

9. Měření při účelovém mapování a dokumentaci skutečného provedení budov.

9.0 Účelové mapy, mapování

9.1 Prostorová polární metoda.

9.1.1 Princip prostorové polární metody.

9.1.2 Záznam měřených dat.

9.1.3 Zásady měření pro konstrukci vrstevnic.

9.1.4 Měření s teodolitem a pásmem.

9.1.5 Rysková tachymetrie.

9.1.6 Elektronická tachymetrie.

9.1.7 Obecný postup měření a zpracování

9.2 Tvorba (výškopisných) map

9.3 Konstrukce vrstevnic

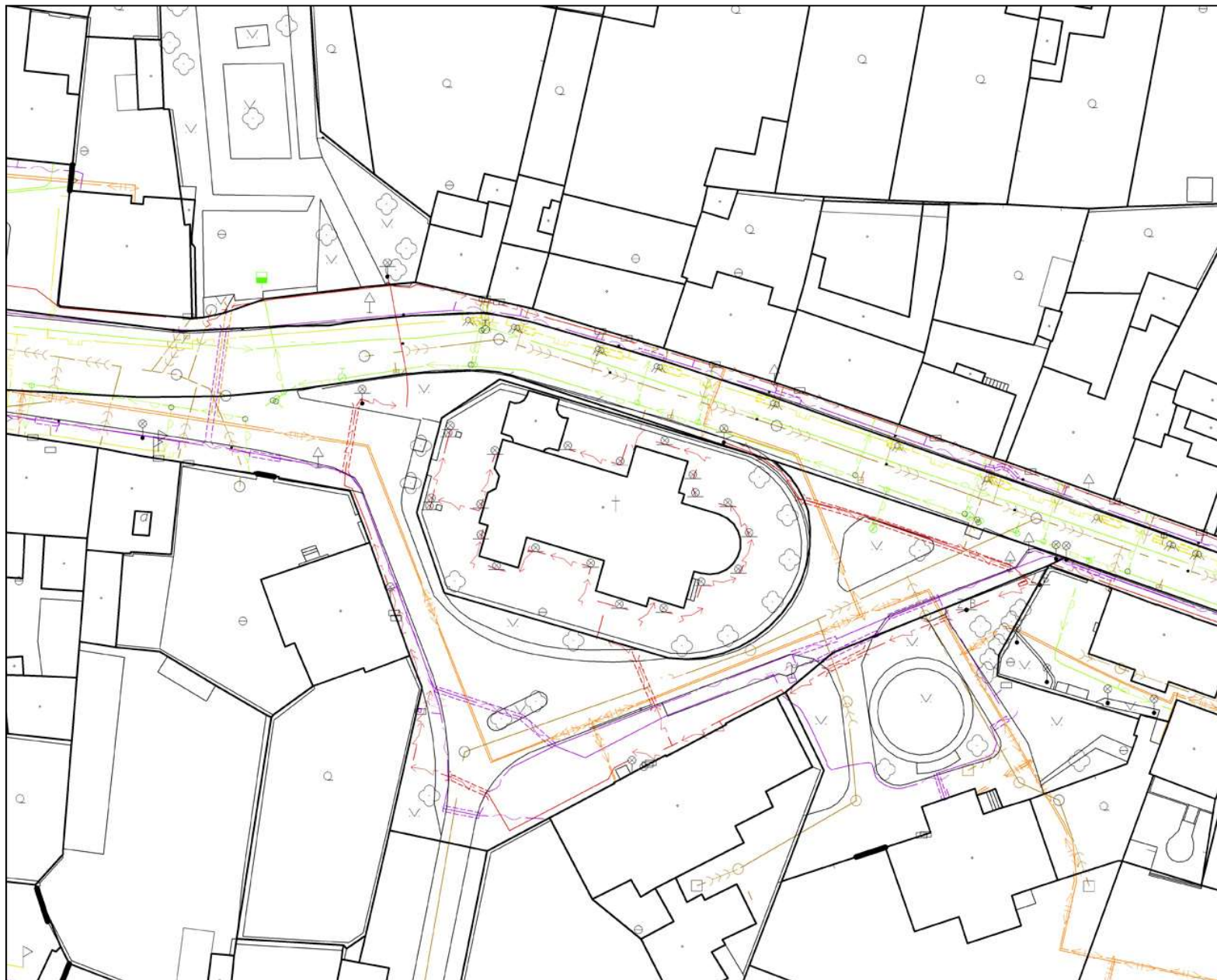
9.0 Účelové mapy, mapování

Účelové mapy jsou mapy se speciálním obsahem. Kromě základních údajů (hranice parcel, budovy, silnice, železnice, vodní toky...) obsahují ještě doplňující údaje (např. železniční účelová mapa obsahuje navíc údaje potřebné pro provoz železnic – zákres železničního tělesa, zákres příkopů, kolejiště, traťových a staničních železničních zařízení, návěstidel,...).

Jsou často vedeny digitální podobě. Jsou v měřítkách 1:200 (ZMZ – základní mapa závodu) až 1:5000 (lesnické mapy) podle účelu mapy.

Obsah účelové mapy lze rozdělit na část polohopisnou, výškopisnou a popis mapy.

Ukázka technické mapy města (Praha)



9.1 Prostorová polární metoda.

Prostorová polární metoda je základem všech moderních geodetických měření od nástupu elektronických dálkoměrů do praxe. Pro její využití je třeba mít v mapovaném prostoru připravenou síť bodů, která umožní podrobné měření.

Z předchozího výkladu (přednáška 2) jsou známy vhodné metody pro vytvoření takové sítě, z nejpoužívanějších lze uvést např. polygonové pořady.

9.1.1 Princip prostorové polární metody.

Základním principem je měření šikmé délky od známého bodu (stanoviska), vodorovného úhlu (pro určení směrníku) a zenitového úhlu na určovaný bod.

9.1.1 Princip prostorové polární metody.

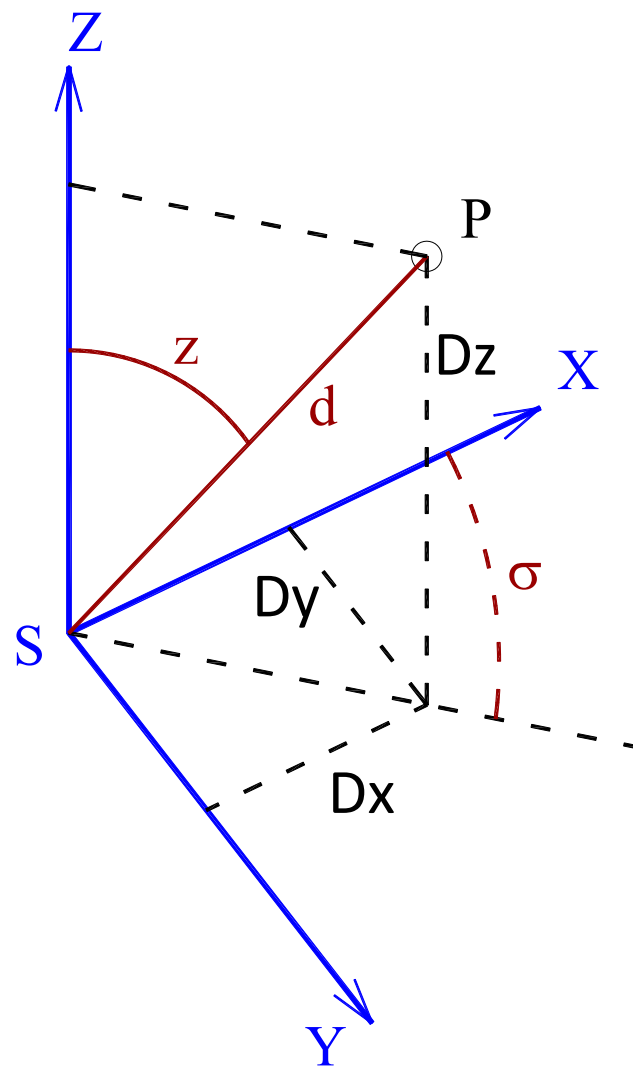
Rovnice pro výpočet souřadnicových rozdílů mezi bodem měření (na obr. S jako stanovisko) a určovaným bodem P :

$$\Delta x = d \cdot \sin(z) \cdot \cos(\sigma),$$

$$\Delta y = d \cdot \sin(z) \cdot \sin(\sigma),$$

$$\Delta z = d \cdot \cos(z).$$

Směrník σ však přímo měřit nelze, určuje se zprostředkovaně.



9.1.1 Princip prostorové polární metody.

Poloha bodu (souřadnice X,Y) :

Protože směrník měřit nelze, měří se vodorovný úhel od dalšího známého bodu O = orientace. Ze směrníku σ_{SO} (vypočte se ze známých souřadnic) a měřeného vodorovného úhlu ω se vypočítá směrník σ_{SP} . V obrázku je délka značena s_{SP} a je již přepočtena na vodorovnou

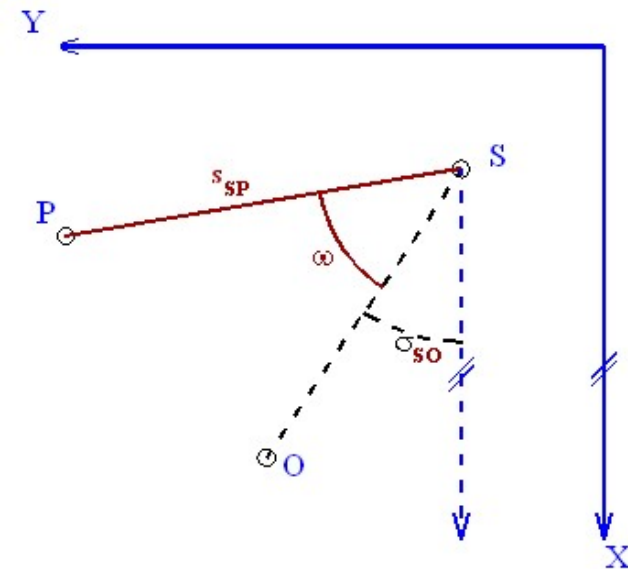
$$s_{SP} = d_{SP} \cdot \sin(z).$$

$$X_P = X_S + s_{SP} \cdot \cos(\sigma_{SO} + \omega),$$

$$Y_P = Y_S + s_{SP} \cdot \sin(\sigma_{SO} + \omega).$$

$$X_P = X_S + d_{SP} \cdot \sin(z) \cdot \cos(\sigma_{SO} + \omega),$$

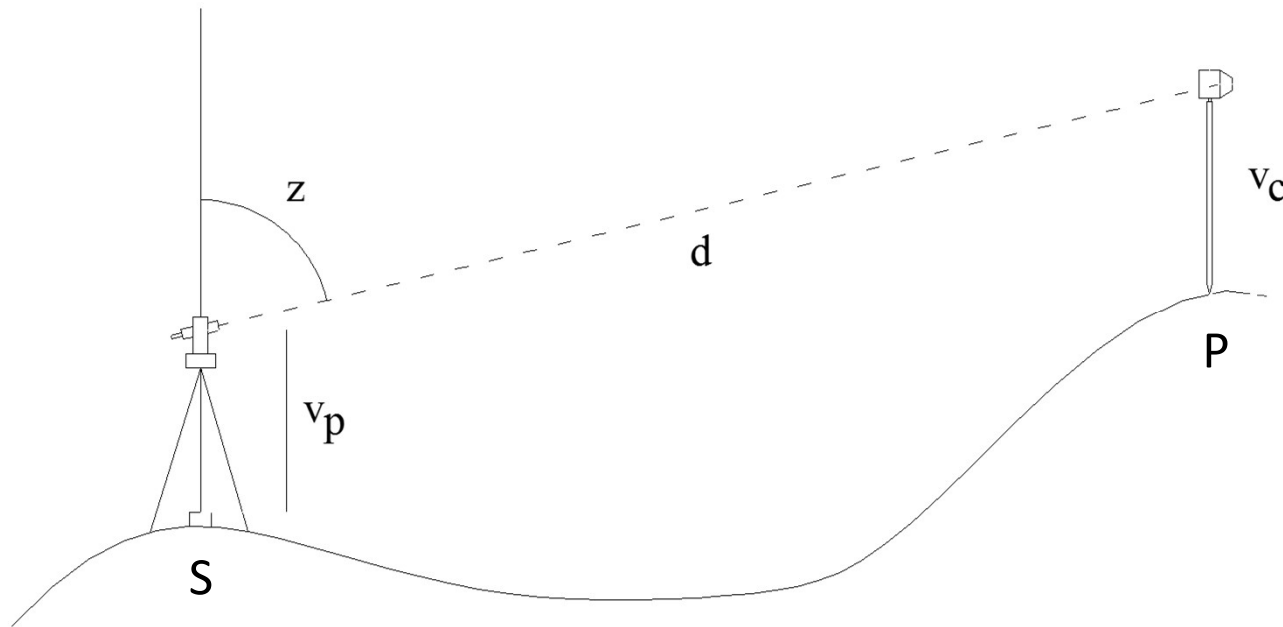
$$Y_P = Y_S + d_{SP} \cdot \sin(z) \cdot \sin(\sigma_{SO} + \omega).$$



9.1.1 Princip prostorové polární metody.

Výška bodu (souřadnice Z (H)) :

K měřeným veličinám d , ω a z přibývá ještě nutnost určit výšku přístroje v_p a výšku cíle v_c , protože přístroj i cíl obvykle stojí nad bodem (výjimkou bývají měření v podzemních prostorech, kde je obvyklá stabilizace pod stropem).



$$Z_P = Z_S + v_P + d \cdot \cos(z) - v_C$$

9.1.2 Záznam měřených dat.

Měřené hodnoty d , ω , z pro jednotlivé měřené body je třeba systematicky zaznamenat spolu s dalšími potřebnými údaji, kterými jsou číslo stanoviška, v_p , číslo a měřený úhel na orientaci a pro každý měřený bod v_c . **Dnes záznam do TS.**

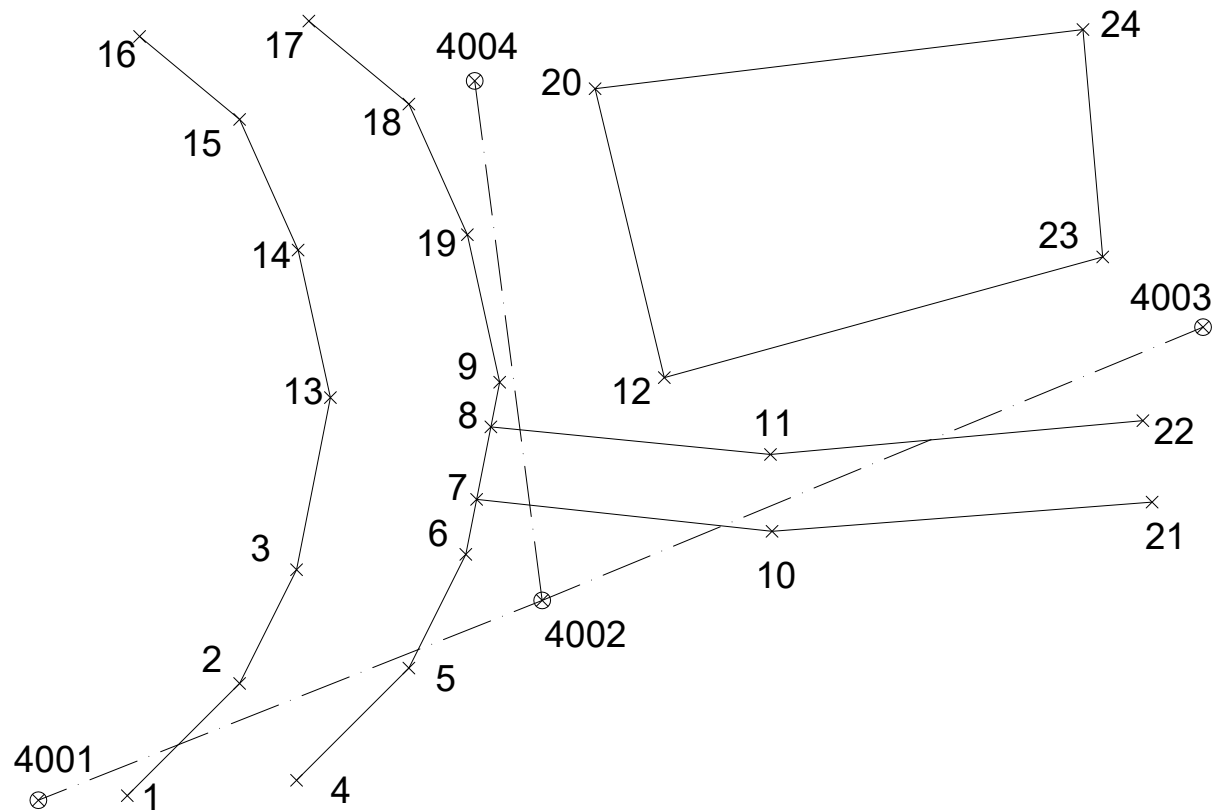
Pořad č.: _____ **Tachymetrický zápisník** Str.: _____

Stanoviško :		Úhel		Laťový úsek l	Čtení na obrazu laťe	Výšky:		Výška bodu
		vodorovný	svislý			$= v_p$ přístroje	$= v_s$ stanoviška rov. srov.	
Tacheometrický bod		+ - výškový ϵ	Vodorovná vzdálenost D	dolní	střední v_z	Výšky:		Výška bodu
číslo	popis					$h = 50 \cdot l \sin 2\epsilon$	$h - v_z$	
			m	cm	\pm	m	\pm	m

$V = V_R + (h - v_z)$; je-li $v_z < v_p$, $V = V_s + h$

9.1.2 Záznam měřených dat.

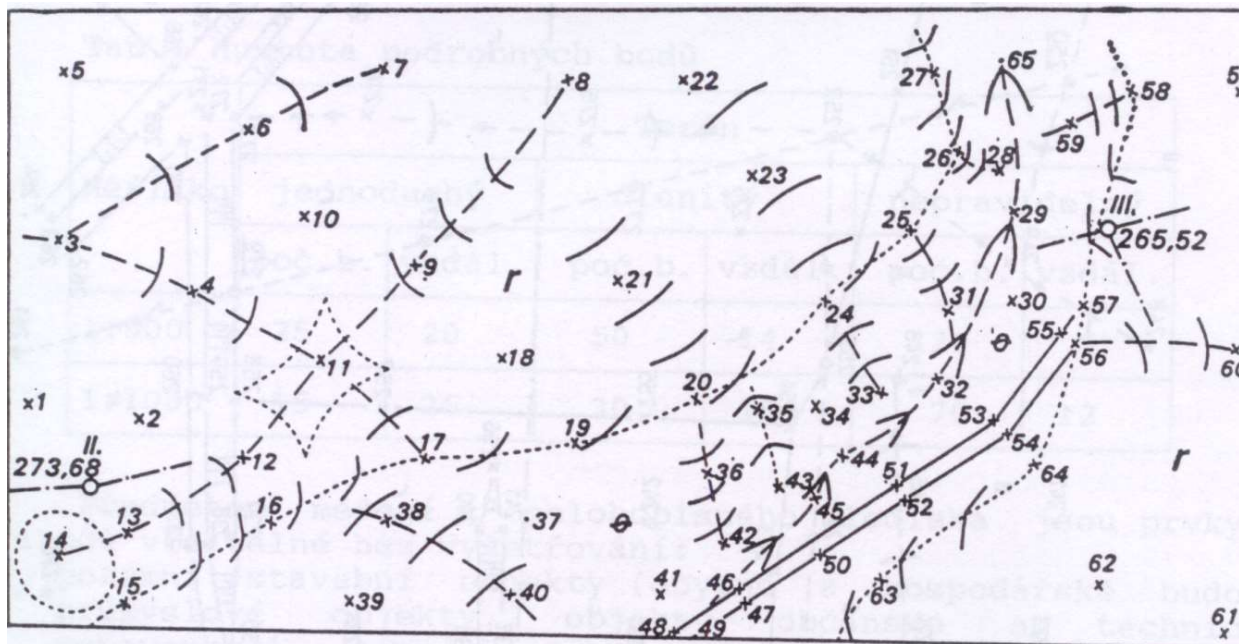
Nedílnou součástí měřených dat je měřický náčrt, který zobrazuje situaci, měřické body (stanoviska, orientace) a případně (pokud se měří i výškopis) i výškově charakterizuje terén.



9.1.3 Zásady měření pro konstrukci vrstevnic.

Zásady měření :

- Volí se body na terénní kostře (hřbetnice, údolnice, vrcholy, sedla) a body doplňující, sloužící pro znázornění vrstevnic v profilech nejlépe ve směru největšího spádu,
- v plochém terénu se volí body v čtvercové síti,
 - vzdálenost bodů se řídí členitostí terénu a měřítkem zobrazení.



9.1.4 Měření s teodolitem a pásmem.

V případě, kdy není k dispozici lepší vybavení, lze polární metodou měřit i s použitím teodolitu a pásma. Metoda je rozumným způsobem využitelná na maximální vzdálenost délky kladu pásma, např. v interiéru. Jediným rozdílem oproti předchozímu je možnost přímého měření vodorovné vzdálenosti, obvykle v případě, kdy se neměří výškopis, a pak se přímo aplikují vzorce :

$$X_P = X_S + s_{SP} \cdot \cos(\sigma_{SO} + \omega),$$

$$Y_P = Y_S + s_{SP} \cdot \sin(\sigma_{SO} + \omega).$$

9.1.5 Rysková tachymetrie.

Rysková tachymetrie využívá pro určení vzdálenosti ryskový dálkoměr, měřenými veličinami pro každý bod jsou odečtené rysky horní, dolní, střední a k tomu vodorovný a zenitový úhel. Z tachymetrických rovnic se vypočítají vodorovná délka a převýšení.

$$s = k \cdot l \cdot \sin^2(z),$$

$$h = k \cdot l \cdot \sin(z) \cdot \cos(z).$$

Přesností dostačuje pouze pro výškopisná měření. Velmi jednoduché, levné, ale pracné a pomalé.

9.1.6 Elektronická tachymetrie.

V současné době se převážně využívá této metody měření ať už s délkou měřenou na odrazný (koutový) hranol nebo s využitím bezhranolového dálkoměru. S využitím tzv. totálních stanic umožňuje nejen měření, ale také registraci a zpracování měření, a tedy z hlediska ekonomického je nejlepší. Její výhodou je (dle přístroje) vysoká přesnost a velký dosah, typicky přes 1 km, a tedy tomu odpovídající nízká potřebná hustota sítě bodů podkladu.

Viz Cvičení.

9.1.7 Obecný postup měření a zpracování

Postup práce:

1. Rekognoskace terénu
2. Tvorba sítě stanovišek
3. Postup měření na stanovisku
4. Volba podrobných bodů
5. Měřický náčrt
6. Tvorba tachymetrického plánu
7. Kontrola kvality

9.1.7 Obecný postup měření a zpracování

1. Rekognoskace terénu

2. Tvorba sítě stanovisek

Zpravidla se buduje před měřením, na základě rekognoskace, výjimečně (tj. v praxi často) se buduje přímo při měření. Nevýhodou je nižší možnost kontroly a v současné době, kdy jsou TS schopny pracovat přímo v souřadnicích, další práce navíc (vyrovnání sítě a přepočet všech souřadnic podrobných bodů).

Metody:

1. Polygon.
2. Síť (volná stanoviska; GPS).
3. Blokovaná tachymetrie.

9.1.7 Obecný postup měření a zpracování

3. Postup měření na stanovisku

- Centrace a horizontace přístroje,
- Určení výšky přístroje, nastavení teploty a tlaku do TS,
- Orientace (počáteční, koncová – kontrolní, při velkém počtu bodů i průběžně), pokud lze, kontrola na jiný bod (další bod polygonu),
- Kontrola souladu číslování bodů v zápisníku a v náčrtu po 5ti bodech,
- Systematický postup měření, náčrt = plánování postupu měření, nejzodpovědnější funkce v měřické čtě, figurant je jen držeč cíle, nevybírání body.
- Měření na stanovisku se uzavírá kontrolou orientace.
- Měří se v jedné poloze (orientace ve dvou).

9.1.7 Obecný postup měření a zpracování

4. Volba podrobných bodů

Podrobné body se volí tak, aby vystihovaly průběh terénu a zároveň zahrnovaly všechny body polohopisu. Pro výškopis to značí vždy měřit body na hranách a zlomech, body nejnižší a nejvyšší. Zpravidla se při měření postupuje v profilech, tyto se volí ve směru největšího spádu (nejvhodnější pro interpolaci vrstevnic) ve vhodné rozestupu; nebo ve směru vrstevnice (nejméně namáhavé). Význačné body terénu se zaměřují vždy, v terénu, kde jich není dostatek se doplňují pravidelnou sítí tak, aby vzdálenost bodů byla v cílovém měřítku zobrazení max. 25 mm. Charakteristické křivky terénu:

- **Hřbetnice** (čára styku dvou přilehlých svahů téhož hřbetu; spojuje relativně nejvyšší body terénního tvaru a proto je rozvodnicí; má ze všech spádnic na ploše hřbetu nejmenší sklon),
- **Údolnice** (čára sledující místa největšího vhloubení údolního terénního tvaru; má ze všech spádnic tohoto terénního tvaru nejmenší sklon),
- **Úpatnice** (čára styku dvou různě skloněných dílčích ploch na rozhraní úbočí a údolí, svírajících spolu zpravidla tupý úhel),
- **Spádnice** (myšlená čára probíhající ve směru největšího sklonu plochy, kolmo k vrstevnicím).

9.1.7 Obecný postup měření a zpracování

4. Volba podrobných bodů

Předmětem měření z výškopisného hlediska jsou ty body, kde terén mění svůj průběh:

- a/ na všech hranách (meze, příkopy, úvozy, náspy),
- b/ na tvarových čarách (hřbetnice, údolnice),
- c/ na charakteristických bodech terénu (vrchol kupy, střed sedla, body na spočinku, v místech, kde dochází ke změně sklonu terénu ve směru spádnice),
- d/ na vybraných bodech polohopisného měření (dno vstupní šachty, výška vtoku, výška výtoku, hladina a dno vodního toku),
- e/ jiné předměty měření dle požadavku odběratele (výšky prvních podlaží stavebních objektů, výšky porostů).

Předměty měření se zobrazují a vyznačují v měřickém náčrtu i v tachymetrickém plánu smluvenými značkami [7.8], příloha č. 7.13.

9.1.7 Obecný postup měření a zpracování

5. Měřický náčrt

Vede se průběžně, zaznamenávají se poloha, číslo a význam bodu (u polohopisných bodů). Na rozdíl od starších dob, kdy se měření nezpracovávalo digitálně (číselně), ale pouze graficky, není třeba náčrt v poli rýsovat, postačí pečlivá přehledná kresba.

Před tvorbou náčrtu je třeba zhodnotit terén, nakreslit situaci a naplánovat postup měření tak, aby se při samotném měření chaoticky nepřecházelo (úspora času a energie). Do náčrtu je třeba zaznamenat VŠE, měření může zpracovávat někdo jiný, může být zpracováno později.

Měřený prostor se generalizuje – zjednodušuje, nevýznamné a malé prvky se neměří (grafická přesnost mapy se uvádí 0,2 mm; tj. v měřítku 1:1000 0,2 m).

Zaznamenávají se:

- Body polohopisu a kresba polohopisu včetně značek,
- Body výškopisu,
- Průběh terénních čar,
- Druhy pozemků.

9.1.7 Obecný postup měření a zpracování

6. Tvorba tachymetrického plánu

1. Polohopis
2. Výškopis







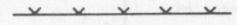
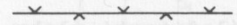
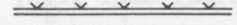
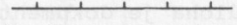


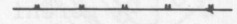






















- Výpočet zápisníku.
- Zobrazení souřadnicové sítě.
- Zobrazení stanovisek.
- Zobrazení podrobných bodů.
- Vyznačení výšek podrobných bodů.
- Vykreslení polohopisu.
- Konstrukce a číslování vrstevnic.
- Mapové značky a popis.
- Výtah výkresu.

9.1.7 Obecný postup měření a zpracování

6. Tvorba tachymetrického plánu

Mapové značky a popis.
(příklad, neplatné; různé pro různé účely).

Předmět	Značka	
	v náčrtu	
	v mapě 1:500 a 1:1000	červeně
Bod čs. trigonometrické sítě, bod podrobného polohového pole		
Bod ČSJS		
Bod technické nivelace		
Hranice druhu pozemku	—————	
Drátěný plot a/vlastnictví z jedné strany b/ spoluvlastnictví c/ na podezdívce	a)  b)  c) 	
Dřevěný plot		
Kovový plot		
Plot zděný, z prefabrikátů apod.		
Živý plot		
Orná půda		
Zahrada		
Ovocný sad		
Louka		
Pastvina		
Lesní půda a/ s jehličnatým porostem b/ s listnatým porostem c/ s křovinatým porostem	a)  b)  c) 	a)  b)  c) 
Jednotlivě zaměřený strom bez vyznač. koruny a/ jehličnatý b/ listnatý c/ ovocný	a)  b)  c) 	
Park, okrasná zahrada		

9.1.7 Obecný postup měření a zpracování

6. Tvorba tachymetrického plánu

Výtah výkresu.

Ve výkresu se situace kreslí černou tuší, výškové údaje hnědou vodovou barvou.

Černě: značka polygonového bodu, číslo polygonového bodu (výška čísel 2,5 mm, ležatě), výškové kóty podrobných bodů (výška 1,5 mm, stojatě), spojení situace (síla čáry 0,18 až 0,25 mm), technické šrafy, značky objektů a značky kultur, popisové pole (rozpiska), souřadnicový systém (S-JTSK), výškový systém (Bpv) a značka severu.

Hnědě: výška stanoviska (výška číslic 2,5 mm kolmo), popis vrstevnic v mezeře vrstevnicové čáry (výška číslic 2,5 mm, kolmo), od ruky vytažené vrstevnice plynulou čarou co nejtenčí. K vytažení použijeme kótovací pero, nebo speciální vytahovací pero. Každá pátá a desátá vrstevnice je zesílená (doporučuje se 0,3 mm).

9.1.7 Obecný postup měření a zpracování

7. Kontrola kvality

1. Bodová zkouška
2. Profilová zkouška
3. Plošná zkouška

Možnosti současných polních výpočetně – měřických systémů

1. Registrace,
2. průběžný výpočet (tzv. měření v souřadnicích),
3. tvorba kresby přímo v terénu,
4. načítání podkladů z CAD systémů,
5. dokumentace bodu fotografiemi, textem či doplňkovou kresbou,
6. automatické cílení (one-man systém; robotic).

9.2 Tvorba (výškopisných) map

Podrobné měření výškopisné

- **Přímé měření** – mapy velkých měřítek (1 : 1 000 a více (1 : 500 atd.)), výjimečně až 1 : 5 000.
- Letecká fotogrammetrie - mapy středních měřítek (1 : 10 000 – 1 : 50 000)
- Kartografické odvození – mapy malých měřítek (1 : 100 000 a dále)

Mapy malých měřítek většinou bez vrstevnic, výškopis vyjádřen hypsometrií.

Používané pozemní metody:

1. Tachymetrie (prostorová polární metoda)
Měření podrobných bodů je stejné, liší se pouze použitou metodou měření délek (Historické metody (dálkoměr ryskový, autoredukční, dvojobrazový, atd.), Elektronický dálkoměr (TS, běžné + jednomužné systémy).
2. GPS
3. Laserové (3D) skenování (letecké, pozemní, mobilní).



quantum
3D MAPPING

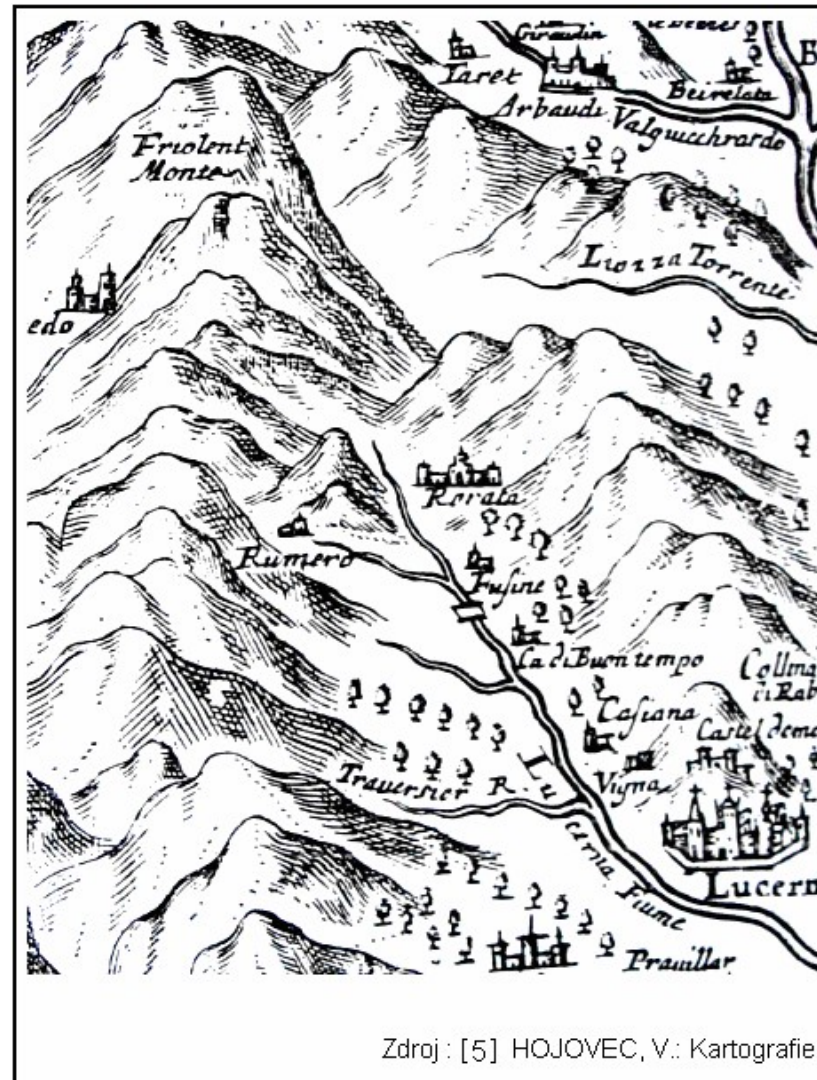
9.2 Tvorba (výškopisných) map

Terénní reliéf a jeho znázorňování

- generalizace,
- Metody :
 - Kopečková metoda (malý kopeček = malé hory, velký kopeček = velké hory) - historické,
 - Topografické šrafy - historické,
 - Stínování,
 - Barevná hypsometrie,
 - Kóty (absolutní, relativní),
 - Vrstevnice,
 - Technické šrafy.

9.2 Tvorba (výškopisných) map Terénní reliéf a jeho znázorňování

- Kopečková metoda



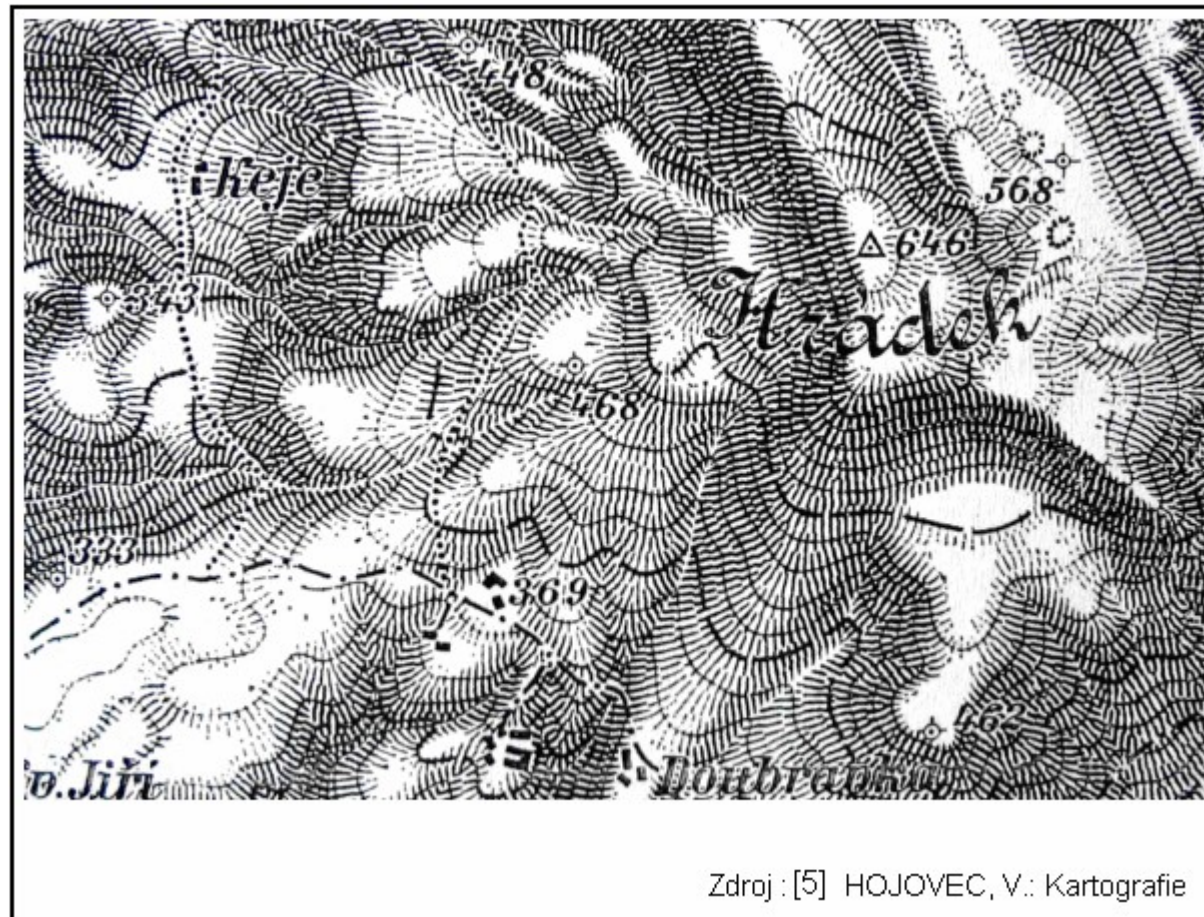
9.2 Tvorba (výškopisných) map Terénní reliéf a jeho znázorňování

- Různé metody šrafování (kreslířské, krajinné šrafy)



9.2 Tvorba (výškopisných) map Teréní reliéf a jeho znázorňování

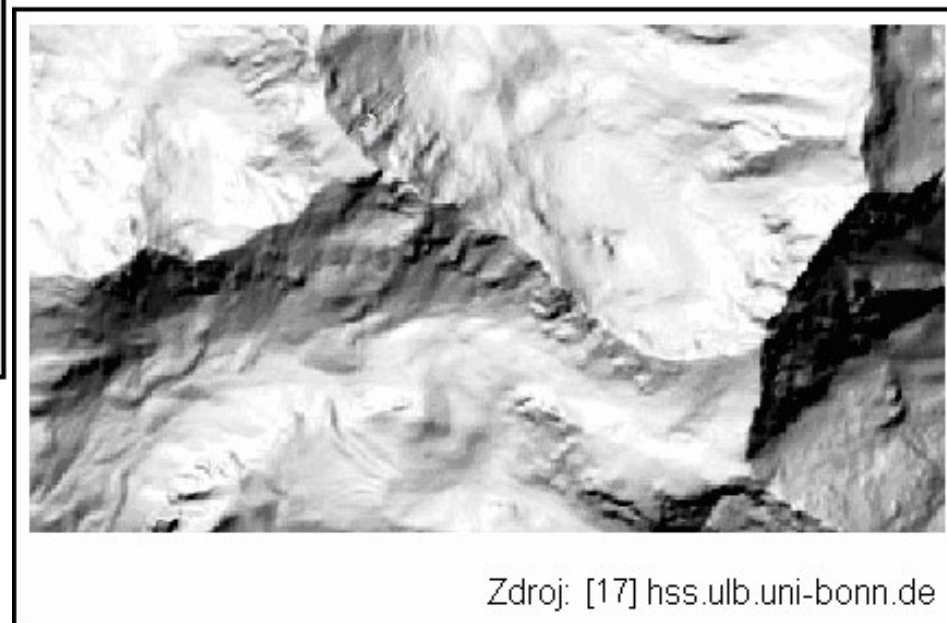
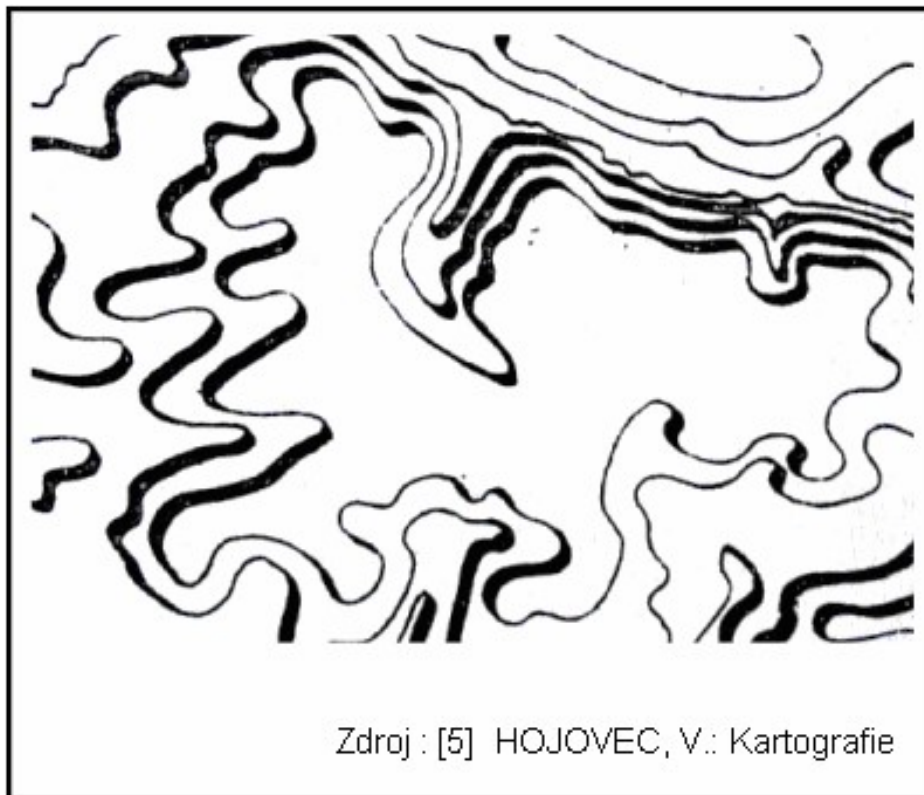
- Různé metody šrafování (Lehmannovy šrafy)



9.2 Tvorba (výškopisných) map

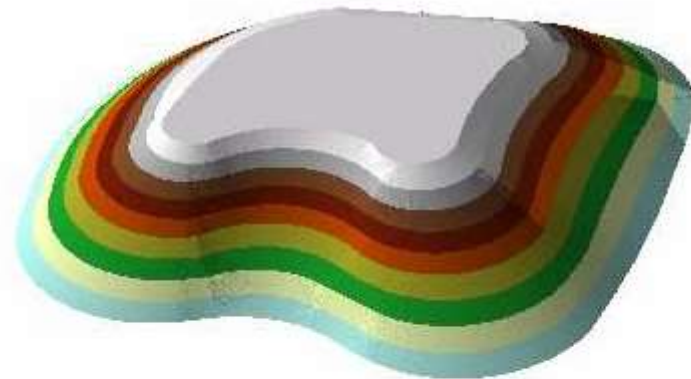
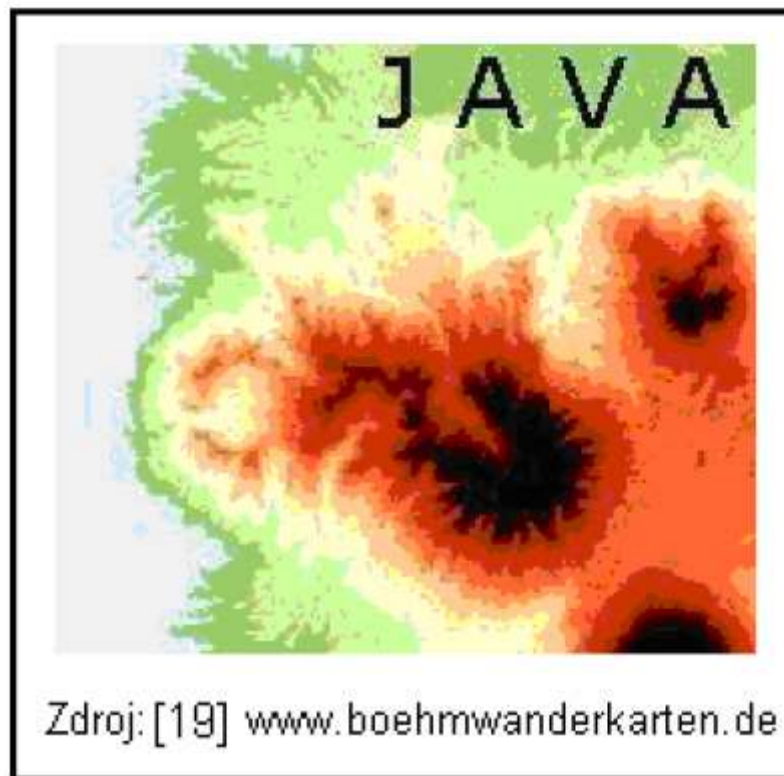
Terénny reliéf a jeho znázorňování

- Stínování



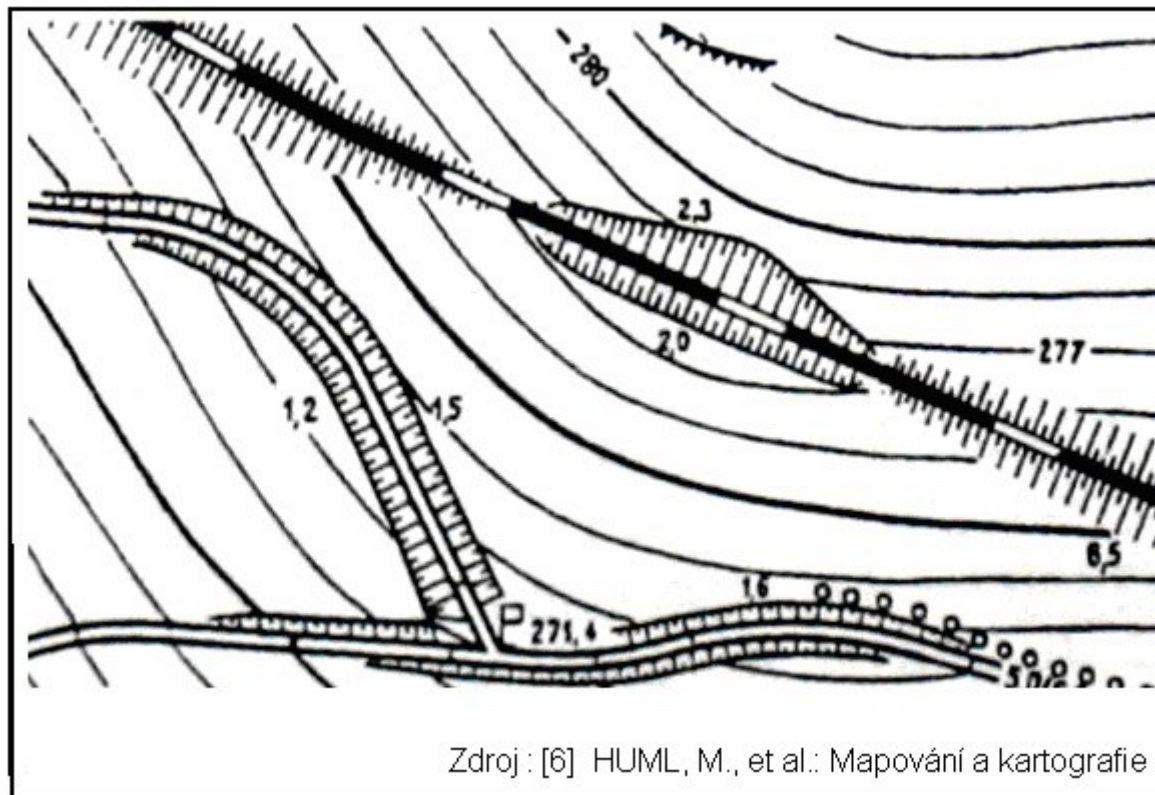
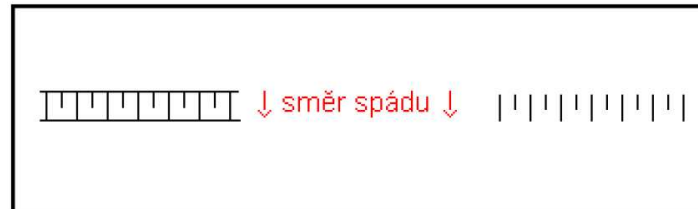
9.2 Tvorba (výškopisných) map Terénní reliéf a jeho znázorňování

- Barevná hypsometrie



9.2 Tvorba (výškopisných) map Teréní reliéf a jeho znázorňování

- Technické šrafy

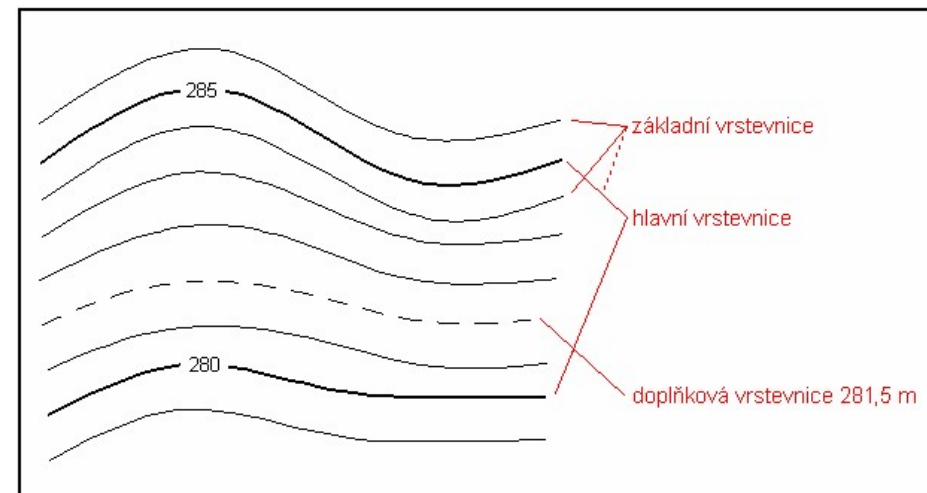
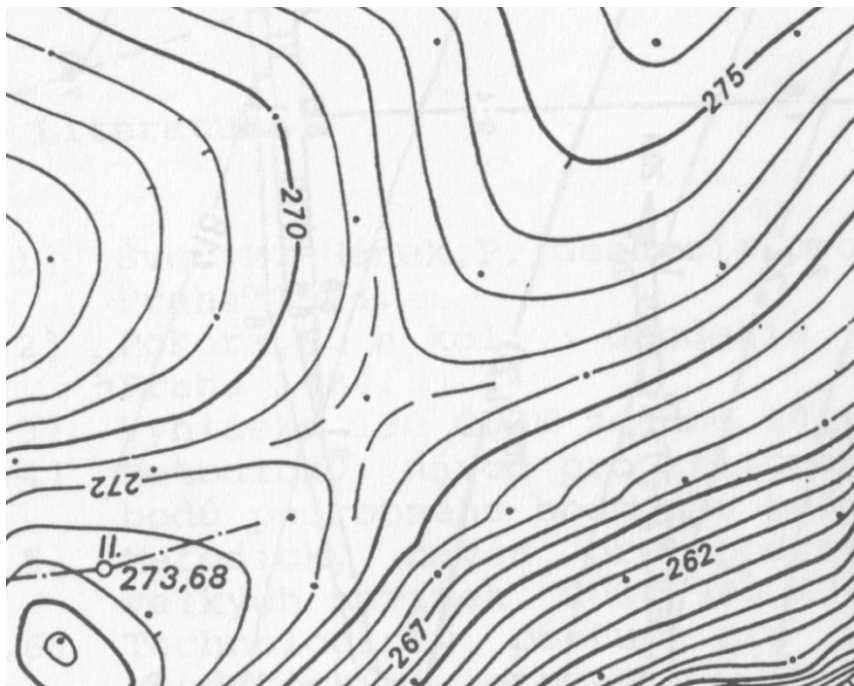


Zdroj : [6] HUML, M., et al.: Mapování a kartografie

9.2 Tvorba (výškopisných) map

Terénní reliéf a jeho znázorňování

- Vrstevnice (každá číslovaná, písmo je „hlavou do kopce“, interval se určuje dle měřítka a účelu).



9.3 Konstrukce vrstevnic.

Konstrukce vrstevnic :

- Vynesení bodů podkladu s výškami,
- vykreslení polohopisu,
- interpolace a výtah vrstevnic.

Interpolace :

- grafická,
- početní.

Zásady interpolace :

- Interpolace ve směru spádu, jen mezi nejbližšími body.



☺ KONEC ☺