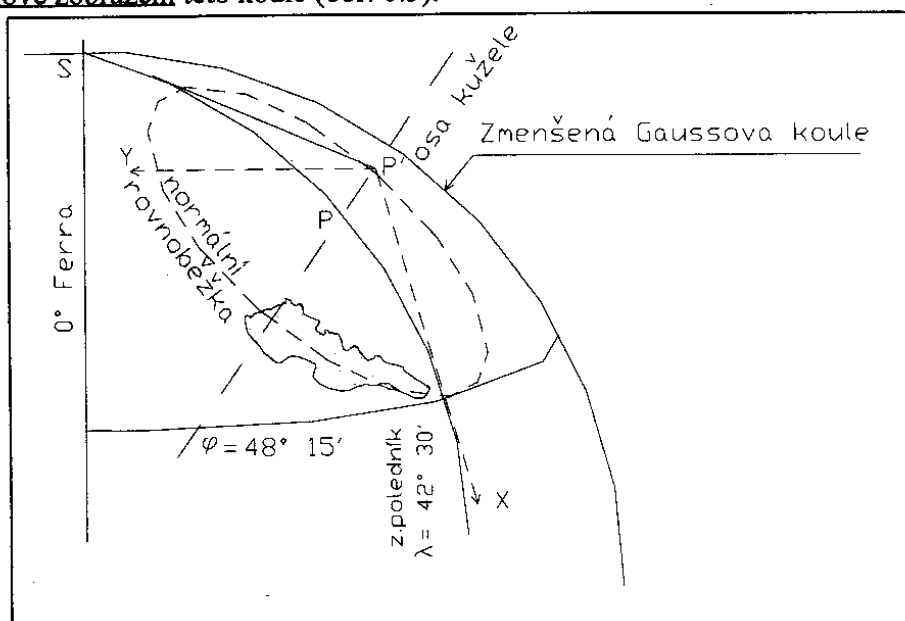
1. 1. 3 Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální S-JTSK je přijatým systémem pro Českou republiku. Je definován Besselovým elipsoidem, převzatými prvky sítě dřívější vojenské triangulace, tj. rozměrem, orientací i polohou na elipsoidu, jednotnou trigonometrickou sítí katastrální a Křovákovým zobrazením. Závaznou zkratkou je: S-JTSK.

Jednotná trigonometrická síť je v dřívějších dobách užívaný název pro sítě I. až IV. řádu Československé trigonometrické sítě. Besselův elipsoid, přijatý za výpočetní plochu je definován těmito parametry:

$a = 6\,377\,397,155$ m	délka hlavní poloosy
$b = 6\,356\,078,963\,25$ m	délka vedlejší poloosy
$i = 1 : 299,152\,813$	zploštění
$e^2 = 0,006\,674\,372\,23$	excentricita.

Křovákovo zobrazení je kartografické zobrazení navržené Ing. Josefem Křovákem [BÖHM, 1984] r. 1922 pro tehdejší Československo. Je to stejnoúhlé zobrazení elipsoidu na kouli a obecně stejnoúhlé kuželové zobrazení této koule (obr. 1.3).



Obr. 1. 3

Stejnoúhlé (konformní) zobrazení je takové, u něhož délkové zkreslení nezávisí na směru délkového elementu a tudíž se nezkrusují úhly.

Zobrazení v obecné poloze je zkrácené vyjádření pro polohu zobrazovací plochy vůči referenční ploše pro uvažované kartografické zobrazení. Osa zobrazovací plochy prochází středem referenční plochy a svírá s rovinou rovníku úhel, který je různý od 0° a 90° . Osa prochází kartografickými póly. Zobrazení je definované zobrazovacími rovnicemi splňující podmínky spojitosti a vzájemné jednoznačnosti s výjimkou singulárních bodů [HOJOVEC], [MAŠEK].

Jednotnou trigonometrickou sítí katastrální tvořilo 268 bodů (obr. 1.4) nové základní sítě, z nichž 107 bylo totožných s body I. řádu vojenské triangulace (obr. 1.2). Úhly se měřily Schreiberovou metodou.

Výpočet (transformace) zeměpisných souřadnic (φ, λ) na pravoúhlé (x, y) má čtyři etapy výpočtů.

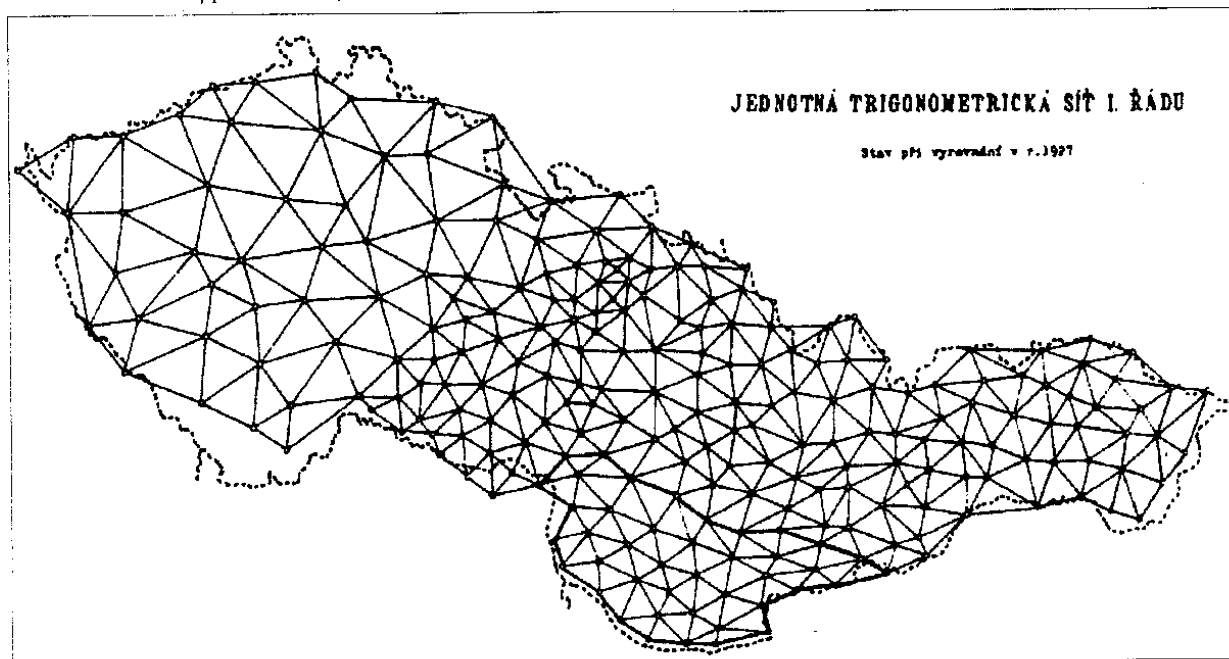
1. Konformní zobrazení Besselova elipsoidu na kouli převodem zeměpisných souřadnic φ, λ na sférické U, V . Poloměr Gaussovy koule je určen pro $\varphi = 49^\circ 30'$ [GEODÉZIE 10 (4.1)] a je roven

$$6\,380\,703,610\,5 \text{ m.}$$

2. Převod sférických souřadnic U, V na kartografické Š, D na Gaussově kouli s posunutým pólem P o souřadnicích (obr. 1.5)

$$\lambda_p = 42^\circ 30' \text{ východně od Ferra}$$

$$\varphi_p = 90^\circ - \alpha, \quad \alpha = 30^\circ 17' 17,303 11''.$$



Obr. 1.4

Vztah mezi poledníkem procházejícím mysem Orchilla na ostrově Ferro a Greenwichskou hvězdárnou je možné vyjádřit vztahem

$$\lambda_G \approx \lambda_F - 17^\circ 39' 46''.$$

Kartografické souřadnice Š a D se určí ze vztahu

$$\cos(90 - \check{S}) = \cos \alpha \cos(90 - U) - \sin \alpha \sin(90 - U) \cos V,$$

$$\frac{\sin(180 - D)}{\sin(90 - U)} = \frac{\sin V}{\sin(90 - \check{S})}$$

Po úpravě

$$\sin \check{S} = \cos \alpha \sin U - \sin \alpha \cos U \cos V$$

$$\sin D = \cos U \sin V \sec \check{S}.$$

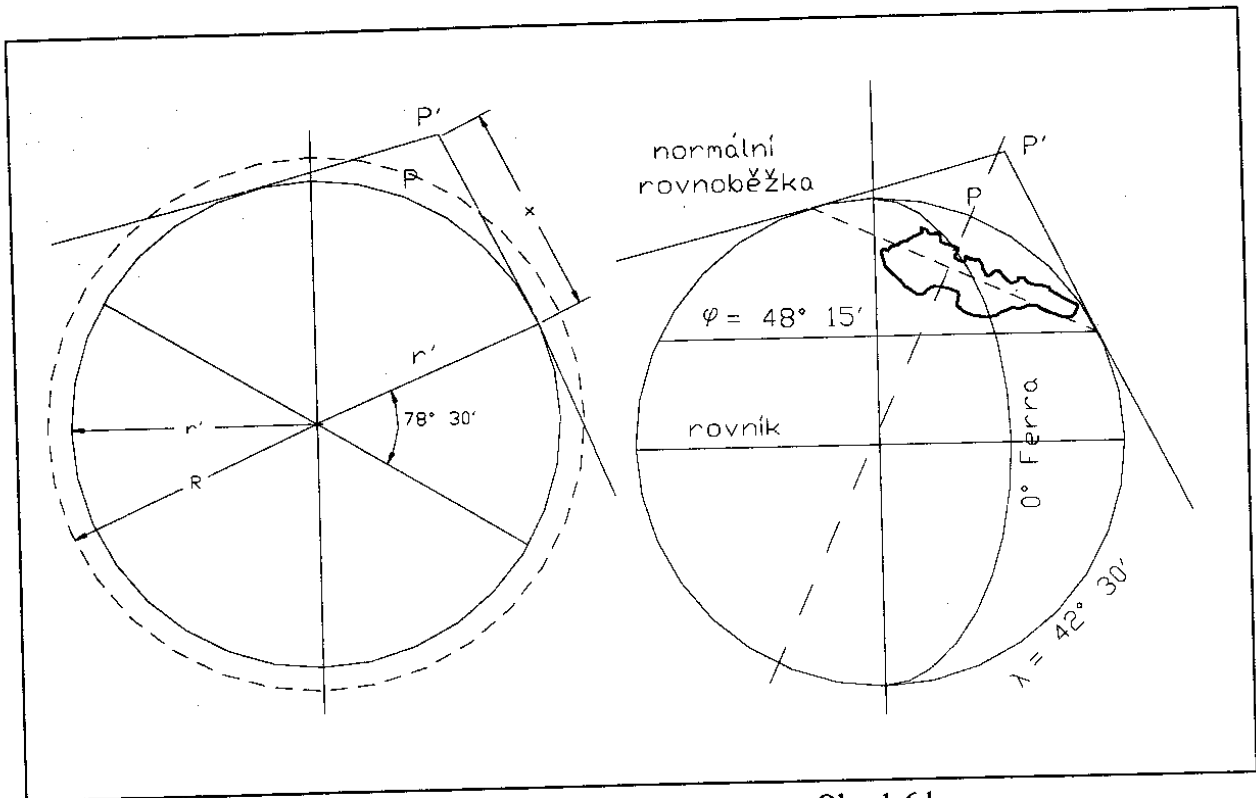
Obr. 1.5

3. Konformní kuželové zobrazení Š, D na R, D'. Pro obecné kuželové zobrazení (normální k soustavě Š, D) je zvolena základní kartografická rovnoběžka $\check{S}_0 = 78^\circ 30'$, vycházející z bodu o souřadnicích $\varphi = 48^\circ 15'$ a $\lambda = 42^\circ 30'$.

Ke zmenšení délkového zkreslení je poloměr Gaussovy koule zmenšen na poloměr $r' = 0,9999 R_m$ (obr. 1.6 a). Kužel se dotýká zmenšené koule podél kartografické rovnoběžky $78^\circ 30'$ a vrchol kužele je vzdálen o hodnotu $x = 1\,298\,039,004\,6\text{ m}$

což plyne ze vztahu

$$x = R_m 0,9999 \operatorname{tg}(90^\circ - 78^\circ 30') = r' \operatorname{cotg} 78^\circ 30' = 1\,298\,039,004\,6\text{ m}.$$



Obr. 1.6 a

Obr. 1.6 b

Naměřené délky se musejí pro převod do zobrazovací roviny S-JTSK zredukovat o tyto redukce

- na spojnici středů stabilizačních značek,
- na vodorovnou,
- do nulového horizontu.

Redukce délky do zobrazovací roviny S-JTSK se pak provede podle vzorce [BUCHAR,]

$$s_{\text{JTSK}} = \frac{s_0}{6} (m_A + m_B + 4m_{AB}). \quad (1.1)$$

Pro délky kratší než 5 km podle vzorce pro střed vzdálenosti

$$s_{\text{JTSK}} = s_0 m_{AB}. \quad (1.2)$$

Koeficient m je tabelován pro hodnotu $R = \sqrt{(x^2 + y^2)}$ [km], kde y a x jsou rovinné souřadnice nebo se vypočte ze vztahu

$$m = 0,9999 + 1,22822 \cdot 10^{-14} \Delta R^2 - 3,154 \cdot 10^{-21} \Delta R^3 + 1,848 \cdot 10^{-27} \Delta R^4 - 1,15 \cdot 10^{-33} \Delta R^5, \quad (1.3)$$

$$\Delta R = R - R_0 = R - 1\,298\,039 \text{ [m]},$$

délkové zkreslení dosahuje hodnot od - 10 do asi + 14 cm/1 km, na dvou kartografických rovnoběžkách je nulové délkové zkreslení.

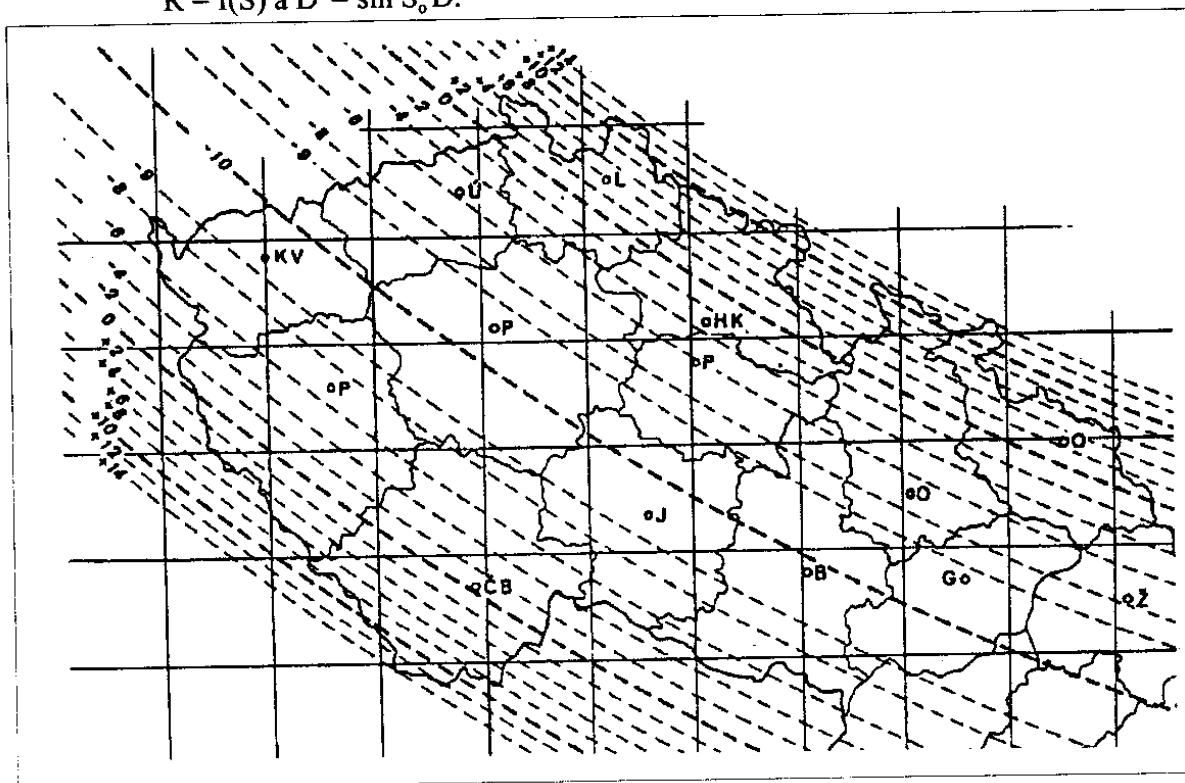
Příklad: Pro okolí naší fakulty platí $R \approx 1\,279\,000$ m. Hodnotu m najdeme pro vypočtené R např. v [HAUF, 1984], $m = 0,99990\,447$. Dosazením $\Delta R = -19\,039$ do (1.3) dostáváme $m = 0,99990\,4474$.

Znamená to tedy, že délka 1000 m by převodem do roviny S-JTSK měla délku 999,904₅ m nebo jinými slovy, že délka 1000 m dostává opravu - 9,5₅ cm. Přibližný průběh izometrických čar s hodnotami délkového zkreslení (oprav) je na obr. 1.7.

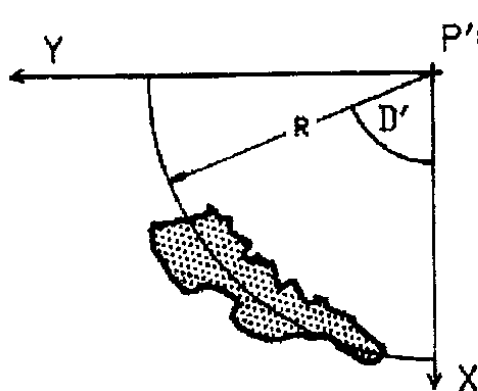
Poznámka: Velikost redukce vodorovné délky 1 km po fyzikální redukci v okolí Prahy (Dolní Břežany) je součet: redukce do nulového horizontu (pro h asi 300 (-0,05 m), S-JTSK (-0,10 m), tj. -0,15 m/1 km nebo 0,015 m/100 m. Hodnotu redukce je vhodné vložit buď do elektronického teodolitu nebo do výpočetního programu.

4. Kladná osa x leží v obraze základního poledníku $\lambda_p = 42^\circ 30'$ (obr. 1.12 b). Počátek souřadnic je ve vrcholu kužele. Kladná osa x směřuje k jihu. Kladná osa y směřuje k západu. Celá republika je umístěna v prvním kvadrantu. Polární rovinné souřadnice jsou

$$R = f(\check{S}) \text{ a } D' = \sin \check{S}_0 D.$$



Obr. 1.7 - Délkové zkreslení v S-JTSK [cm/km] (hranice krajů neodpovídají dnešnímu uspořádání)



$P'=0$ Pravoúhlé rovinné souřadnice y a x se určí ze vztahu (obr. 1.8)

$$y = R \sin D', \quad x = R \cos D',$$

$$R = \sqrt{x^2 + y^2}.$$

Pro souřadnice platí vztah $y \ll x$. Jako první se uvádí souřadnice y !

Obr. 1.8

Úhlovým vyrovnáním byl získán definitivní tvar sítě. Z časových a ekonomických důvodů nebyly měřeny žádné základny, ani nebyla vykonána měření astronomická. Rozměr, poloha a orientace na Besselově elipsoidu byly určeny nepřímo z rakouské vojenské triangulace, s níž měla 107 identických bodů. K daným zeměpisným souřadnicím byly vypočteny pravoúhlé souřadnice v rovině Křovákova zobrazení.

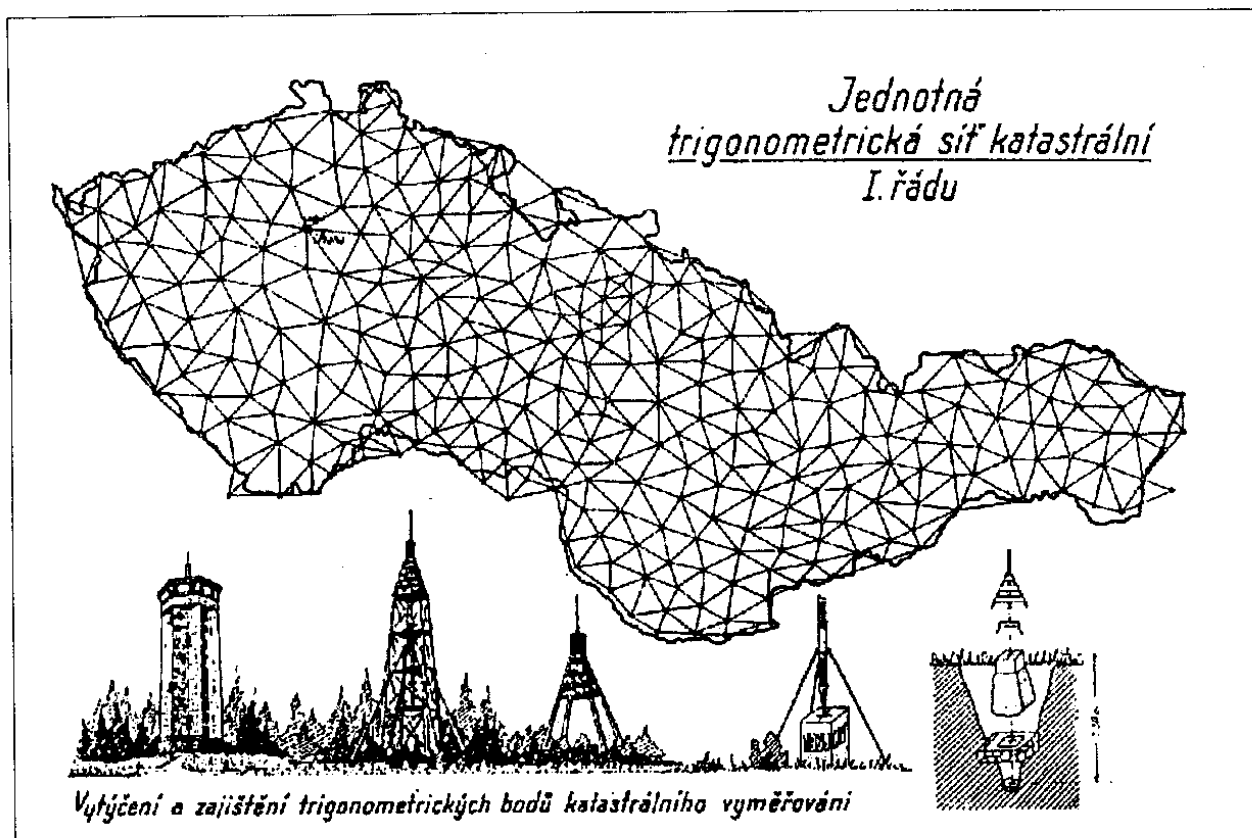
Podruhé byly tyto rovinné souřadnice vypočteny tak, že se převzala délka a azimut strany Chmelová - Velký Choč (uprostřed sítě) z vojenské triangulace. Odvodily se délky a směrníky všech ostatních stran sítě a vypočítaly se prozatímní souřadnice všech (268) bodů. Pro zmíněných 107 bodů tak byly k dispozici dvojice odlišné souřadnice v rovině Křovákova zobrazení. Kvalita vojenské triangulace se posoudila podle výsledků Helmertovy transformace [INGEDULD, 1990] v šesti skupinách, do kterých byly body rozděleny.

Z rozborů vyplynulo [VYKUTIL, 1978], že rozměr, poloha i orientace sítě I. řádu budou v daných podmínkách nejlépe určeny, použije-li se k transformaci 42 bodů v Čechách. Na některých bodech byly naopak zjištěny až několikametrové difference. Na základě těchto 42 bodů byly vypočteny prvky transformačních rovnic a podle nich definitivní pravoúhlé souřadnice bodů I. řádu.

Základní trigonometrická síť I. řádu měla trojúhelníky v Čechách s průměrnou délkou od 25 do 40 km. Od roku 1928 byla trigonometrická síť postupně zhušťována body II., III. a IV. řádu a body podrobné trigonometrické sítě (V. řádu) s průměrnou délkou stran 2 km. Na obr. 1.9 je zobrazena síť 1. řádu z roku 1936. V roce 1957, tedy za 30 roků bylo celé Československo pokryto Jednotnou trigonometrickou sítí katastrální I. až V. řádu o délce stran 2 km. Tato síť má přes 47 000 trigonometrických bodů.

S ohledem na určení rozměru sítě S-JTSK je zřejmé, že pro některé práce (např. výstavba pražského metra) je rozměr sítě nevyhovující. Proto jsou budovány lokální sítě. V Praze např. byl vybudován lokální souřadnicový systém *S-Praha* [CIMBÁLNÍK, 1976], [INGEDULD, 1981], ve kterém byl odstraněn pouze na lokalitě Prahy rozpor mezi délkami vypočtenými ze souřadnic a změřenými dálkoměry.

V současné době se řeší, jak by bylo možno síť S-JTSK zlepšit [CIMBÁLNÍK, 1993], [DUŠÁTKO], [JINDRA, 1993]. Rozpadem Československa byla nastolena otázka, zda-li by nebylo vhodné použít pro ČR jiný souřadnicový systém [BUCHAR].



Obr. 1.9 - Jednotná trigonometrická síť katastrální, ukázka signalizace a stabilizace bodů sítě

Poznámka: ve vyhlášce č. 190/1996 Sb., mají jednotlivé souřadnicové systémy přidělen kód uvedený v tab. 1.1.

Název	Kód
S-JTSK	1
gusterberský	2
svatoštěpánský	3
místní	4

Tab. 1.1 - Tabulka kódů souřadnicových systému

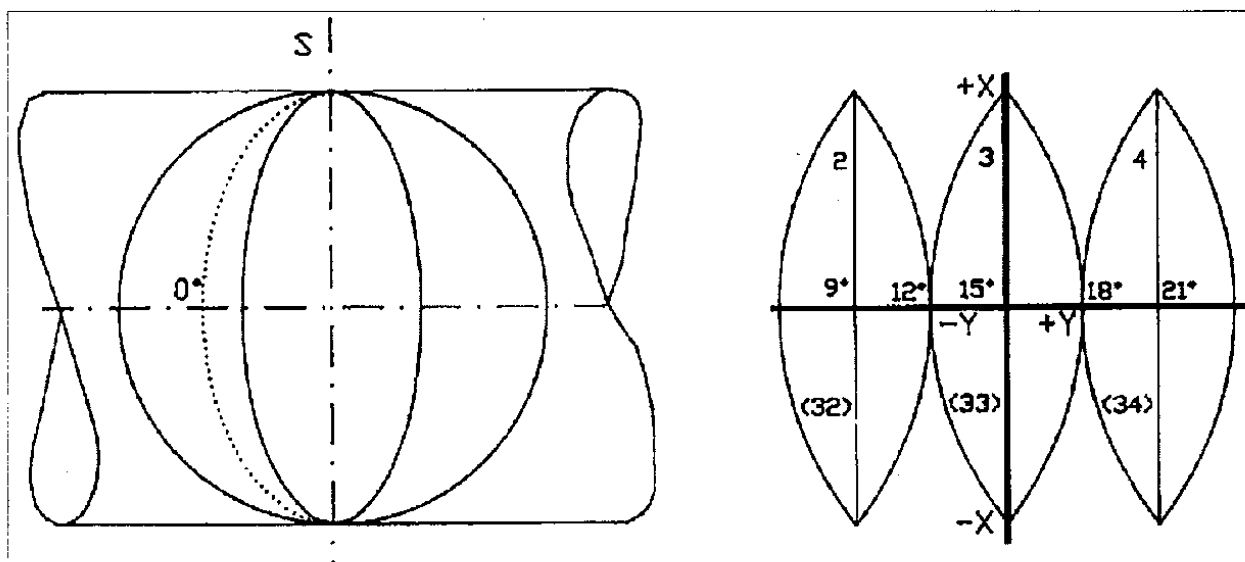
1. 1. 4 Systém S-42

Souřadnicový systém S-42 je definován Krasovského elipsoidem, Gaussovo příčným (rovníkovým) konformním válcovým zobrazením v šesti stupňových poledníkových pásích v Krügerově úpravě do roviny (obr. 1.10 a).

Každý pás má vlastní souřadnicový systém rovinných pravoúhlých souřadnic, jehož počátek tvoří vždy průsečík základního poledníku s rovníkem. Obraz základního poledníku je osou úseček x (kladný směr k severu), obraz rovníku osou Y (kladný směr k východu obr. 1.10 b). Tyto souřadnice se použijí jen pro mezipásmové převody souřadnic a pro výpočet souřadnic rohů mapových listů ze zeměpisných souřadnic.

Pro ostatní výpočty uvnitř pásu, se souřadnice y zvětšuje o konstantu $K = n \cdot 10^3 + 500$ km, kde n je číslo šestistupňového pásu. Pro třetí pás ($n = 3$) se základním poledníkem $\lambda_0 = 15^\circ$ ($\lambda_0 = 6^\circ \cdot n - 3$), je pořadnice $Y = y + 3\,500\,000$.

Souřadnicový systém Gaussova zobrazení se v ČR nazývá souřadnicový systém 1942, zkráceně S-42. Souřadnicový systém S-42 je využíván pro vojenské potřeby. V civilním sektoru byl krátce, v 60. letech minulého století, využíván pro technicko hospodářské mapování [HUMML].



Obr. 1.10 a

Obr. 1.10 b

1. 1. 5 Globální polohový systém - G P S

Družicový navigační systém globálního určování polohy GPS (Global Positioning System), nazývaný též NAVSTAR (NAVigation System using Time and Ranging) - navigační systém užívající měření času a vzdáleností se buduje od roku 1973. Je budován jako vojenský systém umožňující určení polohy libovolného počtu i rychlých objektů v reálném čase za každého počasí [KARSKÝ]. Z výše uvedených požadavků se naskytla i možnost určování poloh pomalých a statických objektů, tedy i pro zeměměřičtví.

Systém GPS - NAVSTAR se úspěšně uplatňuje v geodezii vyspělých zemí již řadu let před jeho plným dokončením. Systém GPS - NAVSTAR je tvořen třemi segmenty:

- řídícím,
- kosmickým,
- uživatelským.

Řídicím segmentem je pět sledovacích stanic, jejichž úkolem je sledování družic, určování jejich drah, řízení manévru družic a předávání informací o systému družicím, které je vysílají k uživatelům.

Kosmický segment má 24 družic, které umožňují příjem signálu po dobu 24 hodin nejméně od 4 družic. Úhel signálu by měl být větší než 15° nad horizontem. Družice budou létat po 6 drahách se sklonem k rovníku 55° ve výšce 20 000 km. Družice jsou vybaveny velmi přesnými atomovými hodinami, radiovým vysílačem a řadou pomocných přístrojů. Družice vysílají radiový signál s velmi přesně definovanou frekvencí. Do signálu je zakódován údaj družicových hodin. Po přijetí signálu pozemním přijímačem lze určit vzdálenost mezi přijímačem a družicí.

Uživatelský segment jsou přijímače signálů GPS s oddělenými anténami a registračním zařízením, počítače pro zpracování měření a software [MERVART, 1993]. V současné době dodávají přijímače, použitelné pro geodetické práce, firmy, např.: Trimble (Trimble, Zeiss, Geodimeter - aparatury se liší číslem, Leica, Astech, Topcon, Sokkia.

Pro účely GPS je definován souřadnicový systém World Geodetic System WGS - 84 jehož parametry jsou uvedeny v [Nařízení vlády]. Tento systém má počátek v hmotném středu Země, osa z byla ztotožněna se střední polohou vektoru úhlové rychlosti Země v období 1900 - 1905 a osa x leží v rovině středního Greenwichského meridiánu. Je použito Mercatorovo konformní válcové zobrazení v 6° poledníkových páslech.

GPS systém umožňuje mnohostranné uplatnění pro celé spektrum zeměměřických prací od katastru, přes podrobné měření a měření v inženýrské geodezii s kratšími délkami až k měření sítí. Systém dovozuje určit souřadnice bodů, aniž by mezi nimi byla přímá viditelnost. V současné době existuje v ČR několik aparatur, které jsou nasazeny na práce v geodetických základech i běžné praxi [JINDRA, 1992], [JINDRA, 1993], [KOBRLÉ], přičemž se řeší problematika transformací výsledků měření s aparaturami GPS do S-JTSK [KOSTELECKÝ].

K o n t r o l n í o t á z k y:

1. Geodetický polohopisný základ, podstata triangulace.
2. Souřadnicové systémy stabilního katastru.
3. Jednotná trigonometrická síť katastrální.
4. Jaké jsou redukce měřených délek?
5. Jak se převede měřená délka z nulového horizontu do roviny S-JTSK?
6. Jakých hodnot dosahuje redukce délek do S-JTSK?
7. Gaussovo zobrazení.

1. 2 Klad mapových listů

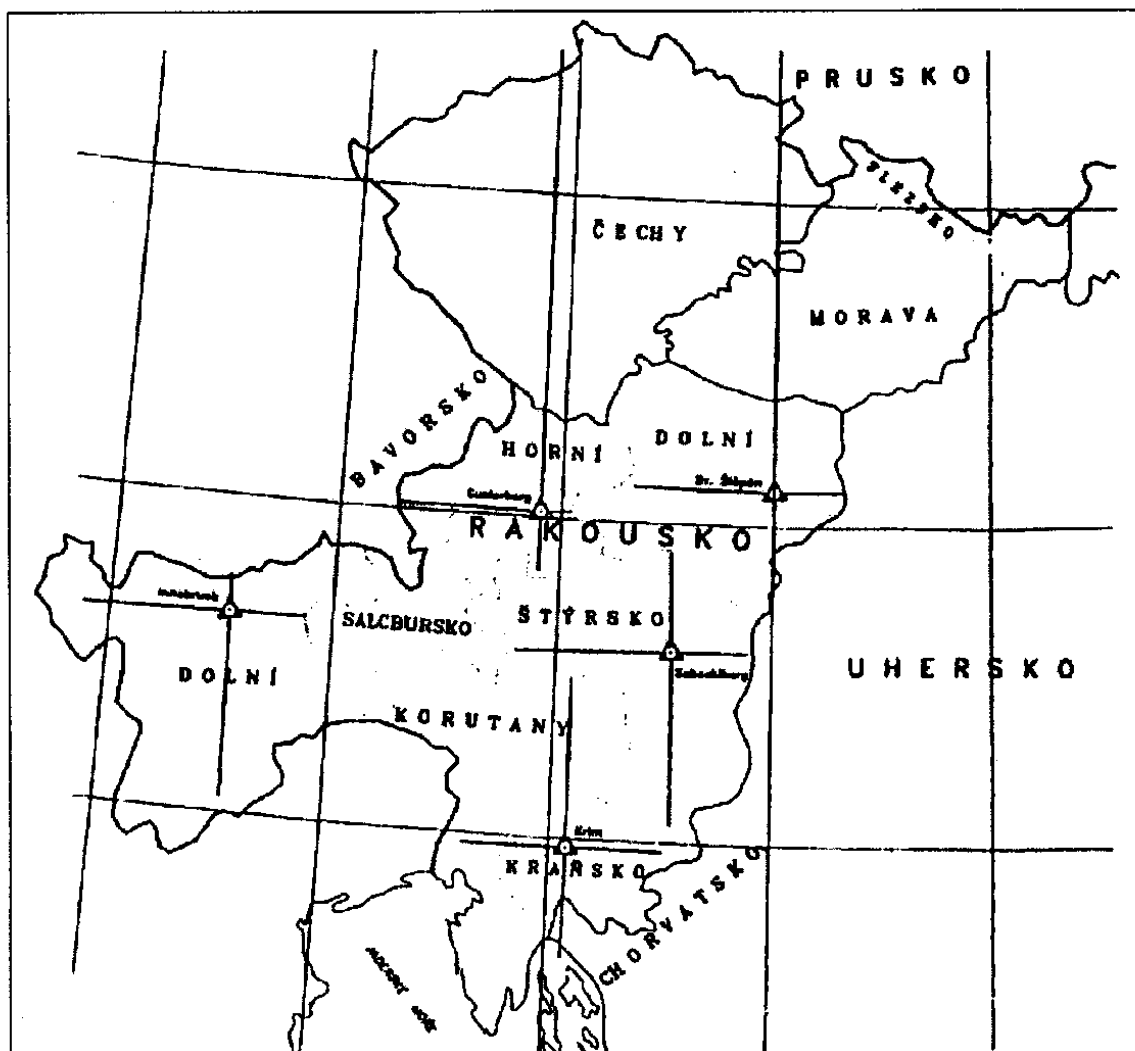
Při zobrazování větších souvislých území je vždy třeba vyhotovit mnoho mapových listů. Aby bylo možno zajistit návaznost kresby na jednotlivých mapových listech a snadno a přesně určit jejich vzájemnou polohu i souřadnice kteréhokoliv bodu na mapě, jsou mapové listy v jednotlivých souřadnicových systémech jednoznačně označeny. Bude podán přehled kladu mapových listů (nomenklatury)

- | | |
|-----------------------------|---|
| a) map stabilního katastru, | d) evidenčních jednotek (triangulačních listů), |
| b) map v S-JTSK, | e) základní mapy ČR středního měřítka, |
| c) katastrálních map, | f) map v systému S-42. |

1. 2. 1 Klad triangulačních a mapových listů v souřadnicových systémech stabilního katastru

Počátky souřadnicových systémů (obr. 1.11) jsou v bodech

- Gusterberg v Horním Rakousku pro Čechy,
- v kostele sv. Štěpána ve Vídni pro Moravu a Slezsko.

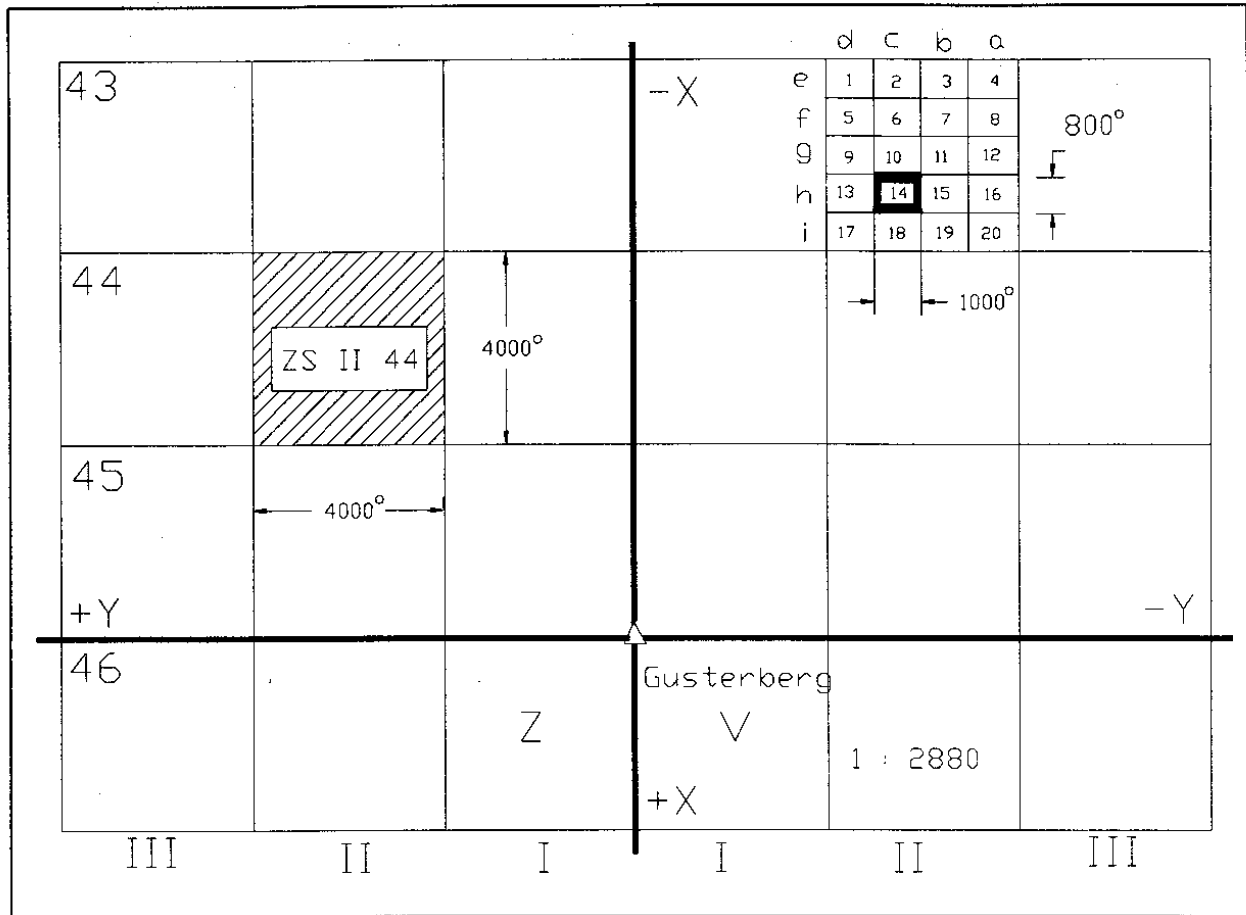


Obr. 1.11 - Souřadnicové systémy stabilního katastru v České republice (hranice v době vzniku)

V každém z těchto systémů byla příslušná oblast rozdělena rovnoběžkami s osami X a Y ve vzdálenosti jedné rakouské míle = 4000 sáhů = 7585,936 m (obr. 1.12).

Tím vznikly sloupce, které se označovaly římskými číslicemi I, II, III atd. od osy X na západ (ZS) a na východ (VS), německy OC a WC, tj. Ost-Colonne a West-Colonne. Vrstvy se číslovaly od severu k jihu arabskými číslicemi. Souřadnicový systém gusterberský má osu Y mezi 45. a 46. vrstvou,

svatoštepánský mezi 33. a 34. Vždy dvě a dvě sousední rovnoběžky vymezily jeden triangulační list představující území o výměře 1 čtvereční míle (obr. 1.12). Šrafováním vyznačený triangulační list má označení ZS-II-44, což se čte - západní sloupec II, vrstva 44.



Obr. 1.12 - Klad mapových listů v sáhové míře

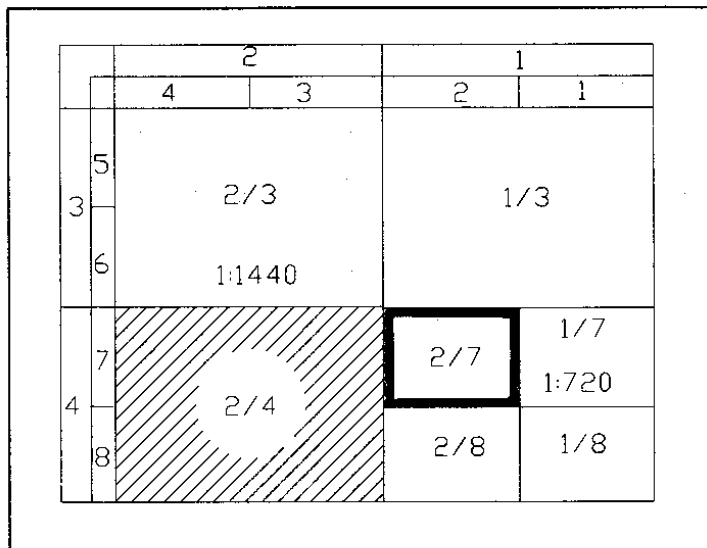
Triangulační list se dále dělí na čtyři sloupce (a, b, c, d) a 5 vrstev (e, f, g, h, i), čímž vzniká 20 obdélníků, tzv. sekčních (mapových) listů.

Sekční listy se označují listem triangulačním a příslušnými písmeny. Sekční list na obr. 1.12 má označení: VS-II-43-sekce c/h, nejprve je písmeno označující sloupec, za lomítkem je písmeno označující vrstvu. Označení sloupců sekčních listů začíná v severovýchodním rohu triangulačního listu (a) ve směru východ - západ označení vrstev začíná v severozápadním rohu triangulačního listu ve směru sever - jih pak končí v jihozápadním rohu (i). Novější, dnes užívané označení je GUST2880 VS-II-43-14, kdy písmena jsou nahrazena číslem.

K zobrazení sekčního listu bylo zvoleno měřítko 1 : 2 880, které je odvozeno ze sáhové míry tak, aby se výměra jednoho jitra (čtverec o straně 40 sáhů) zobrazila čtverečkem o straně jednoho palce (1"). Protože 40 sáhů = 40 x 6 x 12 = 2 880 palců, je poměr obrazu ke skutečnosti 1 : 2 880. V tomto měřítku má sekční list rozměry 25 x 20 palců, tj. 500 čtverečních palců a představuje území o rozloze 1 000 x 800 sáhů, čili o výměře 500 jiter. V metrické míře jsou rozměry sekčního listu 65,85 x 52,68 cm a ve skutečnosti 1 896,48 x 1 517,19 m.

Pro zobrazování velkých měst a důležitých oblastí se vyhotovovaly mapy v měřítku 1 : 1440. V tom případě se sekční list rozdělil na dva sloupce a dvě vrstvy. Sloupce se označily od východu k západu číslicemi 1, 2 a vrstvy od severu k jihu číslicemi 3, 4 obr. 1.13.

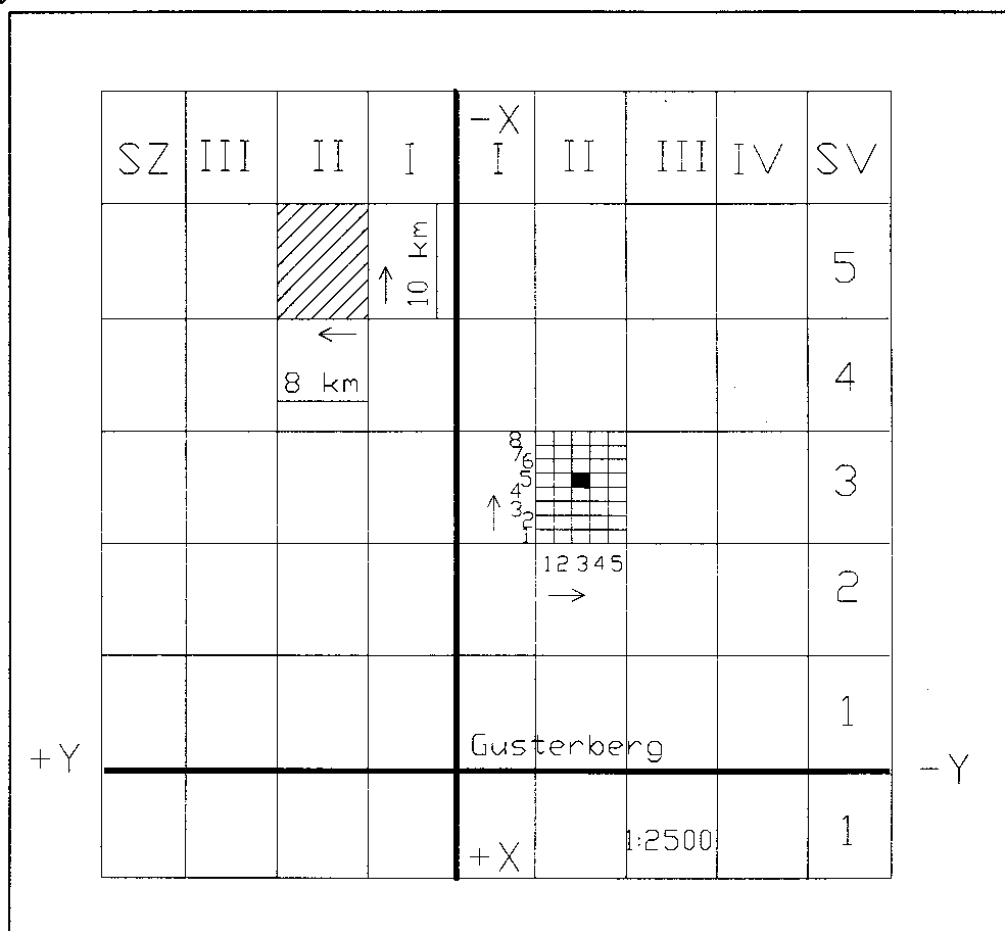
Označení mapového listu 1 : 1 440 obsahovalo označení sekčního listu a arabské číslice ve tvaru zlomku označujícího polohu listu uvnitř sekčního listu, např. VS-II-42-sekce c/h list 2/4. Výjimečně



mohlo být použito měřítko 1 : 720, přičemž se sekční list ještě rozdělil na čtyři sloupce a čtyři vrstvy opět označené arabskými číslicemi, jak ukazuje obr. 1.13. Označení mapového listu v měřítku 1 : 720 bylo podobné jako v měřítku 1 : 1 440, (na obr. 1.13) VS-II-42-sekce c/h list 2/7.

Obr. 1.13 - Klad mapových listů v měřítcích 1 : 1440 a 1 : 720

Souřadnice kteréhokoliv rohu triangulačního nebo sekčního listu je možné určit podle jeho označení. Tím je také možno určit i souřadnice libovolného bodu na mapě, popř. do mapy zobrazit bod o známých souřadnicích.

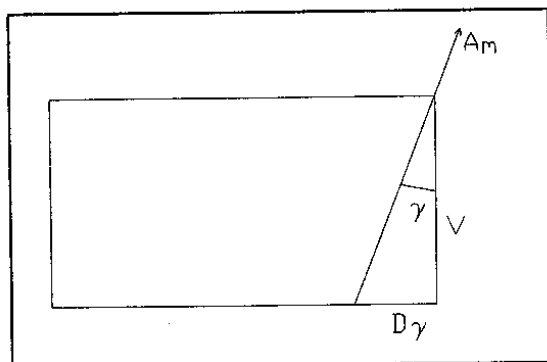


Obr. 1.14 - Klad mapových listů v metrické míře

Po zavedení metrické soustavy bylo na nově mapovaných územích označování triangulačních i sekčních listů upraveno. Při označení triangulačního listu se udal vždycky kvadrant vzhledem ke světovým stranám. Kvadranty byly odděleny osami (SZ, SV, JZ, JV). Kvadranty se dělily opět na vrstvy a sloupce. Rozměr sloupců byl zvolen 8 km a označovaly se římskými číslicemi I, II, III, ..., na východ a na západ od osy X. Rozměr vrstev byl zvolen 10 km a číslovaly se na sever a jih od osy Y arabskými číslicemi 1, 2, 3, atd.

Triangulační listy se dále dělily na 5 sloupců a 8 vrstev, které se číslovaly arabskými číslicemi od rohu nejbližšího počátku souřadnic; postupovalo se ve směru, v němž narůstají absolutní hodnoty souřadnic. Šrafami označený sekční list na obr. 1.14 byl označen SV-II-3-sekce 3/5. Mapy tohoto nového rozdělení byly vyhotoveny v měřítku 1 : 2 500 nebo v jeho násobcích. Sekční list má rozměry 64 x 50 cm, což představuje plochu 1 600 x 1 250 m = 200 ha. Později bylo možno v tomto systému vyhotovovat i mapy v měřítku 1 : 2 000.

Směr astronomického meridiánu na sekčním listě původních katastrálních map je možno zobrazit, jestliže vypočítáme odvěsnu D_γ pravoúhlého trojúhelníka (obr. 1.15):



$$D_\gamma = V \operatorname{tg} \gamma$$

kde

V je výška sekce,

γ je meridiánová konvergence, tj. úhel, o který se liší směr astronomického meridiánu od směrů rovnoběžných s meridiánem katastrálním, to jest s osou X .

Obr. 1.15

Meridiánová konvergence γ se dá vypočítat ze vzorce

$$\gamma = \Delta \lambda \sin \varphi \quad \text{nebo} \quad \gamma = \varrho \frac{y}{r} \operatorname{tg} \varphi,$$

kde $\Delta \lambda$ je rozdíl zeměpisných délek bodu, ve kterém konvergenci hledáme a počátku souřadnicového systému,

φ je zeměpisná šířka bodu,

y je pořadnice bodu,

r je poloměr Země.

V gusterberském systému je kromě toho třeba počítat s chybou, o kterou je kladná větev osy X stočena na západ $\Delta = 4'22,3''$. Pro mapy ležící na západ od osy X s úhlem $\beta_z = \gamma - \Delta$ a pro mapy na východ od osy X je nutno počítat s úhlem $\beta_v = \gamma + \Delta$.

1. 2. 2 Klad, rozměry a označení mapových listů v S-JTSK

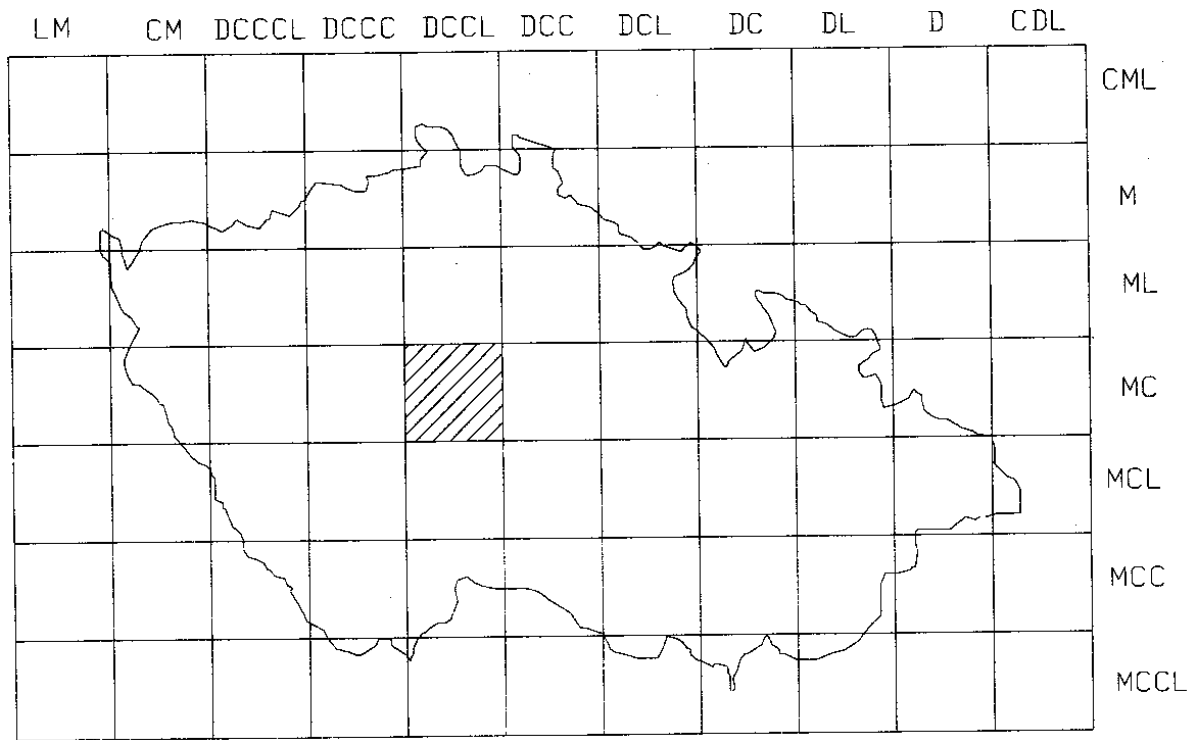
V jednotné trigonometrické síti katastrální, která byla zavedena na území Československa po roce 1920 a uzákoněna katastrálním zákonem č. 177/1927, je poloha všech bodů vyjádřena v jediném systému pravoúhlých souřadnic. Celé území tehdejšího Československa se nalézalo v 1. kvadrantu. Rovnoběžky s osami Y a X ve vzdálenosti 50 km tvoří čtvercovou síť a každý čtverec této sítě se nazývá základní triangulační list (obr. 1.16).

Jeho výměra je 2 500 km². Základní triangulační listy o rozměrech 50 x 50 cm se zobrazují v měřítku 1 : 100 000 a označují se římskými číslicemi, které zároveň udávají pravoúhlé souřadnice jihozápadního rohu (v km), např. označení DCCL-MC znamená, že

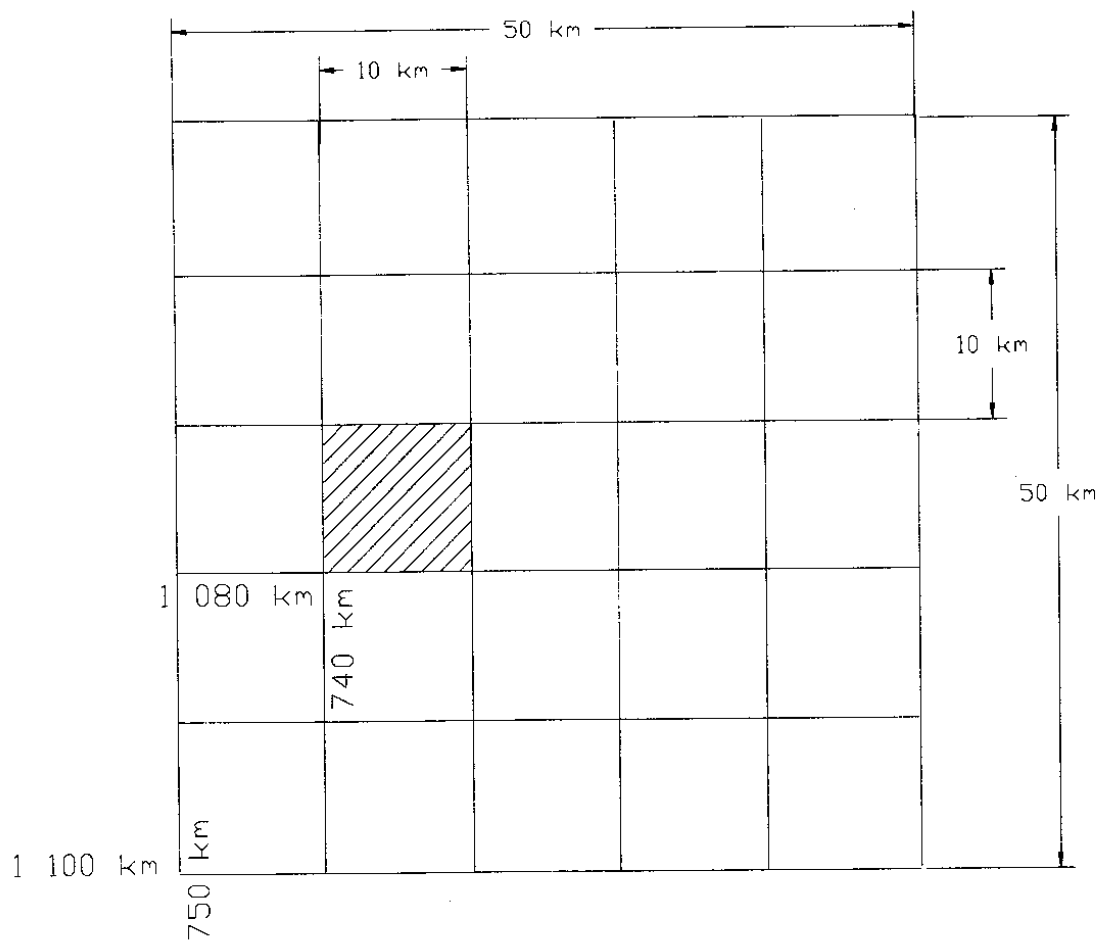
$$y = \text{DCCL} = 750 \text{ km}$$

$$x = \text{MC} = 1 100 \text{ km}.$$

Základní triangulační list se dělí rovnoběžkami s osami na 5 sloupců a 5 vrstev, čímž vzniká 25 triangulačních listů o rozměrech 10 x 10 km (obr. 1.17). Triangulační listy se zobrazují v měřítku 1 : 20 000 a mají rámeček 50 x 50 cm. Označují se arabskými číslicemi, které opět udávají souřadnice jihozápadního rohu v km, např. označení 740-1080 představuje 74. sloupec a 108. vrstvu po 10 km.

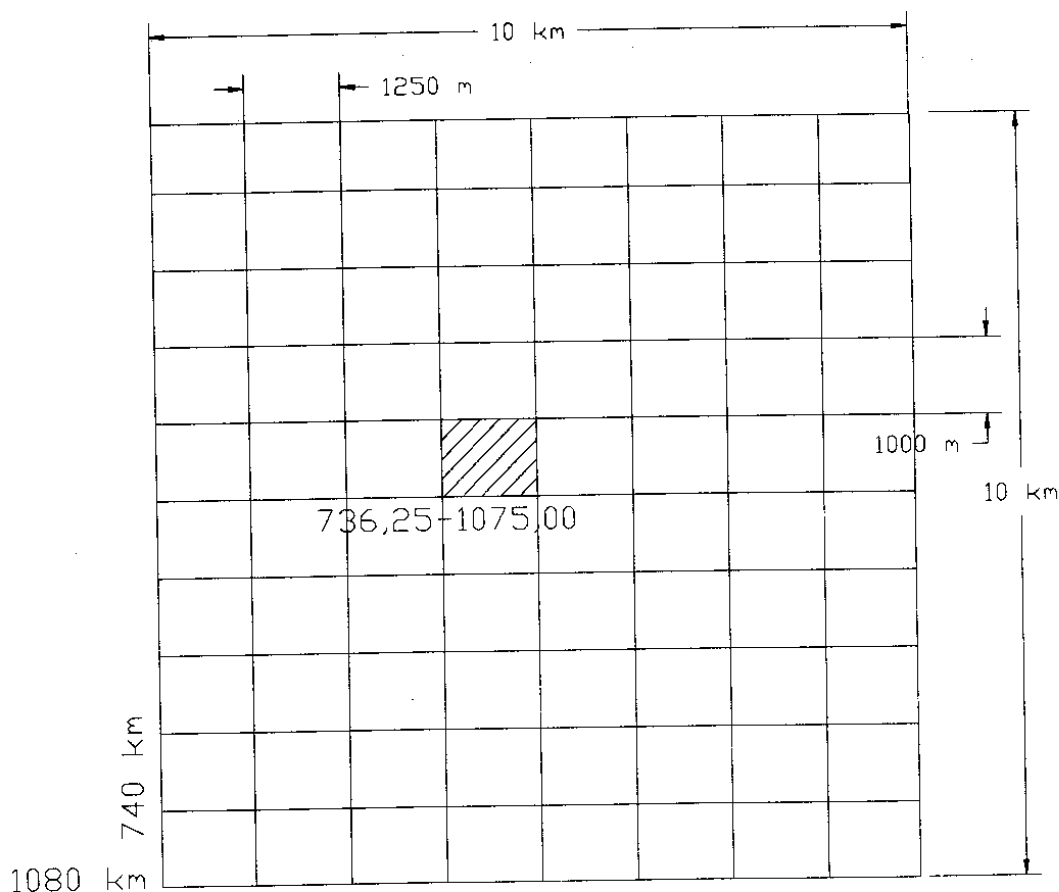


Obr. 1.16 - Klad základních triangulačních listů



Obr. 1.17 - Klad triangulačních listů (základní triangulační list DCCL - MC)

Triangulační listy se dělí rovnoběžkami s osami na 8 sloupců a 10 vrstev. Tím vzniká 80 mapových listů o rozměrech 1250 x 1000 m.

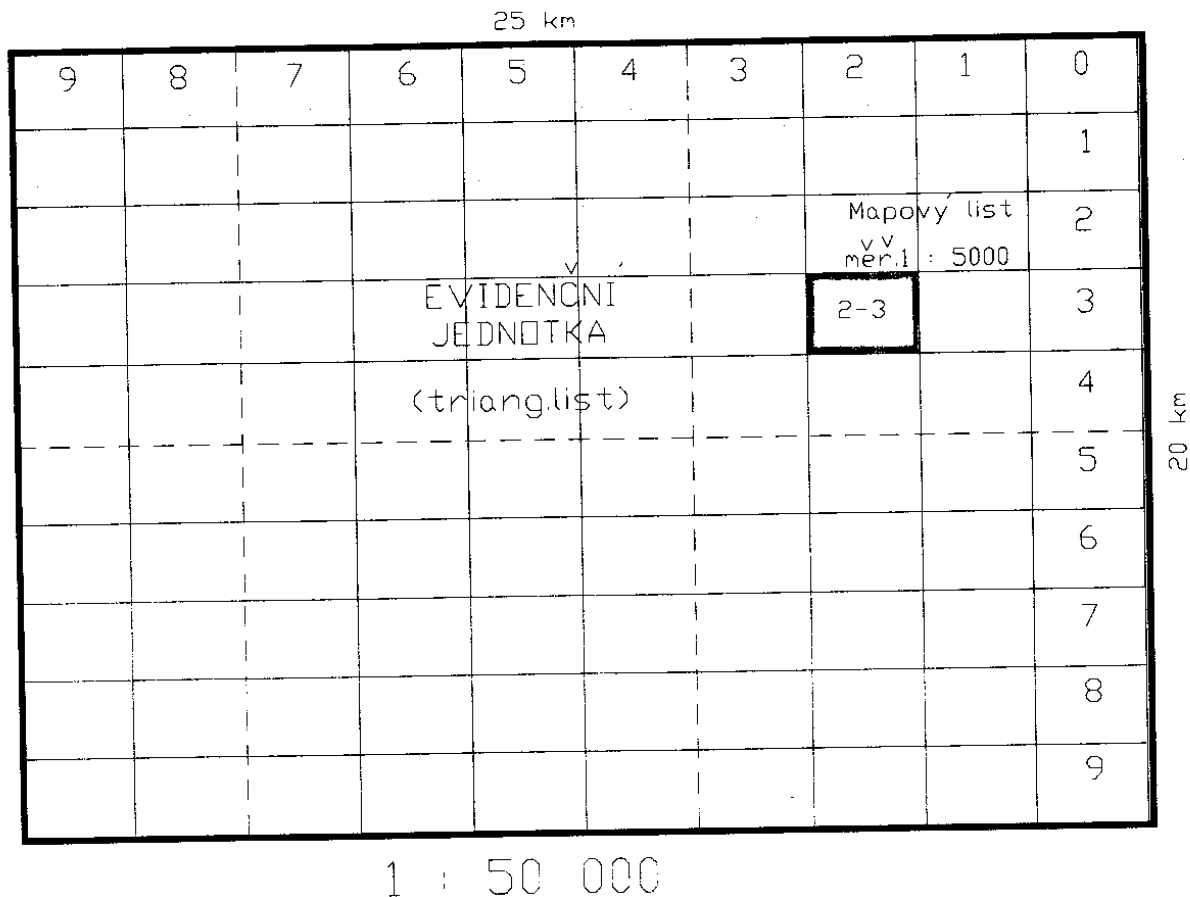


Obr. 1.18 - Klad mapových listů (triangulační list 740 - 1080)

Mapové listy se zobrazují v měřítku 1 : 2000 a mají rozměry 625 x 500 mm. Označují se stejně jako triangulační listy arabskými číslicemi, které značí souřadnice jihozápadního rohu mapového listu v km. Rámec mapového listu má souřadnicovou síť po 100 m, síť zeměpisných souřadnic po 5" a směr astronomického meridiánu s označením S - J. Označení mapových listů větších měřítek se rozlišuje počtem desetinných míst a je patrné z tab. 1.2 a obr. 1.18

Měřítko mapy	Rozměr rámu mapového listu (mm)	Rozměr zobrazovaného území	Označení
1 : 100 000 [obr. 1.16]	500 x 500	50 x 50 km	DCCL-MC
1 : 20 000 [obr. 1.17]	500 x 500	10 x 10 km	740-1080
1 : 2 000 [obr. 1.18]	625 x 500	1250 x 1000 m	736,25-1075,00
1 : 1 000	625 x 500	625 x 500 m	735,625-1074,500
1 : 500	625 x 500	312,5 x 250 m	733,3125-1074,2500

Tab. 1.2 - Rozměry a označení mapových listů



Obr. 1.19 - Klad mapových listů v měřítku 1 : 5 000

1. 2. 3 Klad, rozměry a označení mapových listů katastrální mapy v S-JTSK

Souvislý klad mapových listů katastrální mapy navazuje na dělení mapových listů státní mapy v měřítku 1 : 50 000 v S-JTSK, které zobrazuje území o rozměru 25 x 20 km [ČSN 01 3410], [VYHLÁŠKA]. Klad mapových listů je pravoúhlý, daný rovnoběžkami s osami Y a X souřadnicové soustavy.

Klad a rozměry mapových listů se odvozují u map měřítek:

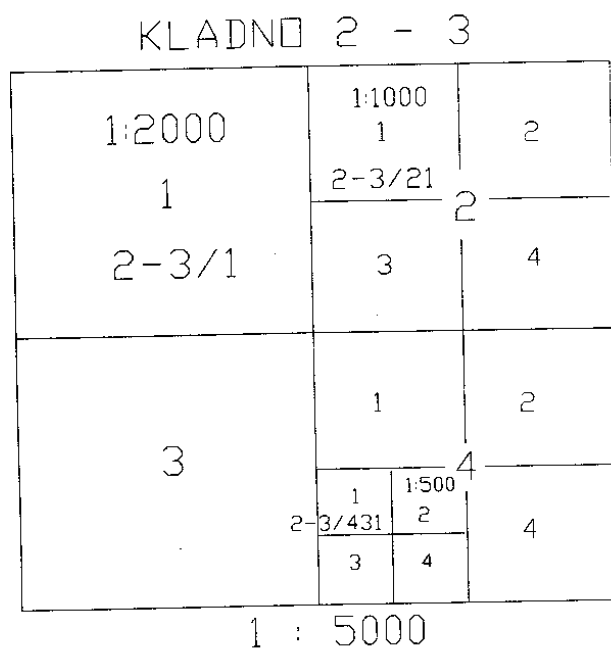
- a) 1 : 5 000 - dělením mapového listu státní mapy 1 : 50 000 na deset sloupců ve směru osy Y a na deset vrstev ve směru osy X, obr. 1.19,
- b) 1 : 2 000 - dělením mapového listu státní mapy 1 : 5 000 na dva sloupce a na dvě vrstvy (na polovinu rovnoběžkami s osami X, Y),
- c) 1 : 1 000, 1 : 500, 1 : 250 - dalším postupným dělením mapových listů na dva sloupce a na dvě vrstvy jako v bodě b) obr. 1.20.

Označení mapových listů:

Mapové listy se označují u map jednotlivých měřítek takto:

- a) 1 : 5 000 - název příslušného listu státní mapy měřítko 1 : 50 000, doplněný čísly sloupce a vrstvy; čísla se oddělují pomlčkou (např. **KLADNO 2-3**); sloupce a vrstvy se číslují od severovýchodního rohu listu ve směru Y a X číslicemi 0 až 9. Označení mapy je shodné s označením státní mapy odvozené 1 : 5 000 (SMO-5). Jméno města je nahrazeno někdy číslem vrstvy a sloupce mapy 1 : 50 000. Vrstvy a sloupce začínají číslem 00. Dvacet listů katastrální mapy v měřítku 1 : 5 000 (ve 4 sloupcích a 5 vrstvách) vyplňuje plochu triangulačního listu (obr. 1.19).

- b) 1 : 2 000 - označení příslušného mapového listu měřítka 1 : 5 000, doplněné za lomítkem čísla mapových listů (1 až 4), počínaje číslem 1 v severozápadní čtvrtině (např. **KLADNO 2-3/1**),
- c) 1 : 1 000, 1 : 500, 1 : 250 - označení příslušného mapového listu o jeden stupeň většího měřítka (1 : 2 000, 1 : 1 000, 1 : 500), doplněné čísly 1 až 4 v souladu s postupným dělením listů na čtvrtiny (např.: **KLADNO 2-3/21**, **KLADNO 2-3/431**). Klad a označení mapových listů v měřítku 1 : 200 je popsáno v [ČSN 013410].



Obr. 1.20 - Klad mapových listů katastrální mapy

Měřítka mapy	Rozměr rámu mapového listu (mm)	Rozměr zobrazovaného území (m)	Výměra zobrazovaného území (ha)
1 : 5 000	500 x 400	2 500 x 2 000	500
1 : 2 000	625 x 500	1 250 x 1 000	125
1 : 1 000	625 x 500	625 x 500	31,25
1 : 500	625 x 500	312,5 x 250	7,8125
1 : 250	625 x 500	156,25 x 125	1,953125

Tab. 1.3 - Rozměry a označení mapových listů katastrální mapy

Úkol:

Určete nomenklaturu mapového listu katastrální mapy 1 : 1000, na kterém leží bod o souřadnicích:

$$y = 715\,198,68 \quad x = 1\,152\,181,56.$$

Řešení:

1. Určíme nejprve na kterém mapovém listě 1 : 25 000 (25 x 20 km) bod leží

$$715\,198,68 - i \cdot 25\,000 > 0, i = 28$$

$$1\,152\,181,56 - j \cdot 20\,000 > 0, j = 57$$

zůstává

$$715\,198,68 - 28 \cdot 25\,000 = 715\,198,68 - 700\,000 = 15\,198,68$$

$$1\,152\,181,56 - 57 \cdot 20\,000 = 1\,152\,181,56 - 1\,140\,000 = 12\,181,56.$$

2. Určíme list mapy 1 : 5000 (2,5 x 2,0 km)

$$15\,198,68 - i \cdot 2\,500 > 0, i = 6$$

$$12\,181,56 - j \cdot 2\,000 > 0, j = 6$$

zůstává

$$15\,198,68 - 6 \cdot 2\,500 = 15\,198,68 - 15\,000 = 198,68$$

$$12\,181,56 - 6 \cdot 2\,000 = 12\,181,56 - 12\,000 = 181,56$$

bod leží na mapovém listu 6 - 6.

3. Určíme list mapy 1 : 2000 (1 250 x 1 000 m)

porovnáme redukované souřadnice $y_r = 198,68$ a $x_r = 181,56$ s rozměrem listu, protože

$$198,68 < 1\,250$$

$$181,56 < 1\,000$$

bod leží na mapovém listu 6 - 6/2.

4. Určíme list mapy 1 : 1000 (625 x 500 m)

porovnáme redukované souřadnice $y_r = 198,68$ a $x_r = 181,56$ s rozměrem listu, protože

$$198,68 < 625$$

$$181,56 < 500$$

bod o souřadnicích: $Y = 715\,198,68$ a $X = 1\,152\,181,56$ leží na mapovém listu 1 : 1000 s označením:

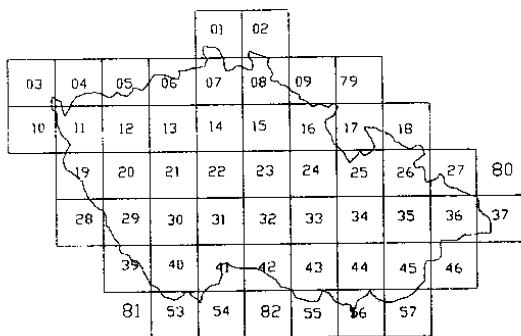
6 - 6/22.

Základní mapa obsahuje geodetické body, polohopis a popis. Předmětem polohopisu jsou hranice, druhy pozemků (kultury), budovy a další prvky polohopisu.

Předmětem výškopisu (jen u základní mapy v měřítku 1 : 5000) jsou výšky podrobných bodů (výškové kóty), šrafy s údaji relativních výšek a vrstevnice s intervalem 1 m (zvýrazněné vrstevnice s intervalem 5 m).

Podrobné vymezení obsahu základní mapy stanoví zvláštní předpisy [NÁVOD]. Zobrazování předmětů obsahu mapy a jejich vyznačování mapovými značkami a popisem je stanoveno v [ČSN 01 3411].

1. 2. 4 Nomenklatura evidenčních jednotek (triangulačních listů)



Obr. 1.21 - Klad základních triangulačních listů

21	16	11	06	01
22	17	12	07	02
23	18	13	08	03
24	19	14	09	04
25	20	15	10	05

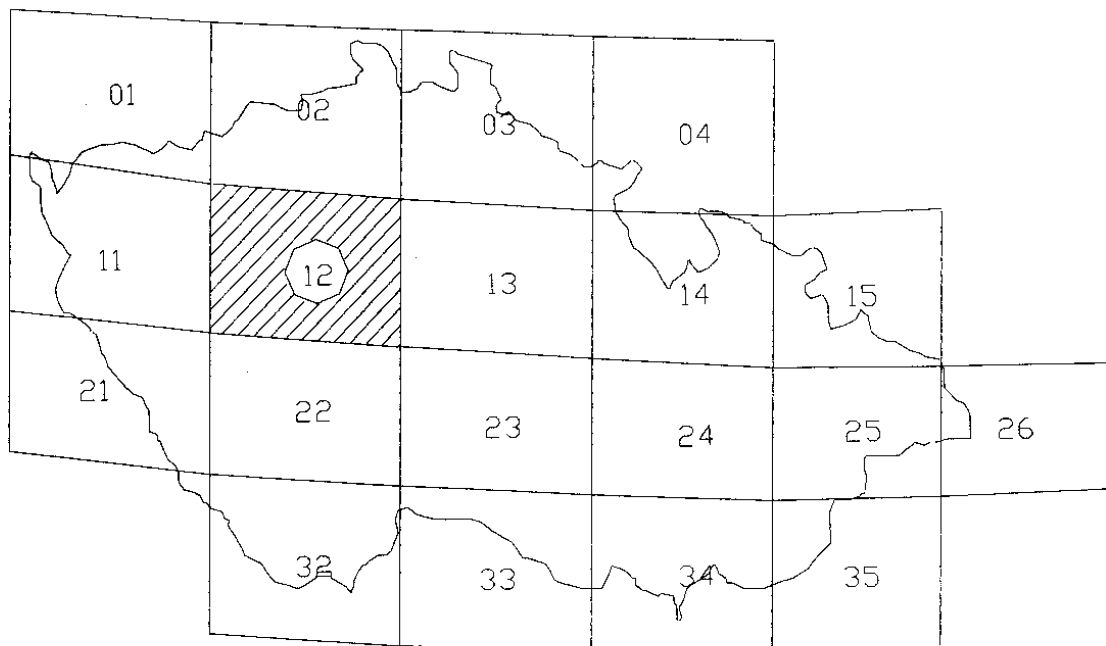
Obr. 1.22 - Klad evidenčních jednotek

Evidenční jednotkou se rozumí triangulační list o rozměrech 10 x 10 km. Nomenklatura se uvádí v hlavičce zápisníku pro měření vodorovných směrů a výškových (zenitových) úhlů. Triangulační list vznikne dělením základního triangulačního listu na pět sloupců a pět vrstev. Číslo evidenční jednotky je čtyřciferné číslo ve tvaru ZZTT [TECHNOLOGICKÝ]. První dvě čísla ZZ jsou čísla základního triangulačního listu (obr. 1.21). Druhá dvě čísla TT jsou čísla triangulačního listu v rámci základního triangulačního listu (obr. 1.22).

Nomenklatura evidenční jednotky, na které se nachází trigonometrický bod č. 42 Kostel sv. Matěje v Dejvicích je 1424. Bod je označen tedy číslem 000914240420.

1. 2. 5 Klad mapových listů Základní mapy ČR středního měřítka

Mapy obsahují polohopisnou a výškopisnou složku zobrazovaného území včetně popisu. Jsou konstruovány v upraveném souřadnicovém systému S-JTSK a ve výškovém systému Bpv [MERVART, 1994]. Mapy slouží jako podklad pro hospodářskou výstavbu a územní plánování.



Obr. 1.23 - Klad listů Základní mapy České republiky středního měřítka 1 : 200 000

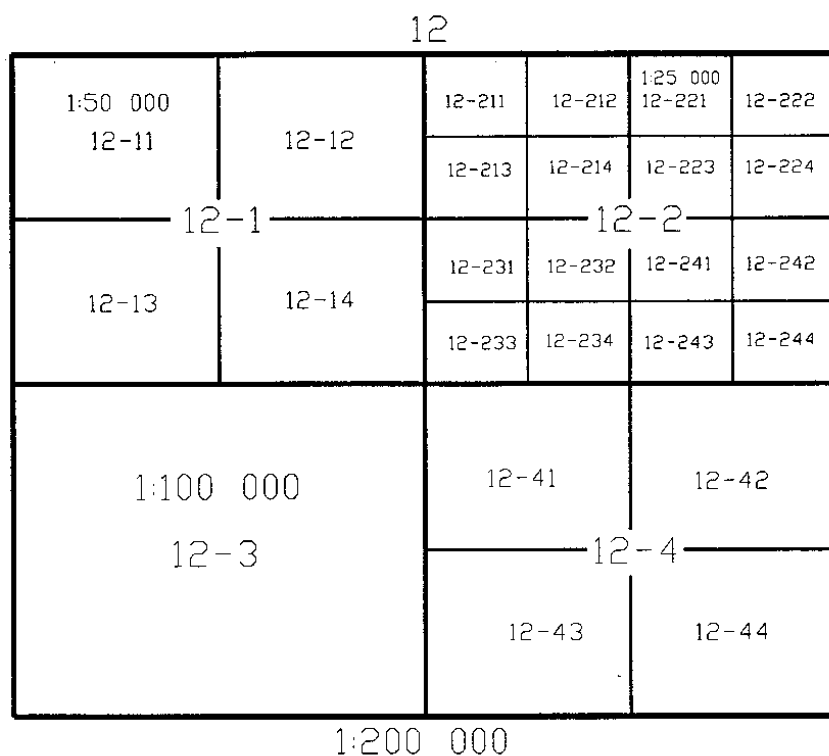
Měřítková řada je 1 : 200 000, 1 : 100 000, 1 : 50 000, 1 : 25 000 a 1 : 10 000. Sekční (mapové) listy, mají zhruba rozměry 48 x 38 cm, vznikají dělením základních ploch, které na území České republiky vytvářejí 4 vrstvy (0 až 3) a 6 sloupců (1 až 6). Každý mapový list je tedy označen číslem vrstvy a sloupce a příslušným znakem dalšího dělení.

Označení mapových listů v dané měřítkové řadě je patrný z tab. 1.4 a dělení z obr. 1.23 - 1.25. Okolí stavební fakulty se nachází na listech mapy měřítka 1 : 10 000 12-24-16 a 12-24-17.

Digitalizované mapy v měřítku 1 : 10 000 slouží jako podklad pro tvorbu základní báze geografických dat České republiky - ZABAGED [NEUMAN].

Mapy v měřítku 1 : 50 000 slouží v resortu geodzie např. k přehledu trigonometrických bodů a zhušťovacích bodů PBPP (mapa obsahuje klad evidenčních jednotek a jejich označení, polohu všech trigonometrických bodů a jejich orientačních bodů a zhušťovacích bodů), k přehledu nivelační sítě (nivelační síť prvního až čtvrtého řádu a plošné nivelační sítě, průběh a označení jednotlivých pořadů, polohu vybraných nivelačních bodů a jejich číselné označení). Dále např. jako základní mapy silniční, vodohospodářské, sídelních jednotek ČR.

Mapy v měřítku 1 : 500 000 mj. zobrazují státní nivelační síť prvního až třetího řádu, průběh a označení nivelačních pořadů, polohu a názvy základních nivelačních bodů, polohu a označení přípojovacích a uzlových bodů nebo klad listů státní mapy odvozené, klad listů základních středních měřítek.



Obr. 1.24 - Klad listů Základní mapy České republiky 1 : 100 000, 1 : 50 000 a 1 : 25 000 (Praha 12)

01	02	03	04	05
06	07	08	09	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

Měřítko mapy	Označení listů	Počet listů
1 : 200 000	12	19
1 : 100 000	12 - 3	64
1 : 50 000	12 - 11	217
1 : 25 000	12 - 221	787
1 : 10 000	12 - 22 - 23	4573

Tab. 1.4 - Označení listů základní mapy středního měřítka

Obr. 1.25 - Klad mapových listů v měřítku 1 : 10 000

Klad mapových listů v měřících 1 : 50 000, 1 : 25 000 a 1 : 10 000 vzniká postupným dělením na dvě vrstvy a dva sloupce map 1 : 100 000, 1 : 50 000 a 1 : 25 000. Jednotlivé mapové listy mají v měřítku 1 : 50 000 označení A, B, C, D, v měřítku 1 : 25 000 označení a, b, c, d a 1, 2, 3, 4 v měřítku 1 : 10 000 počínaje v horním levém a konče v pravém dolním rohu.

1. 2. 6. Klad mapových listů v souřadnicovém systému S-42

Označování map v Gaussově válcovém zobrazení vychází z mezinárodního kladu listů, kde jeden list mapy v měřítku 1 : 1 000 000 zahrnuje území 6° x 4°. Číslování sloupců začíná na 180° proti směru hodinových ručiček (na východ) arabskými číslicemi od 1 do 60. Označování vrstev písmeny abecedy začíná na rovníku a postupuje na sever od A do Z. Česká republika je zobrazena na listech map M - 33, M - 34 a středové poledníky ve 33. a 34. pásu mají hodnoty 15° a 21° v. d. od Greenwiche [MERVART, 1994]. Mapy se v civilním sektoru nepoužívají. Přehled kladů je uveden v tab. 1.5 - 1.7. Číslování se provádí po vrstvách. Začíná v horním levém a končí v dolním pravém rohu.

Měřítko mapy	Rozměr území		Označení	Dělení mapy 1:1 000 000 na sloupce a vrstvy	
	(km)	(cm)			
1 : 1 000 000	6° x 4'	430 x 440	43 x 44	M - 33	
1 : 500 000	3° x 2'	215 x 220	43 x 44	M - 33 - A	2 x 2 (A - D)
1 : 200 000	60' x 40'	72 x 74	36 x 37	M - 33 - XXXVI	6 x 6 (I - XXXVI)
1 : 100 000	30' x 20'	36 x 37	36 x 37	M - 33 - 144	12 x 12 (1 - 144)

Tab. 1.5 - Rozměry území a označení map 1 : 1 000 000 - 1 : 100 000

Měřítko mapy	Rozměr území (mapy)		Označení listu	
	(km)	(cm)		
1 : 50 000	15' x 10'	18 x 18,5	36 x 37	M - 33 - 21 - A
1 : 25 000	7' 30" x 5'	9 x 9,5	36 x 37	M - 33 - 21 - A - d
1 : 10 000	3' 45" x 2' 30"	4,4 x 4,6	45 x 46	M - 33 - 21 - A - d - 3

Tab. 1.6 - Rozměry území a označení map 1 : 50 000 - 1 : 10 000

Klad mapových listů 1 : 5 000 vychází z mapy 1 : 100 000 rozdělením na 16 sloupců a 16 vrstev, čímž vzniká 256 mapových listů. Mapy 1 : 2000, 1 : 1000 a 1 : 500 vznikají postupným dělením mapy většího měřítka na dvě vrstvy a dva sloupce. Číslování začíná v horním levém rohu a končí v dolním pravém rohu od 1 do 4.

Měřítko mapy	Označení	Rozměr rámu [cm]
1 : 5 000	M-33-21-(170)	46x46
1 : 2 000	M-33-21-(170) - 2	58x58
1 : 1 000	M-33-21-(170) - 22	58x58
1 : 500	M-33-21-(170) - 222	58x58

Tab. 1.7 - Označení a rozměry mapových listů v měřítku 1 : 5 000 - 1 : 500

Mapy v měřítku 1 : 10 000 až 1 : 100 000 zahrnují celé území bývalého Československa a nazývají se topografické mapy. Mapy byly vyhodnoceny metodou letecké fotogrammetrie.

Mapy v systému S-42/83 v měřítku 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000 a 1 : 200 000 se užívají jako vojenské topografické mapy po 4. obnově. V roce 2001 byla zahájena jejich 5. obnova a v souladu se zavedením světového geodetického referenčního systému WGS84 ukončí tyto mapy platnost dnem 31. prosince 2005.

Klad mapových listů ve výše uvedených souřadnicových systémech tj. stabilního katastru s počátkem souřadnicového systému v bodě GUSTERBERG i Sv. ŠTĚPÁN, katastrálních map v S-JTSK, map v systému S-42 i základní mapy ČR a SR v různých měřítcích včetně názvu je součástí programového systému TopoL [TOPOL].

Poznámka: Program TopoL je obecný geografický systém umožňující sběr, kontrolu, analýzu, správu a prezentaci geografických dat. Je to otevřený systém, umožňující tvorbu uživatelských aplikací. Jeho nadstavba KPÚ 3.5 slouží k podpoře projektování pozemkových úprav [VÁCHA].

1.3 Geodetické body

Postup prací při zřizování geodetických bodů tj. způsob určení bodů, stabilizace, měřický postup, výpočet apod. se volí tak, aby výsledné údaje (souřadnice, výšky) vyhovovaly kritériím přesnosti i dalším kritériím, stanovených normou [ČSN 73 0415]. Geodetické body vytvářejí bodové pole

- a) polohové,
- b) výškové,
- c) tíhové.

Každé bodové pole se dále dělí na základní a podrobné. Základní bodové polohové pole (ZBPP) tvoří

- a) body referenční sítě nultého řádu,
- b) body Astronomicko - geodetické sítě (AGS),
- c) body České státní trigonometrické sítě (ČSTS),
- d) body geodynamické sítě.

Podrobné polohové bodové pole (PBPP) tvoří zhušťovací body a ostatní body podrobného bodového pole [ČSN 73 0415]. Dále se budeme zabývat jen body polohových polí.

Geodetické body se označují číslem, popř. i názvem. Pro každý geodetický bod se vyhotovují geodetické údaje. Způsob určení geodetických bodů se znázorňuje v grafických přehledech. K operátu geodetických bodů se připojí technická zpráva, obsahující zejména údaje, umožňující posouzení přesnosti prací provedených při zřizování geodetických bodů a jejich pozdější využití. Přehled bodů ZBPP a zhušťovacích bodů se vykresluje do základní mapy ČR středního měřítka 1 : 50 000.

Polohové geodetické body jsou podkladem pro polohová měření, proto je potřeba jejich polohu trvale zajistit čili stabilizovat i pro pozdější měřické a vytyčovací práce. Poloha bodu se volí tak, aby bod nebyl ohrožen a aby signalizace byla jednoduchá. Stabilizace se provádí předepsanými značkami, u trvale signalizovaných bodů (věže kostelů) se popř. stabilizují zajišťovací body. Jestliže u bodů ZBPP a zhušťovacích není vidět na jiný trigonometrický bod nebo bod zhušťovací bod zřizují se tzv. orientační body.

Aby bylo možné na body polohových sítí cílit, body se signalizují. Body základních bodových polí se udržují v použitelném stavu. Geodetické údaje o těchto bodech a dokumentační operáty se opravují a doplňují v souladu se skutečným stavem. Geodetické body podrobných bodových polí se udržují podle potřeby.

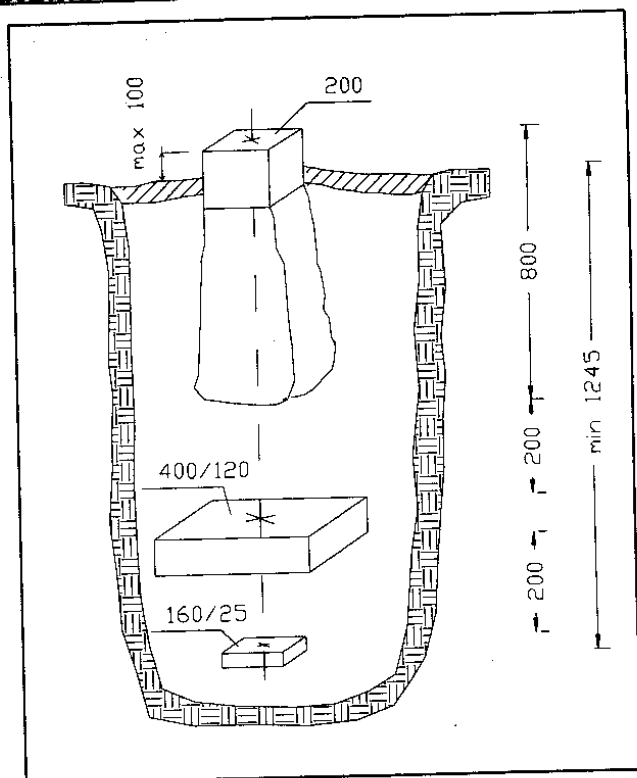
Geodetické body se chrání podle potřeby ochrannými zařízeními (ochranné tyče, výstražné tabulky apod.) a v odůvodněných případech zřízením chráněných území. Geodetické body patří mezi body měřické. Od ostatních měřických bodů se liší svou stabilizací (trvalou nebo dočasnou).

1.3.1 Stabilizace bodů

Body polohových polí se stabilizují trvalým způsobem, aby se na ně nebo z nich dalo připojit nové měření. K tomu, aby se na stabilizovaný bod dalo měřit slouží signalizace bodů. Signály nebo postavení přístrojů mohou být buď centrické nebo excentrické. Všechny potřebné údaje o bodě se najdou v Geodetických nebo Nivelačních údajích, které lze získat na katastrálních úřadech nebo v ústřední dokumentaci ZÚ. Značky pro vyznačení polohy bodu ve vodorovné rovině (polohové značky) se rozdělují na:

- a) značky bodů základního bodového polohového pole,
- b) značky bodů podrobného bodového polohového pole,
- c) značky jiných měřických polohových bodů.

Poloha bodů základního bodového polohového pole (body ČSTS) se stabilizuje jednou povrchovou a dvěma podzemními značkami [ČSN 73 0415]. Velikosti povrchových a podzemních značek jsou stanoveny v [ČSN 72 2518], [ČSN 73 0416]. **Před měřením, je povinností každého měřičky ověřit identitu bodu.**



Body se stabilizují některou z těchto předepsaných značek:

- kamenným (žulovým) hranolem s křížkem ve směru úhlopříček obr. 1.30 nebo obr. 1.31 (nadzemní značka),
- kamennou (žulovou) deskou s křížkem obr. 1.30 nebo obr. 1.3 (1. podzemní značka),,
- skleněnou nebo kamennou deskou s křížkem obr. 1.30 (2. podzemní značka),
- zkráceným kamenným hranolem s opracovanou hlavou zabetonovaným do skály,
- bronzovým kuželem podle obr. 1.32 zabetonovaným svisle skály,
- hřbovou nivelační značkou s křížkem podle obr. 1.33, zabetonovanou svisle do skály,
- kovovou značkou osazenou na ploché střeše stavebního objektu, nebo boční konzolovou značkou.

Obr. 1.30 - Stabilizace trigonometrického bodu

K vyznačení polohy bodů základního bodového polohového pole se použije též makovice věží kostelů a podobných objektů, pokud je možné jednoznačně identifikovat část konstrukce (střed krčku pod makovicí), označující polohu bodu ve vodorovné rovině. Značka podle obr. 1.30 se použije pro body základního polohového bodového pole jako:

- povrchová značka označující centrum bodu,
- povrchová značka jediného nebo povrchová značka prvního zajišťovacího bodu.

Značka podle obr. 1.31 se použije pro body základního polohového bodového pole jako:

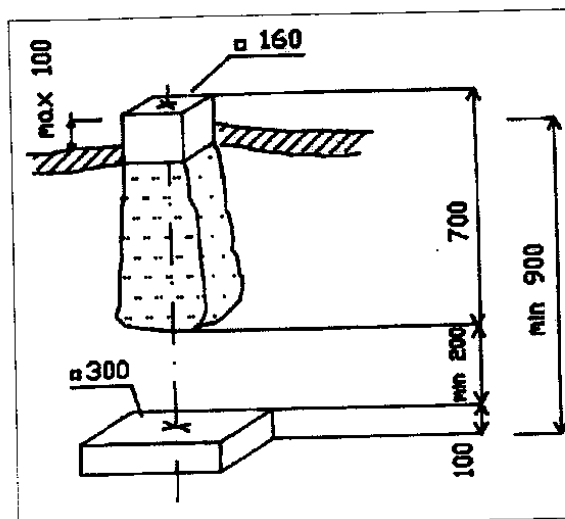
- povrchová značka druhého a třetího zajišťovacího bodu,
- povrchová značka orientačního bodu.

Nové body se stabilizují zásadně před observací, a to zpravidla kamenným hranolem a dvěma podzemními značkami [ČSN 73 0415], [ČSN 73 0416]. Nelze-li při stabilizaci trigonometrického bodu osadit jednu ze tří uvedených značek, zajistí se jedním zajišťovacím bodem. Nelze-li osadit dvě ze tří uvedených značek, zajistí se dvěma zajišťovacími body. Nelze-li trigonometrický bod stabilizovat tímto způsobem, stabilizuje se způsobem zajišťujícím stejnou kvalitu, např. kovovou značkou na střeše objektu střešní stabilizace, kovovým kuželem nebo nivelační značkou zabetonovanou svisle do skály (skalní stabilizace). Body trvale signalizované, skalní a střešní stabilizace se zajistí dvěma zajišťovacími body.

Volba stabilizačních značek se řídí technickými normami [ČSN 73 0415], [ČSN 73 0416]. Zhušťovací body se v terénu umísťují podle potřeb geodetických prací, pro který se zřizují, a to tak, aby umožnily určení ostatních bodů podrobného bodového pole (obr. 1.31). Volí se:

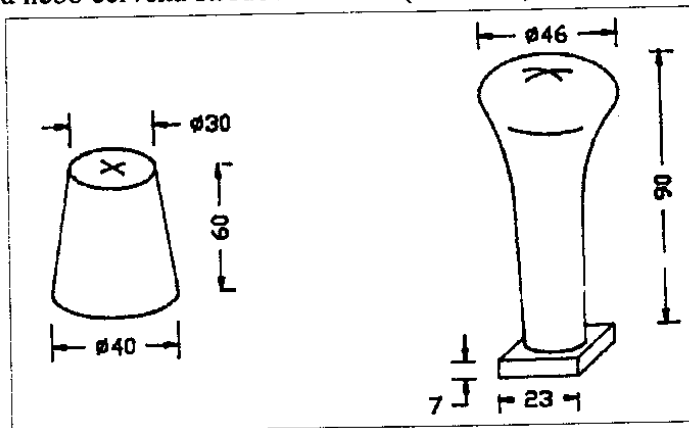
- a) přednostně na trvalých objektech, na rovných střeších domů, na nivelačních kamenech, na hřebových nivelačních značkách osazených shora na vodorovných částech trvalých objektů,
- b) jako trvale signalizované body s výjimkou továrnických komínů, stožárů, rozhlasových a televizních stanic a vlajkových tyčí na těžních věžích.

Ostatní body podrobného bodového polohového pole se volí především na objektech trvalého rázu nebo na jiných místech tak, aby co nejméně překážely v užívání pozemků. Body podrobného bodového polohového pole se stabilizují některou z těchto značek:



Obr. 1.31 - Stabilizace zhušťovacího bodu

- a) kamenným hranolem podle obr. 1.31,
- b) kamennou deskou podle obr. 1.31 (pouze u zhušťovacích bodů),
- c) ocelovou trubkou nebo nivelační značkou podle obr. 1.33, (popř. s křížkem nebo důlkem), které jsou osazeny v betonovém bloku nejméně 200 x 200 x 600 mm,
- d) značkou z plastu a kovu skládající se z ocelové trubky o průměru nejméně 30 mm, tloušťce nejméně 3 mm a délce nejméně 600 mm nebo nejméně 500 mm, je-li trubka zakončena závrtnou šroubovicí a z hlavy z plastu velikosti nejméně 80 x 80 x 50 mm. Do hlavy je možno umístit hliníkovou značku, do které je možné vyrazit číslo bodu a vložit magnet pro snadnější vyhledání bodu. U jiných typů má plast různou barvu (např. bílou, žlutou nebo červenou) a vloží se do ní zpravidla další bílá nebo červená středová značka (obr. 1.34).



Obr. 1.32

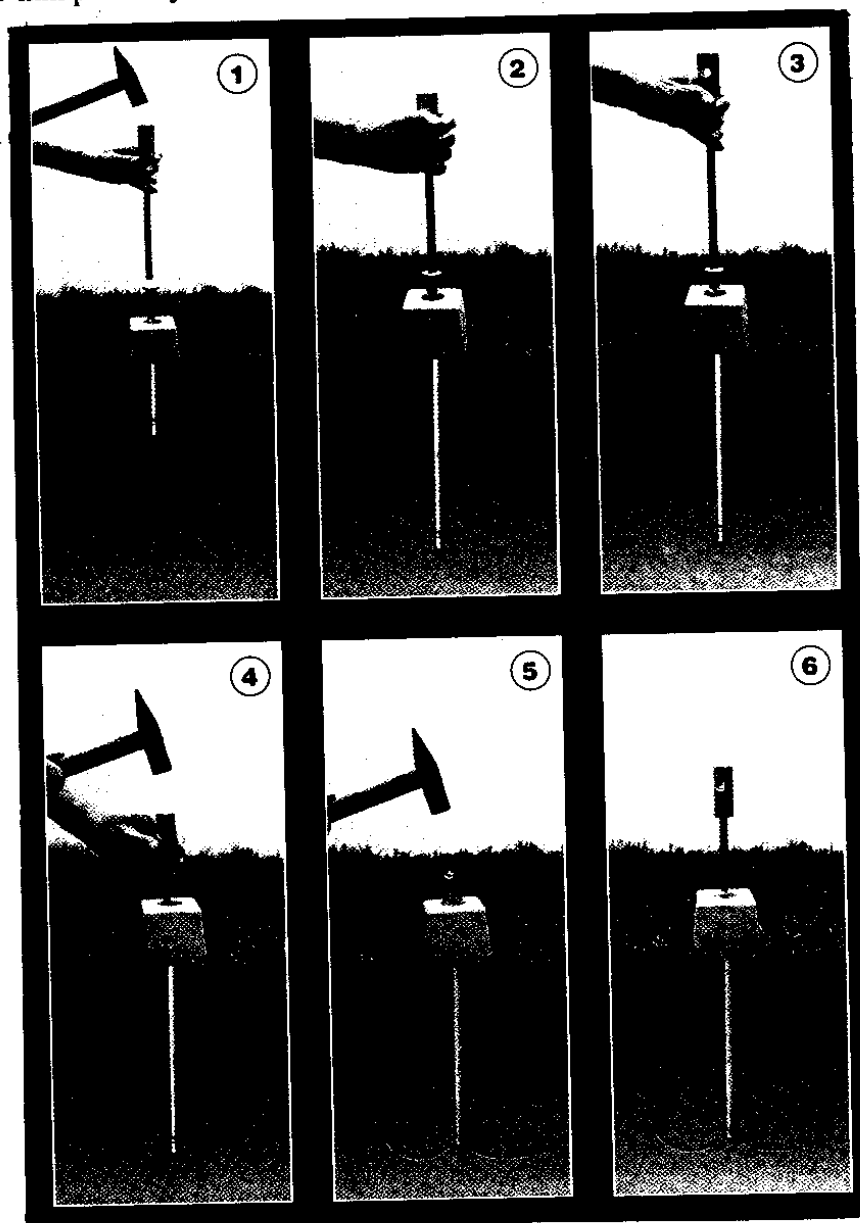
Obr. 1.33

Další možné způsoby stabilizace jsou popsány v [ČSN 73 0416]. K vyznačení polohy bodů podrobného bodového polohového pole se dále použije některého z těchto způsobů:

- a) osazené značky jiných bodových polí (výškových nebo tíhových),
- b) hraniční kameny osazené na správních hranicích nebo jiné již osazené kameny, pokud jsou opracovány a jejich rozměry jsou nejméně 120 x 120 x 600 mm a pokud se doplní podle potřeby křížkem, důlkem apod.,
- c) vstupní nebo jiné šachty podzemního vedení mimo zastavěné části obcí, pokud je možné na nich jednoznačně identifikovat polohu,
- d) vlajkové stožáry na budovách,
- e) rohy budov ve výšce cca 1,6 m, rohy elektroskříní (PRIS), příp. nastřelovacím hřebem ve zdi nebo na rohu zdi.

Do osazených značek výškových polí není dovoleno vyznačovat křížky, dílky apod.
K vyznačení polohy bodů podrobného polohového pole není dovoleno používat hromosvody a komíny

Podzemní značka se osadí do svislice povrchové značky s mezní odchylkou 3 mm pro body ZBPP a 5 mm pro body zhušťovací.



Obr. 1.34 - Stabilizace mezníkem s plastovou hlavou

V poslední době, zejména v zastavěných územích, se používají k stabilizaci nastřelovací hřeby, (mohou být i s barevnými podložkami na kterých může být napsáno buď měřický bod nebo logo firmy (obr. 1.35) apod.

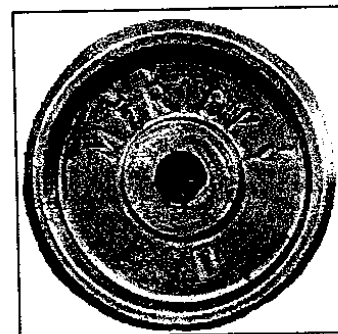
Poznámka:

Stabilizované body dřívějších triangulací měly ještě z boku vytesáno buď:

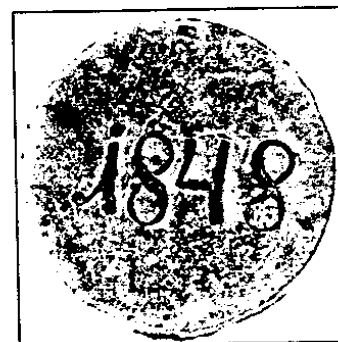
- K.V. což značí *Katastral Vermessung* (katastrální vyměřování) pro body stabilního katastru,
- M.T. což značí *Militär Triangulierung* pro body vojenské triangulace z roku 1862 - 1898.

1. 3. 2 Ochrana bodů

Pro ochranu stabilizační značky před poškozením nebo zničením se zřizují na trigonometrických a orientačních bodech ochranné znaky, které zároveň slouží i ke snadnějšímu vyhledání bodu v terénu. Typy ochranných znaků jsou uvedeny v [ČSN 73 0416].



Obr. 1.35 - Stabilizace v chodníku (mosazná značka, nutno vyvrtat otvor hluboký asi 5 cm, hřeb se může vložit do hmoždinky)



Obr. 1.36 - Podzemní značka Stabilní katastr z roku 1848

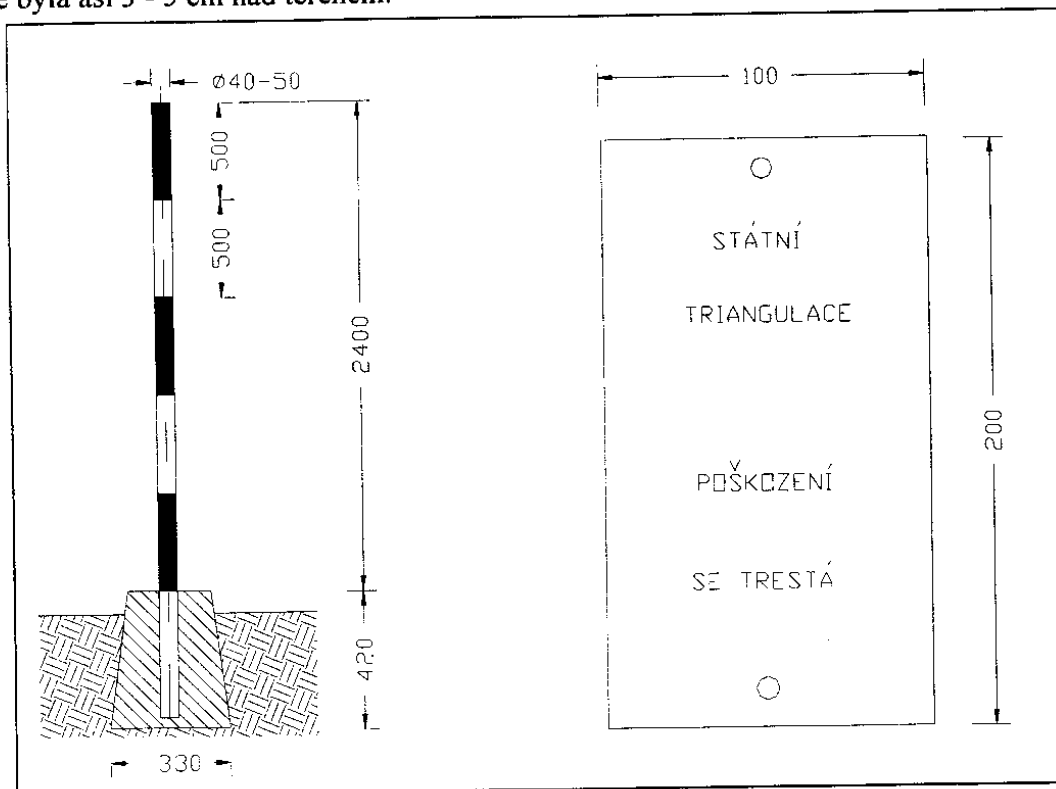
Jako ochranné znaky se používají zejména červenobílé ochranné tyče nebo černobílé pro orientační body (obr. 1.37) s výstražným štítkem s nápisem (obr. 1.38)

STÁTNÍ TRIANGULACE. POŠKOZENÍ SE TRESTÁ

(pro jiné body např.: STÁTNÍ NIVELACE, TÍHOVÝ BOD nebo GEODETICKÝ BOD).

Tyčový signál se zhotovuje ze železné trubky 2,4 m dlouhé. Tyč je zasazená do betonového podstavce. Podstavec má tvar čtyřbokého komolého jehlanu o dolní základně asi 30x30 cm, vrchní ploše 20x20 cm a výšce asi 40 - 50 cm. Trubka je natřena barevnými pruhy po 50 cm. Tmavší barevný pruh začíná od vrcholu tyčového signálu. Horní otvor trubky se utěsňuje proti vnikání dešťové vody.

Tyčový znak se umístí ve vzdálenosti 0,75 m od středu povrchové stabilizační značky ve směru ohrožení bodu a zakreslí se v místopise. Tyčový znak se osadí tak, aby horní plocha betonového podstavce byla asi 3 - 5 cm nad terénem.



Obr. 1.37 - Ochranný tyčový znak

Obr. 1.38 - Výstražný štítek

Jako dalších ochranných znaků se používají např.

- a) betonová skruž o průměru 1 m. Skruž se osazuje kolem bodu tak, aby vyčnívala maximálně 20 cm nad terén. Horní plocha a vyčnívající stěny jsou natřeny červenobílými pruhy asi 0,5 m širokými,
- b) ochranný kopec, v horských oblastech, kdy se ve vzdálenosti 2 m od trigonometrického bodu navrší kopec z hlíny a kamení, vysoký asi 1,2 m, průměr základny je 1 m. Kopec musí být stabilní, aby se jeho svahy nesesouvaly. K jeho zřízení se použijí kameny různých velikostí a hlíny, povrch se zpevní drny.

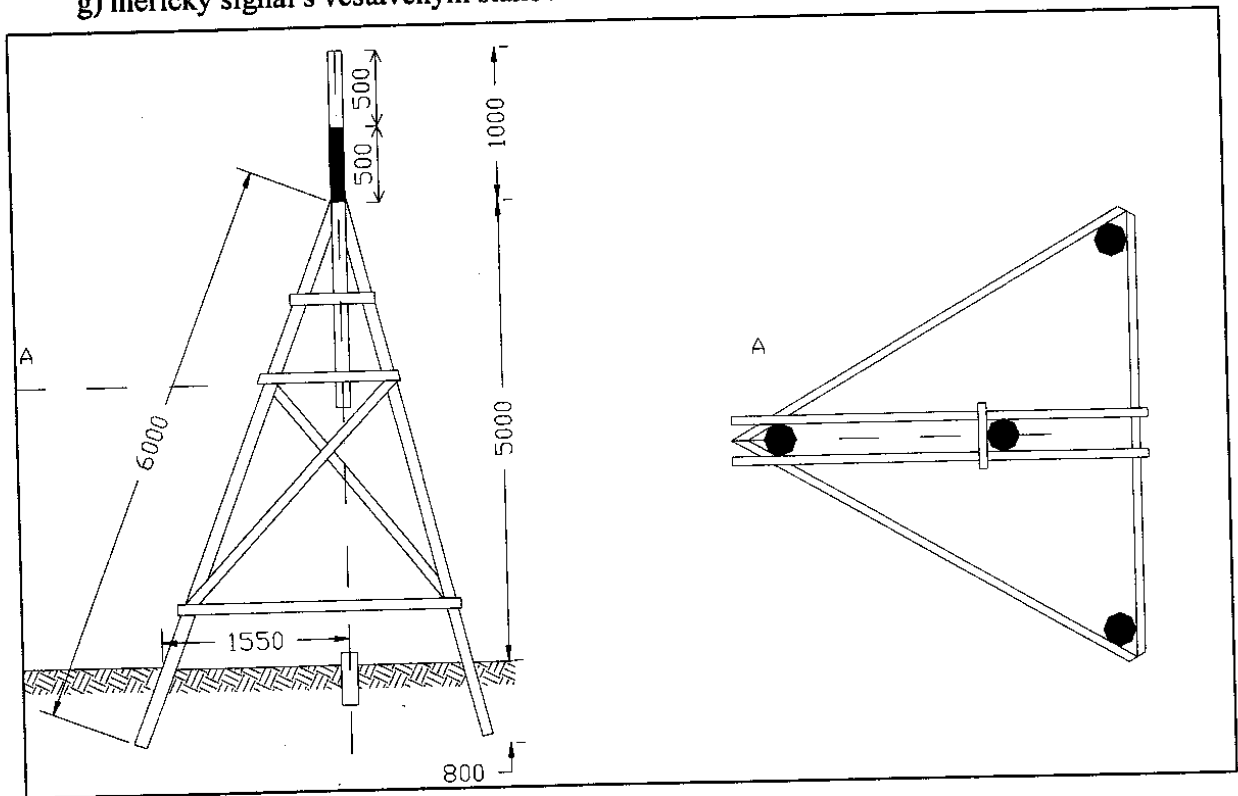
Jiné typy ochranných znaků jsou popsány v [ČSN 73 0416].

Zvlášť důležité trigonometrické body se chrání zřízením chráněného území, které vyhláší příslušný okresní úřad. Chráněné území je v přírodě vyznačeno výstražnými tabulkami se státním znakem a textem "Chráněné území geodetického bodu", které jsou upevněny na kovových tyčích nebo betonových sloupcích. Kolem některých zvláště významných geodetických bodů byly vytýčeny a omeznikovány samostatné parcely a vykoupěny do vlastnictví Zeměměřického úřadu.

1. 3. 3 Signalizace bodů

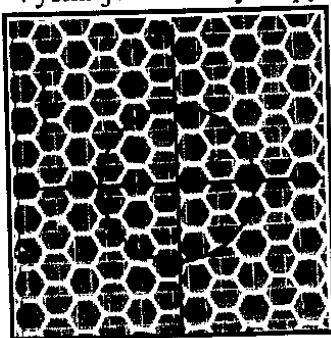
Podle výsledků rekognoskace se na navržených bodech zřídí signalizační stavby. Během stavby se ověřuje dosažitelnost záměr a podle okolností se stavba zvýší. Údaje o stavbě se doplní do záznamu o rekognoskaci, kde se uvedou eventuelní nedosažené směry. Některé signalizační stavby jsou např. na obr. 1.09. Nejčastěji se budovaly d) - g). Dnes se používají a) - c), b) a c) je dočasná signalizace:

- a) věže kostelů (přirozené stavby),
- b) měřický terč v centrovaném stativu (trojpodstavcová souprava), výtyčka ,
- c) reflexní terč,
- d) dřevěné pyramidy (tříboké nebo čtyřboké) obr. 1.39 [PROZATIMNÍ NÁVOD],
- e) pyramidy se zvýšeným stanoviskem, měřické věže (obr. 1.42)
- f) měřický signál,
- g) měřický signál s vestavěným stanoviskem.



Obr. 1.39 - Trojboká pyramida (ke stavbě se používá převážně smrkového dřeva)

Výška jednoduchých pyramid je 6 m. Nástupem nových technologií se signalizace bodů pomocí dřevěných konstrukcí (pyramid a věží) již neprovádí. Ostatní body PBPP se signalizují jen pro účely měření (výtyčkou, terčem). V poslední době se používají k signalizaci bodů také reflexní terčíky (obr. 1.40). Např. firma Leica dodává terče ve velikosti 20x20, 40x40 a 60x60 mm. Terče se dají připevnit na zaměřované objekty. Před měřením na pyramidu je nutné změřit centrační prvky [RATIBORSKÝ].



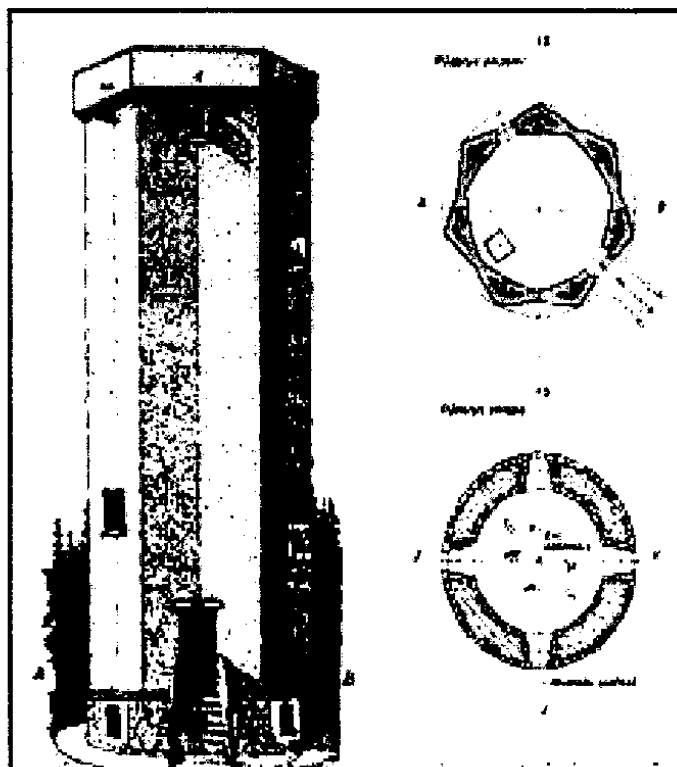
Obr. 1.40 - Reflexní terč

Pyramidy se zvýšeným postavením nebo měřické věže byly vysoké podle potřeby (až 40 m), přičemž měřický stůlek musel být nezávislý na signální věži (obr. 1.42).



Ukázka signalizace u švýcarských bodů

U významných trigonometrických bodů 1. řádu, např. v Praze Ládvi v Ďáblickém háji nebo koncovém bodě poděbradské základny u Sadské, Vysoký Kamýk (v okrese České Budějovice) byla místo dřevěné signalizace provedena signalizace zděná (obr. 1.41).



Obr. 1.41 - Zděná sedmiboká věž trigonometrického bodu Velký Kamýk



Obr. 1.42 - Dřevěná věž na Kozlovském kopci u České Třebové (byla vybudována v roce 1929, zanikla v roce 1939 po úderu blesku, vlevo chata Maxe Švabinského)

1. 3. 4 Číslování geodetických bodů

Body základního bodového polohového pole, nebo-li body trigonometrické se číslují (viz kap. 2.1)

1 do 199 v rámci triangulačního listu (10x10 km).

Body zhušťovací se číslují v intervalu od

201 do 499 v rámci triangulačního listu (10x10 km).

Zajišťovací a orientační body mají stejné číslo jako bod, ke kterému se zřizují. Navíc se přidává pořadové číslo zajišťovacího (orientačního) bodu za desetinnou tečkou, např. 42.1. Ostatní body PBPP se číslují v intervalu od

501 do 3999 v rámci katastrálního území.

Pomocné body zpravidla stabilizované dočasně kolíky nebo trubkami pro podrobné měření se číslují v intervalu od

4001 v rámci katastrálního území.

1.3.5 Geodetické údaje

Katastrální území

Obec

GEODETIKÉ ÚDAJE O PBPP Str.

Bod	Bod zřídil jméno, rok			y		SMD-5
				x		Místopisný náčrt
Orientační jižník na bod	o	'	''	Nadm. výška (Bpv)		S ↑
	g					
Popis, způsob stabilizace a určení bodu					Nárys nebo detail	
Poznámky:						

Obr. 1.44 - Geodetické údaje o bodech PBPP

Geodetické údaje trigonometrických bodů a zhušťovacích bodů (viz Geodézie 10) obsahují zejména tyto údaje:

- číslo a název bodu,
- lokalizační údaje o územních jednotkách, označení listu mapového listu (triangulačního listu, Základní mapy ČR 1 : 50 000, Státní mapy 1 : 5 000 (SMO - 5)), číslo parcely,
- souřadnice y a x, jako první se udává vždy souřadnice y, výška bodu a místo, ke kterému se vztahuje (temeno hlavy, mezníku, střed makovice), výškový systém,
- stručný místopisný popis, včetně schématického náčrtu a obrázku cíle pro jednoznačné cílení při měření zenitových úhlů a údaje o orientaci,
- údaje o stabilizaci a signalizaci bodu,
- údaje o vlastníku pozemku nebo stavby, na kterém je bod umístěn,
- údaje o zřízení bodu (zřizovatel a rok zřízení) a jeho údržbě.

U ostatních bodů PBPP obsahují geodetické údaje (obr. 1.44) tytéž data. Místo orientačních směrů jsou uvedeny jižníky. Je uveden jen klad mapových listů SMO - 5. Údaje pro body zřízené před platností vyhlášky č. 190/1996 Sb. obsahují ještě třídu přesnosti.

Geodetické údaje je možné získat v dokumentačních odděleních. O trigonometrických a zhušťovacích bodech v ústřední dokumentaci Zeměměřického úřadu v Praze. O trigonometrických a zhušťovacích bodech a ostatních bodech PBPP v dané oblasti (okres) ve všeobecných dokumentacích na katastrálních úřadech.

1. 3. 6 Projekt prací při zřizování a obnově bodů polohových polí.

A. Pro doplňování a obnovu České státní trigonometrické sítě [METODICKÝ NÁVOD PRO DOPLNĚNÍ] mimo jiné:

1. Projekt prací.

2. Rekognoskace

- a) příprava a návrh sítě do základní mapy ČR měřítka 1 : 50 000 se vyznačí všechny nově navrhované nebo obnovované body a navrhované určovací a připojovací směry. Pomocí profilů z topografické mapy se zjistí možná viditelnost. Vyhotoví se kopie geodetických údajů trigonometrických bodů dané lokality atd.,
- b) rekognoskace v terénu, cílem je vyhledat a evidovat dané body a zvolit konečnou polohu navrhovaných nových bodů, navrhnout vhodné stavby nebo excentrická stanoviště, a vyhledat přístup k bodu atd.,
- c) zjistit vlastníka a uživatele pozemku na němž leží navrhovaný bod,
- d) vyhledat polohu pro zajišťovací a orientační body.

3. Provést stabilizaci a signalizaci a ochranu bodů.

4. Provést observaci

- a) změřit vodorovné směry včetně centrací,
- b) změřit délky včetně centrací,
- c) změřit zenitové úhly,
- d) zaměřit přidružené body - zajišťovací, orientační.

5. Provést výpočty, v terénu adjustovat zápisníky, výpočet provést podle výpočetního plánu.

6. Závěrečné práce, doplnění a vyhotovení geodetických údajů, vyhotovení seznamu souřadnic nově určených trigonometrických bodů, zakres nových bodů do evidenční mapy.

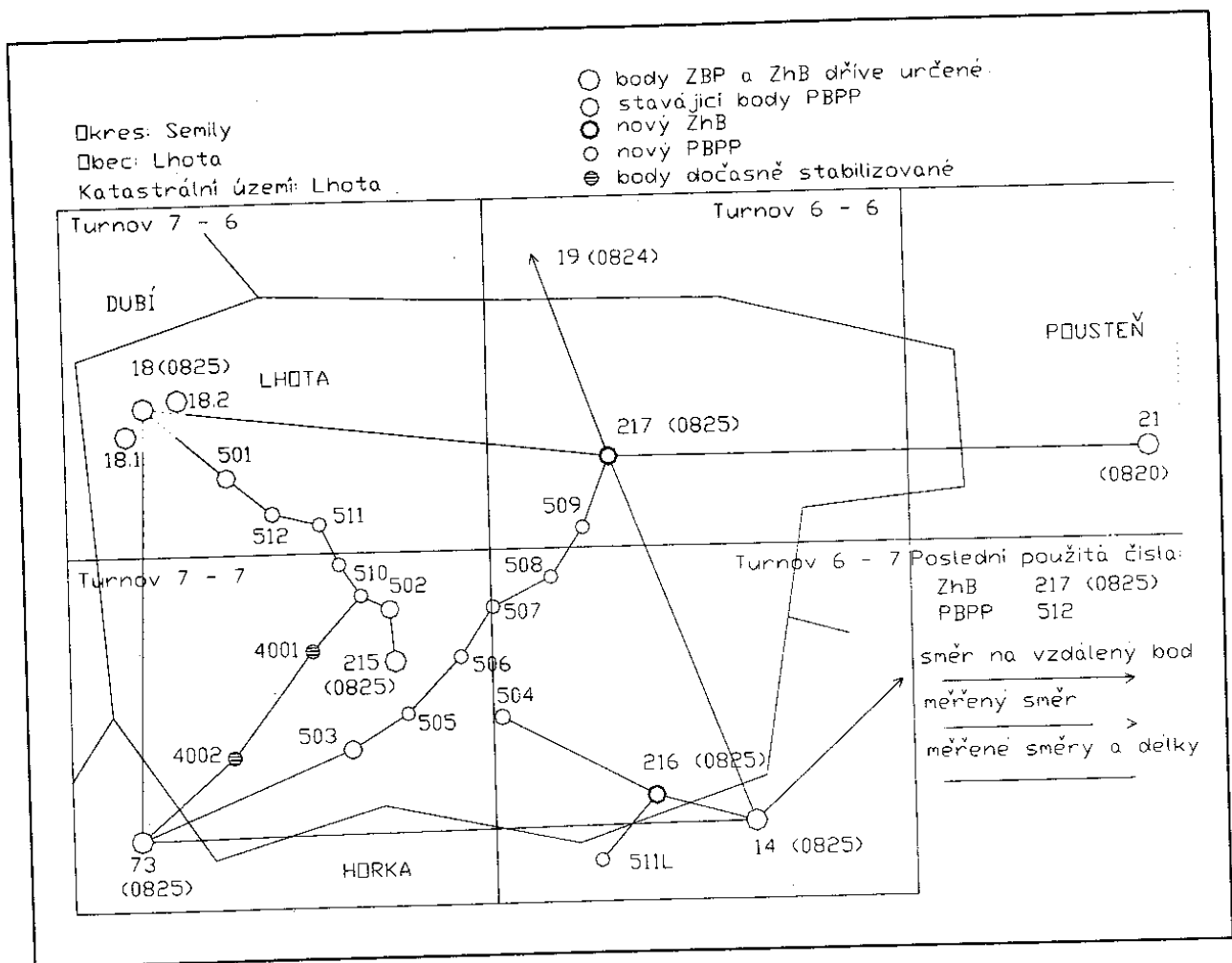
B. Pro budování podrobného bodového pole [PROZATIMNÍ NÁVOD] obsahuje mimo jiné projekt geodetických prací tyto části:

1. Písemná část projektu obsahuje

- a) charakteristiku podrobného měření nebo jiných geodetických prací pro něž se podrobné pole buduje,
- b) počet a stav bodů stávajícího podrobného pole.

2. Grafická část projektu obsahuje

- a) přehled stávajícího základního i podrobného pole v mapě 1 : 5 000 případně menšího měřítka a návrh na vybudování nového podrobného pole (observační a výpočetní plán) obr. 1.45,
- b) kopie geodetických údajů daných bodů základního a podrobného pole, seznamy souřadnic, včetně výšek těchto bodů pokud byly určeny



Obr. 1.45 - Observační plán

Kontrolní otázky

1. Jaký rozměr v km má základní triangulační list a triangulační list ?
2. Jak se určí nomenklatura triangulačního listu ?
3. Jak se označují mapové listy Základní mapy ČR středního měřítka ?
4. Jak se označují mapové listy katastrální mapy ?
5. Ve které listině najdete údaje o geodetických bodech ?
6. Co obsahují geodetické údaje a kde je získáte ?
7. Jakým způsobem jsou stabilizovány trigonometrické body ?
8. Jakým způsobem jsou stabilizovány body PBPP ?
9. Jak se provádí signalizace bodů polohového základu ?
10. K jakému účelu slouží tyčový ochranný znak ?
11. Jaké barvy mají ochranné tyčové znaky bodů polohového pole ?
12. Jak a v jaké evidenční jednotce se číslují trigonometrické body ?
13. Proč se zřizují a jak se číslují zajišťovací body ?
14. Jak a v jaké evidenční jednotce se číslují zhušťovací body ?
15. Jak a v jaké evidenční jednotce se číslují ostatní body PBPP ?
16. Jak a v jaké evidenční jednotce číslují pomocné body ?

Kapitola druhá

2 Podrobné polohopisné měření

Pod pojmem podrobné polohopisné měření se rozumí zaměření podrobných bodů, tedy podrobných polohových bodů, jejichž spojnice tvoří obvod předmětů a objektů měření. Soubor zaměřených a zobrazených podrobných polohových bodů, jejich spojnic a mapových značek se nazývá polohopis, který věrně určuje a zobrazuje v určitém měřítku rovinné geometrické vztahy mezi jednotlivými body. Pak tedy měření polohopisu je zaměření bodů, které se zobrazí v mapě.

Podrobné polohopisné měření je možno realizovat různými metodami. Při jejich volbě je směrodatný charakter zaměřovaného území, jeho členitost, vegetační kryt, zastavění a jeho hustota, frekvence provozu a měřítko budoucího zobrazení v mapě. Metody podrobného polohového měření se dělí na:

- a) metody číselné - polární,
pravoúhlých souřadnic,
protínání vpřed,
konstrukčních oměrných (případně s vyrovnáním na pravoúhlost).
- b) metody grafické - fotogrammetrické.

Pokrok v rozvoji zeměměřičtví v posledních letech se značně odráží v mechanizaci a automatizaci měřických, výpočetních a zobrazovacích prací, které jsou náplní výuky dalších předmětů ve vyšších ročnících (podrobné mapování, automatizace výpočetních a zobrazovacích prací, fotogrammetrie).

V této části bude proto uvedena jen podstata základních číselných metod, tj. metod, při kterých jsou údaje potřebné k sestrojení a zobrazení polohopisu udávány číselně.

Zavedení elektronických dálkoměrů do měřické praxe značně ovlivnilo metody polohopisného měření. Tato skutečnost se zohledňuje i v nových technických předpisech. Podle [PROZATÍMNÍ NÁVOD] se geodetické metody měření polohopisu dělí na

a) základní metodu, kterou je polární metoda, v těchto variantách

- polární metoda s využitím elektronických dálkoměrů a tachymetrů,
- polární metoda s využitím dvojobrazových dálkoměrů (dnes již málo používaná),
- metoda nitkové tachymetrie,

b) doplňující metody, kterými jsou

- metoda pravoúhlých souřadnic (metoda ortogonální),
- metoda konstrukčních oměrných,
- protínání z délek,
- protínání ze směrů a další.

Z hlediska polohového měření je předmětem měření zemský povrch a objekty na něm, pod ním a nad ním se vyskytující. Obsah měření upravují normy [ČSN 01 3410], [ČSN 01 3410], [Návod] a [Vyhlášky]. Předměty měření jsou zejména:

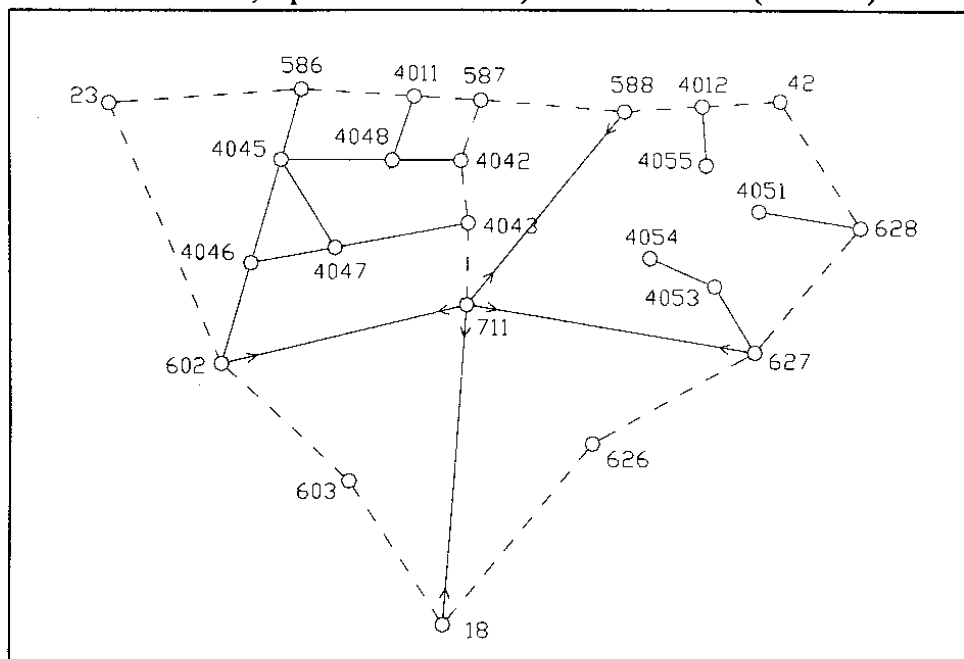
- body bodových polí [ČSN 73 0415],
- všechny druhy hranic správních státních, (*krajské*), okresní, obecní, hranice katastrální, vlastnické, užívací, hranice pozemků, rezervací a ochranných pásem,
- stavební objekty,
- dopravní sítě a zařízení,
- potrubní a elektrická vedení, jejich zařízení a objekty,
- bodové objekty (sloupy, viditelné značky inženýrských sítí),

- předměty hornické a těžební činnosti, sondy,
- vodstvo a vodohospodářské zařízení a stavby,
- ostatní předměty měření a technická zařízení.

2. 1 Měřická síť

Základem pro podrobné polohopisné měření polární metodou, jsou body základního bodového pole. Tato síť nemůže být tak hustá, aby bylo možno z ní zaměřit všechny podrobné body předmětů měření. Musí se proto doplnit body PBPP a dalšími pomocnými měřickými body, tj. body měřických přímek, rajónů apod. S číslováním bodů trigonometrických a PBPP a pomocných bodů jsme se seznámili v [GEODÉZIE 10]. Podrobné body se číslovají v rámci měřického náčrtu počínaje vždy číslem 1. Bodové pole PBPP se buduje podle [PROZATÍMNÍ NÁVOD].

Pomocné body se volí v hustotě nezbytné pro zaměření podrobných bodů a stabilizují se dočasně (trubkou, nastřelovacím hřebem, v polní trati kolíkem) a mohou se určit (obr. 2. 1):



Obr. 2.1 - Měřická síť

- staničením na polygonových stranách, např.: 4011, 4012,
- staničením na hlavních měřických přímkách (spojují body podrobného polohového pole) např.: 4045, 4046,
- staničením na vedlejších měřických přímkách (spojují body hlavních měřických přímek), např.: 4047, 4048,
- rajóny např.: 4012 - 4055 kolmý rajón, 628 - 4051 šikmý rajón,
- pomocnými polygonovými pořady, např.: 587, 4042, 4043, 711,
- volnými polygonovými pořady, např.: 627, 4053, 4054 (výjimečně, nejvýše 3 strany do max. délky pořadu 250 m),
- protínání ze směrů nebo z délek, např.: 711,
- jako přechodné (volné) polární stanovisko.

Délka rajónu smí být nejvýše o 1/3 delší než délka měřické přímky. Délka měřické přímky a pomocného polygonového pořadu nesmí být větší než 2 000 m.

Při zakládání měřické sítě se postupuje podle zásady z velkého do malého, protože postup při podrobném měření vyžaduje systematické navazování zaměřovaných bodů na podrobné body předtím zaměřené.

Rozvrh sítě vyžaduje podrobnou rekognoskaci (tj. prohlídku) zaměřovaného území. Vedoucí měřického oddílu si zaznamenává polohy bodů, které postupně vytvářejí měřickou síť.

Osvědčený postup tvorby měřické sítě je následující:

- nejprve se do sítě pojmu polygonové strany a vytyčí se měřické přímky na obvodu zaměřovaného území,
- potom se vytyčují ostatní měřické přímky a rajóny směrem dovnitř zaměřovaného území,
- u ortogonální metody se měřické přímky mají volit tak, aby případné kolmice při podrobném měření byly co nejkratší,
- měřické body mají být pokud možno mimo komunikace a také měřické přímky mají být voleny tak, aby jen v nejnútnejší míře křížovaly prostory vyhrazené pro dopravní provoz. Nesmíjí být rovnoběžné se zástavbou.

Počet měřických přímek má být co nejmenší, ale účelně volený tak, aby z nich mohly být zaměřeny všechny potřebné body. Proto návrh měřické sítě musí být promyšlený. Vyžaduje určité zkušenosti a pokládá se za obtížnou součást přípravy měření, protože na něm závisí hospodárnost podrobného měření. Pomocné body polygonových pořadů se volí tak, aby délky polygonových stran byly co nejdelší a počet vrcholů byl co nejmenší.

Protože stejná čísla se používají v určitých evidenčních jednotkách (měřický náčrt, katastrální území, triangulační list), přiřazuje se bodům tzv. úplné číslo (při ručním zpracování úplná čísla odpadala). Každé úplné číslo se skládá z osmiciferného čísla skupinového, které je společné pro určitou skupinu bodů a čtyřmístného vlastního čísla bodu.

Body základního bodového polohového pole (ZBPP) se číslují v rámci triangulačního listu [evidenční jednotky, nomenklatury] (10 x 10 km):

- a) skupinové číslo - kterým je předřazené číslo 0009 a čtyřmístné číslo triangulačního listu (evidenční jednotky nebo také nomenklatury, viz zápisník ve skriptech Geodézie 10),
- b) body se číslují od 1 do 199,

Přidružené body (zajišťovací nebo orientační body) k bodům ZBPP mají číslo bodu doplněné desetinnou tečkou a pořadovým číslem přidruženého bodu. V úplném čísle se pořadové číslo v rámci čísla bodu uvádí na posledním místě.

*Příklad : 000914240420 (Trigonometrický bod číslo 42 v evidenční jednotce 1424),
000914240421 (Zajišťovací bod 42.1 trigonometrického bodu číslo 42 v evidenční jednotce 1424). Poznámka: v geodetických údajích je možný ještě starší zápis 42,1 nebo ZB1).*

Zhušťovací body (ZhB) se číslují v rámci triangulačního listu:

- a) skupinové číslo je shodné s body ZBPP,
- b) body se číslují od 201 do 499.

Přidružené body k bodům ZhB mají číslo bodu doplněné desetinnou tečkou a pořadovým číslem přidruženého bodu. V úplném čísle se pořadové číslo v rámci čísla bodu uvádí na posledním místě namísto 0.

Ostatní body PBPP (trvale stabilizované) se číslují v rámci katastrálního území:

- a) skupinové číslo - ve tvaru PPPS0000, kde PPP je pořadové číslo katastrálního území v okrese a S, pokud je nenulové (1-8), vyjadřuje bod ze sousedního okresu,
- b) body se číslují od 501 do 3999.

Příklad: 144000000501 - bod 501 v katastrálním území Dejvice .

Pomocné body se číslují v rámci katastrálního území:

- a) skupinové číslo podobně jako ostatní body PBPP,
- b) body se číslují od 4001.

Příklad: 14400004001 - bod 4001 v katastrálním území Dejvice.

Poznámka: V ČR je přibližně 13 000 katastrálních území v asi 6 230 obcích a v 78 okresech.

Podrobné body polohopisu se číslují v rámci měřického náčrtu:

- a) skupinové číslo - ve tvaru PPP0ZZZZ, kde PPP je číslo katastrálního území podle SPI a ZZZZ je číslo měřického náčrtu,
- b) měřické náčrty se číslují v rámci katastrálního území od 1 do 9999,
- c) body se číslují od 1 do 9999.

Příklad: 144000020001 - První bod v měřickém náčrtu č. 2 v katastrálním území Dejvice.

Poznámka: Čísla se uvádějí bez mezer. Na obrazovce může být číslo rozděleno do tří skupin po čtyřech číslech oddělených mezerou. Podobně rozdělení může být i u výpisu, viz program GEUS.

Každý bod polohopisu může mít jen jedno číslo (čísla se přebírají do navazujících měření).

2.2 Měřické náčrty

Měřické náčrty obsahují spolu se seznamem souřadnic daných bodů a se zápisníky podrobného měření všechny výsledky podrobného měření, které slouží k výpočtu souřadnic podrobných bodů a k jeho kontrole, ke konstrukci kresby a k popisu mapy. Spolu s výsledky místního šetření k sestavení písemného operátu evidence nemovitostí. Měřítka měřických náčrtů musí dovolovat jasné a čitelné zobrazení a zapsání všech potřebných údajů. Volí se

- 1 : 500 až 1 : 1 000 pro intravilány - místní tratě - část území obce, v níž je soustředěna zástavba,
- 1 : 1 000 až 1 : 5 000 pro extravilány - část obce kromě místní trati.

Jako podkladu se pro měřické náčrty se použije zpravidla náčrtů o místním šetření (zjišťování předmětů měření a údajů potřebných pro popis mapy, popř. dalších údajů podle účelu mapování) nebo jejich kopií. Měřický náčrt se zpravidla vyhotoví doplněním připravených kopií.

Rozměr měřických náčrtů při mapování v měřítku 1 : 2 000 a větším je obvykle 353 x 500 mm (formát B3), v měřítku 1 : 5 000 pak 297 x 420 mm (formát A3).

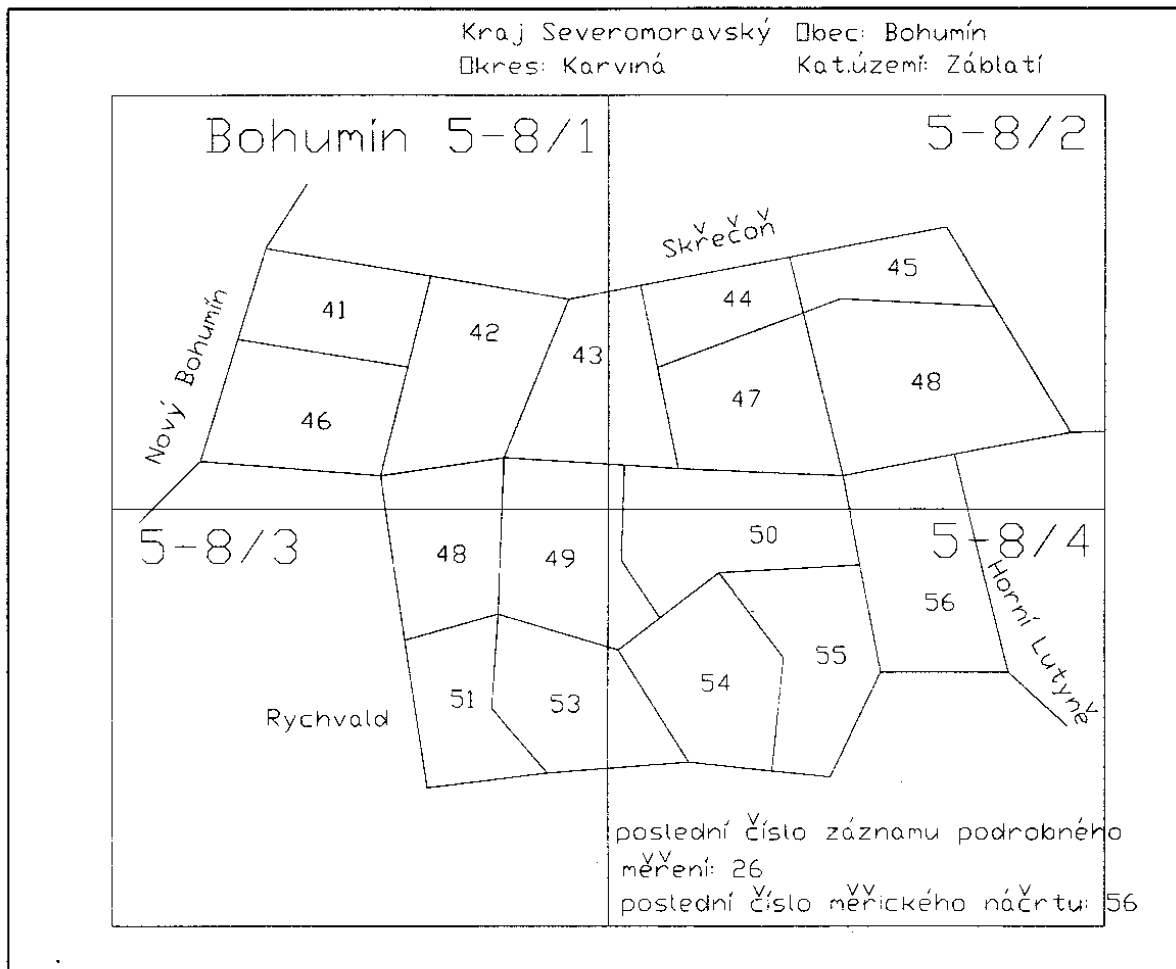
Měřické náčrty se dělí na blokové a rámové. Rámové náčrty se zakládají postupným čtvrcením mapového listu až k vhodnému měřítku. Blokované náčrty se orientují přibližně k severu a zakládají se tak, aby zobrazovaly ucelenou skupinu pozemků (blok domů apod.). Měřické náčrty se číslují v rámci katastrálního území v číselné řadě 1 - 9999.

Náčrty se vyhotovují podle normy [ČSN 01 3411]. Kreslí se tušemi, propisovacími péry nebo jiným trvanlivým způsobem na kvalitním papíru nebo na plastové pokreslovací fólii. Do měřických náčrtů se zakreslí červeně body polohového pole včetně čísel a polygonových stran. Náčrty se červeně doplní o rámy a čísla mapových listů SMO-5. Blokované náčrty se doplní červeně zákresem rozhraní se sousedními náčrty. Obvod a číslo každého náčrtu se černě zakreslí do SMO-5 (obr. 2.2).

Náčrty se vyhotovují přímo v terénu trvalým způsobem. Chybné údaje se nepřepisují - škrtnou se!
Náčrt obsahuje:

- a) vpravo nahoře číslo náčrtu a název katastrálního území,
- b) čísla stykových náčrtů,
- c) vlevo nahoře červeně orientaci náčrtu k severu,

- d) vpravo nahoře červeně nomenklaturu mapy,
- e) vlevo dole číslo zápisníku podrobného měření, poslední číslo podrobného bodu, porovnání s mapou,
- f) dole uprostřed měřítko náčrtu,
- g) vpravo dole Vyhotovil: [datum vyhotovení a podpis].



Obr. 2.2 - Přehled měřických náčrtů

Všechny body polohového pole zobrazené v měřickém náčrtu jsou označeny číslem. Vykreslí se také spojnice těchto bodů

- h) body ZBPP a PBPP se vykreslí červeně kroužkem o průměru 2 mm, výška písma 4 mm,
 - u bodů ZBPP se uvádí vždy úplné číslo bodu,
 - u bodů PBPP se úplné číslo uvádí jen u bodů číslovaných v jiných katastrálních územích,
- i) pomocné body se vykreslí červeně kroužkem o průměru 1,5 mm, výška písma 2 mm, u pomocných bodů se úplné číslo uvádí jen u bodů číslovaných v jiných katastrálních územích,
- j) spojnice polygonových bodů se vykreslí červeně čerchovaně. Nekončí-li polygonová strana na náčrtu vykreslí se na ní šipka a číslo koncového bodu,
- k) spojnice pomocných bodů se vykreslí červeně čerchovaně,
- l) měřické přímky a rajóny se vykreslí červeně čárkovaně.

Zákres podrobného měření

- m) zákres předmětů měření (polohopisnou kresbu mapovaného území). Zděné budovy se označují tečkou uprostřed objektu a mohou se vybarvit světle červenou barvou, dřevěné budovy se označují krátkou čárkou uprostřed objektu a mohou se vybarvit světle žlutou barvou,

n) čísla podrobných bodů

- u podrobných bodů se uvádí jen jejich vlastní číslo. U podrobných bodů zobrazených v jiném náčrtu, než ve kterém byly poprvé očíslovány, se rovněž uvede jen jejich vlastní číslo a u bodu se zakreslí hranatá závorka směřující otevřenou částí k číslu bodu a k číslu stykového náčrtu, kde byl očíslován a uzavřenou částí do náčrtu v němž je zakreslen (bod 18 na obr. 2. 4),
- je-li podrobný bod kontrolně zaměřován ze dvou stanovisek, podtrhne se v náčrtu jeho číslo,

o) pomocné čáry (např. kolmice) tečkované,

p) zaměřené oměrné míry se v náčrtu znázorní krátkou rovnoběžnou čárkou se spojnicí polohopisu. Nelze-li oměrnou míru měřit zapíše se n.m..

q) značky druhů pozemků,

r) parcelní čísla, popisná čísla domů, místní a pomístní názvy.

Náčrt může obsahovat i záznamy o způsobu zaměření podrobných bodů. Na čistý papír se měřické náčrtky kreslí v případech, kdy konfigurace zákresů předmětů polohopisu na náčrtech místního šetření hrubě neodpovídá skutečnosti a způsobila by proto obtíže při měření v terénu a následném zpracování výsledků měření.

Při špatném počasí, při měření v nedostatečně osvětlených prostorech, na střechách, v prašném nebo velmi frekventovaném prostředí je dovoleno vyhotovit pomocné náčrtky do stránkovaného sešitu. Tyto záznamy se co nejrychleji opiší do měřického náčrtu a správnost opsaných údajů se ihned zkontroluje. V sešitu se na příslušné stránce poznamená číslo měřického náčrtu a dále číslo a strana zápisníku podrobného měření.

2. 3 Zápisník podrobného měření

Záznam naměřených dat se registruje buď v přímo v elektronickém teodolitu nebo v poměťové kartě nebo také v záznamnicích. Při ručním zápisu se naměřené údaje zapisují trvalým způsobem do tiskopisů Geodézie 4.56 (obálka zápisníku) a Geodézie 4.57 (vlastní zápisník). Pro vhodnější názornost, bude nejprve uveden klasický způsob registrace dat do zápisníků. V příloze č. 1 je uveden zápisník podle [NÁVOD PRO SPRÁVU]. Uvedený způsob zápisu odpovídá programovému systému MAPA. V přílohách č. 3 a 4 pak způsob registrace v elektronických přístrojích.

Obálka zápisníku

Na první straně obálky se v první části uvede název lokality, číslo listu mapy a název katastrálního území.

Ve druhé části se vlevo uvedou údaje podle předtisku. Vpravo se uvede nejvyšší použité číslo podrobného bodu v náčrtu (uvádí se jen u prvního zápisníku příslušného náčrtu). dále se doplní typ a číslo měřického přístroje.

Ve třetí části se zakroužkováním vyznačí typ vzdálenosti. Toto označení platí pro typ úlohy v celém zápisníku s výjimkou řádků a úloh, ve kterých je zápisem ve sloupci 4 vyjádřena změna typu. U ostatních typů úloh a u doměrku a polární kolmice se vždy předpokládá vodorovná vzdálenost (vodorovná vzdálenost = kód 0).

Ve čtvrté části se uvede název organizace, jména zpracovatelů a datum měření. Na druhé straně obálky se v první části zapíše v potřebném rozsahu názvy a čísla katastrálních území podle evidence nemovitostí a jejich pracovní čísla. Do druhé části se zapíše údaje, které usnadňují rychlé vyhledání zapsaných stanovisek a měřických přímek.

Zápis výsledků měření

Zápis se u většiny úloh rozkládá do dvou částí, které se od sebe oddělí podtržením ve sloupci (2) pro číslo bodu. První část obsahuje záznam daných bodů, druhá část záznam určovaných bodů.

Skupinové číslo zapisované ve sloupci (2), které je u několika bodů na téže stránce totožné, je přípustné zapsat pouze u prvního bodu. Pokud se skupinové číslo liší jakýmkoliv způsobem od čísla uvedeného ve vyšší řádce, je nutno vypsát vždy celé skupinové číslo. U podrobných bodů se skupinové číslo zapíše jen v případě, že patří do jiného náčrtu. Celkový počet řádků v jedné úloze nesmí překročit 999.

Měří-li se vodorovné směry ve dvou polohách, zapíše se naměřené údaje první a druhé polohy do sloupce (11) - poznámka. Do sloupce (6) se zapíše výsledná hodnota směru.

2. 4 Podrobné polohopisné měření polární metodou

Typ úlohy 1

Při zaměřování předmětů měření polární metodou je poloha každého podrobného bodu P, určena číselně polárními souřadnicemi:

- úhlem α , který je měřen na stanovisku (bodu PBPP nebo pomocném bodu) od orientačního směru na další bod PBPP nebo pomocný bod a
- délkou s , od stanoviska po zaměřovaný bod, měřenou zpravidla dálkoměrem.

Na stanovisku postupují práce takto:

- a) postavení a urovnání měřického přístroje,
- b) případné vytýčení a stabilizace pomocných bodů určených ze stanoviska,
- c) orientace na dané body nejméně na dva dané body, nejméně na jeden z nich se měří délka,
- d) zaměření vytýčených pomocných bodů,
- e) zaměření podrobných bodů,
- f) kontrola orientace přístroje.

K zaměření se použijí přístroje a pomůcky, které dovolují zaměřit pomocný nebo podrobný bod s odchylkou stanovenou [ČSN 01 3410]. Měřické přístroje musí být řádně justovány a komparovány.

Vodorovné směry na určované pomocné a podrobné body se měří v jedné poloze dalekohledu, délky se měří jednou. Při použití neredukujícího dálkoměru se zenitové úhly měří v jedné poloze dalekohledu. Směry se čtou s přesností na $0,01^{\circ}$, délky na $0,01$ m, při metodě nitkové tachymetrie na $0,1$ m. Na vzdálenost větší než 500 m se zaměří směry na orientační a pomocné body (ve dvou polohách) s přesností $0,001^{\circ}$. Redukce délek se zavádějí přesáhne-li jejich součet $0,02$ m [fyzikální: teplota, tlak, matematické: na vodorovnou, do nulového horizontu, do zobrazovací roviny S-JTSK].

Pořadí zápisu výsledků měření: číslo bodu, typ vzdálenosti, vzdálenost, výška cíle, vodorovný úhel, zenitový úhel, doměrek, polární kolmice. V řádce stanoviska se zapisuje číslo bodu, typ vzdálenosti a výška přístroje. Když se všechny údaje neměří, záznam se u jednotlivých bodů nebo u celého stanoviska vynechá. Typ vzdálenosti se uvede jen tehdy, je-li odlišný od typu uvedeného na obálce zápisníku nebo u stanoviska. Platí pouze pro dotyčný řádek. Je-li uveden typ vzdálenosti u stanoviska, platí pro celou úlohu.

U nepřístupných vnitřních rohů budov se hranol (lat') postaví co nejbliže k zaměřovanému bodu ve směru záměry. Vodorovná vzdálenost se doplní o doměrek. Doměrek má znaménko minus, má-li být měřená vzdálenost o jeho hodnotu zkrácena a naopak.

Podrobné body, které není ze stanoviska přímo vidět, (např.: bod 35 na obr. 2. 3) lze zaměřit s použitím polárních kolmic. Polární kolmice nesmí být delší než délka od stanoviska k patě kolmice. Kolmice se vytyčuje hranolem. Její největší přípustná délka je uvedena v tabulce 15. Polární kolmice má znaménko minus, leží-li zaměřovaný bod vlevo od kladného směru polárního paprsku.

Středy sloupů veřejného osvětlení, elektrického proudu a podobných objektů se zaměří tak, že odrazný hranol pro změření vzdálenosti se postaví z boku (na úroveň středu) a úhel se změří přímo na střed.

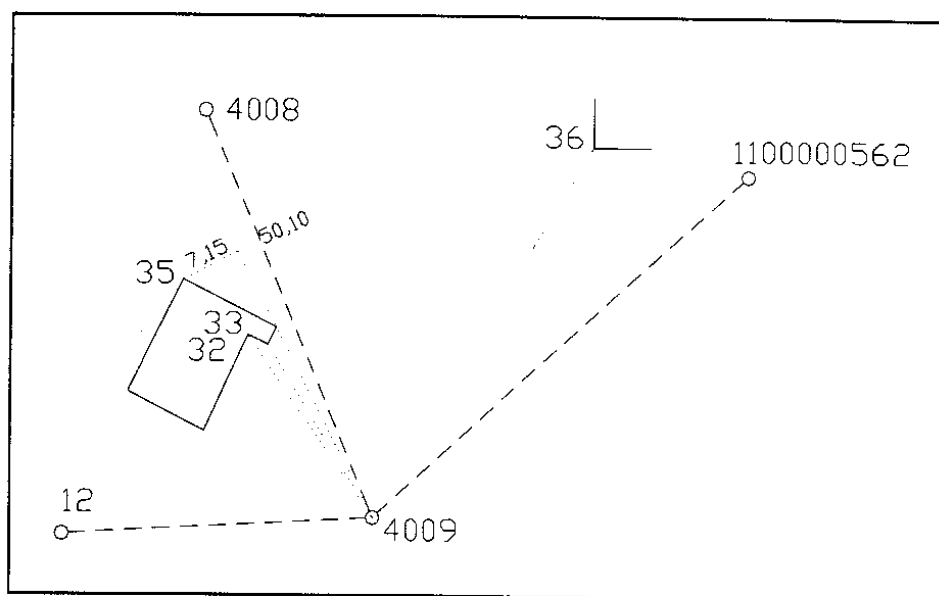
Každý jednoznačně identifikovatelný podrobný bod zaměřený elektronickým dálkoměrem má přesnost pomocného bodu a je možné jej při dalším měření použít jako stanovisko, nebo jako orientační bod.

U polární metody je možné použít dva druhy stanovisek:

a) metoda s **pevným stanoviskem** - souřadnice stanoviska jsou známy - obr. 2. 3,

b) metoda s **přechodným stanoviskem** - souřadnice stanoviska nejsou známy - obr. 2. 4.

a) **Pevné stanovisko** se uvede jako první z daných bodů. Počet orientačních bodů může být 1 - 9, jako první dva se uvádějí body, poskytující nejkvalitnější orientaci. Uvedené vzdálenosti a výškové údaje mají jen kontrolní význam. Nejsou-li vzdálenosti měřeny, uvádí se na jejich místě nula.



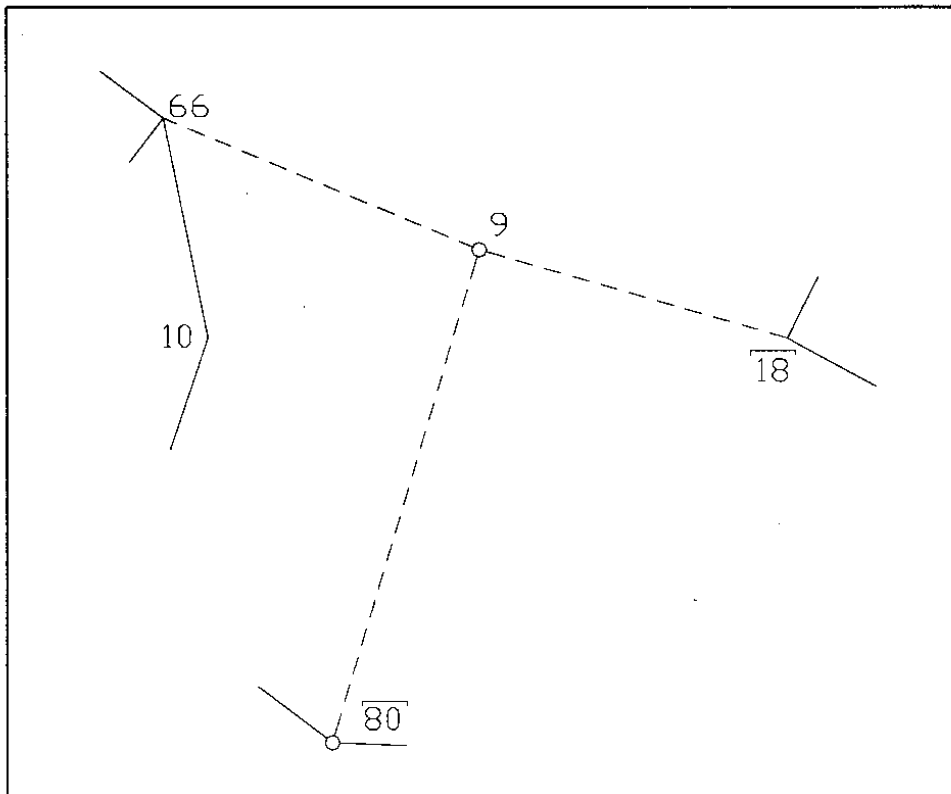
ZÁPISNÍK PODROBNÉHO MĚŘENÍ

Str.

Typ uličky	Číslo k.ú.		Číslo náčrtu		Číslo bodu		Typ vzdál.	Staničení	Kolmice			Doměrek	Polární kolmice	Poznámka	
	g	Číslo svid. jednotky	Číslo tr. bodu	Číslo tr. bodu	Vzdálenost	Výška cíle (stř.)		Vod. úhel	svislý úhel						
1	2						3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	2	0	0	0	0	4	0	9	0	.	1.57	.	.	číslo stanoviska
	1	1	0	0	0	0	5	6	2	89.26	.	0.	.	.	
	9	2	3	1	1	0	0	1	2	78.21	.	224.92	.	.	
	1	2	0	0	0	0	4	0	8	0.	.	327.46	.	.	
							3	3	3	39.50	1.95	322.16	101.76	.	
							3	2		44.28	.	317.48	.	1.62	
							3	5		50.10	.	326.45	.	.	-7.15
							3	6		0.	1.60	396.21	102.18	.	protínání vpřed

Obr. 2.3 - Polární metoda - pevné stanovisko

b) **Přechodné stanoviště** (praxe a v programech se říká volné stanoviště) se uvede jako první z určovaných bodů (za podtržením). U všech daných (připojovacích) bodů se měří vzdálenosti. U druhého, pokud možno nejvzdálenějšího bodu, nemusí být vzdálenost měřena - zapíše se nula. Výška stanoviště se neurčuje, uvádění výškových údajů je bezvýznamné. Z přechodného stanoviště nesmějí být určovány body protínáním vpřed.



ZÁPISNÍK PODROBNÉHO MĚŘENÍ

Str.

Typ ulohy	Číslo k.ú.		Číslo náčrtu		Číslo bodu		Typ vzdál.	Staničení		Kolmice		Demérek	Polární kolmice	Poznámka	
	g		Číslo evid. jednotky	Číslo tr. bodu	Vzdálenost	Výška cíle (str.)		Vod. úhel	svislý úhel	9	10				11
1							3	4	5	6	7	8	9	10	11
1					2	0	0	1	8	23.22	.	140.52	.	.	.
					5	0	0	8	0	0.	.	238.15	.	.	.
								6	6	40.68	.	346.66	.	.	.
								9	0	.	.	.	.	.	číslo stanoviště
								1	0	32.91	.	288.69	.	.	.

Obr. 2.4 - Polární metoda - přechodné stanoviště

Polárními souřadnicemi se určí všechny podrobné body polohopisu s těmito výjimkami:

- leží-li bod polohopisu na přímce dané dalšími podrobnými body, určí se polárními souřadnicemi jen koncové body přímky, ostatní body se určí průběžným staničením na této přímce (zejména body na rovných zdech budov),
- u pravoúhlých budov je možno polárními souřadnicemi určit jen tři hlavní rohy, pokud by určení čtvrtého rohu bylo obtížné (u pravoúhlých objektů montované bytové výstavby dva hlavní rohy),

- c) na hraničních zdech, podezdívkách, nestabilizovaných polních cestách, potocích příkopech apod. se zpravidla polárně určí podrobné body jen na jedné, ale vždy stejné straně. Druhá strana se určí doplňujícími metodami,
- d) pravoúhlé výstupky na zdech a budovách se určí metodou konstrukčních oměrných a to do maximální šířky výstupku 5 m, popř. i čtvrtý hlavní roh budovy určit konstrukčními oměrnými mírami.

Některé zaměřované podrobné body se v terénu označí mastnou barevnou křídou, pro zajištění jednoznačné identity při následném doplňujícím a ověřujícím měření (kontrolní oměrné).

Kódování

V dnešní době převážná většina elektronických teodolitů (totálních stanic nebo jejich externích záznamových zařízení) umožňuje k jednotlivým podrobným bodům připojit poznámky, tzv. *kódy*. Tyto kódy se následně dají využívat při tvorbě digitální mapy. Konkrétní způsob využití bezprostředně souvisí s využívanými programovými systémy a závisí také na způsobu kódování a zkušenosti měřické skupiny. Kódy lze využít třemi způsoby:

- nejjednodušší způsob, kdy obsluha počítače na základě vytištěného zápisníku spojuje jednotlivé body polohopisu a umísťuje jednotlivé mapové značky,
- přes variantu, kdy grafický systém u jednotlivých bodů tyto kódy zobrazuje přímo v ploše, kde ke tvorbě mapy dochází,
- až k náročnější, ale také nejdokonalejší variantě, kdy za předpokladu dodržení určitých pravidel kódování systém provede automatické umístění mapových značek a propojení podrobných bodů příslušnými druhy čar v příslušných vrstvách kresby. Použití kódování snižuje nároky na vedení měřických náčrtů.

V případě třetí varianty může u zkušené skupiny zavedení kódů vést až ke zredukování měřických náčrtů na jednotlivé detaily v nepřehledných místech, případně k jejich úplnému odbourání. Vlastní zpracování obsluhou programu je pak převedeno od tvorby mapy do podoby oprav a korekcí mapy automaticky generované. V závislosti na zaměřované lokalitě a zkušenostech měřické skupiny lze nakódovat až téměř 95 % kresby. Vlastní kancelářské zpracování se pak úměrně tomu zkrátí - např. při zaměření polohopisu a výškopísisu obce Záhořany bylo za dobu asi jednoho a půl měsíce zaměřeno na 13 000 podrobných bodů. Automatické vygenerování kresby v intravilánu trvalo na počítači (s procesorem Intel 80486) 40 minut a korekce kresby včetně dopočtení některých nedostupných bodů a vytvoření vrstevnic asi jeden týden.

Body, které nejsou přístupné při měření dálkoměrem

Existuje dvojí způsob zaměření bodů, které nejsou přímo měřitelné

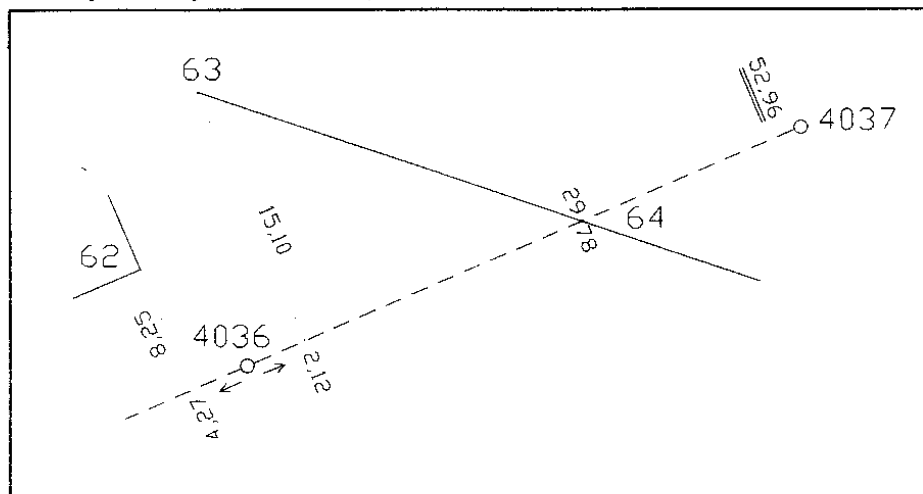
1. V blízkosti se zaměří libovolný bod a dále se určí oprava délky, tzv. polární doměrek a oprava směru vůči záměři na zvolený bod se vyjádří příčnou odchylkou, tzv. polární kolmicí. Hodnoty doměrku a polární kolmice určí figurant a obsluha přístroje je zadá na klávesnici přístroje. V případě, že délka na určovaný bod odpovídá délce zaměřeného bodu (excentrický cíl), umožní některé přístroje směrové přecílení na určovaný bod, např. u Geodimetru.
2. Některé typy přístrojů řeší předchozí variantu zaměření tím způsobem, že neregistrují hodnoty doměrku a kolmic, ale provádějí přepočty měřených veličin (délky a směry) na hodnoty, které by odpovídaly hodnotě přímo zaměřeného bodu, např. u Topconu.

Poznámka: V příloze č. 1 je ukázka zápisníku pro Záznam podrobného měření změn (Geodézie č. 9.01-2000). V příloze č. 2 je ukázka záznamu měření, výpočetního protokolu WinKokeš, záznamu měření ve formátu Geodimeter a vykreslení zaměřované parcely. V příloze č. 3 stručný návod na použití přístroje Topcon řady GTS 210. V příloze č. 4 pak přístroje Geodimeter.

2.5 Podrobné polohopisné měření ortogonální metodou

Typ úlohy 0

Metoda je vhodná jako doplňující metoda k metodě polární. Podrobné body se zaměřují pravouhlymi souřadnicemi (staničením a kolmicí) k měřické přímce. Staničení a kolmice se měří pásmem, kolmice se vytyčují hranolem. K zaměření je možno použít pevnou měřickou přímku (je-li přímá viditelnost mezi danými body, obrázek 2.5) nebo volnou měřickou přímku (není-li přímá viditelnost mezi danými body, obrázek 2.6)



ZÁPISNÍK PODROBNÉHO MĚŘENÍ

Str.

Typ úlohy	Číslo k.ú.		Číslo náčrtu		Číslo bodu		Typ vzdál.	Staničení		Kolmice		Poznámka					
	g		Číslo evid.jednotky	Číslo tr.bodu	Vzdálenost	Výška cíle (str.)		Vod. úhel	svislý úhel	Doměrek	Polární kolmice						
1	2				3	4	5	6	7	8	9	10	11				
0	1	0	0	0	0	4	0	3	6	0.	.	0.	.	:	.	.	
	1	0	0	0	0	4	0	3	7	52.96	.	0.	.	:	.	.	
							6	2		-4.72	.	-8.25	.	:	.	.	
							6	3		2.12	.	-15.10	.	:	.	.	
							6	4		29.78	.	0.	.	:	.	.	

Obr. 2.5 - Ortogonální metoda - pevná měřická přímka

Mezní odchylka mezi délkou měřické přímky měřenou a vypočtenou z polygonového pořadu musí být

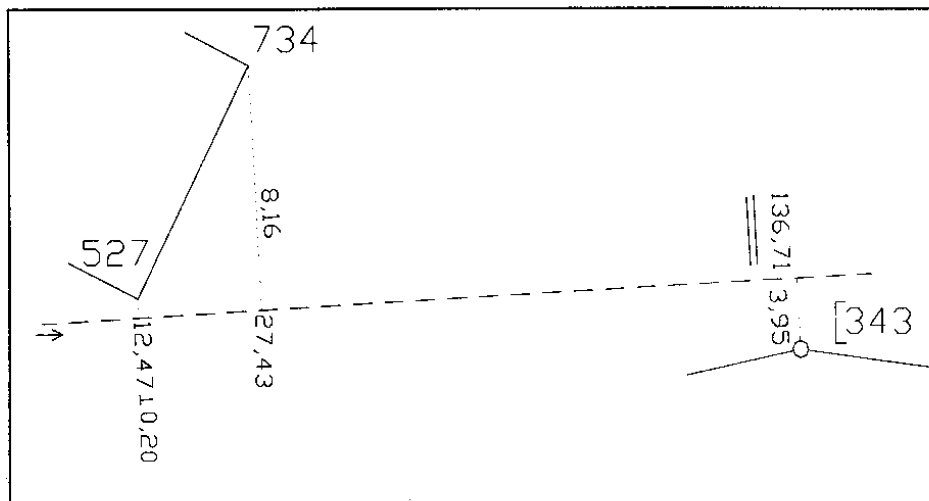
$$|O_s| \leq \Delta_s = 0,012\sqrt{s} + 0,10 [m].$$

Výsledky měření se zapisují v pořadí: číslo bodu, staničení, kolmice. Staničení může být kladné i záporné. Znaménko se určí podle pomocného souřadnicového systému. Počátek systému je v počátečním bodě a kladná osa x (staničení) se vkládá do měřické přímky směrem od počátečního bodu ke koncovému bodu přímky. Kolmice vpravo (směr totožný s kladnou osou y) má znaménko plus a kolmice vlevo od směru kladného staničení se zapisuje se znaménkem minus (obr. 2.5 a 2.6).

Počet daných bodů 2 - 10, počet určovaných bodů není omezen. Zápis daných bodů se od určovaných oddělí podtržením. Jako první dva dané body mají být zapsány body nejvzdálenější. Není-li staničení u druhého daného bodu měřeno, zapíše se symbolická nula (nedoměřená přímka). Při dvou daných bodech je takový výpočet bez kontroly. Ve všech ostatních případech má zapsaná nula význam nulové délky.

Staničení měřické přímky od počátečního bodu ke koncovému má znaménko "+", a které se zápisníku se nevyznačuje. Staničení na prodloužené měřické přímce před počáteční bod má znaménko "-".

Délka kolmice nesmí být větší než 3/4 příslušné měřické přímky. Maximální přípustná délka kolmice na jednoznačně identifikovatelný bod je 30 m, na ostatní 100 m.



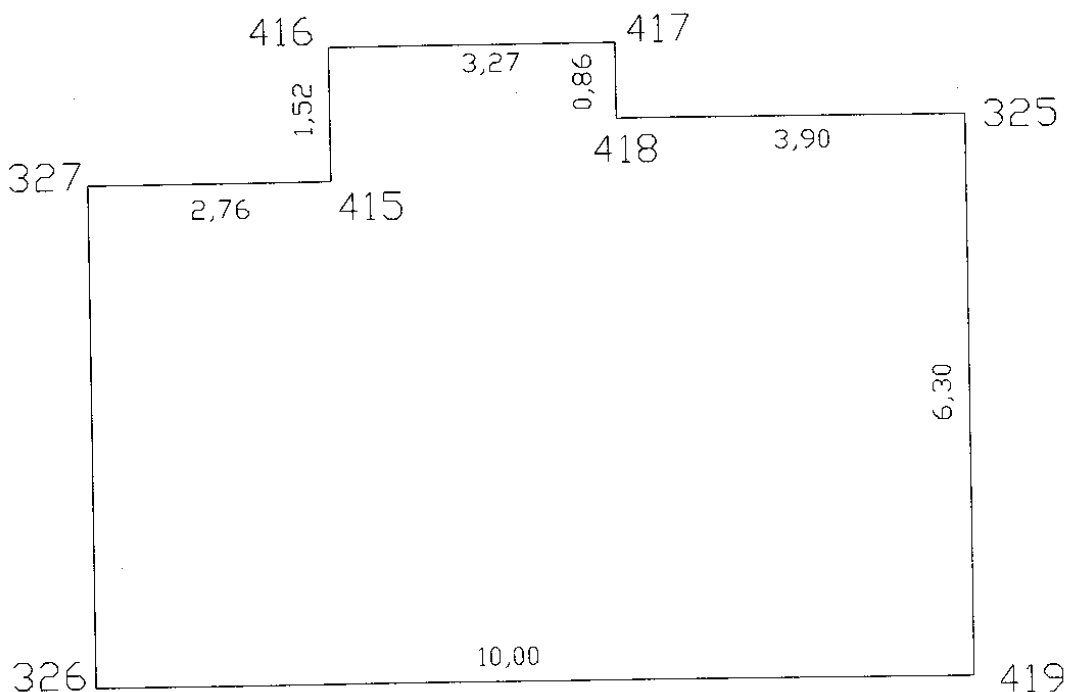
Typ úlety	Číslo k.ú.		Číslo náčrtu		Číslo bodu		Typ vzdál.	Staničení		Kolmice		Poznámka			
	g	g	Číslo evid. jednotky	Číslo tr. bodu	Vzdálenost	Výška úlet (str.)		Vod. úhel	svislý úhel	Domérek	Polární kolmice				
1	2						3	4	5	6	7	8	9	10	11
0					5	27		12.47	.	- 0.20	.	:	.	.	
	1	10	00	20	3	43		136.71	.	3.95	.	:	.	.	
					7	34		27.43	.	- 8.16	.	:	.	.	

Obr. 2.6 - Ortogonální metoda - volná měřická přímka.

Podrobné měření se skládá z následujících úkonů:

- signalizace krajních bodů polygonové strany nebo měřické přímky výtyčkami ve stojácích,
- zařazení pásma od počátečního bodu do směru měření a vyznačení délky pásma,
- signalizace podrobného bodu výtyčkou, pokud není přirozeně signalizován jako např. roh budovy, sloup,
- zjištění paty kolmice, spuštěné ze zaměřovaného bodu na polygonovou stranu nebo měřickou přímku hranolem - dvojitým pentagonem,
- měření staničení a délky kolmice a jejich zápis do zápisníku a zakres do měřického náčrtu,
- zaměřování dalších podrobných bodů v úseku prvního kladu pásma a jejich zápis v zápisníku a zakres do měřického náčrtu,
- po zaměření všech bodů zleva i zprava polygonové strany nebo měřické přímky včetně staničení měřických bodů v úseku prvního kladu pásma se pásmo posune na druhý klad, zařadí do směru a vyznačí délka pásma,
- zaměření a záznam všech dalších bodů v úseku druhého kladu pásma a záznam do zápisníku a měřického náčrtu.
- zaměření oměrných měř na předmětech měření v úseku.

i) důležitou kontrolní funkci plní oměrné míry mezi sousedními podrobnými body, v náčrtu se zapisují rovnoběžně s příslušnou délkou tak, aby byly čitelné zleva nebo zprava.



Typ ulohy	Číslo k.ú.		Číslo náčrtu		Číslo bodu		Typ vzdál.	Staničení				Poznámka			
	9		Číslo evid. jednotky	Číslo tr. bodu	Vzdálenost	Výška úhlo (str.)		Vod. úhel	svislý úhel	Domérek	Potární kolmice				
1	2						3	4	5	6	7	8	9	10	11
4					3	2	7	.	.	.	.	:	.	.
					4	1	5	2.76	.	.	.	:	.	.	
					4	1	6	-1.52	.	.	.	:	.	.	
					4	1	7	3.27	.	.	.	:	.	.	
					4	1	8	0.86	.	.	.	:	.	.	
					3	2	5	-3.90	.	.	.	:	.	.	

Obr. 2. 8 - Náčrt a zápisník metody konstrukčních oměrných (typ úlohy 4)

2. 6 Metoda oměrných

2. 6. 1 Metoda konstrukčních oměrných

Typ úlohy 4

Používá se jako doplňková metoda pro zaměření rohů pravoúhlých objektů, jejichž výstupky jsou menší než 2 metry. Dané body jsou vždy dva a maximální počet určovaných bodů je osm. Forma záznamu v řádku: číslo bodu, měřená oměrná ve sloupci staničení.

Dané body se uvádějí jako první a poslední bod záznamu. Oměrné míry se zapisují se znaménkem mínus, leží-li koncový bod oměrné od spojnice předchozích dvou bodů ve směru postupu vlevo. První oměrná se запиše na stejný řádek jako číslo druhého bodu (prvého určovaného) a má vždy znaménko "+", druhá oměrná na řádek třetího bodu (druhého určovaného) a má znaménko "+ +" nebo "- -", podle toho, leží-li třetí bod od spojnice prvního a druhého bodu vpravo nebo vlevo. Stejným způsobem se určí znaménka oměrných na další body, přičemž znaménko kolmice "+ / -" se řídí její polohou vůči

předcházející oměrné. Poslední oměrná tak bude zapsána na stejný řádek jako číslo posledního bodu (**koncového daného bodu**), viz obr. 2. 8. Rozdíl součtu oměrných z obou stran objektu musí být menší než 0,1 m při určení čtvrtého rohu a 0,3 m při určování výstupků.

2. 6. 2 Metoda kontrolních oměrných

Typ úlohy 9

Kontrolní oměrné slouží ke kontrole (pomocí vzdálenosti) dvou zaměřených podrobných bodů. Zápis je podobný zápisu konstrukčních oměrných. Kontrolní oměrné se mohou řetězit, tzn. psát několik vzájemně navazujících oměrných za sebou. Existují ještě další úlohy, např.:

- vyrovnání bodu do přímky [typ úlohy 2],
- průsečík dvou měřických přímek [typ úlohy 3],
- protínání z délek [typ úlohy 5],
- konstrukční oměrné se současným vyrovnáním na pravoúhlost [typ úlohy 7] a další.

2. 7 Zaměření křivkových prvků polohopisu

Na křivkových prvcích polohopisu (kruhové oblouky, kružnice, obecné křivky) se podrobné body volí takto:

- a) na kruhovém oblouku tři body, a to oba koncové body a třetí bod poblíž středu oblouku,
- b) u kružnice buď tři body rovnoměrně rozložené po obvodě, nebo jen střed kružnice s tím, že se změří a do měřického náčrtu vyznačí poloměr,
- c) na obecné křivce se volí koncové body a dále charakteristické body, přičemž křivka musí být určena nejméně pěti body. Hustota bodů rozložených na křivce má být úměrná jejímu zakřivení tak, aby vzepětí přímky mezi dvěma sousedními body nebylo větší než 0,10 m na vlastnické hranici.

2. 8 Charakteristiky a kriteria přesnosti měření a zobrazení katastrální mapy

Podle [ČSN 01 3410] je přesnost výsledných souřadnic podrobných bodů mapy dána přesností určení souřadnic a výšek použitých bodů geometrických základů a měření. Vyjadřuje se ve vztahu k blízkým bodům podrobného bodového polohového pole, popř. základního bodového polohového pole. Mapy se vyhotovují tak, aby podrobné body části území, ve kterém se provádí tvorba nebo údržba mapy, byly zaměřeny vždy se stejnou přesností (výškopis může být vytvořen s jinou přesností než polohopis). Přesnost musí být vyznačena v mapě. Pro připojení podrobného měření na identické body platí:

- a) zaměřované podrobné body musí být uvnitř kružnice se středem v polovině spojnice navzájem nejvzdálenějších připojovacích bodů a o průměru o 1/2 větším, než je délka této spojnice,
- b) územní rozsah podrobného měření změny může být v zastavěném území nejvýše 150x150 metrů a jinde 300x300 metrů,
- c) v území s digitální mapou musí identické body vyhovět kódu charakteristiky 3, popř. 4 nebo 6,
- d) pokud podmínky a) - c) nelze dodržet připojí se podrobné měření na body polohového pole.

Charakteristikou přesnosti určení souřadnic podrobných bodů polohopisu je základní souřadnicová chyba m_{xy} , daná vztahem

$$m_{xy} = \sqrt{0,5(m_x^2 + m_y^2)}.$$

Charakteristikou relativní přesnosti určení souřadnic dvojice podrobných bodů je základní střední chyba m_d délky d přímé spojnice bodů této dvojice vypočtené z jejich souřadnic.

Souřadnice podrobných bodů z území, na kterém se realizuje tvorba nebo údržba mapy musí být určeny tak, aby

$$a) m_{xy} \leq u_{xy} = 0,14 \text{ m},$$

$$b) m_d \leq u_d, u_d = 0,21 \frac{d+12}{d+20} u_{xy} [\text{m}]$$

Charakteristikou přesnosti zobrazení podrobných bodů v grafické formě katastrální mapy je základní střední souřadnicová chyba m_{xy} . Podrobné body musí být zobrazeny tak, aby charakteristika přesnosti zobrazení m_{xy} nepřesáhla 0,16 mm na katastrální mapě.

K testování přesnosti se vyberou podrobné body

- | | |
|-----------------------------------|--|
| a) jednoznačně identifikovatelné, | c) rozmístěné po celém území, |
| b) tvořící reprezentativní výběr, | d) neležící v bezprostřední blízkosti bodů PBPP, |

v rozsahu reprezentativního souboru nejméně 100 bodů (u souřadnic) nebo nejméně 100 dvojic bodů (u délek jejich spojníc). K ověření délek přímých spojníc podrobných bodů se určí rozdíly délek

$$\Delta d = d_m - d_k,$$

kde d_m je délka spojnice

- vypočtená ze souřadnic, nebo
- určená z hodnot, odměřených na mapě s přihlédnutím ke srážce katastrální mapy,

d_k je délka určená z přímého měření.

Přesnost se pokládá za vyhovující tehdy, když:

$$|\Delta d| \leq 2u_d \cdot k \quad [\text{m}] ; \text{ pro všechny rozdíly délek,}$$

$$|\Delta d| \leq u_d \cdot k \quad [\text{m}] ; \text{ pro 60 \% a více rozdílů délek.}$$

Koeficient k má hodnotu

- pro případ a) $k = 1,0$
- pro případ b) $k = 1,5$ u měřítka 1 : 1 000,
- $k = 1,6$ u měřítka 1 : 2 000,
- $k = 1,9$ u měřítka 1 : 5 000.

Dosažení přesnosti zobrazení v katastrální mapě v jiném systému než S-JTSK (např. 1 : 2880) se považuje za vyhovující, když rozdíl délek Δd nepřekročí mezní odchylku 2,66 m pro délku do 50 metrů a 2,96 m pro délku nad 50 metrů.

K testování přesnosti souřadnic podrobných bodů se určí rozdíly souřadnic

$$\Delta x = x_m - x_k \quad \Delta y = y_m - y_k,$$

kde x_m, y_m jsou výsledné souřadnice podrobného bodu polohopisu,

x_k, y_k jsou souřadnice téhož bodu z kontrolního určení.

Dosažení stanovené přesnosti souřadnic se testuje pomocí výběrové střední souřadnicové chyby s_{xy} , vypočtené jako kvadratický průměr středních chyb souřadnic s_x, s_y

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N \Delta x_j^2}{kN}} \quad s_y = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N \Delta y_j^2}{kN}}$$

kde N je počet bodů a $k = 2$, má-li kontrolní určení stejnou přesnost jako metoda měření polohopisu a $k = 1$, má-li kontrolní určení podstatně vyšší tj. $m_{xy} < 0,10$ m.

Přesnost určení souřadnic se pokládá za vyhovující, když

a) polohová odchylka u_p vypočtená ze vztahu

$$u_p = \sqrt{0,5(\Delta x^2 + \Delta y^2)}$$

vyhovuje kritériu

$$u_p \leq 2 u_{xy} = 0,28 \text{ m}$$

a 60 % nepřekročí hodnotu $u_{xy} = 0,14$ m,

b) nebo je přijata statistická hypotéza, že výběrová střední chyba s_{xy} vyhovuje kritériu

$$s_{xy} = \sqrt{0,5(s_x^2 + s_y^2)} \leq 0,15 \text{ m}$$

pro výběr N 100 až 300 bodů a $s_{xy} \leq 0,14$ m pro výběr N větší než 300 bodů.

2. 9 Výsledný elaborát

Výsledný elaborát tvoří:

- a) měřické náčrtů
- b) přehled měřických náčrtů
- c) zápisníky nebo registrované výsledky podrobného měření
- d) protokol o výpočtu souřadnic
- e) seznam souřadnic daných bodů polohového pole, pomocných a podrobných bodů ve formě textového souboru na záznamovém médiu.

2. 10 Kódy charakteristiky kvality podrobných bodů (dříve třídy přesnosti)

Pro posouzení přesnosti (měření a zobrazení) podrobných bodů polohopisu jsou stanoveny kódy kvality v intervalu 3 až 8. Kód je určen střední souřadnicovou chybou vůči základu. Při obnově katastrální mapy mapováním je stanoven kód = 3 = 0,14 m. Pro katastr je stanoven kód 3, pro jiné práce může být stanoven kód dohodou. Body převzaté ze schváleného projektu pozemkových úprav se považují za body se střední souřadnicovou chybou 0,14 m a jsou označeny kódem kvality 3.

Kódy 4, 5 jsou stanoveny s ohledem na dřívější způsoby zaměřování klasickými neelektronickými přístroji.

Kódy 6 - 8 pro měřítko 1 : 1000 - 1 : 2880 a jiné určuje z jakého podkladu byl bod digitalizován (jsou to body z předchozího mapování, např. stolovou metodou). Střední souřadnicová chyba bodu s kódem 8 je větší než 0,50 m.

Kontrolní otázky:

1. Metody podrobného polohového měření a jejich charakteristika.
2. Měřická síť a její zaměření.
3. Číslování bodů, úplné číslo.
4. Obsah a rozdělení měřických náčrtů.
5. Metoda polární, postup, použití, zápisník, přesnost.
6. Metoda pravoúhlých souřadnic, postup, zápisník, užití.
7. Metoda oměrných, postup, zápisník, přesnost.

Kapitola třetí

3 Grafické práce

Přesnost originálu mapy nebo plánu je podmíněna kvalitou měřického procesu (měření a záznamu) a přesností zobrazení, tedy přesností grafického zpracování naměřených hodnot. Úroveň zobrazení není jen otázkou přesnosti kresby. Záleží rovněž na přehlednosti, čitelnosti, popisu a celkové estetické úpravě celého výrobku - mapového díla.

Kvalitně provedené mapové dílo zvyšuje důvěru. Naopak nevhodná grafická úprava může celý výrobek znehodnotit. Kvalita úrovně grafického zpracování je ovlivňována těmito základními faktory:

- a) použitým materiálem a pomůckami,
- b) rýsováním, kreslením a popisem.

3.1 Materiál a pomůcky

Při tvorbě originálu map a plánů se v geodetické praxi používají kreslicí (rýsovací) papíry, pausovací papíry, speciální plastické fólie apod.

Kreslicí papír by měl být dobře klížený s naprosto hladkým povrchem. Důležitá pro další reprodukční zpracování je i jeho barva - bělost, papír nesmí chemicky reagovat na použité barvy a tuše, kterými je pokreslován. Grafické elaboráty jsou dokumentačním materiálem dlouhodobě skladovaným, proto musí být užíván papír dlouhodobě rozměrově stálý. Běžný kreslicí papír nesplňuje nároky na geodetickou přesnost při vyhotovování originálů některých map velkých měřítek. Proto se někdy užívá kreslicí papír zajištěný tenkou hliníkovou fólií.

Pausovací (snímkový) papír by měl být jemný, hladký a vysoce průsvitný, neklížený. Je citlivý na mechanické opravy (škrabání) a vlhkost. Slouží ke zhotovování matric pro rozmnožování.

Pro speciální práce se používá též milimetrový papír, ať už kreslicí nebo pausovací. Milimetrová síť bývá v různých barvách.

Novodobým kreslicím materiálem jsou umělé plastové fólie vyrobené z PVC nebo PET (pet - fólie) např.: ASTRALON, SICOGRAF, FOLAREX, atd. Fólie mají zpravidla jednu stranu leštěnou, druhou zdrsňenou (matovou), určenou pro kreslení či rýsování. Fólie vzdorují vlhku, jsou však rozpustné chemikáliemi. Proto se ke kresbě používají speciální tuše. Nevýhodou fólií je jejich stárnutí, po určitém čase ztrácejí pružnost a lámou se.

Rýsovací pomůcky

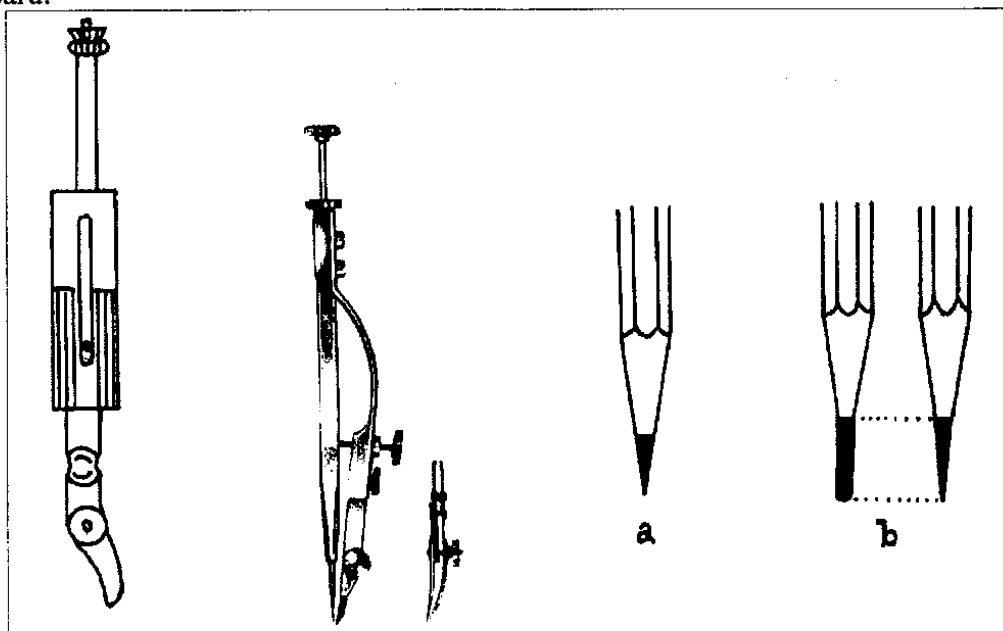
Pro ruční kreslení, rýsování a popis map se používají zejména: tužky (krajony, mikrotužky, pastelky), technická trubičková pera, rýsovací pera, pro kreslení vrstevnic tzv. volnoosé vrstevnicové pero (obr. 3.1), nulátka pro kreslení kružnic malých poloměrů (obr. 3.2), pravítka (na prismatickém pravítku jsou kromě základní stupnice 1 : 1 vyryty ještě další stupnice, např. 1 : 50, 1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 2880, 1 : 5000 apod., obr. 3.4), trojúhelníky, úhlooměry, šablony, tuše, pryže, suché obtisky PROPISOT s mapovými značkami, písmeny, číslicemi apod. Výrobou těchto pomůcek se zabývají různí výrobci; v České republice např. KOH-I-NOOR, Kinex, Logarex, v zahraničí např. Rotring, STAEDLER, FABER-CASTEL aj.).

Tužky

Na kvalitě a správném výběru tuhy závisí i kvalita konečného výrobku (mapy). Pro technickou praxi jsou vyráběny technické grafitové tuhy, odpovídající ČSN 90 1111 - Grafitové tužky. Některá označení jsou uvedena v tabulce 3.1.

Pro běžné práce má tuha tvar kužele (obr. 3.3a). K přesnému rýsování se používají tvrdé a zvláště tvrdé tuhy, zbrúšené do dlátka. Tuhu zbrúšíme do dlátka nejprve na smirkovém brousítku, pak

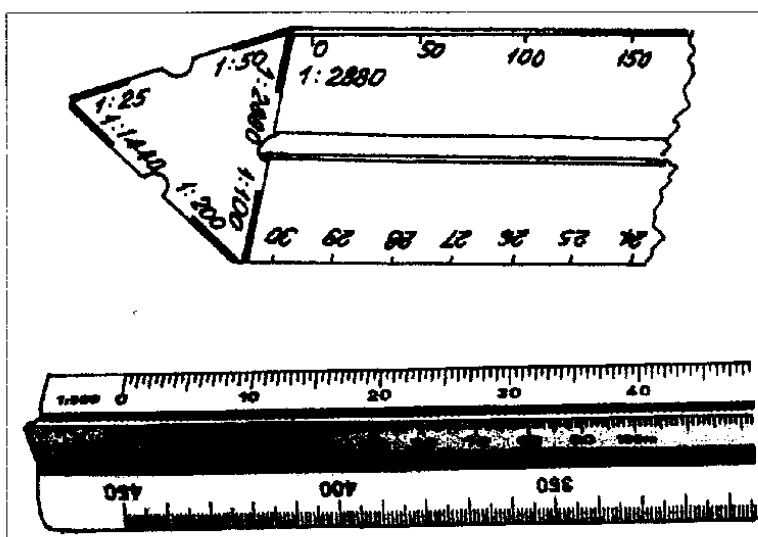
jemně na pauzovacím papíře a nakonec zakulatíme hrany tak, aby tuha netrhala papír (obr. 3.3b). Takto zbrošená tuha dokonale dolehne ke zkosené hraně zobrazovacích trojúhelníků a vytvoří vlasovou čáru.



Obr. 3.1 - Volnooska

Obr. 3.2 - Nulátko

Obr. 3.3 - Zbrošení tuhy do dlátka



Obr. 3.4 - Poměrové (prismatické) měřítko

Označení	Použití
Tvrдость	
6B - 3B	měkké
00 - 1,5	umělecké
2B B HB F	střední
3,5 2,25 2,5 3	pro běžnou praxi
H 2H H 4H 5H	tvrdé
3,5 4 4,5 5 5,5	technické
6H 7H 8H 9H	zvlášť tvrdé
6 7 8 9	speciální, litografické

Tab. 3.1 - Tvrдость tuh

Trubičková pera

Technická trubičková pera s vyměnitelnými hroty se používají ke kreslení a k popisování na kreslicím nebo transparentním papíru a na fóliích. Hlavní výrobci Rotring, STAEDLER, FABER-CASTEL vyrábí trubičková pera o průměru 0,1 až 2 mm.

Výrobci rozlišují hroty na kreslicí čtvrtky a papír, které jsou vyrobeny z ušlechtilé oceli, pochromované natvrdo a vysoce odolné proti opotřebení. Pro fólie se vyrábějí tvrdokovové hroty. Pro kresbu na libovolném materiálu se vyrábějí univerzální hroty s drahokamovou vložkou.

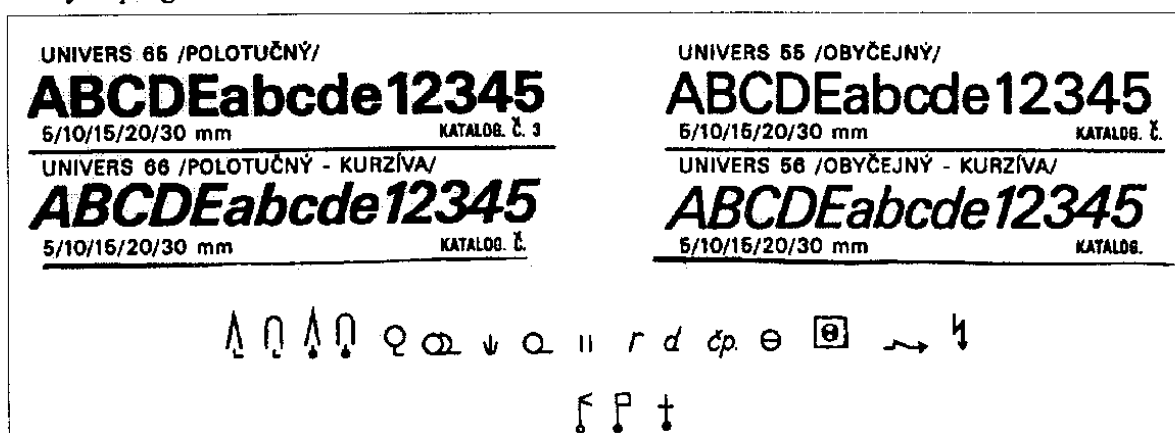
Tuše

Ke kresbě na různých materiálech se vyrábějí různé druhy tuší. Rozlišují se tuše pro kresbu na

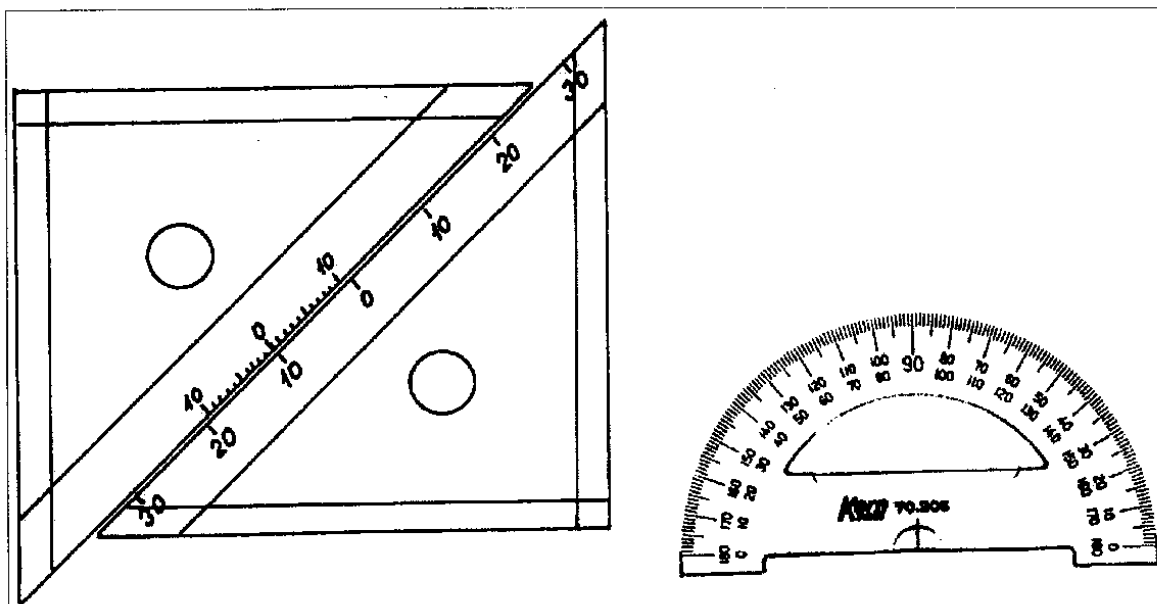
- kreslicí čtvrtky a pauzovací papír,
- fólie,
- kreslicí na čtvrtky a fólie.

Suché obtisky

V současné době se k popisu (případně k označení kultur atd.) používá moderních výrobků - suchých obtisků PROPISOT - obr. 3.5. Tištěné písmo (značky) se přenáší na výkres z fólie. Na fóliích se dodávají různé druhy písma, číslic, odborných znaků, mapových značek a jiných doplňků v rozmanitých velikostech V současné době jsou značky, písmo, typy čar aj., předdefinovány v grafických programech.



Obr. 3.5 - Propisot (písmo a mapové značky)



Obr. 3.6 - Zobrazovací trojúhelníky

Obr. 3.7 - Úhloměr

Zobrazovací trojúhelníky a úhloměry

K přesnému odměřování délek z mapy a vynášení délkových veličin do mapy, vztažených pravoúhle (staničením a kolmicemi) k polygonové straně nebo měřické přímce slouží kovové

zobrazovací trojúhelníky. Na přeponě trojúhelníků jsou vyryty stupnice. Hlavní stupnice na jednom trojúhelníku je vyryta v poměru $1 : \sqrt{2}$, na druhém je vyryt vernier. Posouváním trojúhelníků a nastavováním hodnot na přeponách lze vynášet potřebné hodnoty staničení a kolmic s přesností 0,1 mm (obr. 3.6).

Pro běžné zobrazování úhlů se používá kruhových nebo polokruhových úhloměřů z plastických hmot s dělením stupňovým nebo setinným (obr. 3.7).

3. 2 Rýsování , kreslení a popis

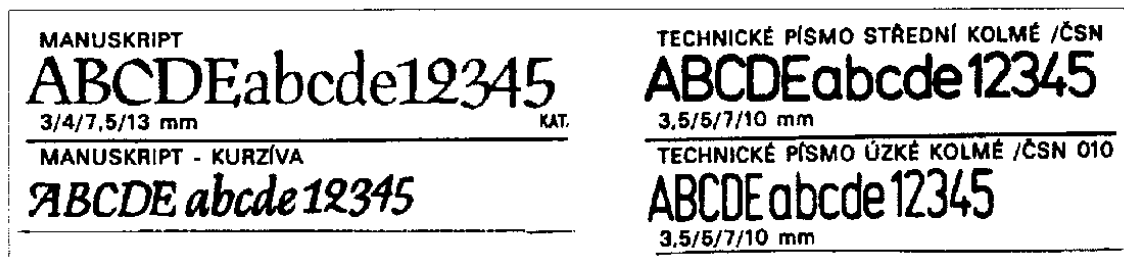
Písmo

Latinská velká abeceda ("římské kapitálky") doplněná některými novějšími znaky se používá od antického Říma v podstatě v nezměněné formě ve střední a západní Evropě dodnes. Základem písmen latinky jsou jednoduché geometrické tvary: čtverec, trojúhelník, kruh (ovál).

Číslice prošly vývojem odděleným. Základem pro dnešní psaní číslic byla Indie, tam také byla zavedena desítková soustava. V sedmém století našeho letopočtu převzali toto psaní číslic Arabové, kteří je rozšířili i do Evropy. Současné tvary pocházejí teprve ze 16. století.

Je mnoho druhů a typů písma. Jde zejména o písmo

- a) tištěné nebo psané,
- b) svislé nebo šikmé,
- c) hůlkové (provázkové), stuhové (rondové, stínované), tenké (ostré),
- d) písmo ozdobné (obr. 3.8) nebo technické (obr. 3.9).



Obr. 3.8 - Ozdobné písmo

Obr. 3.9 - Technické písma

Vlastnosti písma

Písmo, které má plnit svou funkci v zeměměřické praxi v plném rozsahu, musí mít následující vlastnosti:

- a) dobrá čitelnost (je nejdůležitější) - tvar písma má být jednoduchý, písmena či číslice musí být dostatečně odlišné, aby nemohlo dojít k záměně,
- b) estetický dojem - tvar písma má působit pěknou výtvarnou linií,
- c) stylovost písma - tvar písma musí odpovídat materiálům a použitým psacím pomůckám.

Technické písmo

V technické praxi se používá písmo v jednoduché linii. Jeho tvar i velikost jsou dány ustálenými zvyklostmi a předpisy. Pro popis map se používá písmo tištěné nebo psané, oba druhy kolmé nebo šikmé. Popis map, patřících k celostátním mapovým dílům, se provádí tištěným písmem předepsaných typů, velikostí a tvarů. Popis plánů, měřických náčrtů, projekčních výkresů se provádí písmem psaným, spíše kresleným, různých druhů, velikostí a tvarů. Velikost i druh písma je dán účelem určení uvedených elaborátů. Zásady pro psaní technického písma jsou uvedeny v technické normě [ČSN 01 0451].

Technické písmo hůlkové

je ve všech svých částech stejně silné, je možné ho kreslit (psát) různými pomůckami. V mnoha případech se používá písma tenkého, psaného slabě, ostrým perem. Toto písmo je zpravidla malé, 1,8 až 2 mm vysoké, většinou užívané pro psaní číslic, kót apod. (obr. 3.10).

1	1	1	1	1	1	17	18	19	11	12	13
2	2	2	2	2	2	27	28	29	21	22	23
3	3	3	3	3	3	37	38	39	31	32	33
4	4	4	4	4	4	47	48	49	41	42	43
5	5	5	5	5	5	57	58	59	51	52	53
6	6	6	6	6	6	67	68	69	61	62	63
7	7	7	7	7	7	77	78	79	71	72	73
8	8	8	8	8	8	87	88	89	81	82	83
9	9	9	9	9	9	97	98	99	91	92	93
0	0	0	0	0	0	70	80	90	10	20	30
1 258 632 ,54	1 272 521 ,71	1 321 681 ,15	1 831 756 ,12	1 141 321 ,36	1 322 962 ,58						

Obr. 3.10 ↑, Obr. 3.11 ↓

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNIČKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA GEODÉZIE A ÚPRAV POZEMKŮ
VÝŠKOPISNÉ KRESLENÍ A RÝSOVÁNÍ,
KRESBA VRSTEVNÍK A JEJICH KÓTOVÁNÍ
POLOHOVISNÉ RÝSOVÁNÍ A
KRESLENÍ, ÚLOHA A VÝZNAM MAPY

Technické písmo se píše volně od ruky. Proto si zachovává vždy osobitost výrazu, kterou mu dává autorova ruka (obr. 3.11).

Snaha po jednotném typu technického písma dala vzniknout šablonám. Šablony se vyrábějí z plastických destiček, do nichž jsou vyraženy sady jednotlivých písmen, číslic nebo jejich částí, ze kterých se všechna písmena nebo číslice složí.

Zásady pro psaní technického písma jsou stanoveny v [ČSN 01 0451]. Velikost je dána výškou h písmen velké abecedy - majuskulí (písmena malé abecedy se nazývají miniskule). Šířka písmen je v závislosti na jejich výšce. Norma rozlišuje písmo

úzké $6/14 h$ střední $6 - 7/10 h$ široké $4 - 5/7 h$.

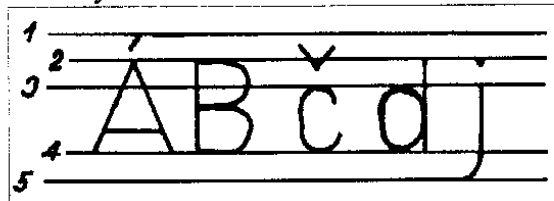
Střední šířka je nejužívanější. Také tučnost (tloušťka) čar je dána normou. Úzké písmo má mít tučnost $1/14 h$, střední $1/10 h$, široké $1/7 h$. Odlišnost šířky písma (např.: I,W) určuje rovněž norma, stejně jako umístění znaků (háčky, čárky), mezery mezi písmeny, slovy, řádky.

Normalizované písmo **kolmé** je konstruováno z přímek a kruhových oblouků, šikmé z přímek a eliptických oblouků. Vztah mezi přímkami a oblouky stanoví rovněž norma.

Rýsování a kreslení - grafický projev

Dobrý grafický projev by měl být předpokladem pro každého technického pracovníka. Psaní je jednou z nejdůležitějších součástí grafického projevu. Úspěch grafického projevu vyžaduje pilnost, vytrvalost a trpělivost. Pro geodetickou praxi je třeba osvojit si zručnost v rýsování a popisování plánů.

Jednotlivá písmena a diakritická znaménka se kreslí do linkové osnovy, která má dotažnice rozlišené na:

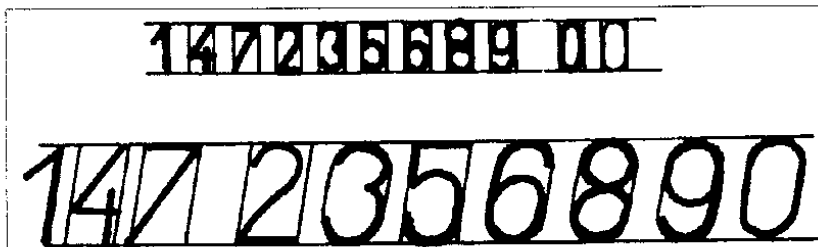


1 - akcentovou, 4 - základní (účaří),
2 - horní, 5 - dolní
3 - střední,
Obr. 3.12

Význam a funkce dotažnice je patrná z písmen nakreslených na obr. 3.12.

Šikmé písmo (kurzíva) se kreslí pod úhlem 75° (úhel, který svírá přímá část s dotažnicí). **Kolmé písmo** svírá s dotažnicí pravý úhel.

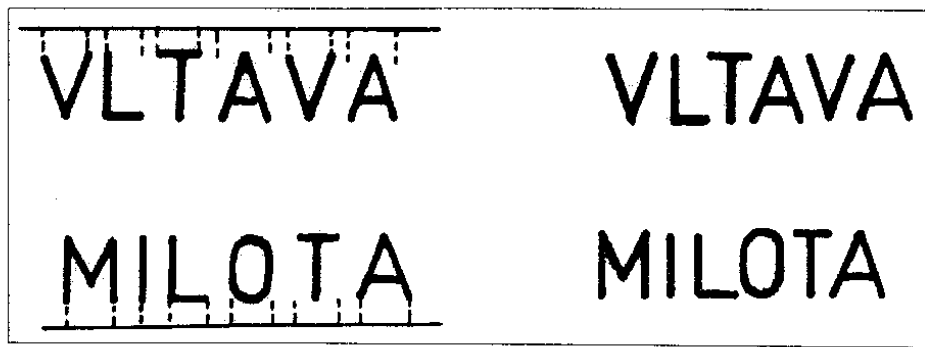
Při nácvičku písma je nejlépe začít písmem kolmým a jako linkovou osnovu použít milimetrový papír, který pomáhá jak správnému vedení čar, tak dotahování k účaří. Písmena a číslice by měly sledovat obdélník či elipsu



vepsanou do obdélníku pro písmo kolmé a rovnoběžník či elipsu vepsanou do tohoto rovnoběžníku pro písmo šikmé (obr. 3.13).

Obr. 3.13

Řazení písmen ve slovech nelze provádět mechanicky. Záleží na tvaru písmene (číslice), jeho obrysu a vnitřní světlosti. Zmenšováním plochy mezi písmeny obloukovitými nebo zvětšováním plochy mezi písmeny, tvořenými přímými tahy, působí písmo opticky vyváženě. Nelze tedy seskupovat písmena do předem připravených rastrů a rámečků (obr. 3.14). Vodítkem pro estetický vzhled je především cit a cvik.



nesprávně

Obr. 3.14

správně

Vyhotovení originálu mapy velkého měřítka

a) automatizovaný postup

Vyhotovení originálu základní mapy velkého měřítka je dáno v [Technologický postup pro vyhotovení...]. Stanoví způsoby a postup vyhotovování měřického originálu mapy a výpočtu výměr parcel. Základním způsobem vyhotovování měřického originálu je automatizovaný postup s využitím programového systému MAPA, na PC s příslušným software. Je použitelný pro všechny třídy mapování. Výměry parcel se vypočtou ze souřadnic na základě údajů předpisu pro zobrazení polohopisu.

Zpracování kresby předpokládá, že jsou dodána vstupní média pro automatizovanou kresbu, mezi něž patří především předpis kresby, předpis kresby písmem OCR a další.

Dříve se předpis kresby poslal do programového systému MAPA, a byla provedena kontrolní kresba tužkou. Tato kontrolní kresba se zaslala zpět k opravě. Po provedení opravy předpisu kresby na základě kontrolní kresby došlo k rytí kresby na DIGIGRAFU. K dodělení originálu bylo potřeba ručně dodělat až 30 % prací, především texty, značky a mimo rámové údaje.

Nyní se již neprovádí kontrolní kresba na list, nýbrž kresba se zaznamená ve formě, kterou lze zobrazit např. v interakčním grafickém systému KOKEŠ. V tomto systému se pak opraví kresba, umístí texty a značky. Takto provedené opravy se posílají zpět do systému MAPA k vyrytí. V současnosti MAPA umí i mimo rámové údaje, takže tvorba originálu je z 99 % prováděna automaticky. Zbytek tj. asi 1 % zbývá k ručnímu dodělení.

Pro vyhotovení měřického originálu základní mapy při mapování ve třídách přesnosti 4 a 5 lze použít i ruční zpracování, doplněné o kontrolní kresbu obvodů parcel na plotru. Vstupní údaje, podklady a média pro vyhotovení měřického originálu mapy při ručním zpracování jsou:

- souřadnice daných bodů,
- měřické náčrty,
- zápisníky podrobného měření geodetickými metodami,
- jiné podklady (fotogrammetrické).

b) ruční zpracování originálu mapy

Pro každý mapový list se vyhotoví konstrukční list, a to na rozměrově stálé plastické fólii o tloušťce nejméně 0,1 mm nebo na kvalitním papíru o hmotnosti 200 - 300 g/m², nalepeném na rozměrově stálé podložce. Rozměry konstrukčního listu a umístění rámu mapového listu jsou stanoveny technickou normou [ČSN 01 3410]. V konstrukčním listě se zobrazily tyto body:

- a) průsečíky sítě pravoúhlých souřadnic (čtvercová síť ve vzdálenosti 10 cm),
- b) rohy mapových listů a průsečíky souřadnicové sítě s rámem sítě,
- c) body polohového pole,

d) pomocné body,

e) průsečíky polygonových stran a měřických přímek s rámem mapového listu, v případě, že bylo podrobné měření provedeno metodou pravoúhlých souřadnic.

Konstrukční list se vyhotovil zobrazením těchto bodů vpichy přesným pravoúhlým koordinatografem. Vpichy se středně tvrdou tuhou (tab. 3.1) se zakroužkovaly (od ruky) a doplnily čísla bodů. Poloha zobrazených bodů se kontrolovala opakovaným nastavením souřadnic nebo kartometricky. Mezní souřadnicová odchylka zobrazení bodu vůči nejbližším bodům souřadnicové sítě byla 0,1 mm (na mapě). Teoretické rozměry rámu mapového listu a jeho úhlopříček musely být dodrženy s mezní odchylkou 0,3 mm.

Zobrazení polohopisu

Do konstrukčního listu se podle měřických náčrtů a zápisníků zobrazil polohopis tak, že podrobné body se zobrazily

- a) z vypočtených pravoúhlých souřadnic v S-JTSK; zobrazení se provedlo zpravidla současně s vyhotovováním konstrukčního listu;
- b) z naměřených úhlů a délek; použil se přesný polární koordinatograf, zobrazovací trojúhelníky nebo zobrazovací přístroje;
- c) dalšími metodami.

Pro vyrýsování konstrukčních prvků a spojnic se použila tvrdá tuha (9H) zabroušená do dlátka (obr. 3.3). Čísla bodů se doplnila středně tvrdou tuhou. Správnost měření a zobrazení se kontrolovala měřeními oměrnými a křížovými mírami. Mezní odchylky mezi přímo měřenou vzdáleností dvou podrobných bodů a příslušnou délkou, odměřenou v měřickém originálu, byla dána v [ČSN 01 3410]. Po vykreslení polohopisu se vyrovnaly styky se sousedními mapovými listy.

Konstrukční list se zobrazeným polohopisem se zpracoval podle technické normy [ČSN 01 3411] do formy originálu mapy.

Kresba a značky

Při tvorbě a údržbě mapy velkého měřítká se kresba čar a značek (též rytí, vtiskování, vlepování) v originále řídily normou [ČSN 01 3411]. V tabulce 3.2 je uveden přehled nejpoužívanějších značek. Norma platí i pro kreslení měřických náčrtů. Norma však nestanovuje obsah map. Předměty měření se zobrazují jako jejich svislé průměty na referenční plochu.

Předměty, jejichž rozměry dovolují zřetelné zobrazení na mapě se zobrazují obrysovou čarou. Není-li možno předmět vykreslit pro jeho malé rozměry na mapě obrysem, zobrazí se jen značkou a to tehdy, je-li stanovena; jinak se předmět na mapě nezobrazuje. Mezera mezi jednotlivými čarami nebo značkami nesmí být menší než 0,35 mm. Rozměr značek je v [ČSN 01 3411] a [VYHLÁŠKA 190].

Není-li druh předmětu zřejmý již z kresby nebo popisu, vykreslí se značka i uvnitř obrysu předmětu pro lepší názornost a orientaci v mapě.

Nahromadí-li se v určitém prostoru předměty měření, jejichž zobrazení by se na mapě nedalo jasně vyjádřit, zobrazují se jen předměty důležitější; přitom se dává přednost zobrazení bodů bodových polí a stavebních objektů.

Síla kresby čar je dána [ČSN 01 3411] a je uvedena v tabulce 3.2. Čárky o délce 0,3 mm představují při použití automatického koordinatografu tečky. Specifikace čar je uvedena v tabulce 3.3. Kód čáry je dán pořadovým číslem druhu čáry, doplněným na třetím desetinném místě specifikací tloušťky čáry (např.: 0.021 = tenká čárkovaná čára).

Specifikace	mm	Tloušťka čáry
1	0.13	tenká
2	0.18	tenká
4	0.35	tlustá
6	0.70	velmi tlustá

Tab. 3.2 - Specifikace čar

Číslo	Druh čáry	Rozměr v mm (čára mezera)
0.01	Plná	
0.02	Čárkované	1,0 1,0
0.03		2,0 1,0
0.04		2,0 2,0
0.05		3,0 1,0
0.07		5,0 2,0
0.10	Tečkované	0,3 1,0
0.12	Střídavé	1,0 0,8 0,3 0,8
0.13		2,0 0,8 0,3 0,8
0.14		3,0 1,3 0,3 1,3
0.18		3,0 2,0 3,0 1,3 0,3 1,3
0.19		5,0 2,0 5,0 1,3 0,3 1,3

Tab. 3.3 - Druh čáry

3. 3 Počítačové grafické systémy

V posledních letech se ke grafickému zpracování geodetických výpočtů a podrobného polohopisného měření používá některý z těchto grafických systémů

- a) AutoCAD [ZIKEŠ],
- b) KOKEŠ [KOKEŠ],
- c) MicroStation,
- d) MAPA [Technologický postup pro vyhotovení ...],
- e) Atlas - digitální model terénu.

Datový soubor souřadnic k těmto grafickým systémům můžeme vypočítat v programovém systému GEUS [GEUS], GROMA [GROMA]. Ke transportu musí být soubor dat ve formě

- a) ".DXF" pro AutoCAD,
- b) ".STX" pro KOKEŠ,
- c) ".UST" pro MicroStation.

Popis systémů přesahuje možnosti skript a některé jsou vyučovány ve volitelných předmětech ve vyšších ročnících.

Číslo	Specifikace	Předmět	Značka	Poznámka
1.01	0	Bod polohového bodového pole	⊙	v náčrtu červeně 2 mm
1.05	0	Mezník na vlastnické hranici	⊙	
1.07	9	Pomocný měřický bod	⊙	červeně
2.13	3	Kovový plot, spoluvlastnictví		
2.19		Hranice vlastnická	————	čára 0.011
2.20		Hranice jako 2.19 shora neviditelná	-----	čára 0.021
3.04	0	Zahrada	⊙	
3.06	0	Louka	||	
3.08	0	Lesní půda bez rozlišení druhu	∧	
3.13	0	Jednotlivý strom	⊙	
3.14	0	Park	∞	
3.15	0	Hřbitov	+	
4.06	9	Nádvoří	d	
6.01	0	Kovový, betonový, dřevěný stožár	●	
6.02	1	Příhradový stožár	■	
6.05		Osa nadzemního vedení	-----	čára 0.041
6.12	0	Hydrant nadzemní	⊙	
6.13	0	Hydrant podzemní	⊙	
6.14	0	Šoupátko vodovodní, plynové	⊙	
6.20	0	Kanalizační šachta	⊙	
6.30	0,1	Vpusť	⊙	
6.56	0	Venkovní svítidlo na stožáru	⊙	
6.59	2	Silové vedení bez rozlišení druhu	-----	
8.11	0	Studna, studánka	⊙	
9.01		Vrstevnice základní		čára 0.012
9.03		Vrstevnice zdůrazněná		čára 0.014

Tab. 3.4 - Vybrané mapové značky

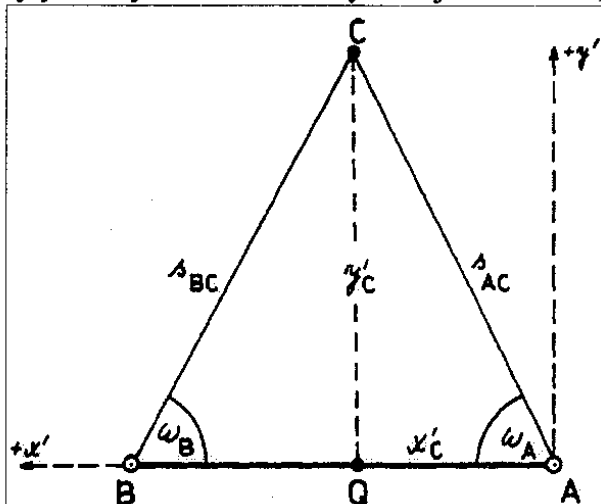
Specifikace značek viz tab. 3.4

- 0 - značka na bodě neorientovaná, pevně orientovaná k rámu,
- 1 - značka na bodě orientovaná ve vztahu k polohopisu,
- 2 - značka na čáře,
- 3 - značka na čáře s opakováním,
- 9 - značka v náčrtu.

Poznámka: místo louka se používá termín **trvalý travní porost**.

4 Polohové vytyčovací úlohy

Základními prvky pro všechny vytyčovací práce polohopisných úloh jsou: bod, přímka, úhel a délka určité vzdálenosti. Na základě existujících matematických vztahů je možno uvedené prvky vytyčovat různé tvary jednoduchých i složitých tvarů včetně kružnicových oblouků a různých křivek, např. přechodnic. Pro vytyčování je nutno volit takovou metodu, přístroj, pomůcky a měřický postup, se kterými je možno splnit daný úkol co nejhospodárněji a s požadovanou přesností. K vyznačení a stabilizaci vytyčovaných bodů se většinou používají dřevěné kolíky, železné trubky, roxorové tyče (ve stavebnictví jsou roxorové tyče součástí železobetonu), nastřelovací hřebíky. Pro většinu prací se vytyčovaný bod na kolíku vyznačuje hřebíčkem, nebo zářezy v železe [STANĚK].



4.1 Vytýčení bodu

Vytyčovaný bod C (obr. 4.1) je polohově určen dvěma mírami vůči daným (minimálně dvěma) bodům A a B. Jeho poloha se může určit:

- a) z pravouhlých souřadnic (2 délek: staničení a kolmice),
- b) protínáním vpřed z úhlů (2 úhly),
- c) protínáním z délek (2 délky),
- d) polárně úhlem a délkou.

Obr. 4.1 - Vytýčení bodu

K vytyčování bodu pravouhlými souřadnicemi je potřeba znát dva dané body, mezi nimiž musí být viditelnost. Délky se měří obvykle pásmem a pravý úhel v patě kolmice zpravidla u krátkých kolmic pentagonem. Pro přesné práce se musí použít k vytýčení pravého úhlu teodolit. Přesnost bodu vytýčeného pravouhlými souřadnicemi závisí na:

- a) na přesnosti s jakou leží pata kolmice na spojnici daných bodů,
- b) na přesnosti odměřeného staničení a kolmice a na poměru délek staničení a kolmice,
- c) na přesnosti vytýčení kolmice.

Při vytyčování kolmic pentagonem nebývá úhlová chyba větší než 1' - 2' činí příčný posun pro délku kolmice 10 m 3 - 6 mm a pro délku 30 m teoreticky 9 - 18 mm, prakticky 3 - 5 cm.

Protínáním se vytyčovaný bod určí jako průsečík dvou směrů nebo délek. Tento způsob vytýčení je možné použít v jakémkoliv terénu, kde zajištěna viditelnost mezi danými body a z daných bodů na vytyčovaný bod. Pro krátké vzdálenosti je možné použít k vytyčování délek i pásmo (30m; 50 m).

Přesnost vytýčení bodu ovlivňuje přesnost změřených délek a úhlů a přesnost centrace přístroje. Přesnost vytýčení také ovlivní úhel pod jakým se směry protínají. Tento úhel by neměl být menší než 60°.

Nejčastěji se poloha vytyčovaného bodu určuje polárně. Bod C se vytýčí po horizontaci a dostředění přístroje na stanovisku A tak, že se zacílí na druhý známý bod B (hodnota čtení o_1 se zpravidla nastaví na 0 nebo hodnotu velmi malou). Otáčením alhidády se nastaví čtení $o_2 = o_1 + \omega$. V tomto bodě se zatluče kolík ve vzdálenosti s_{AC} mezi stanoviskem a vytyčovaným bodem. Přesná poloha bodu se vytýčí pomocí hřebíčku. Vytýčený úhel se pro přesné práce měří v obou polohách dalekohledu. Výsledný směr je dán průměrem z obou poloh dalekohledu. Délka se měří dvakrát. Bod C můžeme analogicky vytýčit i z bodu B.

Přesnost vytyčeného bodu za předpokladu bezchybné centrace je dána vztahem

$$m = \sqrt{m_s^2 + s^2 \frac{m_w^2}{e^2}},$$

kde m_s je střední chyba měřené délky,
 m_w je střední chyba měřeného úhlu.

Teoreticky bude střední chyby vytyčeného bodu teodolitem TC 303 ($m_s = 2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$, $m_w = 1 \text{ mgon}$) ve vzdálenosti $s = 100 \text{ m}$ bude asi 2,5 mm.

V přehledném terénu můžeme vytyčit bod C protínáním z daných bodů A a B protínáním vpřed z úhlů nebo z délek.

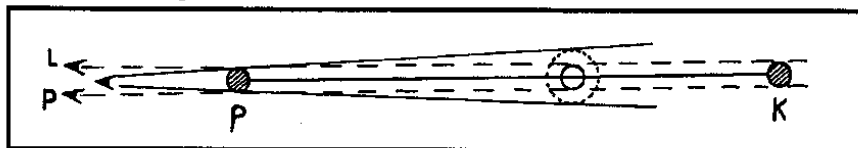
4.2 Vytyčování přímek

Přímky, jakožto spojnice bodů počátečního P a koncového K stabilizovaných v terénu, se při měřických pracích vyznačuje svislým průmětem několika dalších bodů na terén. Úloha se řeší buď s ohledem na použité pomůcky a přístroje, které máme k dispozici, nebo podle požadované přesnosti.

Vytyčení mezibodů na přímce od oka

a) v terénu plochém a přehledném

Na koncových bodech P a K vytyčované přímky se postaví do stojánek výtyčky a urovnají se do přesné svislé polohy pomocí olovnice nebo podle nějakého svislého objektu (dům, vedení elektrického proudu aj.). Osy těchto výtyček určují svislou rovinu, do které se zařazují další výtyčky v místech, kde je třeba na dané přímce určit další mezibody. Měřič se postaví asi 2-5 m za jednu koncovou výtyčku tak, aby viděl výtyčky v zákrytu (obr. 4.2) a pokud je to možné, aby se díval ve směru slunečního svitu a případně proti svahu. S vytyčováním začneme od vzdálenějšího bodu směrem k měřiči. Pomocník, který drží další výtyčku v horní části v prstech přibližně v místě, kde má být další mezilehlý bod, pohybuje výtyčkou kolmo k vytyčované přímce. V okamžiku, kdy dostane od měřiče znamení, že výtyčka je zařazena v přímce, pustí výtyčku, která svým hrotem vyznačí v terénu místo, kde se nachází mezibod. Na toto místo zatluče kolík (nebo jnou stabilizaci) a vytyčení mezibodu se zkontroluje.



Obr. 4.2 - Vytyčení mezi bodů přímky od oka

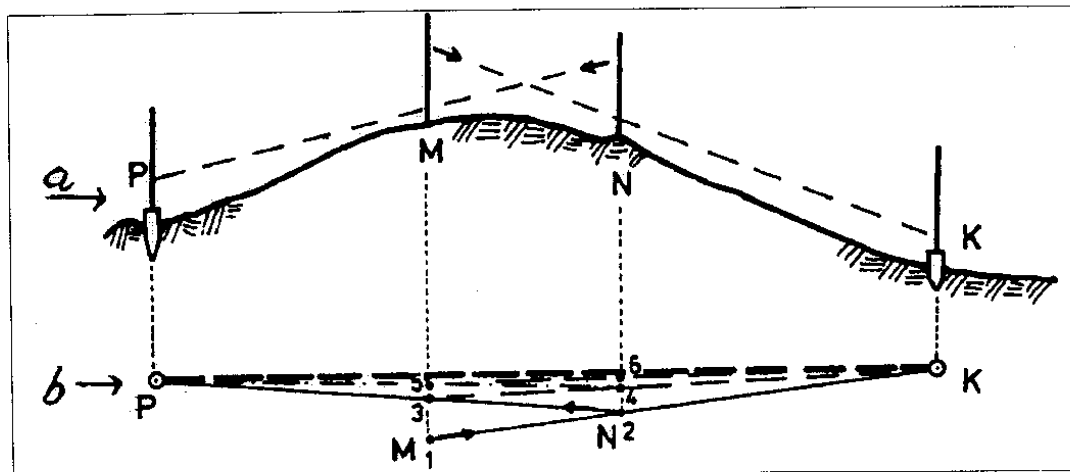
Vytyčení se zpřesní, když měřič nastaví oko do směru svislé tečné roviny k výtyčkám (zleva i zprava). Tím se odstraní nejistota v poloze vytyčovaného mezibodu způsobeného tloušťkou bližší výtyčky. Čím dále je měřič od výtyčky, tím vzniká štíhlejší klín a vytyčení je přesnější. Stejným způsobem se vytyčí i zbývající mezilehlé body.

Přesnost v poloze mezilehlého vytyčovaného bodu klesá ze vzrůstající délkou daných bodů P a K, dále závisí na sklonu a konfiguraci terénu a na zkušenostech měřiče. Při pečlivé práci měřiče a samozřejmě figuranta nepřekročí vybočení mezibodu od přímky více jak 5 - 7 cm.

Při zařazování výtyčky do spojnice daných bodů je nutná souhra měřiče a figuranta. Měřič dává figurantovi signál tou rukou v jakém směru je potřeba výtyčku posunout. Velikost posunu znázorní větším nebo menším pohybem ruky nad hlavou. Správnou polohu bodu oznámí opakovaným pohybem obou ruk najednou. *V žádném případě nesmí dávat signál k pohybu doprava levou rukou přes svoji hlavu.*

b) vytýčení přímky přes terénní vlnu nebo násep

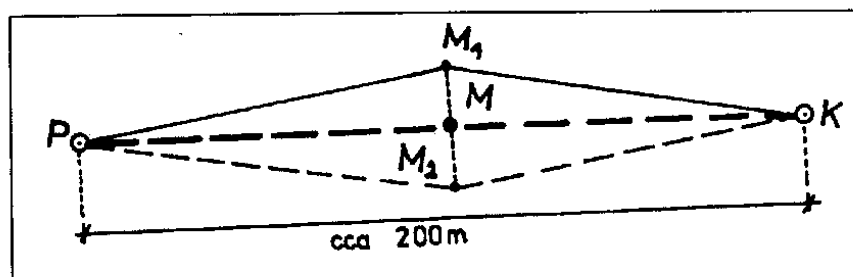
V případě vytýčení přímky pře výše uvedené překážky je potřeba dvou měřičů a dvou figurantů. Na koncové body P a K se umístí výtyčky a za ně si stoupnou měřiči jako v případě a). Figuranti s výtyčkami si musí stoupnout na body M a N tak, že je vidí měřiči jak z bodu P tak z bodu K. Vytýčení přímky probíhá tak, že nejprve měřič z bodu P zařadí figuranta M do přímky na bod N. Pak měřič z koncového bodu K zařadí figuranta z bodu N do přímky na bod M. Uvedený postup se několikrát opakuje dokud změny polohy na mezilehlých bodech jsou minimální.



Obr. 4.3 - Vytýčení přímky přes terénní vlnu

c) vytýčení přímky dvojitým pentagonem

V přehledném terénu se umístí výtyčky na koncové body P a K. V místě kde je potřeba vytýčit mezilehlý bod vytýčí měřič dvojitým pentagonem bod M. Ke zvýšení přesnosti je vhodné vytýčit bod M_1 v první poloze od bodů P a K a ve druhé poloze otočením o 180° bod M_2 od bodů K a P. Pokud se oba vytýčené body M_1 a M_2 neztotožňují, je správná poloha bodu M uprostřed spojnice M_1 a M_2 . Vzhledem k tomu, že úhlová přesnost pentagonu se udává hodnotou 1 až 2' je možno při stometrové vzdálenosti bodů P a K od bodu M očekávat odchylku 3 - 6 cm a při dvojitým vytýčení 2 - 3 cm.



Obr. 4.4 - Vytýčení přímky dvojitým pentagonem

Vytýčení přímky teodolitem

a) v jedné poloze dalekohledu

Teodolit se dostředí a horizontuje na jednom z bodů přímky. Druhý koncový bod se signalizuje (výtyčkou ve stojánku, olovnicí zavěšenou na stativu nebo terčem na stativu nebo se zacílí přímo na bod signalizovaný tužkou nebo hřebíčkem). Zacílí se na bod nejprve podle hledáčku. Pak dobře zaostřeným nitkovým křížem na bod svislou nití a utáhne se hrubá ustanovka. Po jejím utahnutí se přesně zacílí jemnou ustanovkou. Mezilehlé body přímky se označí nejprve kolíkem tak, aby svislá nit nitkového kříže byla uprostřed kolíku. Po zatlučení kolíku se na kolík zatluče podle pokynu měřiče hřebíček a jeho poloha se po zatlučení zkontroluje. Přesnost vytýčení je ovlivněna chybou z centrace přístroje a koncového signálu. Dále správností horizontace a chybami ze sklonu točné osy

dalekohledu a chybou kolimační. Přesnost ovlivní také viditelnost ve směru záměrné přímky. Při pečlivém postupu měřiče a zejména figuranta nepřesnost zpravidla nepřesáhne hodnotu 3-5 mm.

b) v obou polohách dalekohledu

tímto způsobem se zařazují mezilehlé body do přímky s maximální přesností, které musí také odpovídat stabilizace jak výchozích tak i mezilehlých bodů. Přístroj a signál se centrují na koncových bodech opticky. Nejprve se zařadí do směru kolík a zatluče se do terénu. Pak se vytyčuje nejprve v první poloze a poté ve druhé poloze. Správná poloha vytyčovaného bodu se označí hřebíčkem mezi vytyčené směry z obou poloh dalekohledu. V případě že se vytyčuje na roxor výsledný směr se označí zářezem.

Poloha takto vytyčených bodů je zbavena vlivu přístrojových chyb. Pozornost je však nutno věnovat cílení (pozor na paralaxu nitkového kříže) a zodpovědnému přístupu figuranta (vytyčení po zatlužení hřebíčku zkontrolujeme).

Prodloužení přímky

Prodloužení přímky za jeden koncový bod se dá řešit opět různými způsoby a s přesností vyplývající z použitých pomůcek a způsobu vytyčení.

Prodloužení přímky od oka

Postup je podobný jako při zařazení bodu. Tímto způsobem budeme prodloužovat přímku pro hrubší práce (např. na stavbách při neupraveném terénu, kdy tento terén bude nejprve upraven např. buldozerem). Prodloužená přímka by neměla být delší než 1/4 až 1/3 délky koncových bodů.

Prodloužení přímky teodolitem

Na koncovém bodě přímky K, ze kterého se má přímka prodloužovat, se pečlivě dostředí a urovná teodolit. V první poloze dalekohledu se zacílí zhruba na počáteční bod P přímky, upne se hrubá ustanovka, zaostří dalekohled a pečlivě se nastaví jemnou ustanovkou vláknem kříže na cílovou značku (výtyčka, terč na stativu, tužka). Dalekohled se proloží a vytyčí se bod prodloužené přímky N_1 . Uvolní se hrubá ustanovka a s dalekohledem ve druhé poloze se znovu zacílí na počáteční bod P. Poté se dalekohled znovu proloží a vytyčí se bod N_2 . Správná poloha prodloužené přímky prochází bodem N, který leží uprostřed spojnice bodu N_1 a N_2 .

Takto prodloužená přímka je ovlivněna jen chybou v cílení a v dostředění přístroje. Přístrojové chyby, až na vliv sklonu osy alhidády, se neuplatní a jsou-li počátek P a vytyčovaný bod N stejně vzdáleny od bodu K, neuplatní se ani vliv ze změny zaostření (proměnná kolimační chyba). Chyba v cílení je velmi malá přibližně $0,0180/z$ [gon] (viz Geodézie 10 str. 71). Při zvětšení $z = 30x$ ve 100 m vzdálenosti způsobí příčnou chybu asi 1 mm, což je hodnota skoro zanedbatelná. V závislosti na délce se uplatňuje chyba v centraci teodolitu; při prodloužení přímky o celou původní délku způsobí excentricita teodolitu na konci prodloužené přímky vybočení ze směru rovné dvojnásobku chyby v centraci (tato chyba se projeví stejně u jakéhokoliv teodolitu, klasického i elektronického).

Vytyčením přímého úhlu (200 gon)

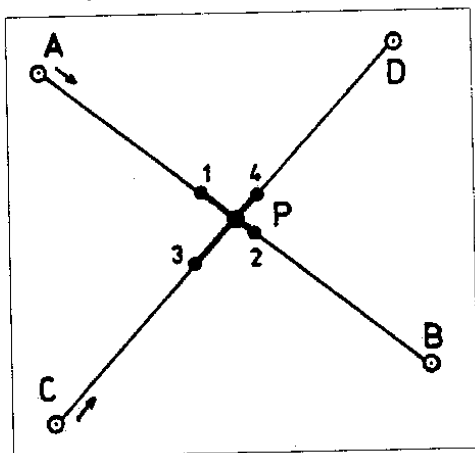
Místo proložení dalekohledu se vytyčí teodolitem přímý úhel pomocí děleného vodorovného kruhu. Přesnost vytyčení tímto způsobem je menší než při metodě prokládání dalekohledu, neboť se zde uplatní při vytyčení ještě chyba v odečtení (nastavení daného čtení) kruhu i přístrojové chyby, vyplývající z měření úhlů v jedné poloze dalekohledu. Přesnot vytyčení lze dosáhnout opakovaným měřením přímého úhlu. Postupy pro zvýšení přesnosti vytyčení nejen přímého úhlu jsou probírány v předmětu Inženýrská geodézie.

4.3 Vytýčení průsečíku dvou přímek

Průsečík přímek daných vždy dvěma body se vytyčuje buď od oka nebo teodolitem (případně dvojitým pentagonem).

Vytýčení od oka - shlédnutím

Přímky se označí na koncových bodech výtyčkami. Dva měřiči zařadí od oka pomocníka s výtyčkou současně do směru obou přímek a tím je určen hledaný průsečík. Mají-li tento úkol splnit jen dva pracovníci (měřič a figurant), pak se vytyčí přibližně v místě hledaného průsečíku nejprve na jedné přímce dva mezibody, přibližně vlevo a vpravo od odhadnutého průsečíku a obdobným způsobem i dva pomocné body na druhé přímce. Průsečík se realizuje buď pomocí provázku nebo pomocí pásma. Podobným způsobem se realizuje průsečík pomocí pentagonu.



Vytýčení průsečíku přímek teodolitem

Na jedné přímce se známým způsobem vytyčí v místě předpokládaného průsečíku dva mezibody realizované hřebíčky na kolíku. Hřebíčky se spojí provázkem. Teodolit se přemístí na druhou přímku a průsečík se vytyčí v místě průsečíku záměrné přímky s provázkem. Jsou-li k dispozici dva měřiči a dva teodolity je možno vytyčit průsečík současným zařazením pomocníka do směru obou přímek.

Obr. 4.5

4.4 Vytýčování úhlů

Vytýčení pravého úhlu

Provádí se různým způsobem, a to v závislosti na pomůckách, přístrojích a požadované přesnosti. Nejjednodušším způsobem je vytyčení výtyčkami a pásmem.

Využitím Pythagorovy věty

Z matematiky jsou známa pythagorejská čísla např. 3, 4, 5 [$3^2 + 4^2 = 5^2$], které se mohou násobit libovolným číslem n [$(3n)^2 + (4n)^2 = (5n)^2$], obecně $o_1^2 + o_2^2 = k^2$, kde o představují délku jedné odvěsny resp. přepony a k délku kolmice. Pravý úhel se vytyčí tak, že na spojnici koncových bodů přímky M a N se vytyčí pata kolmice P a pomocné body Q_1 a Q_2 ve vzdálenosti odvěsny trojúhelníka v závislosti na délce kolmice k . Z bodů Q_1 a Q_2 a z paty kolmice P se vytyčí pásmem potřebné délky. V průsečíku odvěsny od pomocných bodů Q_1 a Q_2 a příslušných kolmic se nacházejí body na kolmici.

Jsou-li k vytyčení kolmice pásmem tři lidé, je možné postupovat tak, že jeden drží nulu pásma na patě kolmice P . Druhý drží měřický hřeb nebo výtyčku ve vzdálenosti délky kolmice k . Třetí umístí pásmo ve vzdálenosti $k + o_2$ přesně do pomocného bodu Q . Jsou-li dva měřiči, vytyčí se tímto pravý úhel tak, že z paty kolmice se opiše část kružnice o poloměru délky kolmice v předpokládaném místě vytyčovaného bodu. Pak se jeden přemístí na pomocný bod na přímce a opiše se kružnice jejíž poloměr je roven odvěsny pythagorejského trojúhelníku. V průsečíku obou kružnic se nachází bod na kolmici. Přesnější způsob vytyčení pravého úhlu je pomocí pentagonu.

Vytýčení pravého úhlu teodolitem

Koncové body přímky P a K jsou signalizovány vhodnými cílovými značkami, a to podle vzdálenosti od bodu M , ve kterém se bude vytyčovat kolmice. V tomto bodě se pečlivě dostředí a urovná teodolit a v první poloze dalekohledu se zacílí na vzdálenější bod přímky. Na vodorovném

kruhu se nastaví čtení o^I (nejlépe blízké 0 gon). Vypočte se nové čtení $o_k = o^I + 100$ gon. Záměrná přímkka je nyní kolmá na přímku PK a směr kolmice se vyznačí ryskou na hlavě kolíku (ryska je dána spojnicí dvou značek vyznačených na obou krajích kolíku). Nyní se dalekohled proloží do druhé polohy a opět se zacílí na vzdálenější bod přímkky. Čtení pro vytýčení kolmice se získá ze vztahu $o_k = o^{II} + 100$ gon. Stejným způsobem se vytýčí směr kolmice. Získají se tak dvě směrové rysky na hlavě kolíku a správný směr kolmice, zbavený téměř všech přístrojových chyb je na ose obou směrových rysek.

Vytýčení libovolného úhlu

a) jednoduchými pomůckami - tangenty

Není-li k dispozici úhloměrný přístroj, pak se na přímce PK nebo na prodloužené přímce vytýčí bod Mve vzdálenosti s_m rovné kladu celého pásma, tj. 20 nebo 30 m. Na kalkulátoru se najde hodnota $\text{tg } \omega$ (pro vytýčovaný úhel ω) a vyčíslí se součin $x = s_m \cdot \text{tg } \omega$. Vypočtená délka x se odměří na kolmici vztýčené v bodě M k dané přímce PK. Spojnice NK tvoří druhé rameno vytýčovaného úhlu ω . Vytýčovaný úhel je tím přesněji určen, čím jsou ramena delší a kolmice MN kratší; bod M musí ležet přesně na přímce PK. Nejlepší výsledek se dosáhne pro malý vytýčovaný úhel ω .

b) určení úhlu ω

Analogicky se řeší obrácená úloha: určit velikost úhlu bez úhloměrné pomůcky. V tom případě se zvolí na jednom rameni úhlu pomocný bod N, spustí se kolmice na druhé rameno (na přímce PK) do bodu M a změří se se úseky MN a MK. Potom

$$\text{tg } \omega = \frac{MN}{MK}$$

a na kalkulátoru se určí úhel ω příslušnou funkcí např.: \tan^{-1} .

c) úhloměrným strojem

Nejpřesněji se daný úhel vytýčí teodolitem v obou polohách dalekohledu. jako při vytýčování pravého úhlu s případně zahrnutím zbývajících bodů přímkky do měřické osnovy směrů. Přesnost je dána střední chybou měřeného úhlu - podle počtu skupin nebo metody .

4. 5 Řešení vytýčovacích úloh jednoduchými pomůckami

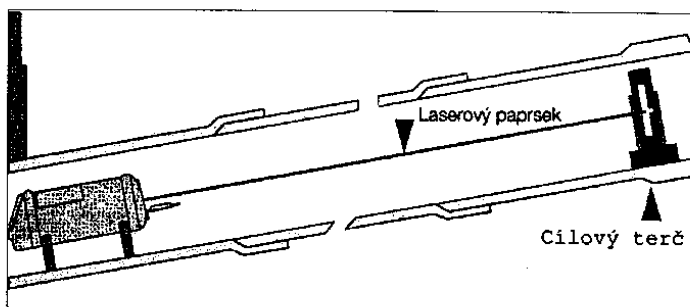
Nekladou-li se velké nároky na přesnost, lze v rovinném, volném a přehledném terénu řešit mnohé vytýčovací úlohy jednoduchými a běžnými pomůckami, jako jsou výtyčky, pásmo, pentagon apod. Vytýčování je kombinací výše uvedených případů. Zpravidla se jedná o předběžné vytýčení, po kterém následuje vytýčení přesné pomocí stroje. Jedná se např. o tyto úlohy: rozpůlení úhlu, přenést úhel, bodem vést rovnoběžku s danou přímkou, vztýčit v bodě kolmici k přímce přes překážku, spustit z daného bodu kolmici na přímku přes překážku, aj. Postup se volí na základě rekognoskace lokality, tak aby postup byl pro danou chvíli dostatečně rychlý a přesný. Zpravidla se bude jednat o přípravu staveniště, kde přesnost pomůcek postačí k vytýčení pro nasazení strojních mechanismů jako je buldozer apod.

4. 6 Vytýčení pomocí laseru

K vytýčování přímek, rovin i stavebních strojů se ve stavebnictví používají lasery. V současné době se k běžnému vytýčování používají potrubní a rotační lasery. Potrubní laser firmy Topcon TP-L3 je vodotěsný přístroj s možností uplatnění u velmi přesných liniových prací v nepříznivém prostředí. Umožňuje řídit výkopové práce, urovnávání podkladů (pro inženýrské sítě např. kanalizace), směrové

a výškové uložení potrubí a objektů v něm, může být naváděcím systémem pro ražení tunelů atd. Laser TP-L3 má rychlé urovnávání, digitální volbu spádu a automatické zacílení na terč. Přesnost je 10" (2,5 mm/50 m), průměr paprsku je 17 mm, dosah 200 m. Laser váží 3,8 kg a pracuje v teplotě od -20° C až 50° C.

Laser RL-VH je rotační laser s automatickým urovnáním (stroj se urovná jako teodolit pomocí stavěcích šroubů). Umožňuje přesné viditelné vytyčování vodorovné i svislé roviny, šikmé roviny, přesné svislice a vytyčuje pravý úhel. Laser je možné použít při řízení stavebních strojů. Princip práce spočívá v tom, že existuje stroj, který sleduje referenční linii - tzv. stabilizační základnu a regulační orgány nastavují podle výchylky pracovních nástrojů od referenční linie správnou hodnotu polohy pracovních nástrojů případně směru stroje. Odchytky od referenční linie snímá čidlo, přeměňuje je v impulsy a tyto impulsy předává ústřednímu členu. Tento člen po úpravě signálu dává pokyn regulačnímu členu ke změně polohy či směru. Parametry přístroje jsou: přesnost je 10" (2,5 mm/50 m), rychlost otáčení až 300 otáček/min, dosah až 500 m. Laser váží 2,7 kg a pracuje v teplotě od -20° C až 50° C. Při práci s laserem je nutné dodržovat bezpečnost práce



Obr. 4.6 - Vytyčování pomocí laseru

Poznámka: k vyhledávání tras kabelů, odboček včetně hloubkového uložení vedení slouží tónové generátory (viz předmět Elektronické metody v geodézii).

Kapitola pátá

5 Vytyčování oblouků

Při vytyčování trasy inženýrských liniových staveb (silnic, železnic, úprav vodních toků) bývá častým úkolem vytyčit kromě přímých úseků trasy též části s křivými úseky, které mohou být interpretovány různými křivkami. Nejjednodušší křivkou, užívanou ke spojení přímých úseků trasy je kružnicový oblouk; ve většině případů se ale přechod z přímého úseku do kružnicového úseku trasy provádí tzv. přechodnicemi, tj. takovými křivkami, jejichž křivost se spojitě mění. Tak je umožněn plynulý a pozvolný přechod křivosti z přímé části trasy do kružnicové trasy

$$k = \frac{1}{\infty} \rightarrow \frac{1}{R}.$$

V silničním a zejména v železničním stavitelství by byla, bez použití přechodnic u oblouků malých poloměrů, rychle jedoucí vozidla vystavena v místě přechodu trasy účinkům velké odstředivé síly a vzniklý "příčný ráz" by ohrozil bezpečnost jízdy. Dynamické účinky odstředivé síly se zmírní tím, že se jízdni dráze dáva v oblouku tzv. příčný sklon. Ke zvýšení vnější části oblouku nesmí dojít náhle, nýbrž pozvolným stoupáním vnější hrany vozovky nebo koleje v tzv. vzestupnici. Za přechodnice se zpravidla volí tyto křivky:

- a) *kubická parabola* v železničním stavitelství : $y = a x^3$
- b) *klotoida* při stavbě komunikací, křivost roste úměrně délce : $LR = A^2$
- c) *lemniskáta* při úpravě toků.

d) *sinusoidea*

Vytyčování přechodnic je probíráno detailně v předmětu Inženýrská geodézie, a proto se budeme v dalších částech učebního textu zabývat jen vytyčováním kružnicových oblouků.

5. 1 Základní pojmy

Pro vytyčování kružnicových oblouků platí pro označování tyto symboly podle [ČSN 01 3419]
Vytyčovací výkresy ve stavebnictví:

- VB ... Vrcholový Bod, průsečík přímých částí (tečen) osy trasy,
- TK ... Tečna-Kružnice, konec přímky-začátek oblouku (též se značí ZO),
- KK ... Kružnice-Kružnice, střed (vrchol) oblouku (též se značí V),
- KT ... Kružnice-Tečna, konec oblouku-začátek přímky (též se značí KO),
- τ ... tečnový úhel [grad],
- α ... středový úhel [grad],
- R ... poloměr kružnicového oblouku [m],
- T ... délka tečny [m],
- O ... délka oblouku [m],
- Z ... vzdálenost vrcholového bodu VB od KK, tzv. vzepětí [m].

Při vytyčování trasy se nejprve vytyčí přímé části osy. Přímé části trasy se protínají ve vrcholových bodech (VB) osového polygonu a tvoří tečny oblouku. Proto také užíváme výrazu tečnový polygon. Pro vytyčení kruhového oblouku je třeba:

- a) určit středový úhel, který se změřeným tečnovým úhlem tvoří výplňkový úhel.
- b) vypočítat vytyčovací prvky hlavních bodů oblouku, tj.
 - délku oblouku O,
 - délku tečny T,
 - vzdálenost Z - vrcholu oblouku (KK) od vrcholového bodu (VB),
 - souřadnice vrcholu oblouku vztahené k tečně jako ose úseček.
- c) vypočítat vytyčovací prvky podrobných bodů oblouku.

Kružnicový oblouk je určen třemi prvky. Nejčastěji to bývají dvě přímé trasy, které se mají spojit obloukem o určitém předem daném poloměru R . Poloměr se volí nejen s ohledem na navrhovanou rychlost projíždějících vozidel, ale i na hospodárnost úprav a konfiguraci terénu. Pokud je to možné, volí se veliké poloměry zaokrouhlené na celé stovky metrů, u menších poloměrů alespoň na desítky metrů.

5.2 Výpočet vytyčovacíh prvků hlavních bodů kružnicového oblouku

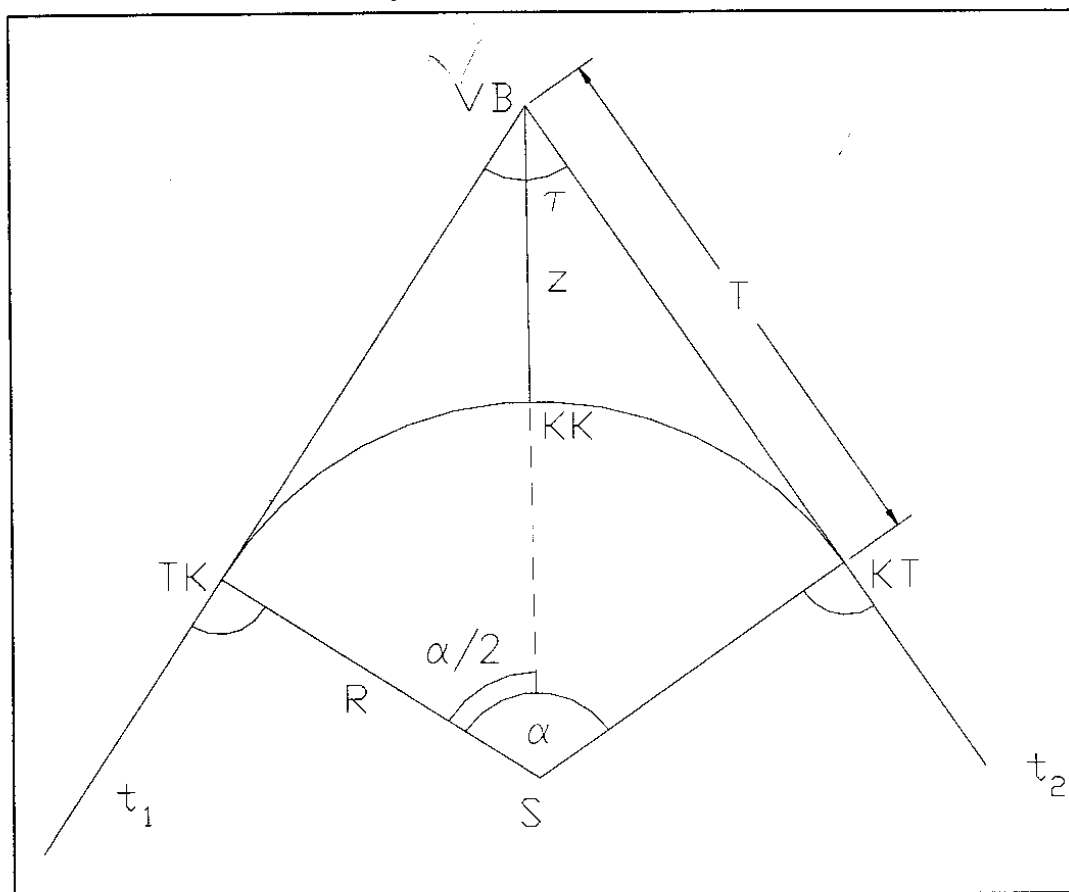
5.2.1 Přímé určení hlavních prvků

Jak již bylo uvedeno, nejčastější úlohou je spojení dvou přímých úseků trasy kružnicovým obloukem o předepsaném poloměru (obr. 5. 1). Každá z přímých tras je v přírodě určena dvěma body (AB a CD). Prodloužením obou tras se určí, pokud je to možné jejich průsečík VB, na kterém se změří tečnový úhel τ . Teprve potom se může přikročit k určení hlavních prvků, kterými jsou :

$$\text{středový úhel} \quad \alpha = 200^g - \tau,$$

$$\text{délka tečny} \quad T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2},$$

$$\text{délka oblouku} \quad O = R \frac{\alpha}{\rho}.$$

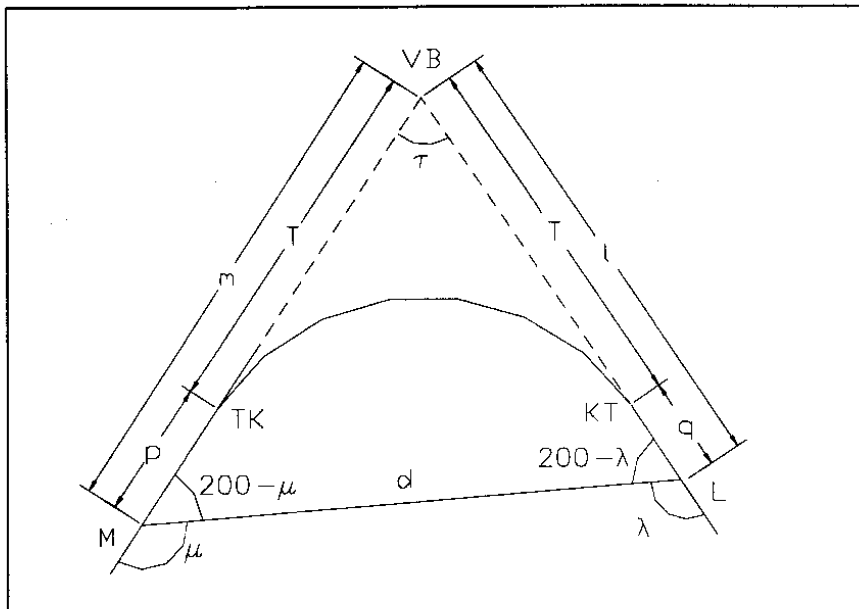


Obr. 5. 1

Délku tečny T odměříme ve směru tras od průsečíku tečen VB a tak se dostane začátek oblouku (TK) a konec oblouku (KT). Oba body zařazujeme do přímky teodolitem postaveným na bodě VB a v terénu vyznačíme kolíkem s hřebíčkem.

Vytyčení vrcholu oblouku KK

Vrchol oblouku (obr.5. 2) je možno vytyčit několika způsoby. Volí se ten, který je v daném terénu nejvhodnější.



a odtud středový úhel α

$$200 - \tau = 400 - (\mu + \lambda).$$

Pro vytyčení začátku a konce oblouku je třeba ještě znát zbývající délky v trojúhelníku M, VB, L tj. délek m, l

$$VB = m = d \frac{\sin \lambda}{\sin \tau},$$

$$VB = l = d \frac{\sin \mu}{\sin \tau}.$$

Obr. 5. 3

I když bod VB není vytyčen, je možno polohu hlavních bodů, tj. začátku TK a konce KT oblouku, určit z rozdílu vypočtených délek stran m a l a délky tečny T

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2},$$

což je vzdálenost bodu VB od začátku resp. konce oblouku. Rovněž tak i délky m a l jsou vztaženy k bodu VB, a proto rozdíly

$$p = T - m$$

začátku oblouku TK

udávají polohu

$$q = T - l$$

konce oblouku KT.

Je-li znaménko p nebo q kladné vytyčí se body M a L ve směru od průsečíku tečen. V opačném případě vytyčí se body M a L směrem k průsečíku tečen VB. K vytyčení vrcholu oblouku použijeme některý z postupů uvedených v kap. 5. 1. 1. kromě varianty a).

Určení úhlu tečen τ pomocí polygonového pořadu

V případě, kdy není přímá viditelnost mezi body M a L je nutno volit složitější způsob určení vytyčovacích prvků pomocí polygonového pořadu.

Překážka se obejde vhodně voleným polygonovým pořadem, ve kterém se měří vrcholové úhly ω_i a délky stran s_{ij} . Počátek místního souřadnicového systému se volí v bodě jedné tečny a koncový bod polygonu na druhé tečně (bod 5), kladná osa +X se ztotožňuje s jednou z tečen (viz obr. 5. 4). V pořadu změříme potřebné délky s_{12} až s_{56} . Na bodech 1 a 5 vypočteme úhly $\omega_1 = \omega'_1 - 2R$, $\omega_5 = \omega'_5 - 2R$.

Postup

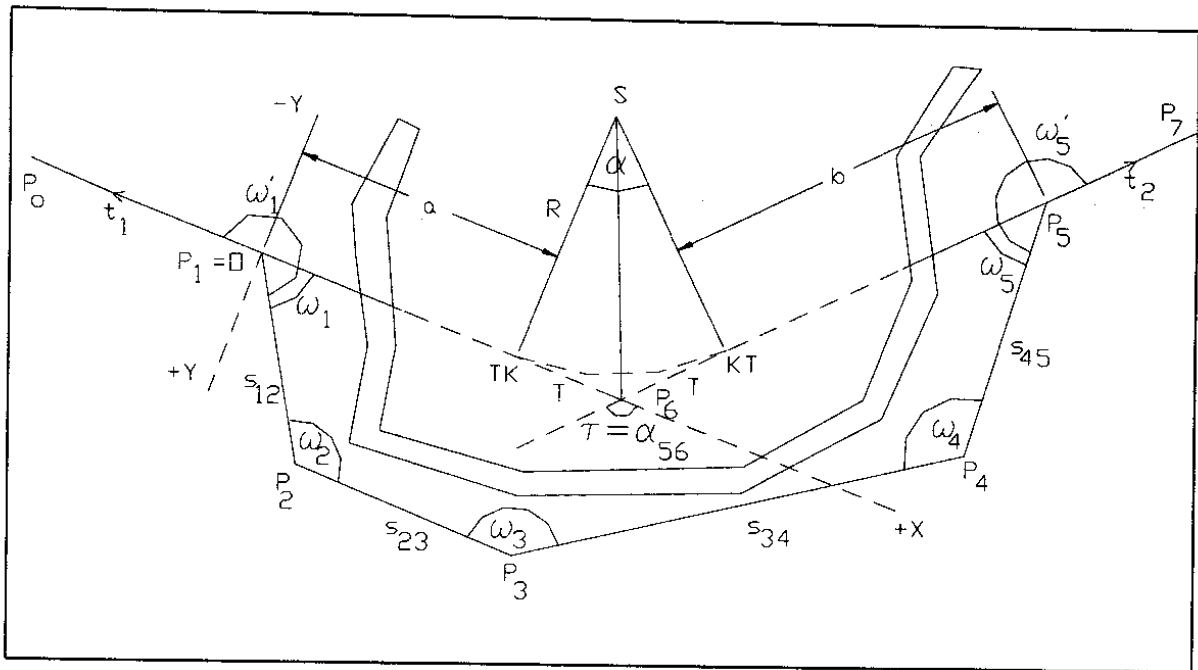
1) výpočet směrníků stran pořadu

$$\alpha_{12} = \omega_1 = \omega'_1 - 2R, \alpha_{23} = \alpha_{12} + \omega_2 - 2R, \alpha_{34} = \alpha_{23} + \omega_3 - 2R, \alpha_{45} = \alpha_{34} + \omega_4 - 2R,$$

a směrníky stran, jejichž délky zatím neznáme

$$\alpha_{16} = 0$$

$$\alpha_{56} = \alpha_{45} + \omega_5 - 2R,$$



Obr. 5. 4

2) výpočet souřadnicových rozdílů

$$\Delta x_{12} = s_{12} \cos \alpha_{12}, \quad \Delta y_{12} = s_{12} \sin \alpha_{12},$$

$$\Delta x_{23} = s_{23} \cos \alpha_{23}, \quad \Delta y_{23} = s_{23} \sin \alpha_{23},$$

$$\Delta x_{34} = s_{34} \cos \alpha_{34}, \quad \Delta y_{34} = s_{34} \sin \alpha_{34},$$

$$\Delta x_{45} = s_{45} \cos \alpha_{45}, \quad \Delta y_{45} = s_{45} \sin \alpha_{45},$$

obecně $\Delta x_{ij} = s_{ij} \cos \alpha_{ij}, \quad \Delta y_{ij} = s_{ij} \sin \alpha_{ij}.$

3) výpočet souřadnic bodů

$$X_1 = 0,$$

$$Y_1 = 0,$$

$$X_2 = X_1 + \Delta x_{12},$$

$$Y_2 = Y_1 + \Delta y_{12},$$

$$X_3 = X_2 + \Delta x_{23},$$

$$Y_3 = Y_2 + \Delta y_{23},$$

$$X_4 = X_3 + \Delta x_{34},$$

$$Y_4 = Y_3 + \Delta y_{34},$$

$$X_5 = X_4 + \Delta x_{45} = \sum s_{ij} \cos \alpha_{ij}, \quad Y_5 = Y_4 + \Delta y_{45} = \sum s_{ij} \sin \alpha_{ij},$$

4) výpočet souřadnic bodu VB, který je průsečíkem tečen

Pro bod VB = 6 platí:

$$Y_6 = 0 = Y_5 + s_{56} \sin \alpha_{56}.$$

Odtud můžeme vypočítat délku s_{56}

$$s_{56} = \frac{-Y_5}{\sin \alpha_{56}} = \frac{\sum_1^5 s_{i,j+1} \sin \alpha_{i,j+1}}{\sin \alpha_{56}}$$

a délku $s_{16} = X_6$

$$s_{16} = X_5 + s_{56} \cos \alpha_{56} = \sum s_{ij} \cos \alpha_{ij} + s_{56} \cos \alpha_{56}.$$

Tečnový úhel τ se vypočte ze vztahu

$$\tau = \alpha_{56}$$

a odtud středový úhel $\alpha = 2R - \tau$.

Nyní zbývá určit délku tečny $T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$

a délky mezi body 1-TK a 5-KT $s_{1,TK} = a = T - s_{16}$, $s_{5,KT} = b = T - s_{56}$.

5.3 Vytyčení podrobných bodů kružnicových oblouků

Dříve než se začne s vytyčováním podrobných bodů, je potřeba pečlivě vytyčit a překontrolovat polohu hlavních bodů, tj. začátku (TK), konce (KT) a vrcholu oblouku (KK). Z těchto bodů totiž vychází vytyčení podrobných bodů a poloha vrcholu oblouku poskytuje vždy cennou kontrolu.

Podrobné body je možno vytyčovat různými způsoby tak, aby práce byla hospodárná a výsledky vyhovovaly požadované přesnosti. Nejběžnější metody jsou:

- 1) polárními souřadnicemi;
- 2) polárními souřadnicemi s přenášením přístroje po obvodě;
- 3) pravoúhlými souřadnicemi od tečny;
- 4) pravoúhlými souřadnicemi od tětivy.

5.3.1 Vytyčení podrobných bodů polárními souřadnicemi

Tento způsob vytyčení je založen na poučce, že stejným obloukovým délkám přísluší stejné středové úhly a tedy stejné obvodové úhly, přičemž obvodový úhel je roven polovině úhlu středového. Označí-li se středový úhel ε a obvodový δ , pak platí (obr. 5.5)

$$\varepsilon = 2\delta \text{ nebo } \delta = \frac{1}{2} \varepsilon.$$

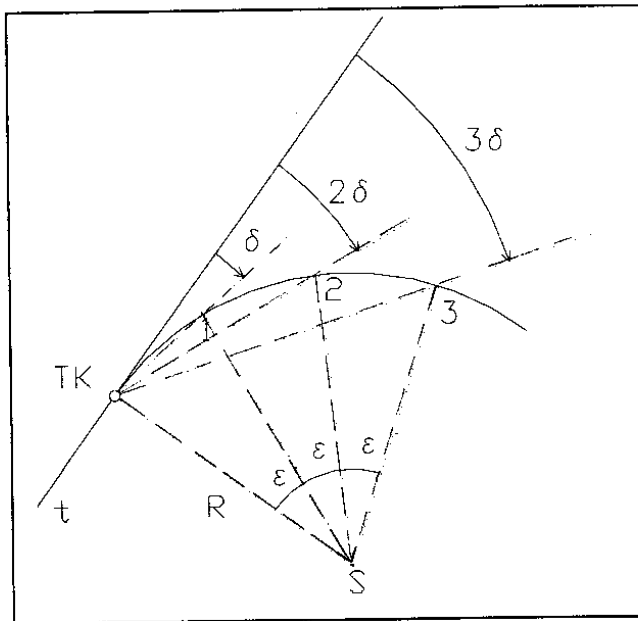
Pro zvolený úsek $s = \text{TK}-1 = 1-2 = 2-3$ atd. se vypočte středový úhel ε ze vztahu

$$\varepsilon = \frac{s}{R} \rho.$$

Délka tětivy t_1 se určí ze vztahu

$$t_1 = 2R \sin \frac{\varepsilon}{2} = 2R \sin \delta.$$

Obr. 5.5



Po výpočtu úhlu δ je možno přistoupit k vytyčení podrobných bodů. Nejprve se vytyčí hlavní body (TK, KT, KK). Přesný úhломěrný stroj se pečlivě dostředí a zhorizontuje na počátečním bodě oblouku TK. Dalekohledem se zacílí ve směru tečny a na limbu vodorovného kruhu se nastaví čtení blízké nule (O_0). Dále se zacílí na vrchol oblouku KK; čtení na limbu má být rovno počátečnímu O_0 zvětšenému o úhel $\alpha/4 = n \cdot \delta + \delta_z$, kde δ_z je obvodový úhel, který přísluší délce oblouku s_z mezi posledním podrobným bodem a vrcholem oblouku, vytyčovaným ze začátku oblouku TK. Jestliže tato kontrola souhlasí, přikročí se k vytyčování podrobných bodů 1 až n. Otáčením alhidády se nastaví čtení

$$O_1 = O_0 + 200^\circ \delta$$

a v tomto směru se z bodu TK odměří délka tětivy t_1 do bodu 1, který se stabilizuje kolíkem. Na hlavě kolíku se vyznačí směrová šipka, odpovídající úhlu O_1 a protne se ryskou, označující délku tětivy t_1 ; průsečík se označí hřebíčkem, čímž je vytyčen první podrobný bod.

Nyní se otočí alhidádou o úhel δ , tj. nastaví se čtení

$$O_2 = O_1 + \delta = O_0 + 200^s + 2 \delta.$$

Požadovaný směr O_2 se vytyčí a délka tětivy se odměří od posledního vytyčeného bodu (od bodu 1). V přehledném území, je-li k dispozici dálkoměr je možné délku tětivy odměřit od bodu TK. Délka tětivy t_2 se určí ze vztahu

$$t_2 = 2 R \sin \frac{2\varepsilon}{2} = 2 R \sin \varepsilon = 2 R \sin 2\delta.$$

Postup se opakuje až do posledního podrobného bodu. Vzdálenost mezi posledním vytyčeným podrobným bodem a bodem KK by měla být $s_2 = O/2 - n s$. Případná odchylka, která vznikla při tomto kontrolním vytyčení vrcholu oblouku se rozdělí na několik posledních bodů. Obdobně by se postupovalo i z konce oblouku KT, opět až k vrcholu. Na alhidádě, se ale nastavuje úhel zmenšený o hodnoty $i \delta$, $i \in (1, \dots, n)$.

K vytyčení se používá, jak již bylo uvedeno, přesných teodolitů a délky se měří s maximální pečlivostí, neboť chyby ve vytyčení jednotlivých podrobných bodů se přenášejí na body další (v případě, že se délky tětív vynášejí od posledního vytyčeného bodu).

Vytyčení podrobných bodů z polárních souřadnic dává při dodržení všech zásad úhlového a délkového měření a při pečlivé práci velmi pěkné výsledky. Je to způsob rychlý a užívá se v přehledném a rovinném terénu bez překážek. Nedá použít např. na umělých násypch apod.

Vytyčení podrobných bodů kružnicového oblouku polárními souřadnicemi s přenášením přístroje po obvodě

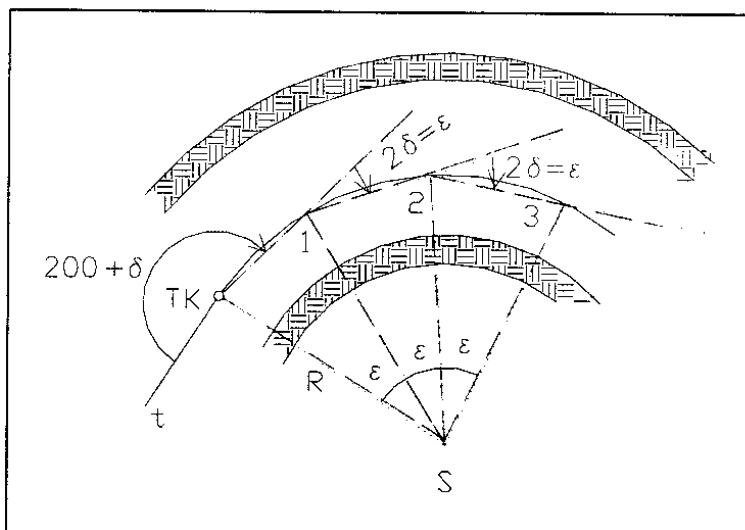
V těžko přístupném, členitém terénu nebo v zářezích a tunelech jsou záměry silně omezeny překážkami, terénními nerovnostmi nebo bočními stěnami. Proto se volí interval mezi podrobnými body tak veliký, aby byla ještě možná vzájemná záměra (obr. 5. 6). Podobně jako u polární metody, stanoví se pro zvolenou délku intervalu s středový úhel ε

$$\varepsilon = \frac{s}{R} \rho [\text{gon}].$$

a tedy i obvodový úhel δ , délka tětivy t

$$\delta = 1/2 \varepsilon, t_1 = 2 R \sin \varepsilon/2 = 2 R \sin \delta.$$

Pomocí těchto veličin (δ , t) je možno vytyčit první podrobný bod od začátku oblouku (TK) tak, že se od části přímé trasy vytyčí úhel $200^s + \delta$ a tento směr se protne délkou tětivy. První podrobný bod



se vytyčí shodně jako první podrobný bod v kapitole 5. 1.

Následující druhý podrobný bod se nedá z původního bodu TK vytyčit, protože na něj není vidět. Přístroj se přenesse na právě vytyčený podrobný bod 1, pečlivě se zhorizontuje a zcentruje a pak se dalekohledem zacílí na TK a nastaví se na limbu čtení blízké nule a otáčením alhidády se změni nastavení o úhel $200^s + 2 \delta$. V tomto směru se odměří délka tětivy t .

Obr. 5. 6

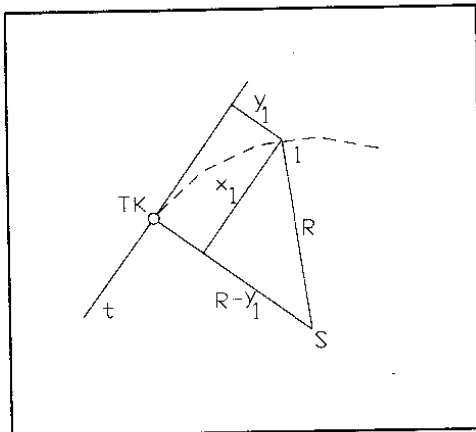
Takto získaný bod se stabilizuje, překontroluje se jeho vytyčení. Dále se postupuje obdobným způsobem, tj. přenese se přístroj na nově vytyčený podrobný bod (2) a vytyčí se směr tětivy (od tětivy na podrobný bod (1) na další podrobný bod (3), na který se vynese délka tětivy t . Směr tětivy je však odchýlen o úhel 2δ (ϵ)!

Vytyčení se kontroluje na konci oblouku, kde je třeba vypočítat zbytek intervalu oblouku s_2 a hodnotu δ_2 . Vytyčování úhlů a délek se musí provádět velmi pečlivě a přesně, neboť přenášením stroje vznikají ještě větší chyby, než u polární metody z jediného stanoviska; k chybám v měření délek a úhlů tu přistupuje zejména vliv nepřesného dostředění přístroje při jeho postupném přenášení. Chyba z dostředění, i když se dá optickým dostředěním snížit na nepatrnou hodnotu (asi 1 mm), značně ovlivňuje polohu dalších vytyčovaných bodů, neboť jednotlivé záměry jsou poměrně krátké.

5. 3. 2 Vytyčení podrobných bodů kružnicového oblouku pravoúhlými souřadnicemi

Tohoto způsobu se může použít v přehledném rovinatém terénu, když oblouk je dán poloměrem R a směrem tečen. Za počátek souřadnic se volí začátek oblouku (TK) a nebo konec oblouku (KT) a tečna je osou úseček x . Postupuje se tak, že délka intervalu úsečky x_i na tečně je buď konstantní, nebo se vypočítává tak, aby podrobné body byly umístěny rovnoměrně na kružnicovém oblouku. Metodu je možné použít tehdy, nedosahují-li kolmice (pořadnice) y velikých hodnot, neboť by to ovlivňovalo přesnost vytyčených podrobných bodů.

Postup s konstantním intervalem úseček od tečny



Obr. 5. 7

Pro zvolenou úsečku x_i i -tého bodu pak podle obr. 5. 7 platí

$$y_i = R - \sqrt{R^2 - x_i^2}.$$

Hodnoty y_i je možno jednoduše vypočítat na kalkulátoru pro daný poloměr R a úsečku x_i . Dříve se hodnoty pořadnic y_i hledaly v různých tabulkách pro konstantní interval úseček např. [ANIKIN] Podrobné body se vytyčují od obou konců oblouku (TK, KT) směrem k vrcholu oblouku. Kolmice se vytyčují pomocí pentagonu. Nevýhodou tohoto způsobu je, že vytyčené podrobné body nejsou rovnoměrně po oblouku rozloženy.

postup s konstantním rozdělením podrobných bodů po oblouku

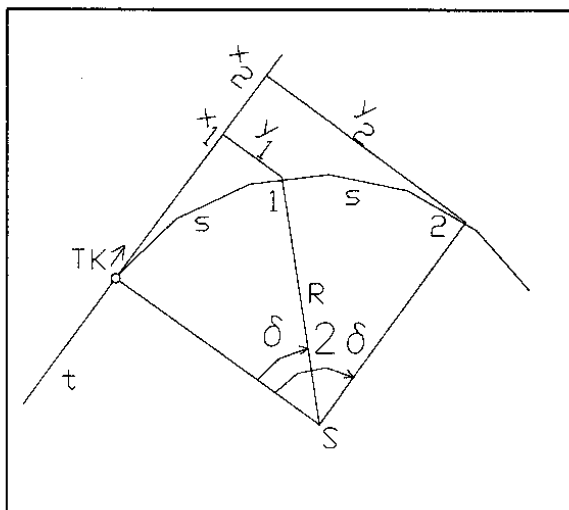
Je-li v praxi použito k vytyčení podrobných bodů od tečny, dává se přednost způsobu, kdy jsou podrobné body oblouku rovnoměrně rozloženy po oblouku (obr. 5. 8). To má výhodu i v tom, že se snadněji vytyčují příčné profily. Pro zvolený interval podrobných bodů s podrobných bodů se nejprve určí středový úhel δ

$$\delta = \frac{s}{R} \rho [\text{gon}].$$

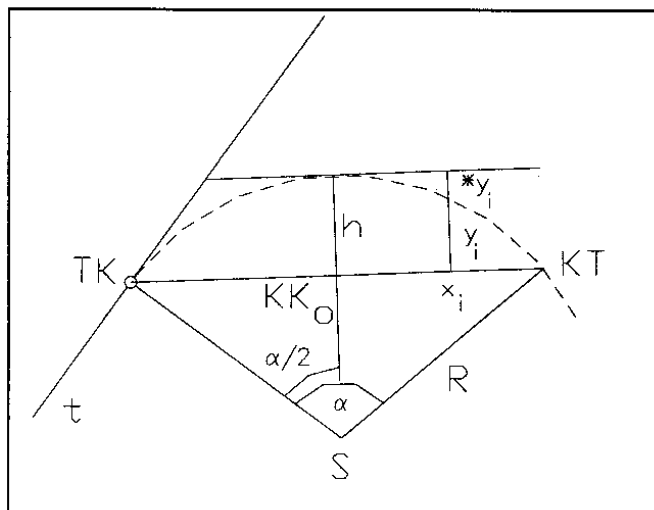
Se zřetelem k vypočtenému úhlu δ se určí souřadnice vytyčovaných podrobných bodů z rovnic

$$\begin{aligned} x_1 &= R \sin \delta, & y_1 &= R (1 - \cos \delta), \\ x_2 &= R \sin 2 \delta, & y_2 &= R (1 - \cos 2 \delta), \\ & \dots & & \\ x_i &= R \sin i \delta, & y_i &= R (1 - \cos i \delta), \end{aligned}$$

Pravoúhlé souřadnice x_i, y_i se vytyčují od začátku (konce) oblouku pásmem a pentagonem.



Obr. 5. 8



Obr. 5. 9

vytyčení podrobných bodů kružnicového oblouku pravouhlými souřadnicemi od tětivy

Podrobné body se vytyčují od bodu KK_0 - středu tětivy na obě strany. Tětiva je osou úseček x , pořadnice y se vypočtou z rozdílu vzepětí oblouku $h = KK - KK_0$, a pořadnice $*y$ se vypočtou ze vztahu (obr. 5. 9) $y_i = h - *y_i$ pro dané x_i .

Celý postup vytyčení podrobných bodů je následující: Nejprve se vytyčí body TK a KT a stanoví se vzepětí oblouku h

$$h = R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right).$$

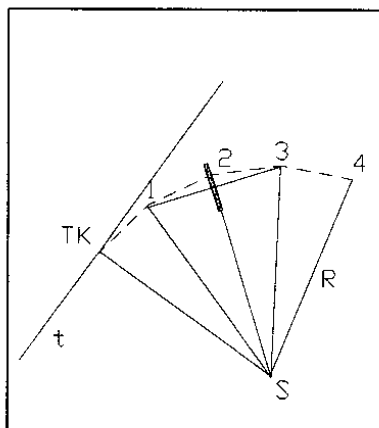
Úsečky x_i se opět vhodně volí. K těmto úsečkám x_i se vypočtou hodnoty

$$h = R - \sqrt{R^2 - x_i^2} \text{ a } y_i = h - *y_i.$$

Tento způsob vytyčení podrobných bodů oblouku je vhodný u plochých oblouků o velkých poloměrech (obr. 5. 9), kdy velikost pořadnic y_i není příliš velká.

Pokud by podrobné body měly být od sebe vzdáleny o konstantní interval, je postup výpočtu úseček a pořadnic obdobný jako v kap. 5. 3. 2.

Je-li třeba v podrobných bodech vytyčit příčný profil kolmo k trase a jsou-li tyto body od sebe vzdáleny o konstantní délku s , můžeme tyto profily vytyčit pomocí pentagonu (obr. 5. 10).

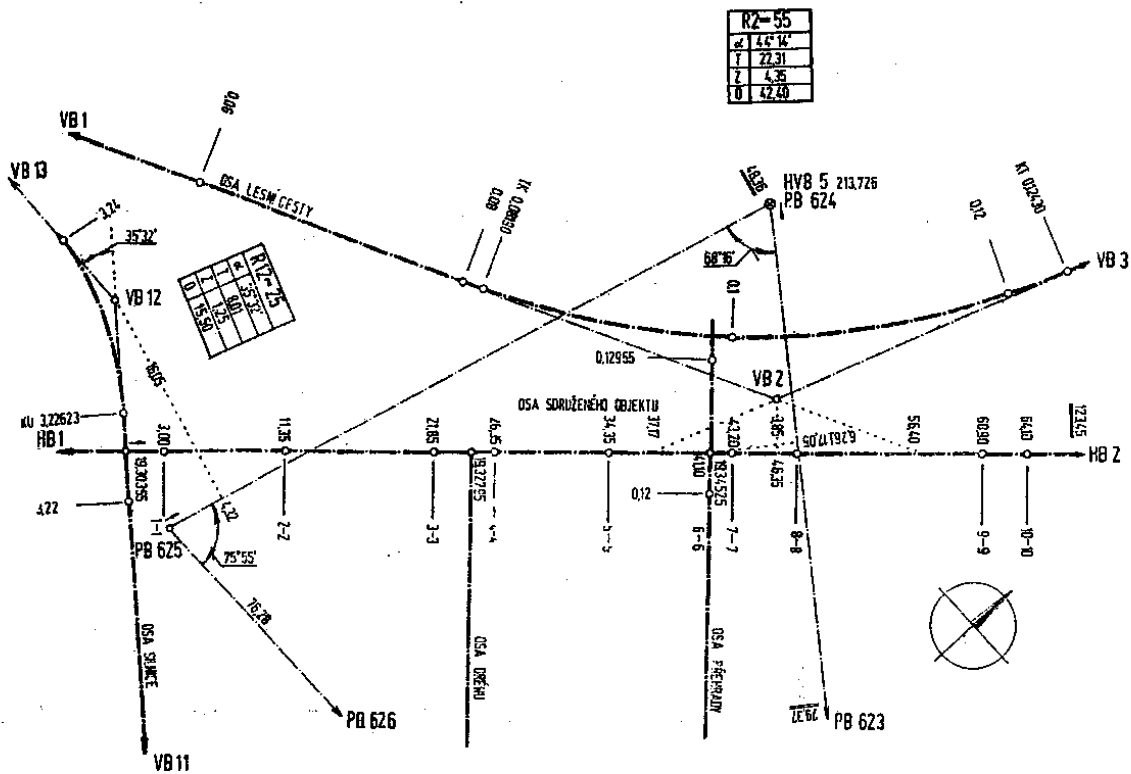


Obr. 5. 10

5. 3 Vytyčovací výkres

Pod pojmem vytyčovací výkres se rozumí výkres určený pro zobrazení vytyčovaného (projektem navrženého) stavebního objektu nebo jeho částí, v němž jsou uvedeny číselné hodnoty vytyčovacích prvků, umožňující vytyčení v terénu na místě určeném projektem ve stanoveném rozměru a tvaru s předepsanou přesností. Pro úpravu vytyčovacích výkresů jsou doporučeny technické normy ČSN:

- | | |
|------------------------------------|----------------------------|
| a) formáty [ČSN 01 3110], | d) pro čáry [ČSN 01 3114], |
| b) skládání výkresů [ČSN 01 3111], | e) kótování [ČSN 01 3130], |
| c) volbu měřítek [ČSN 01 3112], | f) značky [ČSN 01 3411]. |



Obr. 5. 11 - Vytyčovací výkres

Ve vytyčovacím výkrese musí být uveden název souřadnicového a výškového systému! [ČSN 73 0401] výkresu se volí zpravidla 1 : 500 až 1 : 5 000. Ukázka vytyčovacího výkresu je na obr. 5. 11.

5. 4. Zvláštní případy zadání kružnicového oblouku

Někdy je nutné s ohledem na terénní a technické podmínky zabezpečit, aby kružnicový oblouk splňoval určité požadavky např.:

- a) je dán začátek oblouku TK na přímé části trasy a směr druhé tečny. Má se určit poloměr R a vytyčit hlavní body oblouku.

Nejprve se musí určit průsečík obou tečen VB a změřit vzdálenost začátku oblouku TK od průsečíku tečen VB a úhel τ . Z rovnice pro délku tečny

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

se určí poloměr R

$$R = \frac{T}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = R \cot g \frac{\alpha}{2}$$

který se zaokrouhlí na celé desítky metrů a vypočte se pro něj nová délka tečny. Takto opravený poloměr pozmění jen nepatrně průběh trasy.

- b) kružnicový oblouk má procházet třemi danými body

Je-li možné změřit délky mezi těmito body určí se poloměr R ze vztahu

$$R = \frac{abc}{4P} = \frac{abc}{4\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}}$$

$$s = \frac{a+b+c}{2}$$

Další případy speciálního zadání oblouků jsou uvedeny v [KÁDNER], [NOVÁK], [STANĚK] nebo [MICHALČÁK] a budou probírány v předmětu Inženýrská geodézie.

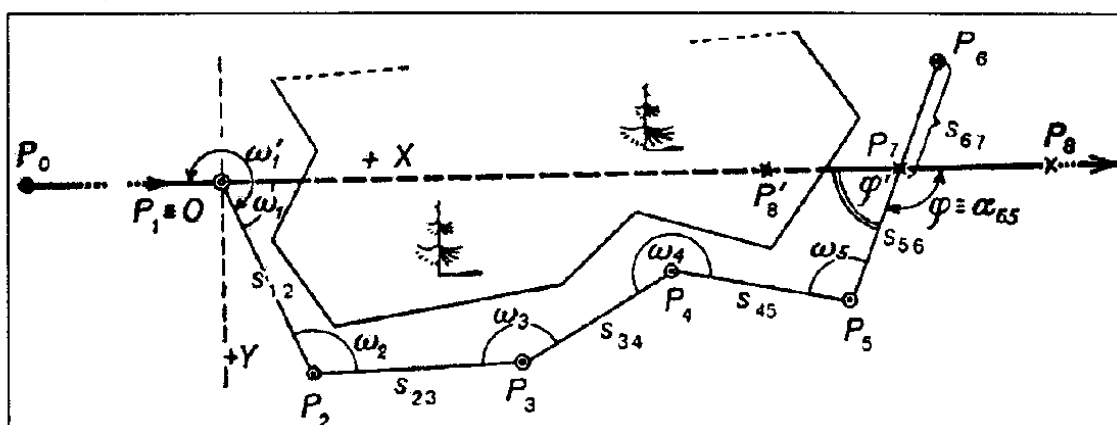
Kapitola šestá

6 Vytyčovací úlohy pomocí polygonových pořadů

Vytyčování pomocí polygonových pořadů patří v geodetické praxi mezi obvyklé metody. Jednoduché úlohy je možné řešit volným polygonovým pořadem, ve kterém vytyčovací prvky spolu s měřenými stranami vytvářejí část pořadu. Složitější vytyčovací úlohy, resp. úlohy s vyšší náročností na přesnost, je vhodné řešit uzavřeným nebo orientovaným polygonovým pořadem, ve kterém je možno volit dostatek kontrol včetně případného vyrovnání. Pro práce se zvýšenou přesností však nevystačí uzavřený polygonový pořad, nýbrž se buduje síť, ve které jsou měřené geometrické veličiny vyrovnány metodou nejmenších čtverců (MŇČ). Úlohy se řeší v obou případech většinou v místním lokálním souřadnicovém systému (např. při výstavbě metra S-Praha).

Prodloužení směru za překážku

Překážka se obejde vhodně voleným polygonovým pořadem, ve kterém se měří vrcholové úhly a délky stran s . Počátek místního souřadnicového systému se volí v koncovém bodě přímky, která se prodlužuje za překážku, kladné osy X se ztotožňuje s vytyčovaným směrem, obr. 6.1



Obr. 6.1

Postup

1) výpočet směrnic stran pořadu

$$\alpha_{12} = \omega_1 - 200$$

$$\alpha_{23} = \alpha_{12} + \omega_2 - 200$$

$$\alpha_{34} = \alpha_{23} + \omega_3 - 200$$

$$\alpha_{45} = \alpha_{34} + \omega_4 - 200$$

$$\alpha_{56} = \alpha_{45} + \omega_5 - 200$$

$$\text{obecně: } \alpha_{i,i+1} = \alpha_{i,i-1} + \omega_i - 200$$

2) výpočet souřadnicových rozdílů

$$\Delta y_{12} = s_{12} \sin \alpha_{12}$$

$$\Delta x_{12} = s_{12} \cos \alpha_{12}$$

$$\Delta y_{23} = s_{23} \sin \alpha_{23}$$

$$\Delta x_{23} = s_{23} \cos \alpha_{23}$$

$$\Delta y_{34} = s_{34} \sin \alpha_{34}$$

$$\Delta x_{34} = s_{34} \cos \alpha_{34}$$

$$\Delta y_{45} = s_{45} \sin \alpha_{45}$$

$$\Delta x_{45} = s_{45} \cos \alpha_{45}$$

$$\Delta y_{56} = s_{56} \sin \alpha_{56}$$

$$\Delta x_{56} = s_{56} \cos \alpha_{56}$$

obecně

$$\Delta y_{i,i+1} = s_{i,i+1} \sin \alpha_{i,i+1}$$

$$\Delta x_{i,i+1} = s_{i,i+1} \cos \alpha_{i,i+1}$$

3) výpočet souřadnic bodů

hledáme souřadnice bodů i a j tak, aby platilo

$$Y_i < 0 \text{ a } Y_j > 0.$$

obecně

$$Y_1 = 0$$

$$Y_2 = Y_1 + \Delta y_{12}$$

$$Y_3 = Y_2 + \Delta y_{23}$$

$$Y_4 = Y_3 + \Delta y_{34}$$

$$Y_5 = Y_4 + \Delta y_{45}$$

$$Y_6 = Y_5 + \Delta y_{56} = \sum s_{ij} \sin \alpha_{ij}$$

$$X_1 = 0$$

$$X_2 = X_1 + \Delta x_{12}$$

$$X_3 = X_2 + \Delta x_{23}$$

$$X_4 = X_3 + \Delta x_{34}$$

$$X_5 = X_4 + \Delta x_{45}$$

$$X_6 = X_5 + \Delta x_{56} = \sum s_{ij} \cos \alpha_{ij}$$

obecně

$$Y_{i,i+1} = Y_i + \Delta y_{i,i+1}$$

$$X_{i,i+1} = X_i + \Delta x_{i,i+1}$$

4) výpočet souřadnic bodu, který je průsečíkem prodlužovaného směru a strany i, i+1

Pro průsečík P platí

$$Y_p = 0 = s_{ip} + \sin \alpha_{ip}$$

V našem případě

$$Y_p = 0 = s_{5p} + \sin \alpha_{5p}$$

Odtud můžeme vypočítat délky s

$$s_{5p} = \frac{-Y_5}{\sin \alpha_{56}}$$

a kontrolně délku s_{6p}

$$s_{6p} = \frac{Y_6}{\sin \alpha_{56}}$$

$$s_{56} = s_{5p} + s_{6p}$$

5) výpočet vytyčovacích úhlů φ a φ'

$$\varphi = \alpha_{65}, \text{ (vhodnější je však vynášet úhel } 4R - \alpha_{65} \text{),}$$

Směrník můžeme vypočítat kontrolně ze vztahu

$$\varphi' = 2R - \alpha_{65},$$

Součet vnitřních úhlů v n-úhelníku je roven

$$\sum \omega = (n-2) 2R$$

(6.1)

a také

$$\sum \omega = (\omega_1 - 2R) + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4 + \omega_5 + (2R - \alpha_{65}).$$

Porovnáním obou rovnic dostáváme rovnici (6.1)

6) výpočet délky s_{17}

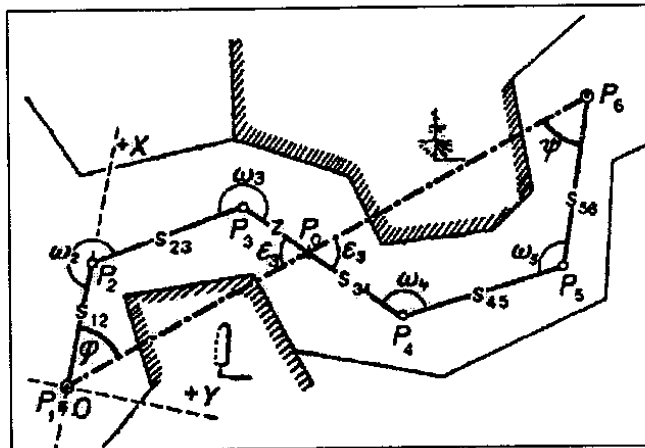
Pro výpočet délky s_{17} platí

$$s_{17} = x_7 = x_5 + s_{57} \cos \alpha_{57}.$$

b) vytyčit přímku přes překážku volným polygonovým pořadem

Jsou dány bodu $P = 1$ a $K = 6$ v terénu. Úkolem je vytyčit jejich spojnice, např. lesního průseku pro stavbu elektrického vedení, plynovodu apod.

Mezi body P a K se vloží volný polygonový pořad, ve kterém se změří vrcholové úhly ω_i a délky stran s_{ij} . Hledanými vytyčovacími prvky průseku jsou úhly φ a ψ délky strany s_{PK} . Vlastní řešení úlohy vychází z volby pomocné souřadnicové soustavy s počátkem ve výchozím bodu P , kladnou osou X ve směru první polygonové strany jak je patrné z obr. 6.2



Obr. 6.2

Postup

1) výpočet směrniců stran pořadu

$$\begin{aligned} \alpha_{12} &= 0 \\ \alpha_{23} &= \alpha_{12} + \omega_2 - 200 \\ \alpha_{34} &= \alpha_{23} + \omega_3 - 200 \\ \alpha_{45} &= \alpha_{34} + \omega_4 - 200 \\ \alpha_{56} &= \alpha_{45} + \omega_5 - 200 \end{aligned}$$

obecně: $\alpha_{i,i+1} = \alpha_{i,i-1} + \omega_i - 200$

2) výpočet souřadnicových rozdílů

$$\begin{aligned} \Delta y_{12} &= s_{12} \sin \alpha_{12} & \Delta x_{12} &= s_{12} \cos \alpha_{12} \\ \Delta y_{23} &= s_{23} \sin \alpha_{23} & \Delta x_{23} &= s_{23} \cos \alpha_{23} \\ \Delta y_{34} &= s_{34} \sin \alpha_{34} & \Delta x_{34} &= s_{34} \cos \alpha_{34} \\ \Delta y_{45} &= s_{45} \sin \alpha_{45} & \Delta x_{45} &= s_{45} \cos \alpha_{45} \\ \Delta y_{56} &= s_{56} \sin \alpha_{56} & \Delta x_{56} &= s_{56} \cos \alpha_{56} \end{aligned}$$

obecně

$$\Delta y_{i,i+1} = s_{i,i+1} \sin \alpha_{i,i+1} \quad \Delta x_{i,i+1} = s_{i,i+1} \cos \alpha_{i,i+1}$$

3) výpočet souřadnic bodů

$$\begin{aligned} Y_1 &= 0 & X_1 &= 0 \\ Y_2 &= Y_1 + \Delta y_{12} & X_2 &= X_1 + \Delta x_{12} \\ Y_3 &= Y_2 + \Delta y_{23} & X_3 &= X_2 + \Delta x_{23} \\ Y_4 &= Y_3 + \Delta y_{34} & X_4 &= X_3 + \Delta x_{34} \\ Y_5 &= Y_4 + \Delta y_{45} & X_5 &= X_4 + \Delta x_{45} \\ Y_6 &= Y_5 + \Delta y_{56} = \sum s_{ij} \sin \alpha_{ij} & X_6 &= X_5 + \Delta x_{56} = \sum s_{ij} \cos \alpha_{ij} \end{aligned}$$

obecně

$$Y_{i,i+1} = Y_i + \Delta y_{i,i+1} \quad X_{i,i+1} = X_i + \Delta x_{i,i+1}$$

4) výpočet délky strany s_{PK} a směrníku α_{PK}

$$\begin{aligned} \alpha_{PK} &= \arctg \frac{y_6 - y_1}{x_6 - x_1} = \arctg \frac{y_6}{x_6}, \\ s_{PK} &= \sqrt{y_6^2 + x_6^2} \end{aligned}$$

5) výpočet vytyčovacích prvků

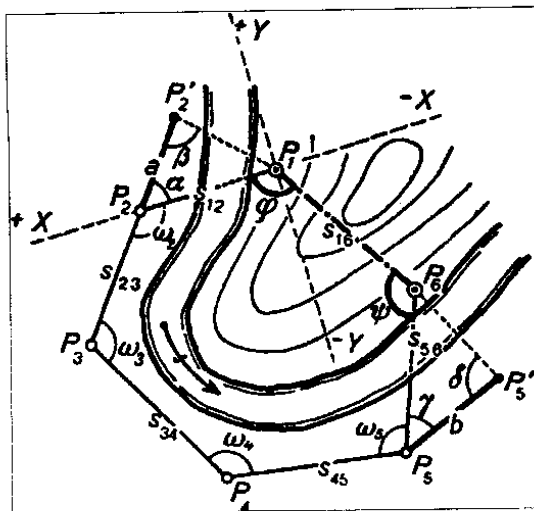
hledané vytyčovací prvky se vypočtou jako rozdíly směrniců

$$\varphi_P = \alpha_{PK} - \alpha_{P_2} = \alpha_{PK}, \quad \Psi_K = \alpha_{KP} - \alpha_{K_5}$$

Kontrola výpočtu se provede podle vztahu

$$\Sigma \omega + \psi - \varphi = i \cdot 2R$$

V případě zvrhlého n-úhelníka je možné určit souřadnice průsečíku stran PK a strany 34 podle obr. 6.3. Ze souřadnic bodů 3, 4 a průsečíku P_0 můžeme vypočítat délky s_{30} a s_{40} s kontrolou $s_{34} = s_{30} + s_{40}$ a úhel ε jako rozdíl směrniců $\varepsilon = \alpha_{34} - \alpha_{PK}$.



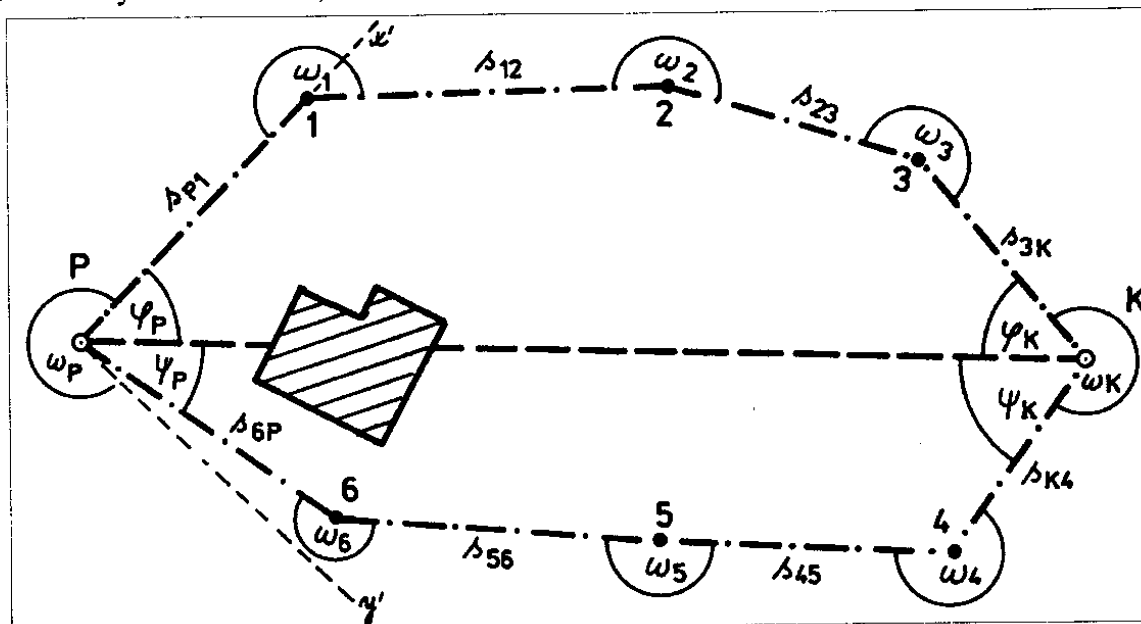
Obr. 6.3

V případě, že není možné přímo měřit některé délky, jako např. na obr. 6.4, volíme k určení nepřístupných délek nepřímé měření délek, tj. zaměření pomocných základen a přilehlých úhlů a jejich aplikaci v sinových větách.

c) vytyčení přímky přes překážku uzavřeným polygonovým pořadem

Při náročnějších pracích a přesných vytyčovacích úlohách se spojují koncové body P a K dvěma větvemi polygonových pořadů, obr. 6.4. Vytvoří se tak uzavřený polygonový pořad, u kterého se všechny geometrické veličiny (délky a úhly) změří se zvýšenou přesností. Pro měření úhlů se použije přesný teodolit s trojpodstavcovou soustavou, délky se změří elektronickým dálkoměrem (ev. paralakticky). Nadbytečná tři měření umožňují oddělené úhlové a souřadnicové vyrovnání. Přednost však v tomto případě by dostalo vyrovnání MNČ.

Řešení je obdobné jako v předcházejících úlohách. Zvolí se pomocný souřadnicový systém s počátkem ve výchozím bodě P, kladná osa $+X'$ se ztotožní s delší polygonovou stranou s_{p1} .



Obr. 6.4

Postup

1) výpočet úhlového uzávěru O_ω

$$O_\omega = (n+2) 2R - \Sigma \omega < \Delta \omega$$

↑
CHYBA NA ZOKĚ

při splnění podmínky se provede úhlové vyrovnání tak, že se O_0 rozdělí rovnoměrně na všechny vrcholové úhly ($*\omega$ je úhel měřený a ω je úhel vyrovnaný):

$$\delta = \frac{O_0}{n} \rightarrow \omega_i = *\omega_i + \delta.$$

2) výpočet směrnic stran pořadu

$$\alpha_{12} = 0$$

$$\alpha_{23} = \alpha_{12} + \omega_2 - 200$$

$$\alpha_{3K} = \alpha_{23} + \omega_3 - 200$$

$$\alpha_{K4} = \alpha_{3K} + \omega_K - 200$$

$$\alpha_{45} = \alpha_{K4} + \omega_4 - 200$$

$$\text{obecně: } \alpha_{i, i+1} = \alpha_{i, i-1} + \omega_i - 200$$

$$\alpha_{56} = \alpha_{45} + \omega_5 - 200$$

$$\alpha_{6P} = \alpha_{56} + \omega_6 - 200$$

$$\alpha_{P1} = \alpha_{6P} + \omega_P - 200$$

2) výpočet souřadnicových rozdílů z vyrovnaných směrnic α_j a měřených délek s_j

$$\Delta y_{P1} = s_{P1} \sin \alpha_{P1}$$

$$\Delta x_{P1} = s_{P1} \cos \alpha_{P1}$$

$$\Delta y_{12} = s_{12} \sin \alpha_{12}$$

$$\Delta x_{12} = s_{12} \cos \alpha_{12}$$

$$\Delta y_{23} = s_{23} \sin \alpha_{23}$$

$$\Delta x_{23} = s_{23} \cos \alpha_{23}$$

$$\Delta y_{3K} = s_{3K} \sin \alpha_{3K}$$

$$\Delta x_{3K} = s_{3K} \cos \alpha_{3K}$$

$$\Delta y_{K4} = s_{K4} \sin \alpha_{K4}$$

$$\Delta x_{K4} = s_{K4} \cos \alpha_{K4}$$

$$\Delta y_{45} = s_{45} \sin \alpha_{45}$$

$$\Delta x_{45} = s_{45} \cos \alpha_{45}$$

$$\Delta y_{56} = s_{56} \sin \alpha_{56}$$

$$\Delta x_{56} = s_{56} \cos \alpha_{56}$$

$$\Delta y_{6P} = s_{6P} \sin \alpha_{6P}$$

$$\Delta x_{6P} = s_{6P} \cos \alpha_{6P}$$

obecně

$$\Delta y_{i, i+1} = s_{i, i+1} \sin \alpha_{i, i+1}$$

$$\Delta x_{i, i+1} = s_{i, i+1} \cos \alpha_{i, i+1}$$

3) výpočet souřadnicových uzávěrů

vzhledem k tomu, že počáteční a koncový bod pořadu je stejný bod, měl by součet souřadnicových rozdílů $\Sigma \Delta y_{ij} = \Sigma \Delta x_{ij} = 0$. Proto hodnoty souřadnicových uzávěrů nabývají hodnot

$$O_y = 0 - \Sigma \Delta y_{ij} = - \Sigma \Delta y_{ij} \quad O_x = 0 - \Sigma \Delta x_{ij} = - \Sigma \Delta x_{ij}.$$

Polohový uzávěr

$$O_p = \sqrt{O_y^2 + O_x^2}$$

musí být meší než stanovená odchylka Δp . V tomto případě není možné za mezní hodnoty úhlového uzávěru a polohového uzávěru uplatnit hodnoty pro mapovací práce. Velikost těchto veličin se určí zákonem hromadění chyb [viz předmět teorie chyb a vyrovnávací počet].

4) rozdělení souřadnicových uzávěrů se provede úměrně absolutním hodnotám souřadnicových uzávěrů

5) výpočet délky strany s_{PK} a směrníku α_{PK}

$$\alpha_{PK} = \arctg \frac{y_K - y_P}{x_K - x_P} = \arctg \frac{y_K}{x_K},$$

$$s_{PK} = \sqrt{x_K^2 + y_K^2},$$

6) výpočet vytyčovacíh prvků

hledané vytyčovací prvky se vypočtou jako rozdíly směrniců

$$\varphi_P = \alpha_{PK} - \alpha_{P1} = \alpha_{PK}, \quad \Psi_P = \alpha_{P6} - \alpha_{PK}$$

$$\varphi_K = \alpha_{K3} - \alpha_{KP}, \quad \Psi_K = \alpha_{KP} - \alpha_{K4}$$

Pro rozsáhlé tunelovací práce se většinou nevystačí s pouhým polygonovým pořadem. Volí se proto většinou tzv. lokální síť potřebné přesnosti (např. síť S-Praha pro výstavbu metra). Tato síť se nejprve vyrovná metodou nejmenších čtverců a zvyrovnaných souřadnic se vypočítají a pak vytýčí potřebné vytyčovací prvky prorážky.



Obr. 7.1 - Měření výměry nepravidelného čtyřúhelníku [HONS]

Kapitola sedmá

7 Výpočet výměr parcel a pozemků

Při řešení technických úkolů praxe se často vyskytuje úkol určit výměry jednotlivých pozemků. Historie určování výměr sahá až do starověku (viz obr. 7.1 na str. 85).

Výměry lze určovat nejrůznějšími způsoby. Nejčastěji je to výpočet z *původních měr*, kdy se pozemek rozdělil na jednoduché obrazce, zejména trojúhelníky. Jako zprostředkující veličiny se v terénu v trojúhelníku většinou přímo měří délky a úhly. Výměra pozemku je dána součtem výměr těchto trojúhelníků.

Druhým a velmi častým způsobem, je určení výměry pozemku (parcely) plochoměrnou pomůckou zvanou *planimetr*. Odtud je též název planimetrický způsob určování výměr nebo *planimetrování*.

Vhodnější způsob je sejmutí souřadnic lomových bodů parcely na *digitizéru* a jejich uložení do datového souboru s následným zpracováním na počítači. Předností tohoto způsobu, oproti planimetrickému je to, že výměra se určuje pouze z lomových bodů a ne z celého průběhu hranice pozemku. Dalším způsobem určení výměr je nasnímání mapového podkladu pomocí scanneru a jeho následné zpracování na počítači. Při grafickém výpočtu výměr je nutné vzít v úvahu srážku papíru.

Pozemek je přirozená část zemského povrchu oddělená od sousedních částí hranicí územní správní jednotky nebo hranicí katastrálního území, hranicí vlastnickou, hranicí druhů pozemků popřípadě rozhraním způsobu využití pozemků [OLIVOVÁ].

Parcela je obraz pozemku, který je geometricky a polohově určen, zobrazen v katastrální mapě a označen shodně ve všech částech katastrálního operátu parcelním číslem [OLIVOVÁ].

Výměrou je vyjádření plošného obsahu průmětu pozemku do zobrazovací roviny ve stanovených jednotkách [ČSN 01 1300]. Velikost výměry vyplývá z geometrického určení pozemku a zaokrouhluje se na celé metry čtvereční [Návod na obnovu]. Výměra parcely není závazným údajem katastru nemovitostí pro právní úkony týkající se nemovitostí vedených v katastru nemovitostí [OLIVOVÁ].

Jednotkou plošného obsahu je metr čtvereční - 1 m².

Vedlejší jednotkou je 1 hektar = 10 000 m². Značka hektaru je *ha*. V minulosti se na našem území používaly k vyjádření plošného obsahu tyto jednotky:

1 ar = 100 m², značka *a* (nesmí se používat od 1. ledna 1978),

1 jitra = 1 600 čtverečních sáhů = 5 754,642 m²,

1 korec = 1/2 jitra = 2 877,322 m²,

1 měrice = 1/3 jitra = 1 918,213 m².

Parcela o výměře 20,6 m² je po zaokrouhlení na 21 m². Rozdělením na dvě stejné části je jejich výměra 10,3 m². Po zaokrouhlení se výměra částí zaokrouhlí na 10 m² a jejich součet dá výměru 20 m². Při rozdělení parcely 20,4 m² na části 10,7 m² a 9,7 m² bude celková parcela po zaokrouhlení 20 m² a její části 11 m² a 10 m². Součet dílčích parcel bude tedy 21 m². Při výpočtu se tedy pouhým výpočtem může změnit výměra původní parcely o +/- 1 m².

Při určování výměr z map se může volit tento postup:

- z map se odměří potřebné veličiny k výpočtu výměr. Nejjednodušším způsobem je rozložení složitých obrazců spojnicemi na jednodušší a z takto získaných měr vypočítat výměru parcely,
- výměra parcely se zjistí plochoměrnou (mechanickou) pomůckou, nazývanou *planimetr*. Odtud též název planimetrický způsob určování výměr nebo *planimetrování*,

- c) vhodnější způsob je sejmutí souřadnic lomových bodů parcely na *digitizéru* (digitalizace souřadnic) [ŘEBÍK], [SKÁLA], [ŠWIATONIOWSKÁ] a jejich uložení do datového souboru a následným výpočtem na počítači,
- d) nejmodernější způsob výpočtu výměr z map spočívá v nasnímání mapového listu (případně jeho části) pomocí scanneru a jeho následné zpracování na počítači [TOPOL].

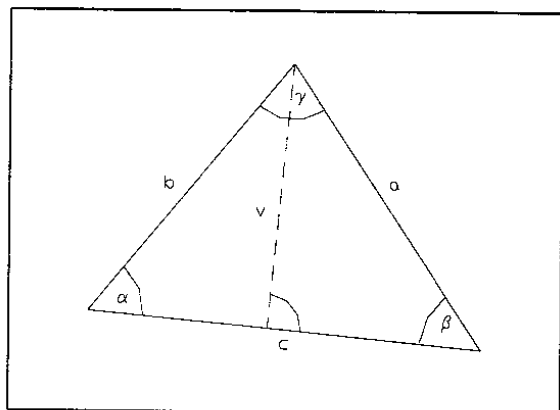
Kvalita výměry je číselný znak, kterým se v souboru popisných informací v katastru nemovitostí označuje způsob výpočtu výměry parcely

- 0 - výměra parcely vypočtená graficky nebo v digitalizované napě,
- 1 - výměra parcely vypočtená z přímo měřených měř nebo ze souřadnic v místním systému,
- 2 - výměra parcely vypočtená ze souřadnic v systému S-JTSK.

7. 1 Výpočet z původních měř

Při výpočtu výměry jde, již jak bylo v úvodu řečeno, o výpočet výměry obecného mnohoúhelníka. Platí to i tehdy, když je pozemek ohraničen křivými čarami, neboť se při zaměřování nahradí křivé hranice spojnicí lomových bodů. Pro výpočet výměr nejjednodušších geometrických obrazců - trojúhelníka, lichoběžníka a čtyřúhelníka - platí známé matematické vzorce.

1. Výměra obecného trojúhelníka (obr. 7.2).



- a) ze základny c a výšky v : $2P = c v$,
- b) ze tří stran a, b, c (Heronův vzorec):

$$P = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

$$s = \frac{a+b+c}{2}$$

- c) ze dvou stran b, c a jimi sevřeného úhlu α :

$$2P = b c \sin \alpha,$$

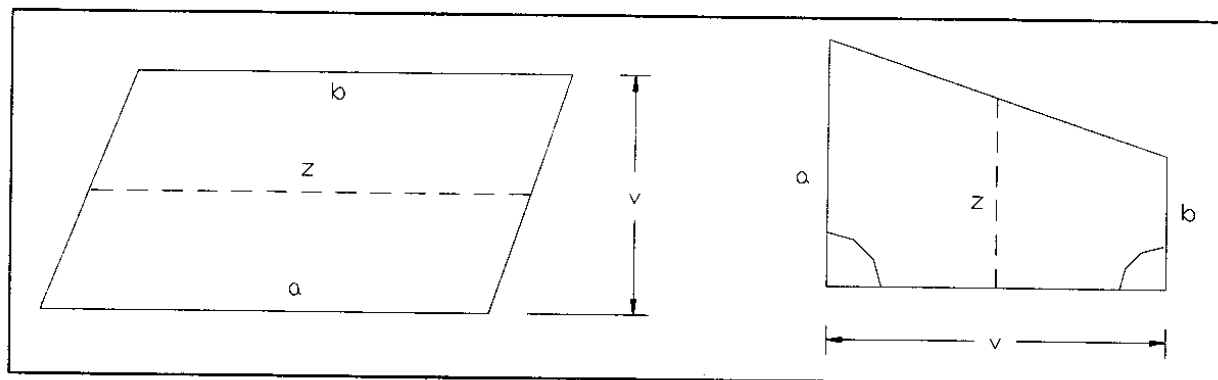
- d) ze strany c a přilehlých úhlů α, β :

$$2P = cv = c \sin \beta = c \frac{c \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} \sin \beta = c^2 \frac{\sin \alpha \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)}$$

Obr. 7.2

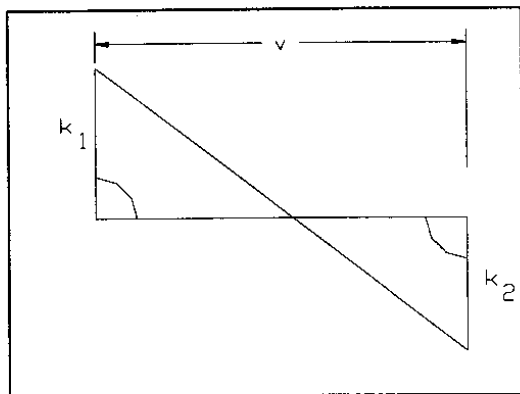
Z uvedených vzorců se výměra počítá nejčastěji podle prvního vzorce a) tj. ze základny a výšky. Vzorec c) je naopak vhodný při zaměření parcel metodou polární.

2. Výměra lichoběžníka (obr. 7.3).



Obr. 7.3a

Obr. 7.3b



$$a) P = \frac{a+b}{2} v = zv,$$

$$b) P = \frac{a+b}{2} v = zv,$$

$$c) P = \frac{k_1 - k_2}{2} v.$$

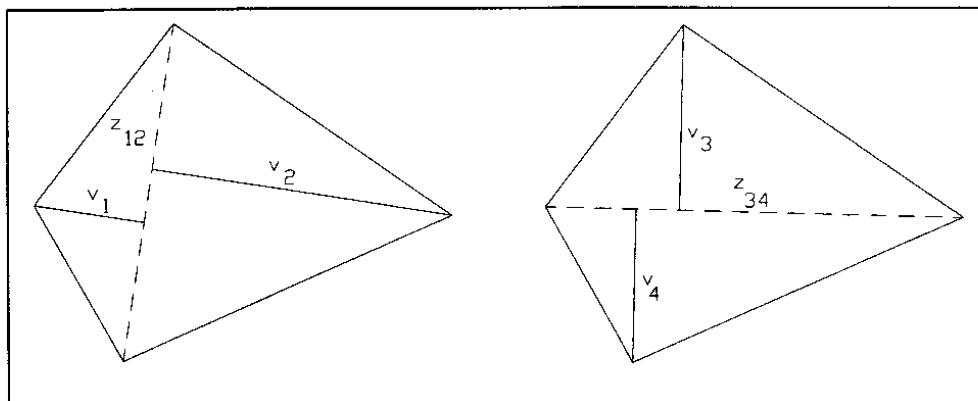
Obr. 7.3c

Tyto vzorce se velmi často používají při výpočtu výměr parcel, které byly zaměřeny ortogonální metodou. Ve třetím případě na obr. 7.3 c je nutno kolmici k_2 zavádět s opačným znaménkem, než jaké přisoudíme kolmici k_1 , která je s ní rovnoběžná.

3. Výměra čtyřúhelníka.

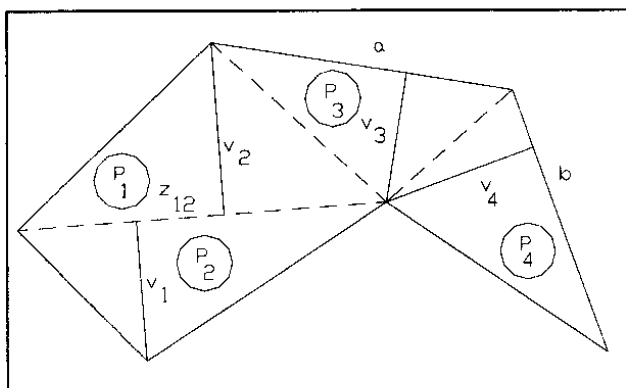
Jedna jeho úhlopříčka ho rozdělí na dva trojúhelníky, jejichž výměra se snadno vypočte ze základny (délka úhlopříčky) a příslušných dvou výšek (obr. 7.4)

$$P = z_{12} \frac{v_1 + v_2}{2} = z_{34} \frac{v_3 + v_4}{2}.$$



Obr. 7.4

4. Mnohoúhelník (obr. 7.5).



Při výpočtu výměry mnohoúhelníka se tento obrazec rozdělí nejprve na čtyřúhelníky a trojúhelníky a v nich se zaměří příslušné veličiny

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

$$P = z_{12} \frac{v_1 + v_2}{2} + \frac{1}{2} (av_3 + bv_4).$$

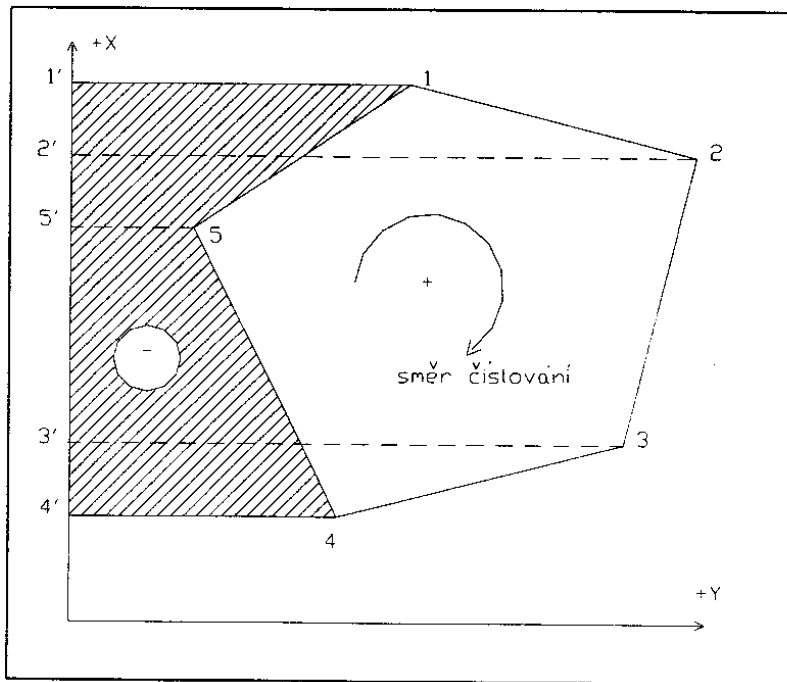
Obr. 7.5

7.2 Výpočet výměr ze souřadnic

Pro odvození základních výpočetních vzorců uvažujme uzavřený polygonový pořad - mnohoúhelník, o vrcholech 1, 2, 3, 4, 5 = n (obr. 7.6), které jsou dány svými souřadnicemi $x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_5, y_5$. Úsečky (souřadnice x_i) a pořadnice (souřadnice y_i) spolu se stranami mnohoúhelníka vytvářejí jednotlivé lichoběžníky.

Výměra parcely jejíž hranice tvoří uzavřený polygon se rovná algebraickému součtu výměr všech lichoběžníků. Výměra uzavřeného mnohoúhelníka 1, 2, 3, 4, 5, se rovná rozdílu výměr obrazců: 1, 2, 3, 4, 4', 1', 1 a 1, 5, 4, 4', 1', 1. Výměry uvedených obrazců se dostanou součtem výměr jednotlivých lichoběžníků. Dvojnásobná výměra se rovná:

$$2P = (y_1 + y_2)(x_1 - x_2) + (y_2 + y_3)(x_2 - x_3) + (y_3 + y_4)(x_3 - x_4) + (y_4 + y_5)(x_4 - x_5) + (y_5 + y_1)(x_5 - x_1).$$



Při dodržení číslování bodů ve směru pohybu hodinových ručiček vycházejí souřadnicové rozdíly

$$(x_4 - x_5) \text{ a } (x_5 - x_1)$$

záporné a je možné výpočetní vztah zapsat ve formě

$$2P = \sum_{i=1}^5 (y_i + y_{i+1})(x_i - x_{i+1}). \quad (7.1)$$

Obr. 7.6

Roznásobením rovnice (7.1) dostáváme

$$2P = y_1 x_1 - y_1 x_2 + y_2 x_1 - y_2 x_2 + y_2 x_2 - y_2 x_3 + y_3 x_2 - y_3 x_3 + y_3 x_3 - y_3 x_4 + y_4 x_3 - y_4 x_4 + y_4 x_4 - y_4 x_5 + y_5 x_4 - y_5 x_5 + y_5 x_5 - y_5 x_1 + y_1 x_5 - y_1 x_1. \quad (7.2)$$

V rovnici se vyruší součiny $y_i x_i$

$$2P = x_1 y_2 - x_1 y_5 + x_2 y_3 - x_2 y_1 + x_3 y_4 - x_3 y_2 + x_4 y_5 - x_4 y_3 + x_5 y_1 - x_5 y_4. \quad (7.3)$$

Po úpravě dostáváme

$$2P = x_1(y_2 - y_5) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_4 - y_2) + x_4(y_5 - y_3) + x_5(y_1 - y_4), \quad (7.4)$$

nebo

$$2P = y_1(x_5 - x_2) + y_2(x_1 - x_3) + y_3(x_2 - x_4) + y_4(x_3 - x_5) + y_5(x_4 - x_1). \quad (7.5)$$

Rovnice (7.4) a (7.5) můžeme zapsat v obecném tvaru

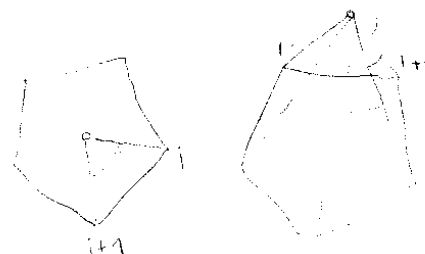
$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}), \quad (7.6)$$

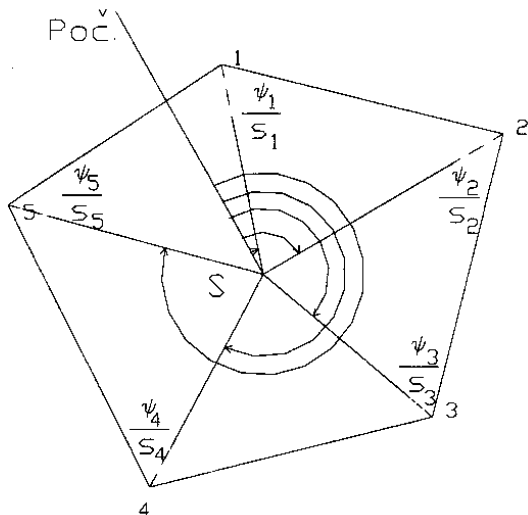
nebo

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i (x_{i-1} - x_{i+1}). \quad (7.7)$$

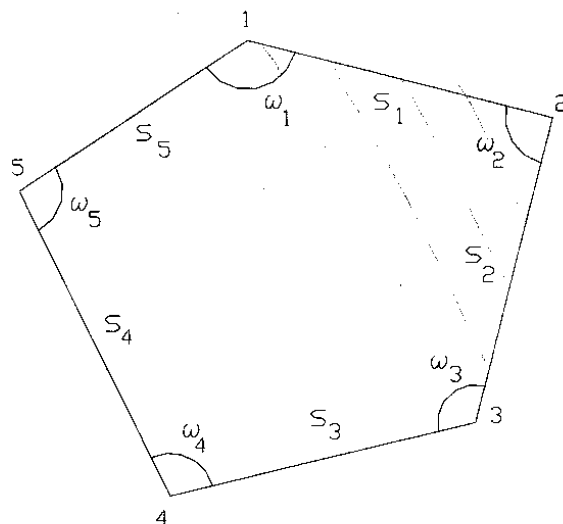
V rovnicích (7.1), (7.6), (7.7) a dále v (7.8) platí, že bod $n + 1$ je bod 1. Vzorec (7.1) se nazývá lichoběžníkový a vzorce (7.6) a (7.7) trojúhelníkové, nebo také *l'Huilierovy* (čti *Lilierovy*). Uvedené vzorce se snadno programují. Pokud byl pozemek zaměřen polární metodou (obr. 7.7), vypočte se výměra ze vztahu

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n s_i s_{i+1} \sin(\psi_{i+1} - \psi_i). \quad (7.8)$$





Obr. 7.7



Obr. 7.8

Výpočet výměry mnohoúhelníka ze stran a obvodových úhlů

Výměra uzavřeného mnohoúhelníku (obr. 7.8) zaměřeného po obvodě délkami a úhly se může vypočítat ze vzorce *Mascheroniho* [RYŠAVÝ]

$$2P = s_1 s_2 \sin \omega_2 - s_1 s_3 \sin(\omega_2 + \omega_3) + s_1 s_4 \sin(\omega_2 + \omega_3 + \omega_4) \\ + s_2 s_3 \sin \omega_3 - s_2 s_4 \sin(\omega_3 + \omega_4) \\ + s_3 s_4 \sin \omega_4$$

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1, j=i+1}^{n-2} (-1)^{i+j+1} s_i s_j \sin \sum_{k=i+1}^j \omega_k, \quad (7.9)$$

při lichém počtu úhlů je znaménko + a při sudém počtu úhlů je znaménko -.

Měření výměry digitálním planimetrem

V současné době se v geodetické praxi používají planimetry digitální - obr. 7.9 (starší typy planimetrů budou popsány v závěru kapitoly). Jeho výhodou je to, že se nemusí objíždět hrotem (lupou) přesně po hranici parcely, nýbrž se snímají pouze lomové body. Výpočet výměry se provádí ze souřadnic takto sejmutých bodů. Digitální planimetr umožňuje kromě výpočtu výměry určit ještě

- | | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| a) snímání souřadnic, | c) měření celkové délky oblouku, |
| b) měření délkového segmentu, | d) měření poloměru ze tří bodů. |

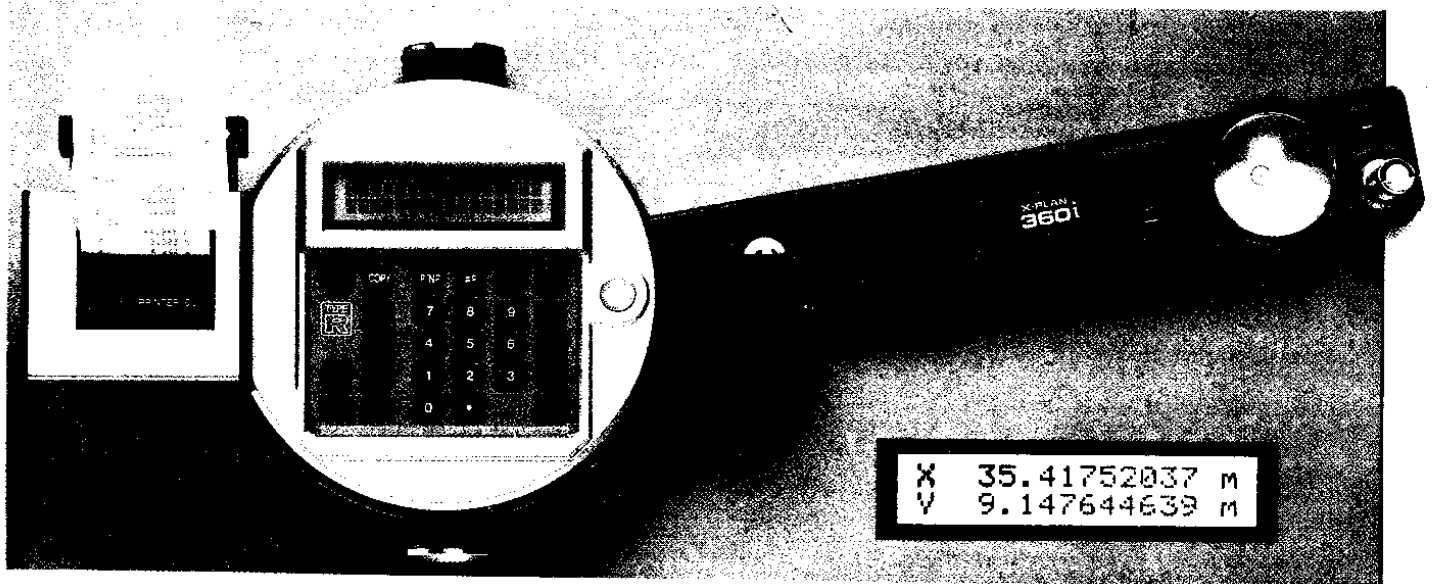
Testováním přesnosti digitálního planimetru se zabývala [ČERNÁ].

Měřicí a digitalizační přístroj X-PLAN 360 C (obr. 7.9) [SKÁLA], je inovovaná verze X-PLAN 360iR. Přístroj lze chápat jako mobilní digitizér, který je vedle určování souřadnic vhodný pro další měření. K přístroji lze připojit počítač.

Po zapnutí přístroje se na displeji objeví nabídka jednotlivých příkazů (KEY EXPLANATION? YES or NO, zpravidla se zadá NO), poslední nastavení (SET CONDITIONS? YES or NO, zpravidla se zadá NO).

Jednotlivé funkce, které se postupně objevují na displeji, je možné buď potvrdit tlačítkem YES, anebo odmítnout tlačítkem NO. Jedná se o tyto funkce

- | | |
|-------------------------------------|----------------|
| a) měření a určování souřadnic bodů | - COOR (X,Y) |
| b) měření délek úseček | - LINE SEG (d) |



Obr. 7.9 Digitální planimetr X-PLAN 360 dII a výstup na termotiskárnu [prospekt firmy Ushikata]

- | | | |
|---------------------------------|----------|------|
| c) určování výměř | - AREA | (A) |
| d) měření obvodu (součtu délek) | - LINE | (L) |
| e) určení poloměru | - RADIUS | (r). |

Dále je možné nastavit alternativní jednotky měření (UNIT SYS) a měřítka (SCALE)

- | | |
|---|----|
| f) v míře metrické např.: m, m/a, km/ha | m |
| g) v míře anglické např.: yd/ac | |
| h) v nestandardní míře | |
| i) měřítko v ose x | RX |
| j) měřítko v ose y | RY |
| k) zadání měřítka ze skutečného rozměru v ose x | CX |
| l) zadání měřítka ze skutečného rozměru v ose y | CY |

Nejprve se zadají skutečné rozměry a k těmto hodnotám se provedou měření X-PLANem.

Je možno volit různé souřadnicové systémy (AXIS)

- | | |
|---|------------|
| m) vnitřní - přístrojový souřadnicový systém | MACH AXIS |
| n) standardní - matematický souřadnicový systém | STAND AXIS |
| osa x na východ, osa y na sever | |
| o) geodetický souřadnicový systém | SURV AXIS |

osa y o 100° od osy x po směru hodinových ručiček, je možné volit počátek a směr os.

Souřadnicový systém např. geodetický se nastaví tak, že se lupa snímací hlavy nastaví na bod čtvercové sítě (AXIS ORIGIN). Dále se přejeďte se lupou na libovolný bod na ose x - nejvhodnější je opět křížek čtvercové sítě (ON X = AXIS (+)).

- p) zadání souřadnice počátečního bodu (BIAS ORIGIN).

Nakonec se vkládá počet desetinných míst a způsob číslování bodů

- q) počet desetinných míst - D.P. v rozmezí 0 - 9. Počet desetinných míst se mění tlačítkem NO (cyklicky). Požadovaný počet desetinných míst se potvrdí tlačítkem YES
- r) číslování bodů může být prováděno ručně nebo automaticky.

Vkládání parametrů je ukončeno zobrazením nuly na displeji. Přístroj je vybaven kalkulátorem se 16ti místným dvouřádkovým maticovým displejem a 16ti místnou termotiskárnou s bufferem dat. Kalkulátor umožňuje výpočet součtu n hodnot včetně průměru. Kromě možnosti výpočtu na kalkulátoru je zachována možnost propojení s vnějším počítačem při plné schopnosti komunikace s PC programy bez nutnosti ladění vnitřního nastavení.

Postup určení výměry (předpokládá se, že jsou nastaveny potřebné údaje uvedené výše)

1. Střed lupy umístíme nad bod č. 1 a stiskne se tlačítko Start/Point. Ozve se pípnutí.
2. Hledáček se přesune nad č. 2 a stiskne se tlačítko Start/Point. Ozve se pípnutí. Při přesunu není nutné sledovat spojnicí 1 - 2, odpadá pojiždění po obvodu parcely. Je zřejmé, že výměra v důsledku této skutečnosti je určena přesněji než u polárního planimetru.
3. Totéž se provede nad dalšími body 3, 4, ..., jako poslední bod se lupa nastaví nad bod 1. Po dvojitém pípnutí se na displeji objeví výměra měřené parcely:

	Ø.CL	
COORD	(X, Y)	N
LINE SEG	(d)	N
AREA	(A)	Y
LINE	(L)	N
RADIUS	(r)	N
m		Y
SCALE RATIO		Y
RX	1000.	
RY	1000.	
	Ø.P	1
WITHOUT	#ing	Y
END		
A	2200.7	m

AREA

A 2200.7 m (rozumí se m²).

Zadáním měřítka lze automaticky odstranit srážku papíru.

K přístroji je dodávána nesrážlivá kontrolní fólie, na níž je zobrazen čtverec 10 x 10 cm. To znamená, že výměra čtverce v měřítku 1 : 1 000 je 10 000 m² a obvod 400 m. Naměřené hodnoty, které se liší od teoretických pod 0,1 % jsou považovány za odpovídající. Na obr. 7.10 je ukázka výpisu z připojené termotiskárny.

Ve [VYDRA] byla zkoumána rozlišovací schopnost a přesnost v sejmutí souřadnic x a y pro různé typy průsečíku čar. Rozlišovací schopnost a přesnost nastavení, kterou výrobce udává 0,05 mm a přesnost max. 0,1 % byla potvrzena.

Obr. 7.10 Výpis z digitálního planimetru

Měřicí rozsah přístroje je pruh 380 mm široký a neomezeně dlouhý. Rozměr samotného přístroje je 367 x 160 x 47 mm a hmotnost 1 kg.

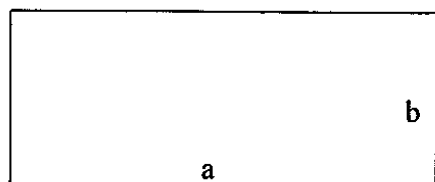
Moderní způsob určování výměr z grafických podkladů je nasnímání obsahu mapy pomocí scanneru a jeho převod do rastrového nebo vektorového tvaru k dalšímu zpracování na počítači.

7.3 Přesnost výpočtu výměr

Pro posouzení vzájemných vztahů uvedených způsobů určování výměr je možné provést jednoduchý rozbor přesnosti zprostředkujících veličin.

7.3.1 Přesnost výpočtu výměr z přímo měřených délek

Výměru jednoduché parcely (obr. 7.11) je možné vyjádřit součinem dvou délek



$$P = a \cdot b.$$

Obr. 7.11

Protože každá délková veličina a, b je určena se střední chybou m_a a m_b , bude střední chyba chyby vypočtené výměry m_p dána podle zákona o přenášení středních chyb [BÖHM] výrazem

$$m_p = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial a} m_a\right)^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial b} m_b\right)^2} = \sqrt{(bm_a)^2 + (am_b)^2}. \quad (7.11)$$

Aby byl uplatněn stejný vlivu obou členů v (7.11) musí platit

$$b^2 m_a^2 = a^2 m_b^2 = \frac{m_p^2}{2} \Rightarrow m_a = \frac{m_p}{b\sqrt{2}}, m_b = \frac{m_p}{a\sqrt{2}}. \quad (7.12)$$

Ze vzorce (7.12) je zřejmé, že je nutno měřit s větší přesností tu délku, která je kratší. Vliv obou chyb bude stejný, budou-li obě délky stejné (nebo se nebudou od sebe mnoho lišit).

7. 3. 2 Přesnost výpočtu výměr z plánů

Odměří-li se obě délky k výpočtu výměry z plánu bude

$$m_a = m_b = m$$

i když délky a i b budou velmi rozdílné, a to proto, že chyby m_a , m_b způsobené nepřesným odměřením délek jsou na velikosti odměřené délky *nezávislé*. Předpokládá se ale, že zobrazení uvedených délek je bezchybné! Rovnice (7.11) přejde na tvar

$$m_p = m\sqrt{b^2 + a^2}. \quad (7.13)$$

Minimum střední chyby m_p nastane při

$$a^2 + b^2 = a^2 + \frac{P^2}{a^2} = \min. \quad (7.14)$$

Extrémní hodnota minima se určí derivováním rovnice (7.14)

$$2a + \frac{-2P^2}{a^3} = \frac{2(a^4 - P^2)}{a^3} = 0 \Rightarrow a^4 = P^2 \Rightarrow P = a^2.$$

Minimum střední chyby m_p nastane, budou-li se obě délky rovnat $a = b$. Dosazením do (7.13) dostáváme

$$m_{P(\min)} = m\sqrt{a^2 + a^2} = m\sqrt{2a^2} = m\sqrt{2}a = \frac{m\sqrt{2}P}{a}.$$

Relativní chyba bude

$$\frac{m_{P(\min)}}{P} = \frac{m\sqrt{2}}{a}. \quad (7.15)$$

Ze vzorce (7.15) je zřejmé, že vypočtená výměra je tím přesnější, čím je parcela větší. Z hlediska přesnosti je oprávněné určovat z mapy výměru velkých parcel.

7. 3. 3 Střední chyba výměry určené výpočtem ze souřadnic

Předpokládejme, že souřadnice lomových bodů pozemku jsou určeny se střední souřadnicovou chybou m_{xy} . Diferencováním vztahu (7.3) dostáváme

$$2\varepsilon_P = \varepsilon_{x_1}(y_2 - y_5) + \varepsilon_{x_2}(y_3 - y_1) + \varepsilon_{x_3}(y_4 - y_2) + \varepsilon_{x_4}(y_5 - y_3) + \varepsilon_{x_5}(y_1 - y_4) + \\ + \varepsilon_{y_1}(x_5 - x_2) + \varepsilon_{y_2}(x_1 - x_3) + \varepsilon_{y_3}(x_2 - x_4) + \varepsilon_{y_4}(x_3 - x_5) + \varepsilon_{y_5}(x_4 - x_1).$$

Přechodem na střední chyby dostáváme za předpokladu $m_x = m_y = m_{xy}$

$$4m_p^2 = m_{xy}^2 [(y_2 - y_5)^2 + (y_3 - y_1)^2 + (y_4 - y_2)^2 + (y_5 - y_3)^2 + (y_1 - y_4)^2 + \\ + (x_5 - x_2)^2 + (x_1 - x_3)^2 + (x_2 - x_4)^2 + (x_3 - x_5)^2 + (x_4 - x_1)^2] \Rightarrow \\ m_p^2 = \frac{m_{xy}^2}{4} [s_{25}^2 + s_{31}^2 + s_{42}^2 + s_{53}^2 + s_{14}^2] = \frac{m_{xy}^2}{4} \sum_{i=1}^n s_{i+1,i-1}^2,$$

odkud

$$m_p = \frac{m_{xy}}{2} \sqrt{\sum_{i=1}^n s_{i+1,i-1}^2}. \quad (7.16)$$

Vzorec (7.16) lze za zjednodušujících předpokladů (parcela je pravidelný n-úhelník) převést na tvar

$$m_p \approx 1,4 m_{xy} \sqrt{P}. \quad (7.17)$$

Pro podrobné body je $m_{xy} = 0,14$ m [VYHLÁŠKA 190] a m_p bude

$$m_p \approx 0,20 m_{xy} \sqrt{P}. \quad (7.18)$$

V pravidelném n-úhelníku budou všechny strany z (7.16) $s_{i-1,i+1}$ stejné, a proto můžeme napsat

$$m_p = \frac{m_{xy}}{2} \sqrt{\sum s_{i-1,i+1}^2} = \frac{m_{xy}}{2} \sqrt{ns_{i-1,i+1}^2}. \quad (7.19)$$

Označíme-li obvodovou stranu jako a a vrcholový úhel jako α , pak $s_{i-1,i+1}$ se vypočte z kosinové věty

$$s_{i-1,i+1}^2 = 2a^2(1 - \cos \alpha)$$

což můžeme upravit na tvar

$$s_{i-1,i+1}^2 = 2a^2 \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2} (1 + \cos \alpha) = 4a^2 \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2} \cos^2 \frac{\alpha}{2} = 4a^2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} = 2a^2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sin \alpha. \quad (7.20)$$

Poloměr r kružnice vepsané do pravidelného n-úhelníka se vypočte

$$r = \frac{a}{2} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \Rightarrow 2r = a \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}. \quad (7.21)$$

Dosazením (7.21) do (7.20) dostáváme

$$s_{i-1,i+1}^2 = 4ar \sin \alpha$$

maximální hodnota pro $\alpha = 90^\circ$ je

$$s_{i-1,i+1}^2 = 4ar. \quad (7.22)$$

Dosazením (7.22) do (7.19) dostáváme

$$m_p = \frac{m_{xy}}{2} \sqrt{4nar} = \frac{m_{xy}}{2} \sqrt{4 \cdot 2P} = \frac{m_{xy}}{2} \sqrt{8P} = 1,4 m_{xy} \sqrt{P}.$$

7. 3. 4 Mezní odchylky mezi dvojným určením výměř

Měřítka mapy	Výměra určená číselně (S-JTSK, přímo) v porovnání s výměrou určenou graficky	Výměra určená nezávisle dvakrát graficky
(1)	(2)	(3)
1 : 1 000	$u_{MP} = 0,25\sqrt{P} + 2$	$u_{MP} = 0,20\sqrt{P} + 3$
1 : 1 250 až 1 : 1 440	$u_{MP} = 0,35\sqrt{P} + 3$	$u_{MP} = 0,30\sqrt{P} + 4$
1 : 2 000	$u_{MP} = 0,50\sqrt{P} + 4$	$u_{MP} = 0,40\sqrt{P} + 6$
1 : 2 500 až 1 : 2 880	$u_{MP} = 0,90\sqrt{P} + 7$	$u_{MP} = 0,60\sqrt{P} + 8$
1 : 5 000	$u_{MP} = 1,20\sqrt{P} + 10$	$u_{MP} = 1,05\sqrt{P} + 14$

Tab. 7. 1

Pozn.: ve vzorcích je P výměra v metrech čtverečních.

V tabulce 7. 1 jsou uvedeny hodnoty mezních (dovolených) odchylek mezi dvojitým určením výměry [Vyhláška č. 126] v metrech čtverečních. Ve sloupci 2 mezi výměrou určenou se souřadnic S-JTSK nebo přímo a výměrou určenou graficky (s uvážením srážky) a ve sloupci 3 mezi dvojitým nezávislým grafickým určením.

7. 4 Výpočet výměr na počítačích

K výpočtu výměr ze souřadnic na počítači je možné použít program [GEUS]. K výpočtu je potřeba datový soubor, obsahující čísla a souřadnice bodů. Vlastní výpočet je označen jako úloha 95. Zadává se označení parcely (zpravidla parcelní číslo) a čísla bodů (je možno zadat maximálně 500 bodů). Jako poslední bod se zadá znova první bod. Posloupnosti bodů, při kterých se čísla zvyšují nebo snižují o jedničku, není nutné vypisovat jednotlivě. Posloupnost lze zadat tak, že číslo počátečního bodu posloupnosti se zadá jako jednotlivý bod, za poslední číslo posloupnosti se vloží dvojtečka. To platí pro posloupnosti vzestupné i sestupné. Lze počítat výměry parcel jejichž hranice tvoří přímé spojnice, kružnice a přímé spojnice v kombinaci s kruhovým obloukem. Po výpočtu lze provést grafické zobrazení parcely stisknutím mezerníku. Toto zobrazení nelze zvětšovat ani jinak upravovat. Při potřebě zvětšení je nutné přepnout na grafickou obrazovku.

V následných ukázkách je vytisknut tiskový protokol výpočtu výměry parcely na obr. 7.6 a seznam souřadnic této parcely. V nových verzích musí být nahrazena TR.PR. (tj. třída přesnosti) zkratkou K.K. (tj. kód kvality).

CVUT - katedra geodezie a poz.

Str.1

Soubor : D:\GEUS\PLOCHA

== 95 VYMERY ==

Cislo parcely : 123 plocha: 28.0 m²

CVUT - katedra geodezie a poz.

Str.1

Soubor : D:\GEUS\PLOCHA

S E Z N A M S O U R A D N I C

Souradnicovy system: mistni

Vyskovy system:

= CISLO BODU	===== Y	===== X	===== Z	===== TR.PR.
1	8.00	3.00	0.00	3
2	4.00	4.00	0.00	3
3	5.00	8.00	0.00	3
4	9.00	9.00	0.00	3
5	11.00	5.00	0.00	3

V grafickém systému KOKEŠ [KOKEŠ] je možné výměry počítat po zadání příkazu Plc dvojitým způsobem

- po bodech - výpočet se provádí tak, že se postupně zadávají lomové body parcely. Výběr bodů se ukončí opakovaným zadáním prvního bodu nebo příkazem Ret. Výměry je možné postupně sčítat nebo odečítat
- po liniích - podmínkou výpočtu, je aby parcela byla uzavřena liniemi. Výpočet výměry se provede označením jednoho lomového bodu. U sousedících parcel je nutné, aby stykové linie byly označeny zvlášť pro obě parcely.

V grafickém systému AutoCAD se výměra vypočte společně s obvodem parcely po zadání příkazu "_area" nebo "plocha". Lomové body parcely je možno zadat např. myší [ZIKEŠ]. Výměry jednotlivých parcel lze vzájemně sčítat i odečítat.

Výpočet výměr umožňují i další programy např. geodetický software v prostředí MS Windows GROMA [GROMA] (obr. 7.12) nebo geodetická nadstavba nad MicroStation v. 5 - MicroGEOS.

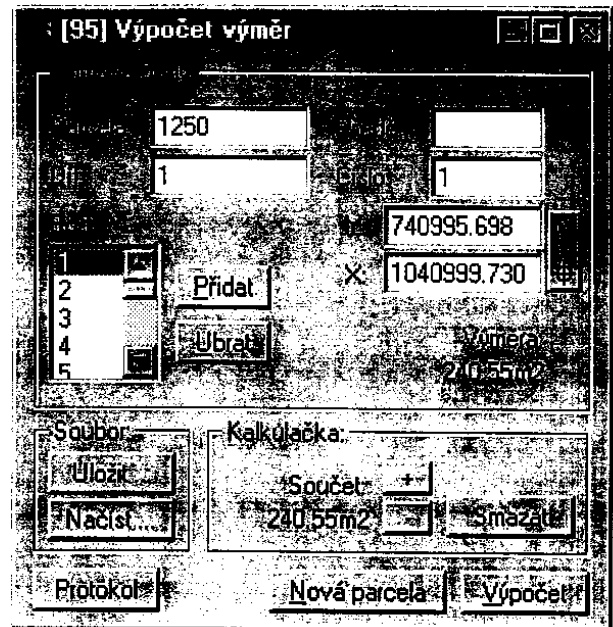
7.5 Určování výměr z map

Situace a tím i každý pozemek, je zobrazen do mapy v určitém měřítku. Každá délka je proti skutečnosti zmenšena M -krát, kde M je měřítková číslice. Protože výměra je obecně dána jako součin dvou délek, je výměra pozemku zobrazeného na mapě p zmenšena proti skutečné výměře M^2 - krát a platí vztah

$$P = p M^2. \quad (7.24)$$

Výměru pozemku je možné určit z mapy různými způsoby:

- a) přetvořením původního obrazce na trojúhelník [RYŠAVÝ],
- b) určením z odsunutých pravoúhlých souřadnic,
- c) digitálním planimetrem,
- d) polárním planimetrem [RYŠAVÝ], nitkovým planimetrem.



Obr. 7.12 - Okno pro výpočet výměr [Groma]

Určení výměry mnohoúhelníka z odsunutých pravoúhlých souřadnic

Zvolí se pomocný souřadnicový systém, nejlépe tak, že nejdelší strana se ztotožní s osou x (obr. 7.13). Odměrovacími trojúhelníky nebo pravoúhlým koordinatografem se odměří souřadnice x a y jednotlivých lomových bodů (hranice pozemku) v měřítku mapy. Výměra mnohoúhelníku se vypočte již dříve uvedeným způsobem - z pravoúhlých souřadnic - podle vzorců (7.6) nebo (7.7).

Pro převod map a dalších grafických podkladů do počítačem zpracovatelného tvaru se používají různé postupy. Nejjednodušším způsobem je ruční *digitalizace* na *digitizéru*. Digitizér má snímací zařízení (např. myš s nitkovým křížem případně s lupou), které umožňuje nastavení středové značky na libovolný bod grafického podkladu. Po stisknutí tlačítka se registrují pravoúhlé souřadnice (zpravidla v pomocném souřadnicovém systému, daného polohou rámu digitizéru) do paměti počítače. Postupným nastavením středové značky se určí a zaregistrují souřadnice všech lomových bodů parcely, jehož výměra se má určit. Protože výpočet výměry z pravoúhlých souřadnic nezávisí na volbě souřadnicového systému, může počítač pomocí programu vypočítat výměru obrazce. Tento postup je však velice závislý na schopnostech operátora, který tak významně ovlivňuje rychlost a přesnost zpracování.

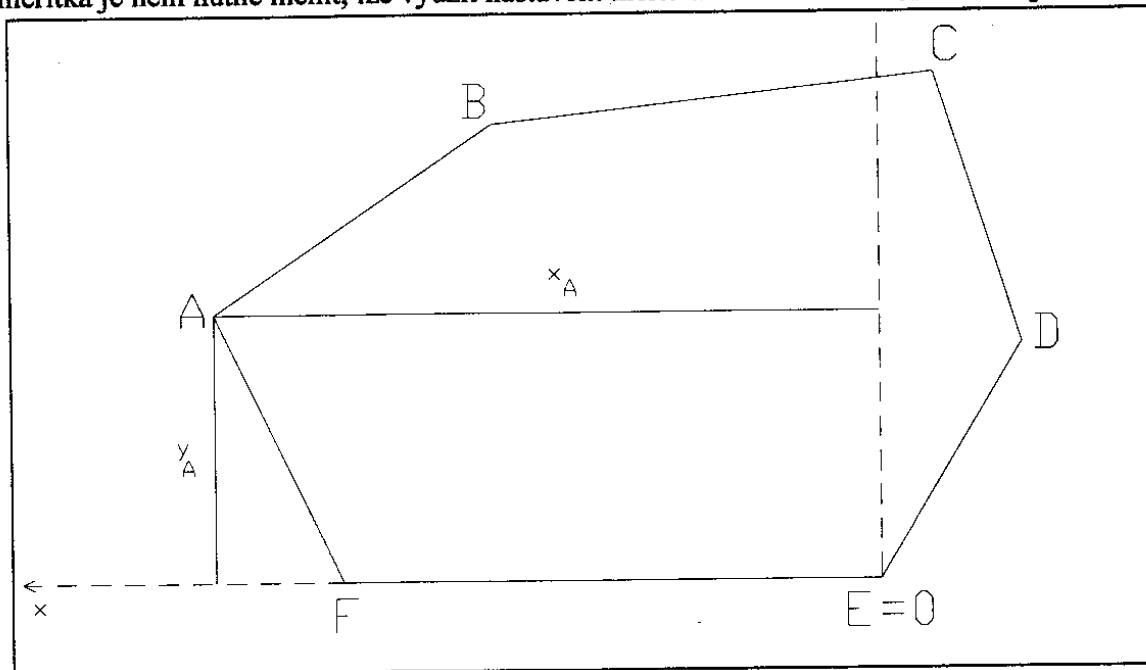
Program GEUS umožňuje spojení počítače prostřednictvím ovladače ADI s digitizérem KAR-A2 polské výroby nebo X-PLAN - digitálním planimetrem a digitizérem firmy Ushikata.

V hlavním menu je funkce *digit*, umožňující digitalizaci kartometrických souřadnic a jejich transformaci do geodetické soustavy. Funkce pracuje stejně jako úloha 67 - transformace souřadnic s tím, že místní souřadnice nejsou vyhledávány v seznamu souřadnic, ale jsou získávány přímo z digitizéru. Výpočet transformačního klíče je prováděn Helmertovou nebo afinní transformací [].

Funkce *planimetr* slouží pro určování výměr planimetrováním pomocí digitizéru. Výměry jsou počítány ze souřadnic sejmutých lomových bodů. Počet lomových bodů parcely není omezen. Číslo parcely slouží pouze k identifikaci určené výměry. Při výpočtu výměry je vždy potřeba provést kalibraci.

Kalibrací se určují konstanty pro přepočtení souřadnic z digitizéru do souřadnic mapy. Každý digitizér má různou velikost vnitřního kroku a proto je nutné určit jeho velikost. Vzhledem k tomu, že

k výpočtu kartometrických souřadnic je použito pouhé přenásobení určenou konstantou, je nutné, aby mapa byla položena pod digitizér tak, aby souřadnicové osy mapy byly přibližně rovnoběžné se souřadnicovou osou digitizéru. (Funkci nelze použít pro kalibraci X-PLANu, kde je souřadnicová osa digitizéru otočena obecně). Násobné konstanty je vhodné určit pro měřítko 1 : 1 000, protože při změně měřítka je není nutné měnit, lze využít nastavení měřítka v menu funkcí *Nastavení planimetru*.



Obr. 7.13

Funkce žádá sejmutí dvou bodů o známé vzdálenosti ve směru osy x a dvou bodů ve směru osy y. Sejmutí se pro kontrolu provádí dvakrát (1. bod, 2. bod, 1. bod, 2. bod). Poté se zadá vzdálenost. Program si sám vypočte měřítko. Měřítkové číslo se tedy zvlášť nezadá. Tím je odstraněna závislost na strojových souřadnicích různých digitizérů a jejich rozlišovací schopnosti a zároveň i srážka podkladu pro každou osu zvlášť.

Výsledky kalibrace se zaznamenávají na disku a zůstávají v paměti až do příští změny. Podrobné body jsou ihned po nasnímání přepočteny dle vypočteného transformačního klíče a do seznamu souřadnic jsou uloženy pouze přetransformované souřadnice. Číslování bodů je automaticky zvětšováno o jedničku. Číselnou řadu lze přerušit a zadat libovolné číslo bodu.

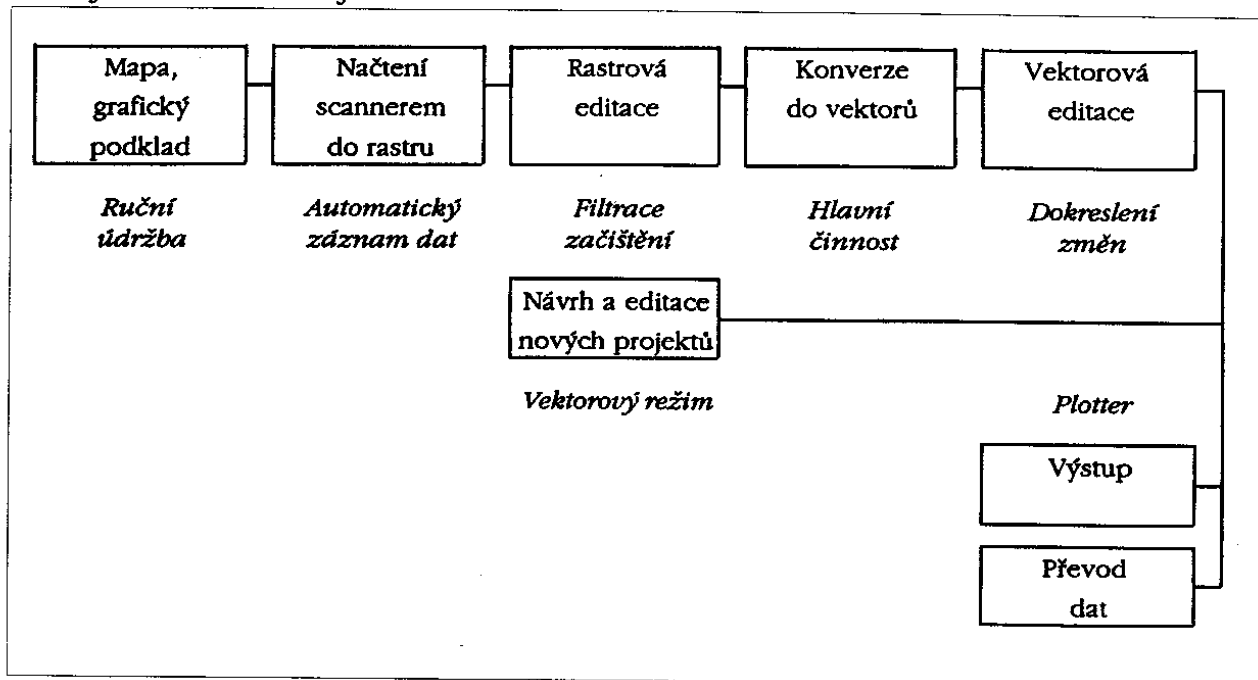
Moderní způsob převodu grafických podkladů je nasnímání obsahu mapy pomocí *scanneru* a jeho převod do rastrového nebo vektorového tvaru k dalšímu zpracování.

Scanner, nebo-li obrazový snímač, je vstupní zařízení snímající opticky obraz jako celek. Při snímání je obraz rozdělen do dostatečně hustého *rastru* bodů organizovaného do řádků a sloupců. Optická informace o každému nasnímaném bodu tak může být převedena na informaci číselnou. Vlastní digitalizace probíhá tak, že každému bodu je přiřazeno číslo vyjadřující optickou hustotu odstínu šedi v daném bodě. Kvalita sejmutého obrázku je dána rozlišovací schopností scanneru a je dána počtem snímaných bodů na palec. Nejmodernější scannery mají rozlišovací schopnost až 1000 bodů na palec. Snímání může být jednobitové nebo více bitové. Při jednobitovém snímání je bodům do určité hranice šedi přiřazena hodnota 0 a od této hranice jako 1. Při více bitovém snímání je šed' rozdělena do více odstínových vrstev a každému bodu je přidělena číselná hodnota podle toho v jaké vrstvě se nachází jeho šed'.

Rastrový tvar se zpravidla transformuje v počítači na tvar *vektorový* (je možné vektorizovat přímo údaje získané z digitizéru). Konverze rastru může být:

- a) *automatická* - systém se musí v nejasných situacích rozhodovat sám a tedy jeho rozhodnutí nemusí být vždy správné (rozhoduje se podle vloženého programu),
- b) *poloautomatická* - režim odstraňuje nevýhody digitalizace a na rozdíl od automatického převodu je možný v nejasné situaci vstup operátora. Při konverzi se postupně vybírají jednotlivé linie, které systém nahrazuje vektory podle předem nastavených parametrů. Současně se nastavují příslušné vrstvy a barvy, vytvářejí se objekty a řeší se problematická místa. Neví-li si systém rady, zvětší kritické místo ve zvláštním okně a čeká na pomoc operátora, který vybere některou z nabízených možností nebo manuálně převede systém přes kritické místo. Linie přebytečné, případně opravený neaktuální stav se nemusí vůbec vektorizovat. Tento způsob je náročnější na čas i na operátora, ale vznikne tak tvar přímo vyhovující konkrétním požadavkům zadavatele. Tímto způsobem se vektorizují všechny linie nebo parcely určené k vektorizaci.

Slouží-li takto získaný podklad pro další zpracování je možné použít jako výstupní formát DXF, jehož pomocí je zaručena komunikace s většinou dalších systémů. Postup prací při poloautomatickém režimu je uveden v následujícím schématu



V systému TOPOL [TOPOL] se výměry parcel určují na základě vektorizovaného grafického podkladu. Parcelou se rozumí grafický objekt, definovaný pomocí linií a jejich vzájemných vazeb. Systém umožňuje v aktuálním bloku obsahující »zauzlené linie« plochy vytvářet a rušit a to buď po jednotlivých objektech, nebo hromadně. Každá parcela má své číslo. U každé parcely se číselně definuje druh a dále barva, značka, plocha.

Parcely se v systému mohou vytvářet nebo editovat. Výběr parcel se provádí křížkem, který se umístí na libovolný bod v uzavřeném obrazci. Systém zjišťuje, zda-li v uvedeném místě je parcela již vytvořena. Když parcela ještě není vytvořena objeví se nabídka, ve které je

- velikost parcely v m² nebo ha,
- druh parcely (např. louka),
- barva,
- značka.

U vytvořené parcely se místo výměry objeví číslo parcely. Nově vytvořenou parcelu je možné uložit do databáze. Je možné provést změnu druhu podle nabídky, barvy a značky, kterou se rozumí její vyšrafování. Další možnosti systému jsou uvedeny v [TOPOL].

7. 6 DEFORMACE PAPÍRU

Pokud je grafický originál nakreslen na nezajištěném papíře nebo na srážlivé fólii, musíme při odměřování délek a při určování výměr z grafických podkladů počítat s tím, že kresba nemá v důsledku změn papíru své původní rozměry. Časem papír mění svůj rozměr. Zpravidla se smrští (*srazí se a proto mluvíme nejčastěji o srážce*), a proto měřítko zobrazení, ve kterém byl plán sestojen, neodpovídá skutečnosti. Deformace se projevuje zejména u otisků pořizovaných nedokonalými reprodukčními metodami. U některých plánů činí deformace až několik procent. Délky odměřené na takto deformované mapě nebudou souhlasit s délkami skutečnými, výměry se budou také lišit. K uvedení odměřovaných veličin do souladu se skutečností se musí opravit o *opravu z deformace mapy*, v tomto případě o deformaci *délkovou* nebo *plošnou*.

7. 6. 1 Plošná deformace

Při zjišťování plošné srážkové opravy se předpokládá, že podklad (papír) změnil svou velikost *rovnoměrně*, čili že původní obdélník mapového listu zůstal i po deformaci obdélníkem a že se změnila jen jeho rozměry. Tento předpoklad, ale neodpovídá skutečnosti; strany obdélníka se uprostřed mírně prohnu, většinou dovnitř, což se dá snadno zjistit jejich proměřením ve vhodných místech.

V obr. 7.14 jsou čárkovaně označeny veličiny odměřené, bez čárek veličiny původní tj. správné. Správný rozměr mapového rámu katastrální mapy je 625 x 500 mm, takže v měřítku 1 : 1 000 budou zobrazeny rozměry 625 x 500 m a výměra 31,25 ha. Absolutní deformace obou rozměrů d a v jsou v metrech, výměry S v m^2

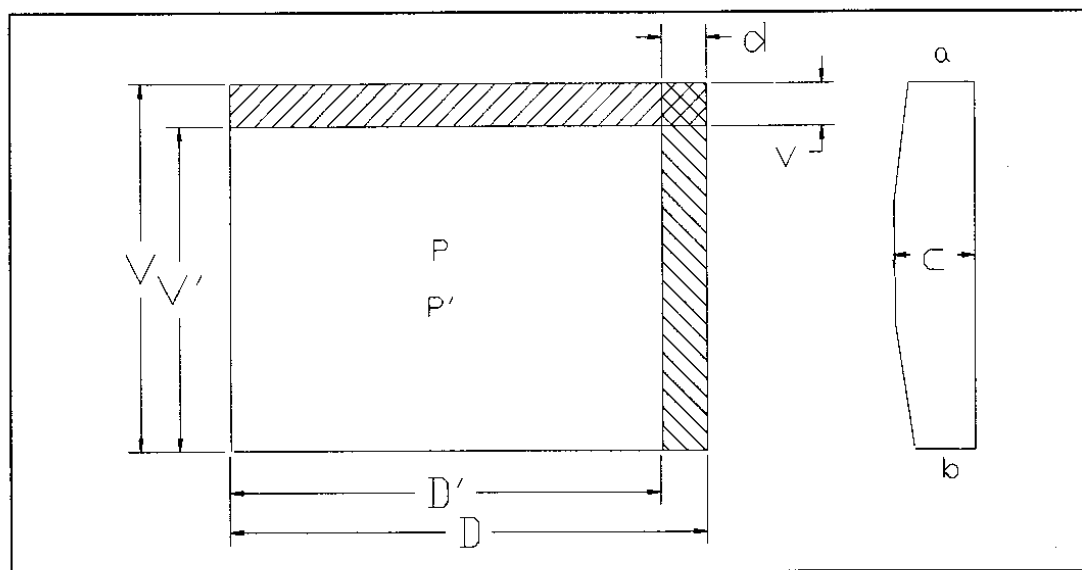
$$d = D - D' \quad v = V - V' \quad S = P - P'$$

Z obrázku je zřejmé, že

$$\begin{aligned} P &= D V & P' &= D' V' \\ S &= P - P' = D v + V d - v d, \end{aligned} \tag{7.25}$$

velikost posledního členu v (7.25) je zanedbatelná, a proto můžeme psát

$$S \approx D v + V d. \tag{7.26}$$



Obr. 7.14

Abychom odvodili absolutní deformaci d a v v základních směrech $d = D - D'$ a $v = V - V'$ změříme co nejpřesněji rozměry rámu mapy (obr. 7.14), jednak při okrajích mapového listu, jednak v

jeho prostředku. Dospějeme tak k absolutním hodnotám deformací a , b , c v délce D , z nichž odvodíme průměrnou deformaci

$$d = \frac{1}{2} \left(\frac{a+c}{2} + \frac{c+b}{2} \right) = \frac{a+2c+b}{4}.$$

Stejným způsobem se odvodí deformace ve výšce v . Plošná deformace se udává v procentech na jedno desetinné místo a její výpočet se uvede v záznamu o výpočtu výměr parcel.

Příklad: $D = 625$ m, $V = 500$ m, $d = 4,4$ m, $v = 3,5$ m,
 $S = 625 \cdot 3,5 + 500 \cdot 4,4 = 2\,487,5 + 2\,200 = 4\,687,5$ m². $S = 14\%$.

7. 6. 2 Průměrná deformace

Výpočet plošné deformace si usnadňujeme tím, že pro každý mapový list se určí *průměrná deformace* připadající na 1 m² výměry. Vydělíme-li rovnici (7.26) výměrou listu dostáváme koeficient

$$s = \frac{S}{P}$$

připadající na výměru 1 m². Na obecnou výměru P_i připadne celková oprava

$$\Delta P_i = *P_i s, \quad P_i = *P_i + \Delta P_i.$$

Příklad: $*P_i = 10\,000$ m² = 1 ha,
 $s = \frac{S}{P} = \frac{4387,5}{312500} = 0,01404,$

$$\Delta P_i = 10000 \cdot 0,01404 = 140,4 \text{ m}^2,$$

$$P_i = 10000 + 140,4 = 10140 \text{ m}^2.$$

7. 6. 3 Relativní deformace

Při zjišťování plošných i délkových deformací se často počítá se deformacemi *poměrnými* - relativními. Vyjděme ze vztahu

$$a = \frac{D}{D'}, a - 1 = \frac{D - D'}{D'} = \frac{d}{D'}, a = 1 + \frac{d}{D'} \approx 1 + \frac{d}{D} = 1 + q,$$

$$b = \frac{V}{V'}, b - 1 = \frac{V - V'}{V'} = \frac{v}{V'}, b = 1 + \frac{v}{V'} \approx 1 + \frac{v}{V} = 1 + r,$$

odkud

$$D = D' a = D' (1 + q)$$

$$V = V' b = V' (1 + r).$$

Pro výměru platí

$$P = D V = D' V' (1 + q + r + q r) = P' (1 + p), \quad q r \rightarrow 0,$$

kde

q je podélná relativní deformace,

r je příčná relativní deformace,

p je plošná relativní deformace.

Příklad: $q = \frac{d}{D} = \frac{4,4}{625} = 0,00704$ $r = \frac{v}{V} = \frac{3,5}{500} = 0,007$
 $p = q + r = 0,01404.$

Správná hodnota výměry 10 000 m² změřené na deformovaném podkladu bude

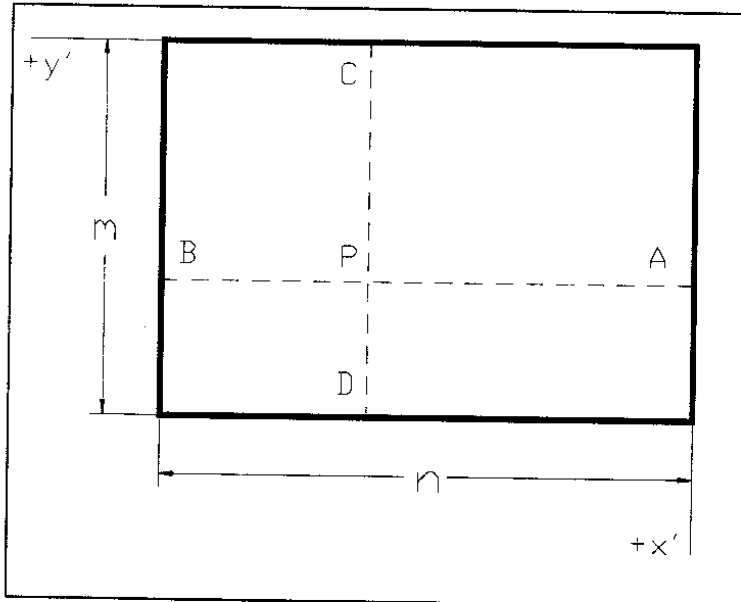
$$P = P' (1 + p) = 10\,000 \cdot 1,01404 = 10\,140 \text{ m}^2.$$

7. 6. 4 Lineární (délková) deformace

K délkové deformaci je třeba přihlížet jak při odměřování délek a souřadnic z plánů, tak i při zákresech nově vzniklých skutečností (změn, staveb apod.) do mapy.

Podle obr. 7.15 se mají určit *grafické* souřadnice bodu P vztažené např. k SV rohu čtvercové (hektarové) sítě.

Obdobně jako v předcházejícím odstavci zavedme relativní deformaci pro příslušný čtverec o straně 100 x 100 m. Správný rozměr čtverce v měřítku 1 : 1 000 bude $m = n = 100$ mm. Naměřené hodnoty v mapě označme jako m' a n' . Relativní deformace v osách bude



$$q = \frac{n - n'}{n} \quad r = \frac{m - m'}{m}$$

$$AP = y'_p \quad CP = x'_p$$

Souřadnice bodu P zbavené deformace budou:

$$y_p = y'_p + y'_p q = y'_p (1 + q)$$

$$x_p = x'_p + x'_p r = x'_p (1 + r) \quad (7.27)$$

Lineární deformace v obecném směru bude rovna

$$o = \frac{l - l'}{l} \quad (7.28)$$

Obr. 7.15

kde $l = \sqrt{x^2 + y^2}$; x, y jsou opravené souřadnice podle (7.28)

l' je délka odměřená v mapě.

Lineární deformaci je možné určit ještě ze vztahu (obr. 7.16)

$$l'^2 = x'^2 + y'^2 \quad (7.29)$$

$$l' = l(1 - o), x' = x(1 - q), y' = y(1 - r) \quad (7.30)$$

Dosazením (7.30) do (7.29) dostáváme

$$l^2(1 - o)^2 = x^2(1 - q)^2 + y^2(1 - r)^2$$

zanedbáním o^2, q^2, r^2 pro jejich malou hodnotu dostáváme

$$l^2(1 - 2.o) = x^2(1 - 2q) + y^2(1 - 2r)$$

$$l^2(1 - 2.o) = x^2 + y^2 - 2(x^2q + y^2r)$$

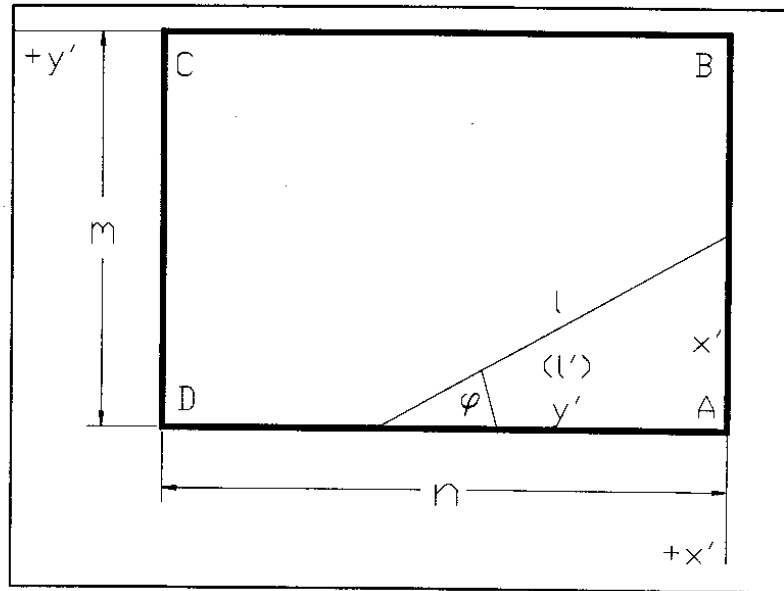
$$l^2(1 - 2.o) = l^2 \left\{ 1 - \frac{2(x^2q + y^2r)}{x^2 + y^2} \right\}$$

$$l^2(1 - 2.o) = l^2 \{ 1 - 2(q \cos^2 \varphi + r \sin^2 \varphi) \} \quad (7.31)$$

Porovnáním levé a pravé strany v rovnici (7.29) dostáváme

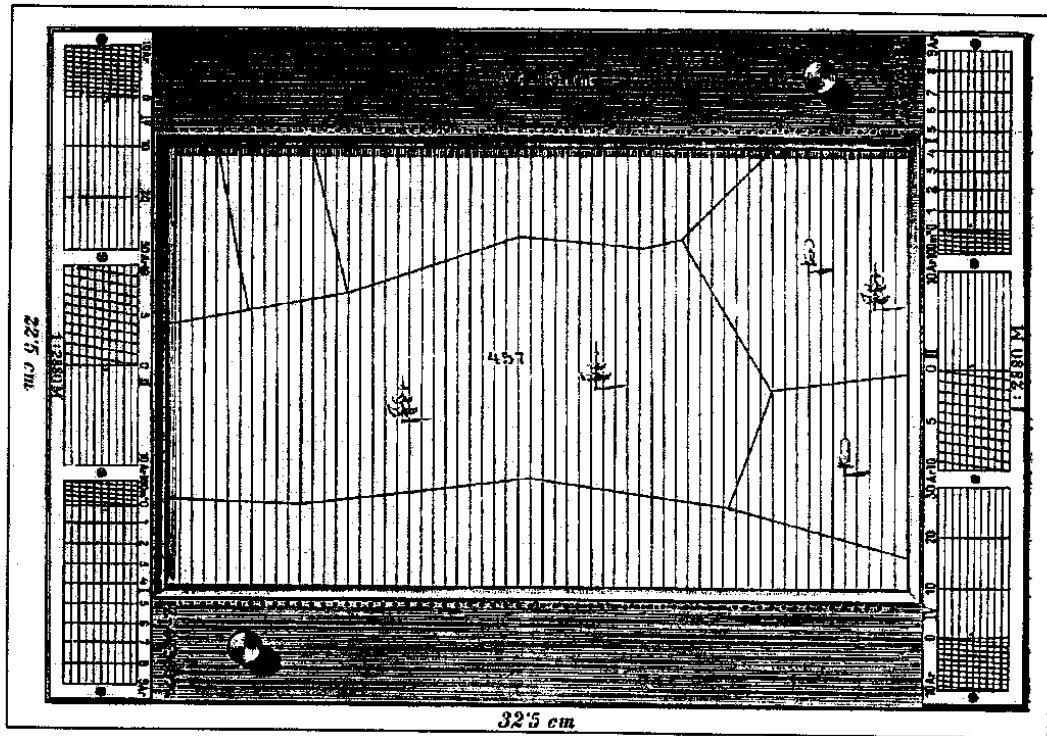
$$o = q \cos^2 \varphi + r \sin^2 \varphi \quad (7.32)$$

Lineární deformaci můžeme vyčíslit buď podle rovnice (7.28) nebo (7.32), případně také v procentech (na desetinu %). Lineární srážka se zjišťuje na mapových listech na nezajištěném papíře, o nichž je údaj starší než jeden rok. Údaj se o srážce se zapisuje vně rámového listu mapy, současně se zapíše datum určení.



Obr. 7.16

7.7 Nitkový planimetr



Obr. 7.17 - Nitkový planimetr

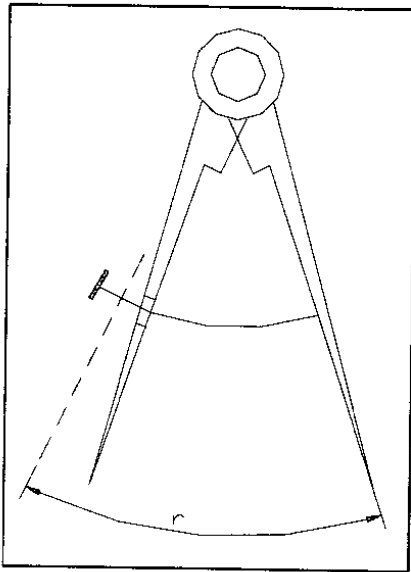
Parcely velmi složitého tvaru, ohraničené někdy i křivkami, se rozdělily rovnoběžkami v úzké proužky (obr. 7.17). Stálá vzdálenost rovnoběžek a musela být tak malá, aby proužky bylo možno pokládat za lichoběžníky o střední základně y a počítat jejich plošný obsah podle rovnice

$$p = a y$$

bez obavy, že by chyba tímto předpokladem zaviněná nějak podstatně ovlivnila výsledky měření - tj. planimetrovanou výměru. Je zřejmé, že čím členitější byla parcela, tím bylo nutno volit šířku proužků a menší. Výměra planimetrované parcely, rozdělené na proužky o šířce a , byla dána výrazem

$$P = a y_1 + a y_2 + \dots + a y_n = a (y_1 + y_2 + \dots + y_n) = a \Sigma y.$$

V praktických případech nebylo účelné, někdy ani možné, zmíněné rovnoběžky rýsovat. Parcely jakéhokoliv tvaru se rozdělily na proužky prostě tím, že na ně položily průhledné fólie z umělé hmoty, s natištěnou (vyrýsovanou nebo fotografovanou) soustavou rovnoběžných čar o známém vzájemném



intervalu a nebo nitkový planimetr. Součtovým kružítkem (obr. 7.18) - tj. odpichovátkem s nastavitelným maximálním rozvorem Σ , se odměřovaly střední příčky v lichoběžnících a postupně se sčítaly Σy . Výměra parcely byla dána již uvedeným vztahem

$$P = a \Sigma y,$$

kde ale hodnotu a a y je nutné vyjádřit v měřítku mapy.

Výměra se určila na příčných měřících. Součtové kružítko se rozevřelo na konstantní celou hodnotu, např.: 100 sáhů čtverečních, a počítal se počet těchto jednotek. Zbytek se odměřil na příčném měřítku (obr. 7.17).

Obr. 7.18 - Součtové pravítko

Nitkový planimetr Alderův, který se používal v našem katastru při určování výměr z katastrálních map (měřítko 1 : 2 880 a 1 : 1 000), měl do kovového rámu napjatou osnovu barevných žíní - černých, červených a žlutých - pravidelně se střídajících v intervalu a . Toto uspořádání umožňovalo pracovat s trojí šířkou proužků - podle členitosti obvodu parcely [RYŠAVÝ].

Planimetry polární

Planimetr polární byl velmi oblíbenou pomůckou k určování výměr. Nedosahoval takové přesnosti jako planimetr nitkový, proto nesměl být používán pro určování výměr v katastru, ale zato byl oblíben v projekčních kancelářích [RYŠAVÝ].

Planimetr se skládal se ze dvou ramen. Rameno pólové bylo zakončeno na jednom konci hrotem, který se zabodl do mapy. Na druhém konci byl kloub, který se vložil do ramene pojízdného. Na pojízdném ramenu byl hrot, kterým se objížděl obvod parcely a odečítací pomůcka - vernier.

Princip určení výměry polárním planimetrem spočívá v tom, že se objede hrotem (lupou) obvod parcely. Výměra parcely se odečte na stupnici vybavené vernierem. Na rozdíl X-Planu bylo nutné objet hrotem (případně lupou) přesně po hranicích parcely.

První polární planimetr zkonstruovali nezávisle na sobě A. Miller (1855) - konstrukci provedl G. Starke ve Vídni a roku 1854 docent matematiky na universitě v Curychu Jakub Amsler (1823 - 1912).

Zavedením digitizérů a počítačů se na katastrálních úřadech vytlačilo určování výměr pomocí nitkových planimetrů.

Kontrolní otázky

1. Jak závisí přesnost výsledné výměry na vstupních veličinách?
2. Způsoby výpočtu výměr?
3. Plochoměrné pomůcky, jejich význam, přesnost a uplatnění?
4. Určení srážky mapového listu?
5. Jak se zobrazí do mapy veličiny měřené přímo v terénu?

z měř: $m_p = \sqrt{(m_x)^2 + (m_y)^2}$ (Kružnice, kružnice)

z mapy: $\frac{m_p}{p} = \frac{m \cdot R}{a}$ (pro měř. p)

z souř: $m_p = m_{xy} \sqrt{2p}$

Vybranné zkratky

AGS	Astronomicko geodetická síť
BPEJ	Bonitní půdně ekologická jednotka
Bpv	Výškový systém Balt po vyrovnání
ČSJNS	Československá jednotná nivelační síť
ČSJNS/J	Jadran - do roku 2000
ČSJNS/Bpv	Balt po vyrovnání - od roku 2000 jediný platný výškový systém bez výjimky
ČSN	Česká technická norma
ČSNS	Česká nivelační síť
ČSTS	Česká státní trigonometrická síť
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální, Pod sídlištěm 9/18000, Praha 8 - Kobylisy
DKM	Digitální katastrální mapa (vztažné měřítko 1:1000) - kresba i souřadnice pouze na mediu, export dat buď ve VKM (výměnném formátu katastrální mapy), dgn, dwg, dxf, tisk na papír buď bez nebo s připojeným výkresem s čísly podrobných bodů. Pozor na původ podrobných bodů, např. body některých katastrálních území mají K.K. 3 i když pochází z fotogrammetrického měření, přesto se na ně nelze připojovat (pouze na body PBPP). Body s K.K. 8 byly převzaty digitalizací grafického podkladu dřívějších evidencí (PK, EN)
DMT	Digitální model terénu
EJ	Evidenční jednotka, viz TL
EN	Evidence nemovitostí (1964 - 1992)
ETRS	Evropský terestrický referenční systém
FIG	Mezinárodní federace zeměměřičů
GIS	Geografický informační systém
GP	zkratka buď pro "Geometrický plán" nebo "grafický příděl"
ISKN	Informační systém katastru nemovitostí (od r. 2001)
ISO	International Standard System-Mezinárodní organizace pro normalizaci
JEP	Jednotná evidence půdy (1956 - 1964)
K.K.	Kód kvality (dříve třída přesnosti)
KM-D	Katastrální mapa digitalizovaná (vztažné měřítko 1 : 1000 v S-JTSK, 1 : 2880 v Gusterbergu). Kresba i souřadnice jen na mediu, export dat buď ve VKM, dgn, dgw, dxf. Tisk na papír buď bez nebo s připojeným výkresem s čísly bodů podrobných bodů. Kód kvality souřadnic podrobných bodů většinou vyšší než 3.
KN	Katastr nemovitostí (od r. 1993)
KPÚ	Komplexní pozemkové úpravy
KÚ	Katastrální úřad
kú	Katastrální území
LV	List vlastnictví
ML	Mapový list
MNČ	Metoda nejmenších čtverců
OB	Orientační bod
ODIS	Odvětvové informační středisko VÚGTK
PBPP	Podrobné bodové polohové pole
PK	Pozemkový katastr (1927 - 1956)
PKN	Parcela katastru nemovitostí

PÚ	Pozemkové úpravy
RES	Registr souřadnic
S-42	Souřadnicový systém ve 3° a 6° pásech v Gaussově zobrazení
SIS	Státní informační systém
SPI	Soupis popisných informací
SGI	Soubor grafických informací
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SMO-5	Státní mapa odvozená v měřítku 1 : 5 000
SPI	Soubor písemných informací
TB	Trigonometrický bod
THM	Technicko hospodářské mapování v systému S-42 (1961 až 1969) a v S-JTSK (1969 až 1981)
TL	Triangulační list rozměru 10 x 10 km v měřítku 1 : 20 000
VKM	Výměnný formát katastrální mapy
VÚGTK	Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, 250 66 Zdiby 98
WGS84	Světový geodetický referenční systém 1984
ZABAGED	Základní báze geografických dat (původ z mapy 1 : 10 000)
ZB	Zajišťovací bod
ZBP	Základní bodové pole
ZBPP	Základní bodové polohové pole
ZhB	Zhušťovací bod
ZE	Zjednodušená evidence (parcely bývalého PK, EN, GP = grafický příděl)
ZMVM	Základní mapa velkého měřítka (kresba na grafické podložce, souřadnice v RES)
ZPMZ	Záznam podrobného měření změn (jednotný formulář pro zápis změn)
ZTL	Základní triangulační list (50x50 km)
ZÚ	Zeměměřický úřad, Pod sídlištěm 9/18000, Praha 8 - Kobylisy

Česko-anglicko slovníček vybraných geodetických výrazů

Bod	point
geodetický	geodetic point
polygonový	traverse station
pomocný	subsidiary point
Centrace	centering
nucená	forced centering
optická	optical plummet
Cíl	target
Čára	line
čárkovaná	pecked line
čerchovaná	dot-and-dash line
plná	full line
Dávka výpočetní	batch
Fotomapa	photomap
Geodetické údaje	data of control station name
Hlavní bod trasy	principal track
Hodnota	value
mezní	limit(ing) value
průměrná	average value
Hranice	boundary, border
katastrálního území	cadastral border
parcely	lot line
Hraničník (mezník)	landmark
Chyba	error, fault
Intravilán	urban area
Katastr	cadaster
nemovitostí	real estate register
Klad mapových listů	sheet line system
Klotoida	clothoid
Kolmice	perpendicular (line), ordinate, offset
Kůl	post
Lať	rod, staff
Lavička vytyčovací	sight rail
Mapa katastrální	cadastral map
Mapová značka	map symbol
Měření k záměrné přímce	alignment
Měření podrobné	detailed survey
Měřický náčrt	field sketch
Měřítko	scale
Metoda polární	polar method
ortogonální	orthogonal method

Mezník	landmark
Míra	measure, rate
kontrolní	bracing
křížová	cross measure
oměrná	side measure
Místopis bodu	station description
Nemovitost	real estate
Neviditelný	invisible
Ochranný znak	witness mark
Oblouk	curve
Pásmo	measuring band
Pata kolmice	foot of rod
Pentagon	pentagonal prism
Planimetr	planimeter
Pero (volnooska)	contour pen
Parcela	lot, parcel
stavební	parcel, building plot
Plot	fence
drátěný	wire fence
dřevěný	lattice fence
živý	hedge
Pole	field
bodové	control field
podrobné bodové pole	minor control
polohové bodové pole	horizontal control
Polohopis	planimetry
Polygonový pořad	traverse
s dlouhými stranami	long-leg traverse
Pořadnice	ordinate
Pozemek	(p)lot, land
Pozemek určený k zastavění	urban area
Prodloužit	extension
Protínání	intersection
Přechodnice	transition curve
Pyramida trojboká	tripod beacon
Rekognoskace	reconnaissance geodetic stations
Stabilizace	monumentation
Stabilizační kámen	monument stone
Stanovisko	
přechodné	free station
Tečna	tangent (line)
Tětiva	chord

Vektorizace mapy	map vectorization
Vrstevnice	contour (line)
doplňková	intermediate line [GB], supplementary line [US]
Výměra parcely	land area
Vynášecí pomůcky	plotting tools
Zápisník	field book
Zeměměřický inženýr	surveying ingeneer

Literatura

- ANIKIN, T.: Praktické vytyčovací tabulky. 3. přepracované a rozšířené vydání. Praha, Průmyslové vydavatelství 1951. 168 s.
- BÖHM, J.: Ing. Kosef Křovák - jeho život a dílo. Geodetický a kartografický obzor, 30 (72), 1984, č. 12, s. 303 - 305.
- BÖHM, J. - RADOUCH, V. - HAMPACHER, M.: Teorie chyb a vyrovnávací počet. 2. upravené vydání. Geodetický a kartografický podnik Praha, 1990. 416 s.
- BUCHAR, P.: Budeme měnit Křovákovo zobrazení. Geodetický a kartografický obzor, 39 (81), 1993, č. 7, s. 148 - 149.
- BUCHAR, P.: Matematická kartografie. Druhé přepracované vydání. České vysoké učení technické, Stavební fakulta, (v tisku).
- BUMBA, J.: Geometrické plány - příručka pro vyhotovitele i uživatele. Linde Praha 1999. 424 s. ISBN 80-7201-180-4.
- CIMBÁLNÍK, M.: Lokální síť Praha. Geodetický a kartografický obzor, 35 (77), 1976, č. 11, s. 229 - 232.
- CIMBÁLNÍK, M.: Vyšší geodézie a geodetické polohové základy. Doplňkové skriptum. 1. vydání. České vysoké učení technické, Stavební fakulta, 1992. 51 s.
- CIMBÁLNÍK, M.: Návrh na zpřesnění souřadnicového systému S-JTSK. Geodetický a kartografický obzor, 39 (81), 1993, č. 2, s. 23 - 18.
- ČADA, V.: Obnova katastrálního operátu v lokálních souřadnicových systémech stabilního katastru. Geodetický a kartografický obzor, 45 (87), 1993, č. 6, s. 122 - 136.
- ČERNÁ, R.: Určování výměr pozemků a testování přístroje X-Plan. ČVUT Praha, fakulta stavební, 1996. Diplomová práce. 56 s. + přílohy.
- DUŠÁTKO, D. - VATRT, V.: Informace o pracovním souřadnicovém systému S-JTSK. Geodetický a kartografický obzor, 37 (79), 1991, č. 8, s. 155 - 160.
- HAUF, M.: Geodézie II. Základy elektronických metod v geodézii. První vydání. České vysoké učení technické, Stavební fakulta, 1984. 152 s.
- HAUF, M. a j.: Geodézie (Technický průvodce 72). Druhé upravené vydání. Státní nakladatelství technické literatury, 1989. 564 s.
- HOJOVEC, V., aj.: Kartografie. První vydání. Geodetický a kartografický podnik Praha, 1987. 660 s.
- HONL, I. - PROCHÁZKA, E.: Úvod do dějin zeměměřičství III. - Novověk První část. Dotisk. České vysoké učení technické Praha, Stavební fakulta 1982. 131 s.
- HONS, J. - ŠIMÁK, B.: Pojďte s námi měřit zeměkouli. První vydání. Nakladatelství Dr. K. Kolářové, Praha 1942. 160 s.
- HUML, M. - MICHAL, J.: Mapování 10. První vydání. České vysoké učení technické, 2001. 319 s.
- INGEDULD, M. - BLAŽEK, M.: Úloha geodeta při rekonstrukci a dostavbě Národního divadla v Praze. Investiční výstavba, 19, 1981, č. 10, s. 326-329.
- INGEDULD, M. - JANDOUREK, J. - RATIBORSKÝ, J. - BLAŽEK, R.: GEODÉZIE. Metody výpočtu a vyrovnání geodetických sítí. První vydání. České vysoké učení technické, Stavební fakulta, 1990. 242 s.
- JENÍKOVÁ, Z. - BRYCHTA, M. - JEŘÁBEK, O.: Anglicko - český a česko - anglický slovník pro obor geodézie a kartografie. První vydání. České vysoké učení technické, 1983. 122 s.
- JINDRA, D.: Příspěvek ke zpřesnění souřadnicového systému S-JTSK. Geodetický a kartografický obzor, 39 (81), 1993, č. 2, s. 28 - 34.

- JINDRA, D. - KOLÁŘ, R. - TARABA, P.: První praktické poznatky z geodetického využití systému GPS v Zeměměřickém ústavu. Geodetický a kartografický obzor, 38 (80), 1992, č. 2, s. 26 - 27.
- JINDRA, D.: Použití GPS pro potřeby liniových staveb. In: VI. konference geodézie a kartografie v dopravě. Plzeň, 1993, s. 154 - 159.
- KÁDNER, S. aj.: Železniční geodézie a kartografie. První vydání. NADAS Praha 1986, 436 s.
- KARSKÝ, G.: Jak pracuje družicový systém GPS? Geodetický a kartografický obzor, 36 (78), 1990, č. 8, s. 187 - 192.
- KLIMEŠ, F. - LOSKOT, F.: Vytyčovací tabulky pro setinné dělení kruhu (technický průvodce, svazek 30). První vydání. Státní nakladatelství technické literatury Praha 1957. 560 s.
- KOBRLE, F.: Testovací měření s aparaturou Wild GPS - system 200. In: VI. konference geodézie a kartografie v dopravě. Plzeň, 1993, s. 154 - 159
- KOSTELECKÝ, J.: K převodu výsledků měření aparaturami GPS do souřadnicového systému S-JTSK. Geodetický a kartografický obzor, 39 (81), 1993, č. 7, s. 133 - 139.
- KUBA, B.: Katastr let příštích. Pozemkové úpravy, 1993, č. 6, s. 6 - 8.
- MAŠEK, F.: Pozemkový katastr. První vydání. Praha, ministerstvo financí, 1948. 223 s.
- MERVART, L.: Bernský software GPS. Geodetický a kartografický obzor, 39 (81), 1993, č. 6, s. 114 - 118.
- MERVART, L.: Globální polohový systém. První vydání. Vydavatelství ČVUT Praha, 1994. 110 s.
- NEUMAN, J.: Základní báze geografických dat České republiky. Geodetický a kartografický obzor, 39 (81), 1993, č. 5, s. 101 - 105.
- MICHALČÁK, O. - VOSIKA, O. - VESELÝ, M. - NOVÁK, Z.: Inžinierská geodézia II. První vydání. Bratislava, Alfa 1990. 386 s.
- NOUZA, J.: Rozhledny Čech, Moravy a Slezska. První vydání. Nakladatelství 555, Liberec 1999. 160 s.
- NOVÁK, Z. - VOSIKA, O.: Inženýrská geodézie Ib. Druhé vydání. České vysoké učení technické, stavební fakulta, 1985. 108 s.
- OLIVOVÁ, K. - KUBA, B. - VÁVROVÁ, M.: Byty a katastr nemovitostí (stav ke dni 1. 3. 2002). Páté vydání. Linde Praha, 2002.
- POTUŽÁK, P. - CÍSAŘ, J.: Podrobné mapování. První vydání. Státní nakladatelství technické literatury, 1966. 456 s.
- RATIBORSKÝ, J.: Geodézie 10. První vydání. Vydavatelství ČVUT Praha, 2000. 234 s.
- RYŠAVÝ, J.: Praktická geometrie. Česká matice technická Praha, 1941. 710 s.
- ŘEBÍK, V.: Elektronické principy bodových snímačů souřadnic. Geodetický a kartografický obzor, 34, 1988, č. 4, s. 100 - 103.
- SKÁLA, P.: Měřicí digitální přístroj X-PLAN 360 C. Geodetický a kartografický obzor, 39, 1993, č. 7, s. 148.
- STANĚK, V. - SVOBODA, J.: Měřické práce na stavbách - měřická praxe. Druhý díl. První vydání. SNTL Praha 1973, 272 s.
- ŠÍMA, J.: Česko-anglický slovník pro geodety a kartografy. První vydání. VÚGTK Zdiby, 208 s. ISBN-80-901319-1-3.
- ŠWIATONIEWSKÁ, D. - GODEK, K.: Rozbor přesnosti zobrazování bodů při použití kartometru KAR-A2. Geodetický a kartografický obzor 38 (80), 1992, č. 7, s. 148 - 150.
- VÁCHA, P.: Projektování PÚ v prostředí programu TopoL. In.: Voda a pozemkové úpravy. VIII. konference vodohospodářů. Kutná Hora 22. - 23. května 2002. s. 11 - 14. ISBN 80-02-01483-9.

- VESELÝ, V.: Klotoida, vytyčovací tabulky pro přechodnicové oblouky a přechodnice. Technicko - vědecké vydavatelství Praha 1952. 560 s.
- VYDRA, M.: Testování přístroje X-PLAN. ČVUT Praha, fakulta stavební, 1992. Diplomová práce.
- VYKUTIL, J.: K 200. výročí první triangulace na území ČSSR. Geodetický a kartografický obzor, 14 (56), 1968, č. 8, s. 230-233.
- VYKUTIL, J.: K 50. výročí vytvoření souřadnicového systému S - JTSK. Geodetický a kartografický obzor, 24, 1978, č. 1, s. 1-6.
- VYKUTIL, J.: Vyšší geodézie. První vydání. Kartografie Praha, 1982. 544 s.
- ZAJÍČEK, L.: Využití výsledků vyrovnání trigonometrické sítě v souřadnicovém systému S-42/83 pro zkvalitnění informací o systému S-JTSK. Geodetický a kartografický obzor, 38 (80), 1992, č. 11, s. 223 -226.
- ZIKEŠ, J.: Používáme AutoCAD Release 10 a Release 11. První vydání. České Budějovice, Nakladatelství KOPP 1992. 214 s.
- Geodetické referenční systémy v České republice (Vývoj od klasických ke geocentrickým souřadnicovým systémům). První vydání. VÚGTK Praha 1988. 187 s.
- Terminologický slovník geodézie, kartografie a katastra. První vydání. Úrad geodézie, kartografie a katastru Slovenskej republiky v Bratislavě a Český úřad zeměměřický a katastrální v Praze. 1998. 546 s.
- GEUS - verze 8. 0.
- GROMA - verze 6, 2001, 260 s
- TOPOL - verze 3.5. Referenční příručka. Help Service Praha 1996.
- KOKEŠ - Interakční grafický systém verze 5 pro Windows. Gepro 2001.
- ČSN 01 0451. Technické písmo. 1970.
- ČSN 01 1300. Zákonné měřicí jednotky. 1992.
- ČSN ISO 5457 (ČSN 01 3110) Formát a úprava výkresových listů. 1994.
- ČSN 01 3111 Skládání výkresů. 1985
- ČSN ISO 5455 (ČSN 01 3112) Měřítko. 1994.
- ČSN 01 3114 Čáry. 1980.
- ČSN 01 3130 Kótování. 1976.
- ČSN 01 3410. Mapy velkých měřítek, základní a účelové mapy. 1991.
- ČSN 01 3411. Mapy velkých měřítek, kreslení a značky. 1991.
- ČSN 01 3419. Výkresy ve stavebnictví, Vytyčovací výkresy staveb. 1988.
- ČSN 01 9322. Značky veličin v geodézii a kartografii. 1981.
- ČSN 72 2518. Kamenné měřické značky, staničníky, hraničníky, směrové a zábradelní kameny. 1977.
- ČSN 73 0401. Názvosloví v geodézii a kartografii. 1990.
- ČSN 73 0415. Geodetické body. 1980.
- ČSN 73 0416. Měřické značky stabilizovaných bodů v geodézii. 1985.
- ČSN 90 1111. Grafitové tužky.
- Zákon FS ČSFR č. 265/1992 Sb., o zápisech vlastnických a jiných věcných práv k nemovitostem.
- Zákon č. 344/1992 Sb., České národní rady o katastru nemovitostí (katastrální zákon).
- Zákon č. 359/1992 Sb., České národní rady o zeměměřických a katastrálních orgánech.
- Zákon ČNR č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením.

Vyhláška ČÚZK č. 190/1996 Sb., kterou se provádí zákon č. 265/1992 Sb., o zápisech vlastnických a jiných věcných práv k nemovitostem ve znění zákona č. 210/1993 Sb. a zákona č. 90/1996 Sb., a zákon ČNR č. 344/1992 Sb., o katastru nemovitostí České republiky (katastrální zákon), ve znění zákona č. 89/1996 Sb.

Vyhláška ČÚZK č. 162/2001 Sb., o poskytování údajů z katastru nemovitostí České republiky.

Vyhláška č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením.

Nařízení vlády č. 116/1995Sb., kterým se stanoví geodetické referenční systémy, státní mapová díla závazná na celém území státu a zásady jejich používání.

Metodický návod pro doplňování a obnovu Československé trigonometrické sítě. 984 120 MN-1/83.

Návod pro správu a vedení katastru nemovitostí (přílohy). První vydání. Český úřad zeměměřický a katastrální v Praze, srpen 2001.

Prozatímní návod pro obnovu katastrálního operátu. Český úřad zeměměřický a katastrální 1995.

Zpravodaj ČÚZK č. 1/1997, příloha - seznam závazných tiskopisů

Zpravodaj ČÚZK č. 1/1999 - Přehled o platnosti předpisů

Prospekty firem: Leica, Trimble aj.

Poznámka: zákony a vyhlášky jsou souhrnně uvedeny v publikaci:

Katastr nemovitostí, zeměměřictví podle stavu k 20. 11. 2001. Sagit Ostrava, 2001, 144 s.

Pravidla českého pravopisu. S dodatkem MŠMT ČR. První vydání. Academia Praha 2001. 392 s.

Vybrané www stránky

Hodnoty zadání na cvičeních je možné nalézt na <http://slon.fsv.cvut.cz>

http://www.vugtk.cz	VÚGTK, 250 66 Zdiby 98
http://www.vugtk.cz/nzk	Novinky zeměměřické knihovny VÚGTK
http://www.cuzk.cz	ČÚZK, Pod sídlištěm 9-1800, Praha 8 - Kobylisy Zeměměřický úřad, Pod sídlištěm 9-1800, Praha 8 - Kobylisy
http://www.kartografie.cz	
http://www.zememer.cz	Časopis Zeměměřič
http://www.sbirka.cz	Sbírka zákonů aj.
http://www.sagit.cz	Předpisy, katastr nemovitostí a zeměměřictví aj.
http://www.linde.cz	Předpisy, katastr nemovitostí aj.
http://www.csni.cz	Český normalizační institut, Praha 1, Biskupský dvůr 5
http://www.stk.cz	Státní technická knihovna ČR, Praha 1, Klementinum
http://www.npk.cz	Národní knihovna ČR, Praha 1, Klementinum
http://www.mlp.cz	Městská knihovna Praha, Praha 1, Mariánské náměstí
http://platan.vc.cvut.cz/index.phtml.cz	
http://www.atlasltd.cz	http://www.geotronics.cz
http://www.eurogv.cz	http://www.gepro.cz
http://www.gcr.cz	http://www.astronomy.cz

<http://www.geodezie.cz>

<http://www.geodezie-krkonose.cz>

<http://www.geodis.cz>

<http://www.geoline.cz>

<http://www.geometra-opava.com.cz>

<http://www.geovap.cz>

<http://www.geoserver.cz>

<http://www.trimble.com>

<http://www.topcon.com>

<http://www.sokkia.com>

<http://www.pentax.co.jp/apc>

<http://www.leica.cz>

<http://www.groma.cz>

<http://www.geusware.cz>

Příloha č. 2 - Výpočetní protokol WinKokeš 4.27, Záznam měření ve formátu MAPA2, Záznam měření ve formátu Geodimeter (*.job), vykreslení parcely a Seznam souřadnic S-JTSK

Volné Stanovisko 073006384101

Orientace	red. délka	m.směr	vert.úhel	Y	X	Z
073006384010	31.870	280.1070	100.8413	745786.330	1058153.956	341.246
073006384011	27.584	37.3632	98.4066	745831.939	1058186.738	340.815

Výpočet volného stanoviska MNČ:

Bod	měř.směr	měř.délka	vyr.směr	vyr.délka	dfi	ds
073006384010	280.1070	31.870	280.1065	31.878	0.0005	-0.008
073006384011	37.3632	27.584	37.3638	27.592	-0.0006	-0.007

Vypočten bod: Y=745816.663 X=1058163.761 Z=340.665 or. pos= 399.9901
 střední polohová chyba: mxy= 0.008 střední chyba or. posunu: morp= 0.0075

Výpočet podrobných bodů

Bod	délka	vod.směr	vert.úhel	převýšení	výška cíle	dom. kol.
073006380001	3.720	53.7379	98.9510	---	1.537	
073006380002	8.701	92.7658	101.2800	---	1.537	
073006380003	18.919	187.7328	105.8150	---	1.537	
073006380004	16.792	239.0443	102.6529	---	1.537	
073006380005	8.959	207.0109	101.9697	---	1.537	

Podrobných bodů spočteno:6

Záznam měření ve formátu MAPA2

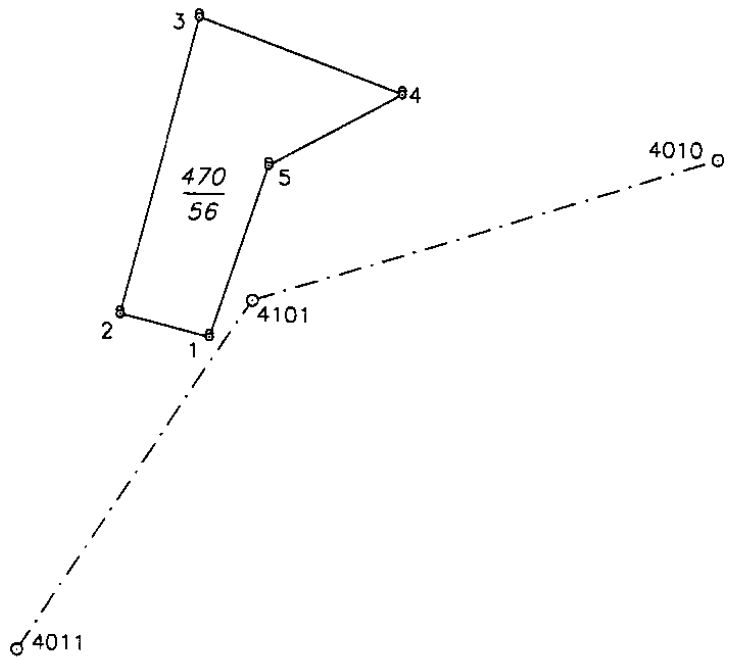
; VST		
1	073006384101 1.000	Kód volného (přechodného) stanoviska
	073006384010 2 31.8780 0.001 280.10699 100.84130 OR	Polární metoda, č.stan., výška stroje
	073006384011 2 27.5970 1.537 37.36320 98.40660 OR	Č.b., typ délky, š.délka, výška cíle,
-1		HZ, V, OR=orientace
	073006380001 2 3.7200 1.537 53.73790 98.95100 M	-1 konec orientací
	073006380002 2 8.7010 1.537 92.76580 101.28000 M	Č.b., typ délky, š.délka, výška cíle,
	073006380003 2 18.9190 1.537 187.73280 105.81500 M	HZ, V, M=mezník
	073006380004 2 16.7920 1.537 239.04430 102.65290 M	---
	073006380005 2 8.9590 1.537 207.01089 101.96970 M	---
/		---
-2		Konec stanoviska
		Konec zápisníku

Záznam měření ve formátu Geodimeter (*.job)

50=OHROBVT	Název lokality
51=2002.0128	Datum
52=9.3048	Čas
53=LV	Měřič
56=10.0	Teplota [°C]
74=969.00	Tlak [hPa]
2=4101	Číslo stanoviska
3=1.000	Výška přístroje na stanovisku
4=VST	Kód bodu (zde volné stanovisko)
5=7306384010	Číslo měřeného bodu
7=280.1070	Vodorovný směr - Hz
8=100.8413	Zenitový úhel - V
9=31.878	Šikmá délka
6=0.001	Výška signálu (cíle)
4=OR	Kód měřeného bodu (OR=orientace)
5=7306384011	
7=37.3632	
8=98.4066	
9=27.597	
6=1.537	
4=OR	
5=1	Číslo měřeného bodu
7=53.7379	Vodorovný směr - Hz
8=98.9510	Zenitový úhel - V
9=3.720	Šikmá délka
6=1.537	Výška signálu (cíle)
4=M	Kód měřeného bodu (M=mezník)
5=2	
7=92.7658	
8=101.2800	
9=8.701	
6=1.537	
4=M	

5=3
 7=187.7328
 8=105.8150
 9=18.919
 6=1.537
 4=M
 5=4
 7=239.0443
 8=102.6529
 9=16.792
 6=1.537
 4=M
 5=5
 7=207.0109
 8=101.9697
 9=8.959
 6=1.537
 4=M

50=OHROBVYT
 51=2002.0128
 52=9.3048
 53=LV
 56=10.0
 74=969.00
 2=4101
 3=1.000
 4=VST
 5=7306384010
 7=280.1070
 8=100.8413
 9=31.878
 6=0.001
 4=OR
 5=7306384011
 7=37.3632
 8=98.4066
 9=27.597
 6=1.537
 4=OR
 5=1
 7=53.7379
 8=98.9510
 9=3.720
 6=1.537
 4=M
 5=2
 7=92.7658
 8=101.2800
 9=8.701
 6=1.537
 4=M
 5=3
 7=187.7328
 8=105.8150
 9=18.919
 6=1.537
 4=M
 5=4
 7=239.0443
 8=102.6529
 9=16.792
 6=1.537
 4=M
 5=5
 7=207.0109
 8=101.9697
 9=8.959
 6=1.537
 4=M



Seznam souřadnic S-JTSK

Č.b.	Y	X
073006380001	745819.44	1058166.23
073006380002	745825.30	1058164.75
073006380003	745820.27	1058145.27
073006380004	745807.01	1058150.04
073006380005	745815.68	1058154.86
073006384010	745786.33	1058153.96
073006384011	745831.94	1058186.74
073006384101	745816.66	1058163.76

Příloha č. 3 - Stručný návod na použití universálního elektronického teodolitu firmy TOPCON řady GTS-210

Dalekohled přístroje typů GTS-211D a GTS-212 dává vzpřímený obraz, zvětšení je 26x, zorné pole 1° 30'. Do vnitřní paměti je možné uložit data až o 2 400 bodech. V přístroji je možné založit až 15 souborů. Při plném nabití vydrží baterie 3,5 hodiny. Pomocí rychlonabíječky je baterie nabita za 1,5 hodin.

Další technické parametry pro GTS 211D:

Displej: 4 řádky o 20 znacích, tři řádky zobrazují měření, čtvrtý (dolní) programové klávesy

Minimální délka zaostření: 0,9 m

Měřená délka při optimálních podmínkách na jeden hranol: 1100 m

Přesnost měření délek: 3 mm + 2 ppm

Přesnost měření úhlů: 0,2 mgon/1 mgon

Korekce náklonu: dvouosý kompenzátor

Citlivost krabicové libely: 10"/2 mm

Citlivost alhidádové libely: 30"/2 mm

Rozsah okolní teploty: -20 až 50 °C

Váha teodolitu s držadlem a baterii: 4,8 kg

Postup prací na stanovisku

1. Horizontace a centrace
2. Zapnutí přístroje pomocí zeleného tlačítka POWER
3. Inicializace kruhů protočením kolem svislé a točné osy teodolitu
4. Ověření stavu baterie, baterii je nutné vyměnit při zobrazení jedné čárky

Nastavení počátečního čtení

1. a) nastavení nuly: F1 [0-HU]
b) nastavení hodnoty směrníku nebo jiné hodnoty na jeden bod: F3 [VLHU], F2 [DRZ]

Založení souboru měření

2. MENU

- a) F1 [SBĚR DAT]: zvolí se jméno souboru, do kterého se budou ukládat data, např.: SK03. Při zadávání alfanumerických znaků se pohybujeme v nabídce pomocí šipek doleva, doprava, nahoru, dolů
- b) F4 [ENTER]
- c) F1 [VSTUP]: Vložení čísla stanoviska, např.: 4003, F4 [ENTER],
- d) F1 [VSTUP]: Vložení výšky přístroje, např.: 1.5 [ENTER]
- e) Registrace F3 [Ano]/ F4 [Ne]

Měření

3. Měření vzad = orientace minimálně na jeden bod, bod má kód #
 - a) F2
 - b) F1 [VSTUP] tj. bod vzad : např.: 4002, F4 [ENTER]
 - c) F1 [VSTUP] tj. výška přístroje V.PR., F4 [ENTER]:

d) F3 [MER]

d1) buď F1 [VH] (měří se jen směr na trvale signalizovaný bod), F3 [Ano]/ F4 [Ne]

e1) F3 [REG] tj.: registrace F3 [Ano]/ F4 [Ne]

d2) nebo F1 [Bod vzad] : např.: 4004, F4 [ENTER]

e2) F3 [MER]

f2) F2 [SD] (na cílový bod je možné měřit směr i délku), OK?, F3 [Ano]/ F4 [Ne]

g2) F3 [REG] tj.: registrace F3 [Ano]/ F4 [Ne]

h) opakování F2 pokud je více orientací

Způsob zaměření bodu je označen hvězdičkou (např. *VD), číslo cíle se automaticky zvětšuje o jedničku, pokud se nechce zadat číslo jiné

4. Měření na podrobné body tj. měření vpřed na nový bod nebo bokem

a) F3 [M.VPR/M. BOKEM]

b) číslo bodu F1 [VSTUP] např. 30, po uložení bodu se číslo následujícího bodu zvětší o jedničku

c) F3 [MER] volba mezi

d) F1 [VH], F2 [*SD],

e) OK? (A/N), F3 [REG] (A/N), při stisknutí F4 [VSE] OK? (A/N) se údaje změní a zaregistrují

f) F3 [XYZ] možnost registrace souřadnic,

g) F4 [ODSAZ] možnost registrovat odsazení (polární kolmici nebo doměrek)

h) způsob zaměření a registrace je shodný jako u předchozího měření vzad

i) volba F4 [ODSAZ], hranol se postaví bokem tak, aby vzdálenost odpovídala středu např. lampy veřejného osvětlení nebo stromu

j) F1 [ÚHLOVÉ], případně F2 [DÉLKOVÉ]

k) F1 [ÚHLOVÉ] např. u lamp veřejného osvětlení

l) hranol se postaví tak, aby vzdálenost odpovídala středu objektu a změní se vzdálenost

m) zacílí se na střed lampy, délka se nemění

Zacíleno?, OK (A/N), REG (A/N). Jsou registrována data, jako by hranol stál uprostřed lampy

5. Prohlížení naměřených údajů

a) F2 [HLED] = hledej,

b) F1 [EDITACE]: F1 [PRVNÍ ZÁZNAM], F2 [POSLEDNÍ ZÁZNAM], F3 [HLEDÁNÍ ČÍSLA BODU]

c) Opuštění ESC

Ovládací klávesy

Vpravo od displeje jsou klávesy (blíže k displeji):

Klávesa souřadnicového měření - Mód souřadnicového měření

Klávesa délkového měření - Mód délkového měření

Klávesa úhlového měření - Mód úhlového měření ANG

dále od displeje

Klávesa MENU - Přepíná mezi módem Menu a normálním módem

Klávesa Escape (ESC) - Návrat do měřického módu nebo předchozí úrovně módu v nastavení módu

Klávesa Power - Zapnutí/vypnutí napájení

Význam symbolů na displeji

V	Vertikální úhel
HP	Horizontální úhel pravý
HL	Horizontální úhel levý (využije se např. při vytyčování podrobných bodů oblouků)
HD	Vodorovná délka
VD	Převýšení
SD	Šikmá délka
X	Souřadnice X
Y	Souřadnice Y
Z	Souřadnice Z
*	Dálkoměr je v činnosti
m	Jednotka metr
ft (fi)	Jednotka stopa (stopa a palec)

Pod displejem jsou čtyři funkční (soft) klávesy F1 - F4

Mód měření úhlů

P1	F1	0-HU	Nastavení horizontálního úhlu na nulu
	F2	DRZ	Drž horizontální úhel
	F3	VLHU	Nastavení horizontálního úhlu vložení přes klávesnici
	F4	P1 ↓	Přechod na stránku P2
P2	F1	NAKL	Nastavení korekce z náklonu osy
	F2	REP	Měření úhlů repeticí
	F3	V%	Měření vertikálního úhlu v procentech
	F4	P2 ↓	Přechod na stránku P3
P3	F1	H-BZ	Nastavení znění bzučáku (při každých 100 gon)
	F2	P/L	Přepínání mezi levo a pravotočivým číslováním vodorovného kruhu
	F3	0-VU	Přepínání mezi zenitovým a vertikálním dělením kruhu
	F4	P3 ↓	Přechod na stránku P1

Mód měření délek

P1	F1	MER	Spustí měření
	F2	MOD	Nastavení módu měření Jemný/Hrubý/Tracking
	F3	S/A	Nastavení audio módu
	F4	P1 ↓	Přechod na stránku P2

P2	F1	ODSAZ	Nastaví mód měření odsazení
	F2	VYT	Nastaví vytyčovací mód
	F3	m/f/i	Přepíná jednotky metr/feet/feet a inch
	F4	P2 ↓	Přechod na stránku P1

Mód měření souřadnic

P1	F1	MER	Spustí měření
	F2	MOD	Nastavení módu měření Jemný/Hrubý/Tracking
	F3	S/A	Nastavení audio módu
	F4	P1 ↓	Přechod na stránku P2
P2	F1	V.C.	Vložení výšky hranolu
	F2	V.PR.	Vložení výšky přístroje
	F3	STN	Vložení souřadnic stanoviska
	F4	P2 ↓	Přechod na stránku P3
P3	F1	ODSAZ	Nastaví mód odsazení
	F2		
	F3	m/f/i	Přepíná jednotky metr/feet/feet a inch
	F4	P3 ↓	Přechod na stránku P1

Mód voleb

Menu 1 Nastavení jednotek

Položka	Volby
Teplota a tlak	°C/°F
Tlak	hPa/mm/Hg/inHg (uved' hPa nebo mbar)
Úhel	DEG (360°)/GON (400G)/MIL (6400M)
Délka	METER/FEET/FEET a inch

Menu 2 Nastavení MODU

Zapnutí	MER.UHLU/MER.DELEK
Jemný hrubý	TRK
HD&VD/SD	Definice zda je po zapnutí nejdříve zobrazena vodorovná délka a převýšení nebo šikmá délka
V.UHEL 0-Z/0-H	Volba zda svislý úhel je čten od zenitu nebo od vodorovné
N-KRAT/OPAKOVAT	Volba módu měření délek při zapnutí přístroje
POCET MERENI	Nastavení počtu opakování při měření délek
XYZ/YXZ	Volba pořadí souřadnic

Příloha č. 4 - Stručný návod na použití univerzálního elektronického teodolitu GEODIMETER 510N

1. Centrace a horizontace

Při postavení přístroje na bodě je nutno postupovat poněkud odlišným postupem, než jak je zvykem u klasických teodolitů. Při postavení stativu na bod by neměl být na stativu umístěn přístroj a to až do okamžiku jeho definitivního umístění a řádného zašlápnutí. Je to z několika důvodů - především u tohoto přístroje se předpokládá měření pouze v I. poloze. Proto jsou laboratorně určeny všechny přístrojové chyby a ty jsou následně numericky zaváděny jako opravy odečítaných směrů a zenitek. Při zašlapávání stativu však dochází k otřesům přístroje a je nebezpečí, že dojde ke změně hodnot přístrojových chyb. V tom případě by hodnoty směrů byly opravovány o chybné hodnoty a tím znehodnocovány. V případě měření v obou polohách by sice došlo k jejich vyloučení, přístroj by však zbytečně vykazoval velké chyby.

Postup :

- 1) stativ umístíme na bod pouze s trojnožkou (obsahuje libelu i optický centrovač)
- 2) posunem stativu opticky nacentrujeme trojnožku na bod
- 3) zašlápneme stativ
- 4) pomocí stavěcích šroubů přesně nacentrujeme na bod
- 5) nohama stativu urovnáme krabicovou libelu
- 6) do trojnožky umístíme přístroj a zajistíme jej
- 7) zapneme přístroj
- 8) přístroj urovnáme elektronické libely
- 9) zkontrolujeme centraci, příp. posunem po hlavě stativu docentrujeme

2. Uvedení přístroje do chodu

Přístroj se zapíná stisknutím tlačítka na levé straně klávesnice. Další postup je závislý na tom, kdy a za jakých okolností došlo k poslednímu vypnutí přístroje - přístroj si totiž 2 hodiny po vypnutí pamatuje stav, ve kterém se nacházel těsně před vypnutím. Pokud dojde k opětovnému zapnutí během tohoto času, je měřič informován z jakého důvodu byl přístroj vypnut a je dotázán, zdali chce pokračovat v předchozí činnosti. Pokud ano, je stroj uveden do stavu, v jakém se nacházel v okamžiku vypnutí (měření, editování, zadávání hodnot,...). V tomto případě je nutno si uvědomit, zdali nedošlo od vypnutí přístroje k jeho přecentrování, pootočení na stativu (včetně trojnožky), příp. k přesunu stativu, a tím tedy ke změně orientace.

V opačném případě je další postup následující :

A) Horizontace a inicializace kompenzátorů

Horizontace se provádí pomocí elektronických libel, v případě že přístroj nepotřebujeme mít zhorizontovaný (přenos dat atd.) je možno vypnout kompenzátor a tím i elektronické libely

- 1) po zapnutí se na displeji objeví elektronické libely, přístroj se nastaví displejem rovnoběžně se spojnicí dvou stav. šroubů
- 2) pomocí těchto šroubů se urovná elektronická libela pro tento směr
- 3) bez otočení přístroje se třetím stavěcím šroubem urovná libela pro kolmý směr
- 4) v libovolném natočení přístroje stisknu klávesu na straně přístroje odvrácené od klávesnice (je tam jediná)

5) vyčká se do zvukového signálu a po té podle pokynů pootočím přístrojem o 200 gon a stiskne se klávesu A/M (nejlépe je otočit přístroj klávesnicí od sebe a stisknout příslušnou klávesu, vyčkat na signál a otočit přístroj zpět klávesnici k sobě) - tím jsou inicializovány oba kompenzátory.

B) Nastavení přístrojových hodnot

Po inicializaci kompenzátorů (nebo při jejím vynechání okamžitě) je na přístroji automaticky spuštěn program P0 Tento program slouží k nastavení teploty a tlaku (slouží k automatickému výpočtu atmosférických korekcí pro měření délek) a dále k zadání součtové konstanty hranolů a nastavení nějaké hodnoty směru na nějaký orientační bod (pokud je stisknuta klávesa ENT bez zadání hodnoty, zůstává zachováno stávající čtení). Po zadání všech požadovaných hodnot se přístroj automaticky přepne do režimu elektronického teodolitu.

3) Ovládání přístroje – ovládací prvky

Přístroje firmy GEODIMETER je možno ovládat několika značně odlišnými způsoby.

A) Obecné zásady

- v případě, že nějaký program či funkce má více možností voleb, jsou možnosti voleb vyobrazeny ve spodním řádku displeje a volba se provádí stisknutím klávesy pod příslušnou volbou na displeji, v případě delších voleb jsou tyto volby vypsány v jednotlivých řádcích a volba se provádí zadáním příslušného čísla volby,
- pokud je možností voleb více než je možno zobrazit na displeji, je možno vyvolat další sadu voleb stisknutím klávesy ENT (a to cyklicky),
- pokud je možno odpovědět pouze ANO – NE, provede se volba stisknutím klávesy Yes nebo No,
- přepnutí klávesnice na zadávání znaků se provede stisknutím klávesy „alfa“ a poté se zadávají ASCII hodnoty požadovaných znaků,
- odesílání zadaných hodnot se provádí klávesou ENT,
- smazání posledního zadaného či nabízeného znaku se provede klávesou CL.

B) Menu

Tento soubor ovládacích funkcí se vyvolá stisknutím klávesy MNU. Po té se na displeji postupně zobrazí několik stránek voleb, mezi kterými je možno se posunovat pomocí klávesy ENT.

Pomocí jednotlivých voleb je možno nastavit jednotky, ve kterých bude přístroj pracovat, počet desetinných míst pro veličiny, osvětlení displeje a nitkového kříže, nastavení souřadnic stanoviště, editace dat v paměti, určení a nastavení přístrojových chyb (pro automatické odstraňování) atd.

C) Programy

Přístroje GEODIMETER mají možnost využívat firemní i uživatelské měřické a registrační programy. Programy se vyvolávají klávesou PRG a zadáním čísla programu. Programy jsou v několika částech.

- PRG 0 ... standardní program, spouští se po inicializaci kompenzátoru
- PRG 1 až PRG 19 ... vlastní tvorba (uživatelské prg.)
- PRG 20 ... orientace na stanoviště (známé a volné stanoviště)
- PRG 23 ... vytyčování
- PRG 40 ... systém UDS (systém pro tvorbu vlastních programů)
- PRG 54 ... programy pro přenos dat do počítače

D) Funkce

Posledním prvkem pro ovládání přístrojů GEODIMETER jsou zabudované funkce. Pro pochopení této části je nutno mít určitou představu o vnitřním uspořádání přístroje (paměťovém).

Zjednodušeně se dá říci, že přístroj pracuje se 100 proměnnými (registry). V těchto proměnných jsou ukládány informace o stavu přístroje (zapnutí či vypnutí kompenzátoru, teplota, tlak, PPM), naměřené veličiny (informace o zaměřeném směru, vodorovné či šikmé délce, souřadnicích zaměřeného bodu) a mnoho dalších veličin. Každá z těchto proměnných je označena číslem v rozmezí 0 - 99 (tzv. návěští). Seznam všech návěští je uveden v manuálu, zde jsou uvedeny pouze ty nejdůležitější :

- 2 ... číslo stanoviška
- 3 ... výška přístroje
- 4 ... kód bodu
- 5 ... číslo bodu (podrobného)
- 6 ... výška signálu
- 7 ... Hz směr
- 8 ... zenitový úhel
- 9 ... šikmá délka
- 10 ... převýšení (není uvažována výška stroje ani
- 11 ... vodorovná délka
- 17 ... Hz ve 2. poloze
- 18 ... Z ve 2. poloze
- 20 ... součtová konstanta
- 21 ... Hz referenční směr
- 22 ... zapnutí - vypnutí kompenzátoru
- 24 ... Hz v 1. poloze
- 25 ... Z v 1. poloze
- 30 ... PPM
- 37 ... souřadnice X
- 38 ... souřadnice Y
- 39 ... souřadnice Z
- 47 ... relativní souřadnice X (souř. stanoviška 0.0, osa X do nulového směru)
- 48 ... relativní souřadnice Y
- 49 ... převýšení (včetně výšky stroje a signálu)
- 51 ... datum
- 52 ... čas
- 53 ... měřič
- 56 ... teplota
- 74 ... tlak

Ovládání přístroje pomocí funkcí spočívá vlastně v naplňování příslušných registrů požadovanými hodnotami. Postup je takový, že stisknu klávesu F (v kterémkoliv okamžiku) a zadám číslo návěští, které chci naplnit či změnit. Po té zadám hodnotu, která má být do příslušného registru uložena. Např. chci vypnout kompenzátor : F , 22 , 1 , ENT Při použití těchto funkcí je nutno si uvědomit, které funkce ovlivní pouze hodnoty naměřené na jeden bod, a které ovlivní celé následující měření (např. PPM nebo součtová konstanta).

4) Měřické režimy přístroje

Již dříve bylo naznačeno, že přístroj je schopen pracovat ve více režimech :

- STD modus ... je zapnut automaticky, předpokládá měření v 1. poloze, nenaplnuje registry pro druhou polohu (přesněji řečeno nenaplnuje je správně), délky se měří pouze na požádání volí se stisknutím klávesy STD (pouze v režimu přístroje teodolit)
- TRK modus ... režim opakovaného rychlého měření délek se sníženou přesností volí se stisknutím klávesy TRK (pouze v režimu přístroje teodolit)
- D modus ... režim přesného měření délek i směrů, měření se provádí v obou polohách volí se stisknutím klávesy D (pouze v režimu přístroje teodolit).

A) Režim standardního teodolitu

do režimu standardního teodolitu se dostaneme po zadání všech požadovaných hodnot v programu P0. Na displeji se standardně zobrazí informace o aktuálních hodnotách HZ směru a zenitky. Měření délky se spouští stisknutím klávesy A/M (v případě TRK modu se délka zobrazí okamžitě po zachycení odraženého dálkoměrného paprsku). V případě, že nás zajímají jiné hodnoty, než jsou zobrazeny na displeji, stisknutím klávesy ENT vyvoláme další stranu zobrazovací tabulky.

B) D modus

V tomto režimu je poněkud odlišný postup měření. Měření se vždy začíná ve 2. poloze. Podle potřeby se jednou či vícekrát zacílí a odměří hodnota směrů ve 2. poloze (měření se provádí stisknutím klávesy, která je přístupná právě při proložení přístroje do 2. polohy). Na displeji je zobrazován počet měření ve 2. poloze. Poté se přístroj proloží do 1. polohy a zaměří se hodnoty směrů v 1. poloze (přístroj obsluhu donutí, aby počet měření v obou polohách byl stejný). V této poloze se měření provádí stisknutím klávesy A/M. Následně jsou displeji zobrazeny odchylky mezi 1. a 2. polohou a hodnota výsledných směrů. Pak může následovat zaměření délky.

5) Nastavování a příprava přístroje

Pro usnadnění práce s přístrojem je možno ještě před vlastním měřením provést nastavení přístroje do stavu, který bude co nejlépe odpovídat pracím, které budeme provádět. Jedná se především o nastavení, jaké veličiny a v jakém pořadí se budou během práce zobrazovat na displeji. Druhá část nastavení se týká vytvoření vlastních měřických a registračních programů.

A) Zobrazovací tabulky displeje

Přístroj umožňuje nadefinovat si vlastní tzv. zobrazovací tabulky - jsou to definice, které určují, které hodnoty (registry) a v jakém pořadí se mají zobrazovat na displeji (jednotlivé stránky v rámci tabulky se přepínají klávesou ENT).

B) Programování přístroje

Přístroje GEODIMETER umožňují vytvářet vlastní měřické registrační programy. Jsou to zjednodušeně řečeno předpisy, které určují, jaké hodnoty (registry či návěští) a v jakém pořadí se mají ukládat do registračního zařízení. Navíc je možno definovat, zdali se tyto hodnoty mají ručně zadávat či změřit, zdali má být nabízena nějaká hodnota (např. výška signálu) či zdali se má nějaká hodnota automaticky zvětšovat (číslo bodu) atd.

Při měření podle registračního programu platí, že data zadávaná ručně se odesílají klávesou ENT, měřené hodnoty se odesílají klávesou REG. Platí, že je nutno naplnit všechny registry, které jsou předepsány programem. Pokud v nějakém okamžiku není naplněn nějaký registr, přístroj neumožní

obsluze pokračovat dále (např. není-li odměřena délka, neumožní program zadat výšku hranolu, pokud je předepsáno, že délka se měří dříve). K uložení registrovaných hodnot dochází až po naplnění všech předepsaných registrů (čili po ukončení jednoho průběhu programu). Do té doby jsou data uložena pouze ve vyrovnávací paměti, kde je možno je ještě ovlivňovat a měnit.

Příloha č. 5 - Stručný návod na výpočty v programech GROMA a GEUS

V této příloze bude popsán velmi stručný popis výpočtu souřadnic bodu určeného délkovým protínáním. Mějme za úkol vypočítat souřadnice bodu 3 délkovým protínáním z bodu 1 a 2 o známých souřadnicích.

Bod	Y	X	Délka	Poznámka
1	751159,61	1084370,91	1516,04	levé stanovisko
2	751175,36	1085884,43	1329,53	pravé stanovisko

Práce s počítačem se zahájí zapnutím monitoru a pak počítače. Údaje o bodech (číslo a souřadnice) jsou dány předem nebo se zadají až při výpočtu. Za předpokladu, že jsou dána v počítačové učebně vytvoří se adresář E:\STUDENT\JMENO a do něj zkopíruje soubor z disku J:\GD20\geo**.txt. Po zkopírování se opustí Norton Commander (nc) nebo Volkov Commander (vc). Groma počítá pod Windows a Geus v DOS.

GROMA

1. Spustit Windows
2. Kliknout na ikonu Groma
3. Založit nový soubor, např. marie
4. Nebo Soubor | Otevři | zvol adresář: E:\STUDENT\JMENO | soubor typu | souřadnice - XYZ (*.txt).

Výpočet

Před vlastním výpočtem pomocí příkazů [Nástroje, Kontrolní kresba] lze otevřít dialogové okno do něhož se bude zobrazovat kontrolní kresba konfigurace jak daných bodů tak i určovaných bodů. Dané body jsou znázorněny černě, měřené veličiny a určované body červeně.

Klikne se buď na ikonu délkového protínání (délky jsou znázorněny krátkou červenou čárkou rovnoběžnou se stranami trojúhelníku) nebo v menu Vypočty. Při výpočtu je třeba respektovat pořadí bodů A, P, B (daný bod A je vlevo od určovaného bodu P a daný bod B vpravo od určovaného bodu P). Z okna datového souboru se přetáhnou data do okna [5] *Protínání z délek* o levém a pravém stanovisku (pokud jsou zadány) pomocí kurzoru ve tvaru ruky. V daném souboru má kurzor ruce zavřené a v okně do kterého přetahuje otevřené. Jinak se musí zadat (čb, y, x). Vloží se délky stran a do dolní části okna číslo určovaného bodu. Klikne se na Vypočet.

Při výpočtu je prováděna řada kontrol (např. protínají-li se přímky, je-li zadáno číslo určovaného bodu, aj.). Údaje o nově určeném bodě se dají přetáhnout také do jednoho ze stanovisek, nebo se myši mohou přetáhnout do seznamu souřadnic. Pokud je bod již vypočítán, je dána možnost:

uložit nová, ponechat data původní, nebo uložit průměr.

Výpočet souřadnic je možné si prohlédnout po stisknutí Protokol v okně *Protokol*. Data je možné uložit stisknutím Uložit. Nové okno má název "*Nepojmenovaný 2*": *Protokol*, který je možné Uložit nebo Uložit jako (s přidělenou příponou pro). Všechny další výpočty se pak ukládají do souboru, pokud je nechceme ukládat do jiného souboru. Na konci výpočtu lze okno "*Nepojmenovaný 1*": *Souřadnice* přejmenovat, např. marie (s přidělenou příponou crd).

Úloha se ukončí standardním postupem a opustí se Windows. Nyní se vypočtou souřadnice bodu 3 v GEUSu.

GEUS

Geus se spustí ve svém adresáři.

Zadá se jméno seznamu souřadnic, do kterého se bude ukládat výsledek výpočtu, např. MARIE

Chci vytvořit A/N (stiskni A = ano)

Nastav Tisk: Ano (protokol má shodné jméno, tj. marie)

Parametry tisku: SOUBOR: E:\STUDENT\MARIE.ptk

Port textové tiskárny: SOUBOR

Protokol má shodné jméno se seznamem: ANO

Číslo náčrtu: 100001 [neodpovídá současné 12 ciferné konvenci]

může se zadat redukce souřadnic

počet desetinných míst

Exp/Imp Formát TXT-obecný imp/exp

Načti soubor: ↵, Pořadí souřadnic y-x změna ↵ na x-y, šipka vpravo,

Tab, šipkou dolů na daný soubor

Prohlédnout soubor zda-li je vše v pořádku (Seznam, Editovat)

Výpočet se provede tak, že v nabídce Výpočty se zvolí úloha (Protínání z délek)

Body se zadávají podle obrázku v okně. Konfigurace daných bodů je obrácená než v Gromě. Nejprve se zadá se číslo pravého stanoviska (1). Pokud jsou souřadnice v souboru souřadnic zobrazí se i jejich hodnoty, pokud nejsou v seznamu musí se zadat z klávesnice. Dále se vloží délka strany na určovaný bod. Dále se vloží číslo levého stanoviska (2) a data obdobným způsobem údaje jako u pravého stanoviska. Program vyžaduje číslo určovaného bodu (P). Pokud je jen jedna kombinace (jenom dva dané body) stiskne se dvakrát ↵ a objeví se souřadnice určovaného bodu. Bod může být určen z více kombinací. Data vkládáme podobně jako u prvních dvou daných bodů. Vypočtené souřadnice se budou lišit. Program nabídne volbu:

původní, nové, průměr

V prvních dvou nabídkách se musí počtář rozhodnout, jestli neudělal při některém výpočtu chybu a případně výpočet znova opakovat. Jestliže jsou difference souřadnic při dalších výpočtech přijatelné, zadá se průměr.

Výpočet lze graficky zobrazit: Graf. zobrazit, Celý seznam. Výpočet lze také vykreslit. Klikne se na výkres a uložit. Výpočet se ukončí Konec: uchovat seznam. Protokol o výpočtu je uložen v souboru. Po výpočtu je dobré kontrolovat, zda-li došlo k zápisu dat do souboru.

Ukázka výpočtu souřadnic programem Groma (soubor marie.pro)

[5] PROTÍNÁNÍ Z DÉLEK

```
=====
Levé stanovisko:
      Bod          Y          X
-----
034008990001    751159.61  1084370.91
Pravé stanovisko:
      Bod          Y          X
-----
034008990002    751175.36  1085884.43
      Bod          Sa          Sb          Y          X
-----
034008990003    1516.04   1329.53   749973.74  1085315.42
```


Ukázka výpočtu souřadnic programem Geus (soubor marie.ptk)

Katedra geodesie a PU, CVUT

Str.1

Soubor : E:\STUDENT\JR\MARIE

=====
== 5 protinani z Delek =====

1:	10 0000 0002	1329.53		
		751175.36	1085884.43	
2:	10 0000 0001	1516.04		
		751159.61	1084370.91	

10 0000 0003 0.00 VYP= 1513.60 ODCH=1513.60 MEZ= 0.57

-- Urceni bodu 10 0000 0003 prumerem -----

Puvodni: Y: 749973.74 X: 1085315.42 Z: 0.00

Novy: Y: 749973.74 X: 1085315.42 Z: 0.00

Rozdil: Dy: 0.00 Dx: 0.00 Dz: 0.00

#Prumer: Y: 749973.74 X: 1085315.42 Z: 0.00

XX XXXX XXXX 749973.74 1085315.42 3

VYPOCET BEZ KONTROLY

Poznámka k výpočtu v programu Geus: výpočet byl proveden opakovaně, protokol je po druhém výpočtu.

Příloha č. 6 - Základní informace o grafice v programu GEUS

Řada programů umožňuje grafické zpracování naměřených veličin. Jedním z této řady je GEUS. Podle druhu předmětu měření, např. parcely, mohou být souřadnice určeny z bodů polygonového pořadu polární, ortogonální metodou nebo konstrukčními oměrnými.

Zobrazme jednoduchou parcelu číslo 15/1, která se nachází v lese. Předpokládejme, že souřadnice parcely jsou uloženy v seznamu souřadnic. V nastavení (Nastav) je potřeba nastavit Tisk: Ano, Grafická tiskárna: HP Jet 600x600, Port grafické tiskárny: Soubor.

Po obrazovce se lze pohybovat pomocí tlačítek v horní části okna, čtyři jsou pro pohyb ve směru šipky přibližně o polovinu obrazovky, uprostřed je tlačítko pro libovolný směr pomocí okna. Zvětšení nebo zmenšení obrazu se děje pomocí lupy s příslušnými znaménky. Program umožňuje zobrazovat čísla buď v reálném nebo nereálném režimu tlačítkem Real. Zelená fajfka znamená reálný režim a představuje zobrazení čísel, jaké bude na plotteru. Červený křížek znamená nereálný režim ve kterém jsou čísla zobrazena s konstantní velikostí na obrazovce.

V levém horní rohu obrazovky jsou tlačítka pro kresbu linií, písma, mapových značek aj. Linie se nakreslí tak, že myš se nastaví kurzor na počáteční bod a potom na koncový bod, který se stává počátečním bodem pro další linii. Přerušování kresby se provede tlačítkem Esc. Konec kresby linie lze provést pomocí pravého tlačítka. Při chybném umístění kurzoru na bod lze provést opravu po stisknutí tlačítka Esc. Body lze spojovat také zadáváním čísel počátečního a koncového bodu v Seznam, Spojovat linie. Stejný příkaz lze zadat kliknutím na příkaz KRESLI.

Kresbu lze editovat kliknutím na EDITUJ, např.: Linie, Text, Značka, Kruh, Bod, případně zrušit (viz Edituj). Lze měnit polohu, barvu, typ čar a vrstvu.

Pro zadání textu je potřeba zadat místo umístění textu ve vstupním okně. Text lze natáčet, volit font textu, editovat (Edituj - Text). Podobným způsobem lze umístit do kresby mapové značky. Značky lze editovat. Program kreslí bodové značky, např. mezník, čárové značky aj. Aktuální značka se ukládá levým tlačítkem, konec ukládání stiskem pravého tlačítka. Značka se zrušení svojí stiskem levého tlačítka. V NASTAV lze nastavit velikost textu, identifikaci pixelu.

Význam tlačítek v pravé horní části displeje. Je možné zadat styl kresby tlačítkem Styl. Pomocí výběru lze nastavit najednou např. typ čáry, barvu, vrstvu, značku aj. Měřítka lze nastavit stisknutím druhého tlačítka 1000.

Tlačítko Uchop slouží k přesnému dochytávání objektů, např.: bodů. Uchopovací režim umožní přesné označení bodu. Při sebevětší snaze je obtížné umístit kurzor přesně na bod. To znamená, že se kurzorem přiblížíme co nejpřesněji k bodu a program automaticky uchopí přesně bod. Dochytávat lze po výběru např. na průsečík dvou linií, kolmo na linii aj. V případě chybného uchopení se zmačkne buď střední tlačítko na myši nebo tlačítko Esc. Hodnota vzdálenosti uchopení se definuje funkcí Nastav.

Kresba mapových značek se provede kliknutím na páté tlačítko, ve kterém je zobrazena aktuální značka. Stisknutím tlačítka se zobrazí matice s výběrem značek, kterou je možné zvolit a která nahradí v nabídce starší značku. Stiskne-li se nabídka pravým tlačítkem myši v nabídce objeví se seznam všech značek.

Značky lze umístit různým způsobem. Bodově - značka se umístí na místě kurzoru. Čárově - značka je umístěna na již vykreslené linii. Nejprve se zadá linie, na kterou se značka umístí. Volba se provede myšou nebo tlačítkem Tab.

Vrstva umožňuje kresbu vybraných elementů umístit tak, že se například při tisku určitá část kresby potlačí. Program umožňuje kresbu v mnoha vrstvách, nabídka pracuje však s 20 vrstvami. Stiskem klávesy + lze všechny vrstvy zapnout a klávesou - všechny vrstvy vypnout s výjimkou vrstvy

aktuální. Program vyhradil některé vrstvy pro speciální účely. Jsou to vrstvy: 18 - kde je umístěna poloha bodů, 19 - čísla bodů a 20 - kóty (výšky) bodů. Zapnutá vrstva je zobrazena zelenou fajfkou a vypnutá červeným křížkem.

Body se nezobrazí křížky pokud je vrstva 18 s červeným křížkem. Čísla se nezobrazují je-li vrstva 19 s červeným křížkem.

Barvy čar na obrazovce lze měnit předposledním tlačítkem, jeho stisknutím se rozbolí nabídka barev po jeho stisknutí se tato barva objeví v předposledním okně.

Změna typu čáry se provádí posledním tlačítkem. Stisknutím pravého tlačítka myši se zobrazí seznam dostupných stylů čar. V programu lze výpočty např.: Souřadnice bodů, Výměry.

Tisk budeme provádět na laserové tiskárně. Klikneme na Výkres, Výstup, Tiskárna, Plotbox (ne), OK. Objeví se rámeček, kterým orámujeme kresbu. Pohybujeme se pomocí klaves Z a X. Dále klikneme na Menu, Ploter, Nula plotru: vlevo dole. Soubor se uloží pod názvem VYKRES.PRT v binární formě. Na tiskárně se soubor vytiskne příkazem copy VYKRES.PRT lpt1 /b. Kresba je uložena v souboru s příponou *.krs. Práce v grafice se ukončí tlačítkem **Konec**. Ve vyšších ročnících se seznámíte s jinými grafickými systémy např. KOKEŠ.

Obsah

Předmluva	3
1 Polohopisné geodetické základy.....	4
1. 1 Souřadnicové systémy na území České republiky.....	4
1. 1. 1 Souřadnicový systém stabilního katastru	4
1. 1. 2 Vojenská triangulace z roku 1862 - 1898.....	5
1. 1. 3 Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální.....	6
1. 1. 4 Systém S-42	11
1. 1. 5 Globální polohový systém - GPS	11
1. 2 Klad mapových listů	13
1. 2. 1 Klad triangulačních a mapových listů v souřadnicových systémech stabilního katastru	13
1. 2. 2 Klad, rozměry a označení mapových listů v S-JTSK	16
1. 2. 3 Klad, rozměry a označení mapových listů katastrální mapy v S-JTSK	19
1. 2. 4 Nomenklatura evidenčních jednotek (triangulačních listů)	21
1. 2. 5 Klad mapových listů Základní mapy ČR středního měřítka	22
1. 2. 6. Klad mapových listů v souřadnicovém systému S-42	23
1. 3 Geodetické body.....	25
1. 3. 1 Stabilizace bodů	25
1. 3. 2 Ochrana bodů	28
1. 3. 3 Signalizace bodů	30
1. 3. 4 Číslování geodetických bodů	31
1. 3. 5 Geodetické údaje	32
1. 3. 6 Projekt prací při zřizování a obnově bodů polohových polí	33
2 Podrobné polohopisné měření	35
2. 1 Měřická síť	36
2. 2 Měřické náčrty	38
2. 3 Zápisník podrobného měření	40
2. 4 Podrobné polohopisné měření polární metodou	41
2. 5 Podrobné polohopisné měření ortogonální metodou	45
2. 6 Metoda konstrukčních oměrných	48
2. 6. 1. Metoda konstrukčních oměrných	48
2. 6. 2 Metoda kontrolních oměrných	49
2. 7 Zaměření křivkových prvků polohopisu.....	49
2. 8 Charakteristiky a kriteria přesnosti měření a zobrazení katastrální mapy	49
2. 9 Výsledný elaborát	51
2. 10 Kód charakteristiky podrobných bodů	51
3 Grafické práce	52
3. 1 Materiál a pomůcky	52
3. 2 Rýsování, kreslení a popis	55
3. 3 Počítačové grafické systémy	60
4 Polohové vytyčovací úlohy	62
4. 1 Vytyčení bodu	62

4. 2 Vytyčování přímek	63
4. 3 Vytyčení průsečíku dvou přímek	66
4. 4 Vytyčování úhlů	66
4. 5 Řešení vytyčovacích úloh jednoduchými pomůckami	67
4. 6 Vytyčení pomocí laseru	67
5 Vytyčování oblouků	69
5. 1 Základní pojmy.....	69
5. 2 Výpočet vytyčovacích prvků hlavních bodů kružnicového oblouku	70
5. 2. 1 Přímé určení hlavních prvků	70
5. 2. 2 Nepřímé určení hlavních prvků	71
5. 3 Vytyčení podrobných bodů kružnicových oblouků	74
5. 3. 1 Vytyčení podrobných bodů polárními souřadnicemi	74
5. 3. 2 Vytyčení podrobných bodů pravoúhlými souřadnicemi.....	76
5. 3 Vytyčovací výkres	77
5. 4 Zvláštní případy zadání kružnicového oblouku	78
6 Vytyčovací úlohy pomocí polygonových pořadů	80
7 Výpočet výměr parcel a pozemků	86
7. 1 Výpočet z původních výměr.....	87
7. 2 Výpočet výměr ze souřadnic.....	88
7. 3 Přesnost výpočtu výměr.....	92
7. 3. 1 Přesnost výpočtu výměr z přímo měřených délek	92
7. 3. 2 Přesnost výpočtu výměr z plánů.....	93
7. 3. 3 Střední chyba výměry určené výpočtem ze souřadnic	93
7. 3. 4 Mezní odchylky mezi dvojím určením výměr.....	94
7. 4 Výpočet výměr na počítačích	95
7. 5 Určování výměr z map	96
7. 6 Deformace papíru	99
7. 6. 1 Plošná deformace	99
7. 6. 2 Průměrná deformace	100
7. 6. 3 Relativní deformace	100
7. 6. 4 Lineární (délková) deformace	101
7. 7 Nitkový planimetr	102
Vybrané zkratky	104
Česko-anglický slovníček vybraných geodetických výrazů	106
Literatura a vybrané webowské stránky	109
Příloha č. 1 Zápisník podrobného měření polohopisu	114
Příloha č. 2 Záznam měření a výpočetní protokol zaměření parcely	115
Příloha č. 3 Stučný návod na použití elektronického teodolitu firmy TOPCON	118
Příloha č. 4 Stučný návod na použití elektronického teodolitu GEODIMETER 510N	122
Příloha č. 5 Stučný návod na výpočty v programech GROMA a GEUS	127
Příloha č. 6 Základní informace o grafice v programu GEUS	130

Ing. Jan Ratiborský, CSc.

GEODEZIE 20

Vydalo České vysoké učení technické v Praze

Vydavatelství ČVUT, Thákurova 1, 160 41 Praha 6,

v květnu 2005 jako svou 10604. publikaci.

Vytisklo Vydavatelství ČVUT - výroba, Zikova 4, 166 36 Praha 6.

133 strany, 106 obrázků.

Dotisk prvního vydání. Náklad 250 výtisků. Rozsah 14,45 AA, 14,78 VA.

Kč 195,-

