

METODY MĚŘENÍ VÝŠKOPISU

Výškopis je grafické vyjádření zemského povrchu na mapě vrstevnicemi, výškovými kótami a technickými šrafami. Všechny tyto tři způsoby se vhodně kombinují, v intravilánu se převážně využívají výškové kóty, v extravilánu vrstevnice. Technické šrafy se používají jako doplněk obou předchozích metod k vyjádření náhlé změny terénu.

Ke grafickému vyjádření výškových poměrů uvedenými způsoby je nutné znát polohu a výšku tzv. **podrobných bodů výškopisu**. Výběru těchto bodů je třeba věnovat velkou pozornost, neboť tyto body musí vhodně charakterizovat tvar a průběh terénní plochy. Množství zvolených bodů musí odpovídat měřítku požadovaného výškopisného plánu a členitosti terénu.

Poloha i výška podrobných bodů se získá při podrobném měření. Při podrobném měření se vychází z bodů výškového bodového pole, z nichž se určují výšky stanovisek podrobného měření výškopisu. Stanoviska podrobného měření výškopisu se volí především na bodech polohového bodového pole a na podrobných bodech polohopisu. Pokud není hustota těchto stanovisek pro podrobné měření výškopisu dostačující, volí se další stanoviska, která se stabilizují dočasně (popř. trvale je-li to třeba) a určují se při podrobném měření výškopisu. Výšky stanovisek se určují:

- technickou nivelací - mezní odchylka v uzávěru výškového pořadu je

$$40 * \sqrt{R} \text{ (mm)}$$

- technickou nivelací nebo výškovým pořadem s trigonometricky měřeným převýšením - mezní odchylka v uzávěru výškového pořadu je

$$40 * \sqrt{R} \text{ (mm)}$$

- výškovým pořadem s trigonometricky zaměřeným převýšením - mezní odchylka v uzávěru výškového pořadu je

$$80 * \sqrt{R} \text{ (mm)}$$

- výškovým pořadem tachymetrickým - mezní odchylka v uzávěru výškového pořadu je

$$160 * \sqrt{R} \text{ (mm)}$$

Stanoviska na bodech polohového bodového pole se označují čísly těchto bodů. Ostatní stanoviska se číslovají pořadovými čísly v rozmezí číselné řady pomocných měřických bodů.

Jako výškový základ se kromě již zmíněných výškových bodových polí používají vlíčovací body (pro určování podrobných bodů výškopisu fotogrammetrickými metodami – viz předmět Fotogrammetrie) a body polohových bodových polí s určenými výškami.

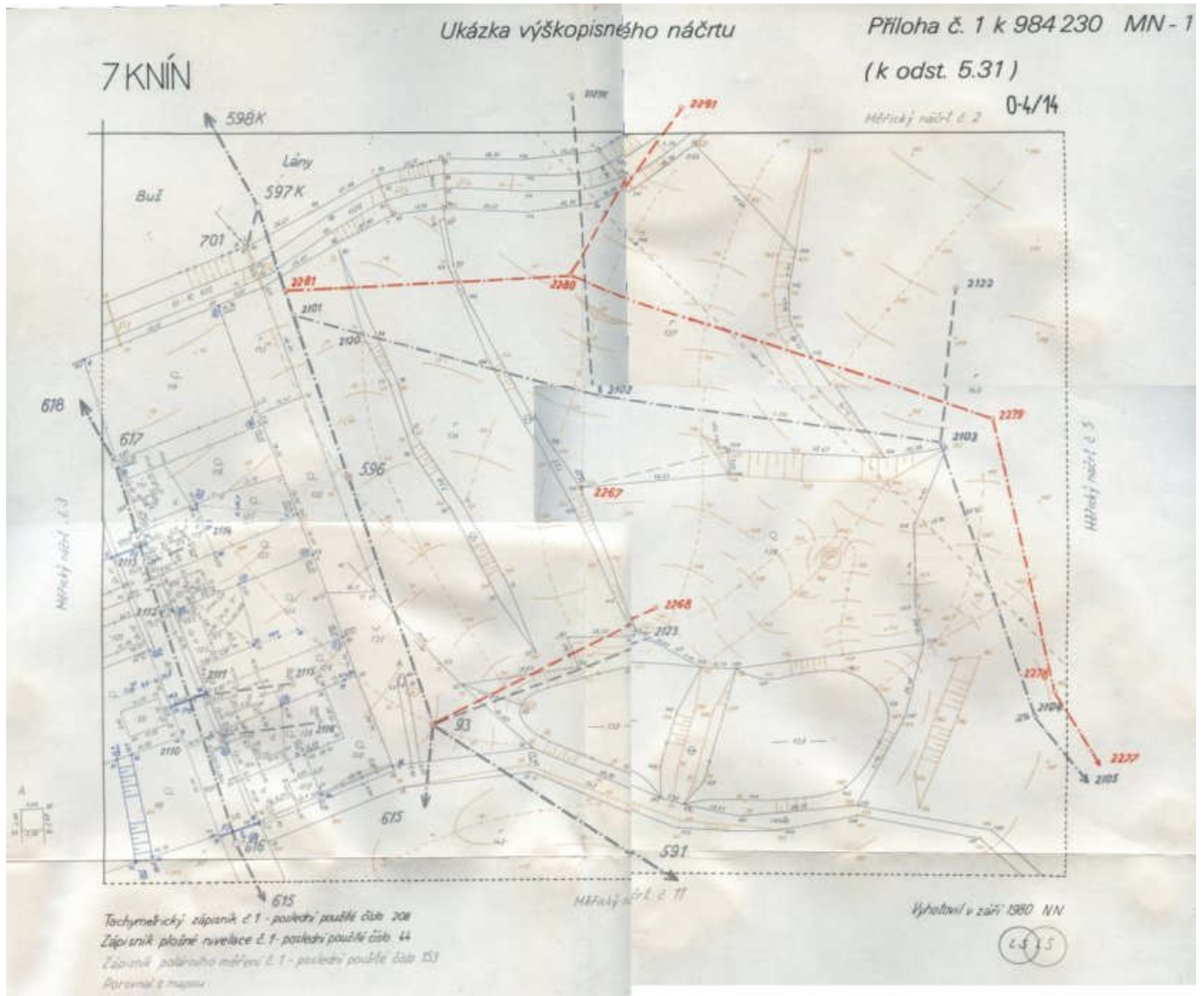
Podrobné body výškopisu se zaměřují geodetickými nebo fotogrammetrickými metodami popř. pomocí GPS. Geodetickými metodami jsou: plošná nivelace a tachymetrie. Volba metody je závislá na technickém vybavení, požadované přesnosti, typu terénu, hustotě bodového pole, aj. Podrobné body výškopisu se číslovají v rámci dílčích měřických náčrtů vzestupně od 1, a to ve dvou číselných řadách, odděleně body určené plošnou nivelací od bodů jejichž výšky byly určeny tachymetricky, a evidovány (ukládány v databázích podrobných bodů výškopisu) po katastrálních územích s úplným číslem bodu. Při výpočtu souřadnic podrobných bodů se používají výškopisné měřické náčrty, zápisníky podrobného měření a seznamy souřadnic daných bodů.

Výškopisný měřický náčrt obsahuje údaje o zaměřených předmětech výškopisu a další údaje terénního reliéfu. Vyhotovuje jej přímo v terénu vedoucí měřické skupiny. Podkladem pro jeho vyhotovení je kopie měřického náčrtu polohopisu nebo do příslušného měřítka zvětšený daný polohopisný podklad.

Výškopisný měřický náčrt obsahuje síť stanovisek, podrobné výškové body, profily, čáry terénní kostry, tvarové čáry a horizontály. Podrobné výškové body se v náčrtu značí ležatým křížkem a příslušným číslem. Příčné profily se značí dvojitou čarou, číslem profilu a číslem prvního a posledního podrobného bodu. Pokud se současně vyhotovuje i polohopisný plán, musí zde být pospojovány jednotlivé body situace. Kromě konstrukčních údajů obsahuje výškopisný měřický náčrt popisné údaje, jako název katastrálního území a lokality, směr k severu, měřítko, souřadnicový a výškový systém, datum zaměření, složení měřické skupiny, číslo zápisníku, poslední použité číslo bodu, apod. Po skončení měřických prací se náčrt adjustuje. Černě se vykreslí situace, modře vodní toky a související objekty, červeně měřická kostra (strany polygonových pořadů, rajony, měřické přímky apod.), hnědě údaje získané z tachymetrického výškopisného měření (čáry terénní kostry, průběh horizontál apod.), modře údaje získané plošnou nivelací.

Zápisníky podrobného měření obsahují naměřené hodnoty. Mohou mít podobu analogovou či digitální v případě vybavení měřického přístroje záznamníkem. Strukturu zápisníku lze přizpůsobit konkrétnímu způsobu zpracování dat při výpočtech souřadnic. Analogový zápisník má dvě části: obálku a vlastní zápisník. Obálka obsahuje název lokality, označení listu mapy, název katastrálního území. Dalšími údaji jsou číslo pracoviště, pracovní číslo katastrálního území, číslo náčrtu (pokud se v zápisníku vyskytuje bod z jiného náčrtu než je náčrt uvedený na obálce zápisníku, je třeba číslo tohoto náčrtu u příslušného bodu uvést), číslo zápisníku, charakteristika kvality podrobného bodu, souřadnicový systém, nejvyšší použité číslo bodu v náčrtu, typ a číslo měřického přístroje, typ vzdálenosti (pokud je někde v zápisníku měřena vzdálenost jiného typu než je typ vyznačený na obálce zápisníku, je tento typ uveden u příslušného měření), název organizace, jména zpracovatelů a datum měření. Na obálku se ještě zapisuje název a číslo katastrálního území podle registru evidence nemovitostí a příslušející pracovní číslo k.ú. a další údaje usnadňující rychlé vyhledání stanovisek či měřických přímek.

Obr: Výškopisný měřický náčrt



PLOŠNÁ NIVELACE

Plošná nivelace se používá pro doplňování výškopisu do polohopisného podkladu obvykle zobrazujícího intravilán (v plochém, nepřilíš skloněném ani členitém terénu se zpevněným povrchem). Pokud není v polohopisném podkladu zobrazen dostatečný počet bodů k vyjádření výškopisu, zaměří se polohově další podrobné body výškopisu od nejbližších zobrazených bodů. Délky se měří v metrech na jedno desetinné místo.

Při měření podrobných bodů výškopisu se vychází z pořadů technické nivelace, vhodně volených s ohledem na rozsah podrobného měření výškopisu, oboustranně připojených na výškové bodové pole. Pro určení výšek přestavových bodů se čtou údaje na lati v metrech na 3 desetinná místa. Z těchto nivelačních pořadů se bočními záměry určují výšky podrobných bodů výškopisu. Pro určení výšek podrobných bodů výškopisu se čtou údaje na lati v metrech na 2 desetinná místa.

K zaměření liniových staveb (komunikace, vodní toky) se využívá podélných a příčných profilů. Příčné profily se měří zejména v místech, v nichž se mění směr osy komunikace a na rovných úsecích přibližně po 5 cm v měřítku mapy. Poloha podrobných bodů v příčném profilu se určuje pásmem formou staničení.

Výsledky měření se zaznamenávají do zápisníku pro plošnou nivelaci a do výškopisného měřického náčrtu. V zápisníku se uvádí: čísla a popis připojovacích a podrobných bodů, naměřené hodnoty pro výškové určení podrobných bodů výškopisu (čtení na lati), znázornění průběhu příčných profilů a staniční podrobných bodů výškopisu na těchto profilech (pro určení jejich polohy).

Výpočet výšek podrobných bodů výškopisu se provede postupem uvedeným u technické nivelace. Mezní odchylka v uzávěru výšek je

$$40 * \sqrt{R} \text{ (mm)}$$

, kde R je poloviční délka jednosměrné nivelace v km. Vzniklý výškový uzávěr se po porovnání s mezní odchylkou rovnoměrně rozdělí na jednotlivé záměry vzad. Na závěr se vypočtou výšky horizontů stroje a výšky podrobných bodů.

Vrstevnice jsou čáry na mapě spojující místa stejných nadmořských výšek zemského povrchu. Výšková kóta je číselný údaj vyjadřující absolutní nebo relativní výšku bodu. Technické šrafy jsou střídající se kratší a delší úsečky ve směru spádníc na mapě informující o náhlé změně sklonu terénu.

TACHYMETRIE

Tachymetrie se používá při současném měření polohopisu a výškopisu. Polohu podrobných bodů určujeme ze sítě tzv. tachymetrických stanovisek **polárními souřadnicemi** – vodorovným úhlem a délkou. Výšku podrobných bodů určujeme **trigonometricky** – ze změřeného svislého úhlu a délky.

K tachymetrickému měření se používají přístroje označované jako **tachymetry**. Tachymetr je přístroj umožňující měření délek a vodorovných a svislých úhlů. Tachymetrem je každý teodolit vybavený svislým kruhem a dálkoměrnými ryskami – **nitkový tachymetr** (kromě klasického nitkového tachymetru lze použít i tachymetr autoredukční – přímé určení vodorovné vzdálenosti, nebo tachymetr diagramový – přímé určení vodorovné vzdálenosti a převýšení). Součástí vybavení při použití nitkového tachymetru jsou také tachymetrické latě (slouží k měření délek). Vedle nitkového tachymetru je možné použít i **elektronický tachymetr** (v současnosti nejpoužívanější), který je namísto tachymetrické latě vybaven odrazným hranolem (reflektorem) na výsuvné výtyčce sloužícím opět k měření délek. Podle použitého tachymetru se pak **tachymetrie dělí na tachymetrii nitkovou a tachymetrii s elektronickým tachymetrem a blokovou tachymetrii.**

Nitková tachymetrie

Volba stanovisek

Síť stanovisek se obvykle buduje před zahájením vlastního podrobného měření. Stanoviska se volí s ohledem na dosahovou vzdálenost nitkového tachymetru (cca 150 m) na takových místech, aby z nich bylo možné určit co největší počet podrobných bodů výškopisu. Sousední stanoviska jsou od sebe vzdálena 150 až 200 m tak, aby bylo možné zaměřit všechny podrobné body výškopisu. Volby stanovisek závisí také na tvaru a rozloze zaměřovaného území. Pokud je třeba zaměřit menší lokalitu, tvoří síť stanovisek polygonový pořad (nejčastěji uzavřený). Je-li třeba zaměřit větší lokalitu, tvoří síť stanovisek několik vhodně rozvržených polygonových pořadů nebo trojúhelníkové řetězce. Pokud z takovéto sítě není některé podrobné body výškopisu možné zaměřit, volí se další (vedlejší) stanoviska. Ta se určují zpravidla rajonem, příp. protínáním vpřed, současně s podrobným měřením. Výšky stanovisek se určují technickou nivelací, příp. trigonometricky. Po zaměření sítě stanovisek, se vypočte jejich poloha (pravoúhlé souřadnice Y, X) a výška.

Postup měření

Měření začíná na jednom ze stanovisek na okraji lokality. Nejprve se připraví tachymetr k měření (centrace, horizontace, urovnání indexové libely – je-li jí přístroj vybaven). Potom se změří výška přístroje. Následují orientace na sousední stanoviska. Obvykle se na jedno z těchto stanovisek (zpravidla předchozí) nastaví čtení 0 gon, což umožňuje odečítat přímo orientované směrníky. Dále se přečtou na latích postavených na sousedních stanoviscích následující hodnoty: laťový úsek, vymezený dálkoměrnými ryskami, hodnota střední rysky, vodorovný a svislý úhel (vše ve dvou polohách dalekohledu). Následuje měření podrobných bodů výškopisu. Toto měření se provádí již jen v jedné poloze dalekohledu. Pomocníci staví na podrobné body podle pokynů vedoucího skupiny tachymetrické latě, na nichž se opět čte laťový úsek a hodnota střední rysky a vodorovný a svislý úhel. Po zaměření všech podrobných bodů výškopisu v okruhu stanoviska se provede kontrolní zaměření prvního orientačního bodu a při shodě orientačního směru lze přejít na další stanovisko. Pro kontrolu orientace se doporučuje vedle orientací na sousední stanoviska zaměřit ještě jeden směr na nějaký trvale

signalizovaný bod (věž kostela, bleskosvod) a tento směr po určitém počtu bodů zkontrolovat.

Poznámka

Měřická skupina se skládá z vedoucího skupiny, technika a pomocníků. Vedoucí skupiny řídí celé měření, zavádí pomocníky s tachymetrickými latěmi na podrobné body výškopisu a kreslí výškopisný měřický náčrt. Technik obsluhuje tachymetr a zapisuje (není-li ve skupině zapisovatel) naměřené údaje do tachymetrického zápisníku (občas je třeba zkontrolovat, zda čísla podrobných bodů výškopisu v zápisníku a ve výškopisném měřickém náčrtu souhlasí). Pomocníci staví tachymetrické latě na podrobné body výškopisu.

Poznámka

Čtení horní a dolní rysky na tachymetrické lati se provádí s přesností na milimetry, čtení středí rysky s přesností na centimetry. Laťový úsek se určí z rozdílu horní a dolní rysky.

Poznámka

Při použití diagramového tachymetru se přímo odečítají vodorovné vzdálenosti a převýšení na speciální tachymetrické lati. Základní kružnice se nastavuje na lati na klínovou značku ve výši přístroje.

Výpočet polohy a výšek podrobných bodů výškopisu

Poloha se určuje polárními souřadnicemi – vodorovným úhlem a délkou. Vodorovný úhel se při nastavení hodnoty 0 gon na předchozí stanovisko měří přímo. Délka se změří pásmem a nebo přímo určí dálkoměrem Dahlta 010B.

Tachymetrie s elektronickým tachymetrem a bloková tachymetrie

V tomto případě se k měření používají elektronické tachymetry s odrazným hranolem (reflektorem) na výsuvné výtyčce. Elektronické tachymetry mají řadu předností. Vyznačují se vysokou přesností délkového měření (1 až 3 cm podle způsobu signalizace bodu – výtyčka s odrazným hranolem je držena volně v ruce nebo upevněna ve speciálním stojánku) a velkým dosahem (až 3 km). Umožňují měřit buď polární souřadnice nebo relativní pravoúhlé souřadnice a převýšení včetně automatické registrace naměřených dat. Vodorovná délka se pomocí elektronického tachymetru určuje již s fyzikální redukcí a součtovou konstantou.

Tachymetrie s elektronickým tachymetrem

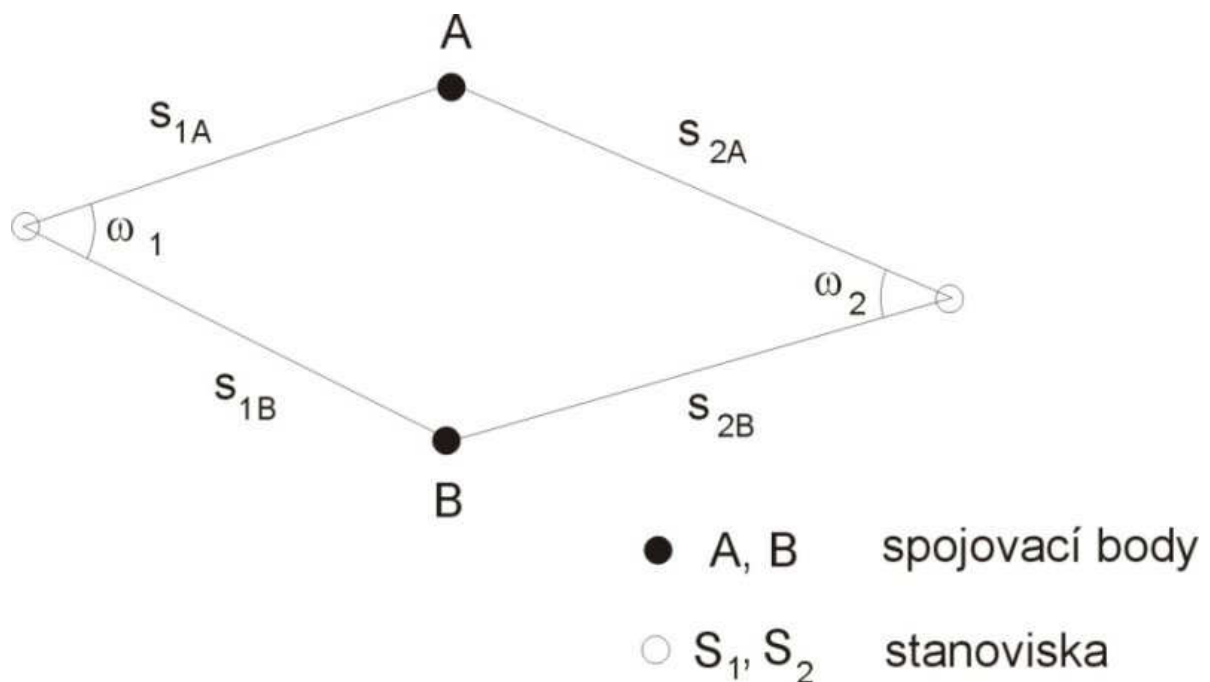
Při této metodě se postupuje obdobně jako při nitkové tachymetrii. Používá se u tzv. velkoplošné tachymetrie. Stanoviska tvoří polygonový pořad. Je nutná vzájemná viditelnost mezi sousedními stanovisky (nevyužívá se plně dosahová možnost přístroje). Pokud není možné ze stanoviska některé podrobné body výškopisu zaměřit, volí se další (vedlejší) stanoviska. Ta se určují zpravidla rajonem. Při výpočtu souřadnic stanovisek se řeší oboustranně orientovaný, popř. vetknutý, polygonový pořad. Od nitkové tachymetrie se tato metoda liší pouze přístrojovým vybavením a vyšší přesností měřených délek.

Bloková tachymetrie

Při blokové tachymetrii se současně s podrobnými body výškopisu určují i stanoviška, a to ve zvoleném souřadnicovém a výškovém systému.

Zaměřované území se rozdělí na bloky. Tvar bloku je přizpůsoben rozsahu území. Blok je tvořen dvěma stanovišky a dvěma spojovacími body. Spojovacím bodem může být kterýkoli podrobný bod výškopisu splňující určité tzv. konfigurační parametry. Vzájemná viditelnost mezi stanovišky tedy není nutná, což umožňuje libovolnou orientaci osnovy směřů na stanovišku. Spojovací bod je zaměřen z obou stanovišek patřících do bloku. Pro kontrolu je vhodné volit namísto dvou čtyři spojovací body. Měření se připojuje na dva pevné body. Pro kontrolu je však vhodné měření připojit na více pevných bodů, u nichž známe souřadnice i výšky.

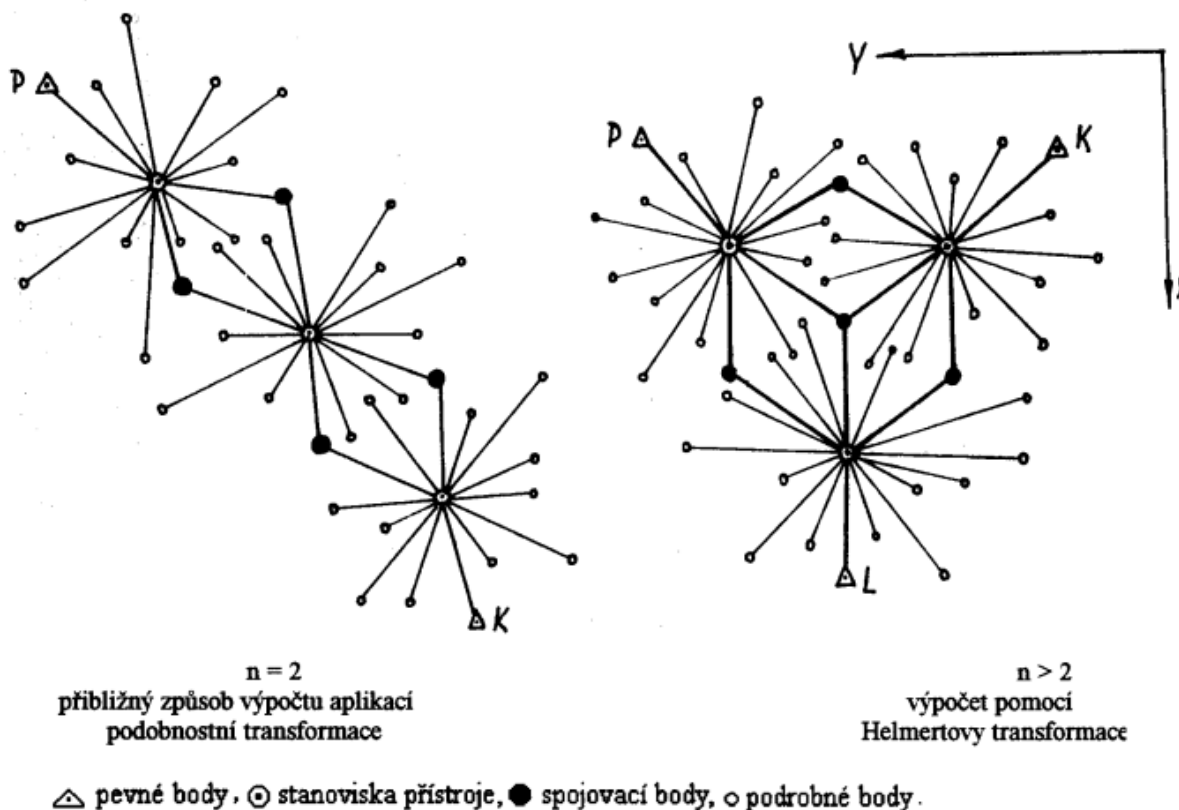
Obrázek - Blok



Poznámka

Z obrázku je patrné, že v bloku je měřen nadbytečný počet veličin (2 úhly, popř. 4 směry a 4 délky, což je 6, popř. 8 veličin $>$ $(2n-3)$ nutných veličin), což nám dává možnost vyrovnání.

Obrázek - Ukázky sítí aplikovatelných pro metodu blokové tachymetrie [71]



Výpočet je možný provést dvojím způsobem. Buď postupně dvěma rajony a následně protínáním z délek v pomocné soustavě souřadnic dané prvním stanoviškem a nakonec podobnostní transformací, nebo se na každém stanovišku provede převod polárních souřadnic na pravouhlé, pomocí spojovacích bodů a transformačních rovnic se převedou dílčí pomocné souřadnicové soustavy do jediné a nakonec opět pomocí podobnostní transformace vypočteme souřadnice všech bodů v hlavní soustavě souřadnic.

Poznámka

Přesnost podrobného měření a výsledných výšek podrobných bodů výškopisu mapy se vyjadřuje ve vztahu k blízkým bodům podrobného, příp. základního bodového pole.

Charakteristikou přesnosti určení výšek H podrobných bodů výškopisu je základní **střední výšková chyba** m_H . Výšky souboru podrobných bodů jedné třídy přesnosti musí být určeny tak, aby charakteristika m_H nepřekročila kritérium u_H uvedené v tabulce a u bodů terénního reliéfu (na nezpevněném povrchu) nepřekročila kritérium $3 \cdot u_H$.

Tabulka: Kritéria přesnosti podrobných bodů výškopisu

Kód charakteristiky kvality	1	2	3	4	5
u_H (m)	0.03	0.07	0.12	0.18	0.35
u_V (m)	0.30	0.40	0.50	0.80	1.50

Dosažení přesnosti výsledků výškopisu se ověřuje nezávislým kontrolním měřením a určením výšek podrobných bodů výběru a jejich porovnáním s výškami, uvedenými v mapě nebo určenými z vrstevnic.

Pro testování přesnosti výšek podrobných bodů se pro body výběru vypočtou rozdíly výšek $\Delta H = H_m - H_k$, kde H_m je výška podrobného bodu výškopisu a H_k je výška téhož bodu z kontrolního určení. Dosažení stanovené přesnosti se testuje pomocí **výběrové střední výškové chyby** s_H , vypočítané ze vztahu:

$$s_H = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta H_j^2}$$

Hodnota koeficientu $k = 2$, má-li kontrolní určení stejnou přesnost jako metoda určení výšek, nebo $k = 1$, má-li kontrolní určení podstatně vyšší přesnost, tj.

$$m_H < 0,7 \cdot u_H$$

Přesnost výšek se pokládá za vyhovující, když:

- platí:

$$|\Delta_H| \leq 2 \cdot u_H \cdot \sqrt{k}$$

- je přijata statistická hypotéza, že výběr přísluší stanovené třídě přesnosti, tj. že výběrová střední výšková chyba vyhovuje kritériu podle následující tabulky:

Tabulka 15.2. Kritéria výběrové střední výškové chyby [72]

Na zpevněném povrchu	Na nezpevněném povrchu	Pro výšky H_m určené z vrstevnic
$s_H \leq \omega_N \cdot u_H$	$s_H \leq 3 \cdot \omega_N \cdot u_H$	$s_H \leq \omega_N \cdot u_v$

kde koeficient ω_N má při volbě hladiny významnosti $\alpha = 5\%$ hodnotu rovnou 1,1 pro výběr rozsahu N od 80 do 500 bodů a hodnotu rovnou 1,0 pro výběr větší než 500 bodů. Při volbě jiné hladiny významnosti má koeficient hodnotu:

$$\omega_N = \chi_\alpha^2(N) / 2N,$$

kde

$$\chi_\alpha^2(N)$$

je kritická hodnota rozdělní o N stupních volnosti na hladině významnosti.

Pokud je měření připojeno na dva pevné body, použije se k vyrovnání (je měřen nadbytečný počet veličin) podobnostní transformace (podmínka konformity a úprava délek modelem q). Pokud je měření připojeno na více než dva pevné body, použije se k vyrovnání Helmertova transformace (lineární konformní transformace – podobnostní, při níž se transformační koeficienty odvozují z podmínky minima součtu čtverců odchylek souřadnic identických bodů). Namísto podobnostní transformace je možné také použít vyrovnání metodou nejmenších čtverců (podmínka minima součtu čtverců odchylek).

ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ VÝŠKOPISU

Výsledkem měření výškopisu jsou výškopisné měřické náčrty, zápisníky podrobného měření a seznamy souřadnic daných bodů. Těchto materiálů se použije k sestavení kartografického originálu mapy. Z originálu mapy je již možné získat libovolný počet kopií pomocí některé z reprografických metod. Kartografické materiály a pomůcky používané k vyhotovení kartografického originálu mapy jsou stejné jako při zpracovávání výsledků měření polohopisu.

KONSTRUKČNÍ PRÁCE NA MAPÁCH VELKÉHO MĚŘÍTKA

Originál výškopisu se vyhotovuje buď po mapových listech, nebo souvisle pro celou lokalitu. Před vlastním vyhotovením kartografického originálu je třeba vyhotovit konstrukční list pro daný mapový list.

V konstrukčním listě se zobrazují:

- průsečíky sítě pravoúhlých souřadnic,
- rohy mapových listů a průsečíky souřadnicové sítě s rámem sítě (při souvislém zobrazení se zobrazuje pouze síť pravoúhlých souřadnic),
- síť stanovišek (hlavních i vedlejších).

Poznámka

Postup i pomůcky jsou stejné jako při vyhotovování konstrukčního listu pro polohopis.

Dále se v konstrukčním listě zobrazí podrobné body výškopisu. K jejich zobrazení se používá polární koordinátograf nebo (při nižších nárocích na polohovou přesnost) transportér. Obě pomůcky jsou opět popsány v kapitole Zpracování výsledků měření polohopisu. Podrobné body se označí jemným vpichem a připiší se k nim jejich vypočtené nadmořské výšky zaokrouhlené zpravidla na decimetry tak, že vpich tvoří desetinnou čárku. Stovky metrů se neuvádějí. Jsou zpravidla společné pro všechny zaměřené body a jsou patrné z výšek tachymetrických stanovišek, příp. z výšek dalších zobrazených bodů polohového i výškového bodového pole v dané lokalitě.

Charakteristikou přesnosti zobrazení podrobných bodů v grafické formě je základní střední souřadnicová chyba m_{XY} , kde m_x , m_y jsou základní střední chyby zobrazení bodů na podkladě jeho výsledných souřadnic. Podrobné body musí být zobrazeny tak, aby charakteristika přesnosti zobrazení nepřesáhla hodnotu 0,16 mm na mapě. Dosažení přesnosti zobrazení m_{XY} podrobných bodů u grafické formy mapy se ověřuje porovnáním délek přímých spojníc dvojic podrobných bodů určených z přímého měření s délkami určenými z mapy. Dosažení přesnosti se posuzuje podle velikosti rozdílu délek daného vztahem

$$\Delta d = d_m - d_k$$

, kde d_m je délka určená z hodnot odměřených na mapě s přihlédnutím ke srážce mapy a d_k je délka spojnice určená z přímého měření. Dosažená přesnost se považuje za vyhovující tehdy, když:

- platí

$$|\Delta d| \leq 2u_d * k$$

pro všechny testované délky,

- platí

$$|\Delta d| \leq u_d * k$$

pro 60% testovaných délek,

přičemž

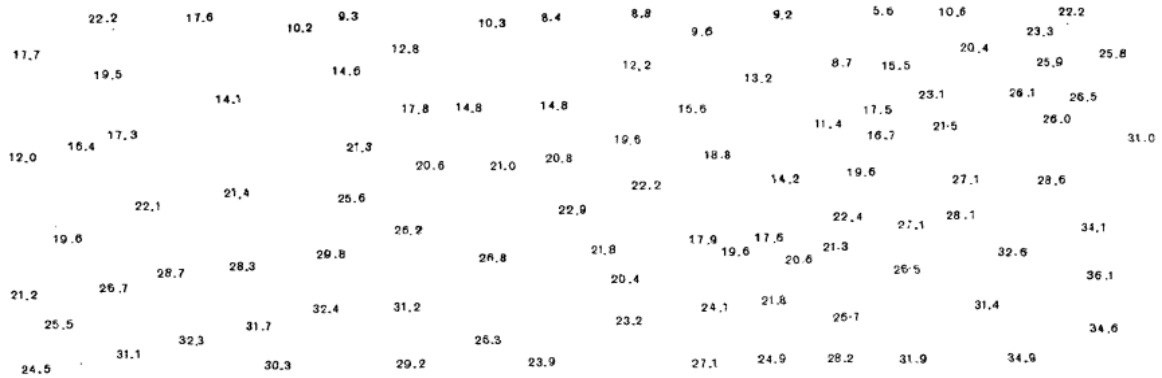
$$u_d = 0,21 * \frac{d+12}{d+20} \text{ [m]}$$

[m] a pro měřítko mapy 1:1000, pro měřítko 1:2000 a pro měřítko 1:5000.

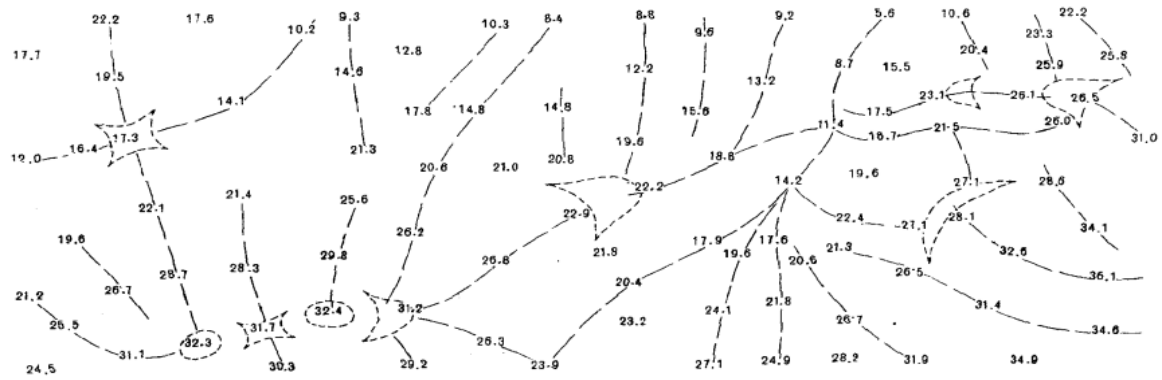
Následuje vykreslení situace (polohopisu) a konstrukce vrstevnic. Plocha konstrukčního listu je rovnoměrně pokryta podrobnými body výškopisu s vyznačenými nadmořskými výškami. Na základě těchto bodů se vyznačí průběh terénní kostry (hřbetnic, údolnic, poloha vrcholů, sedel, spočinků, atd.). Interpolací získáme body, kterými budou procházet vrstevnice. Pro interpolaci volíme dva sousední nejbližší body ležící na spádnicí. Mezi těmito body vyhledáme body, jejichž výšky jsou dány základním intervalem vrstevnic, tj. zpravidla celými metry. Interpolaci je možné dělat graficky, početně nebo jednoduchými pomůckami nižší přesnosti jako je např. osnova rovnoběžných čar o konstantní odlehlosti narýsovaná např. na astralonu. Pospojováním bodů o stejných výškách získáme vrstevnice. V rovinatém terénu, kde vzdálenost mezi jednotlivými metrovými vrstevnicemi je příliš velká, a v místech, kde základní (metrové) vrstevnice nestačí k dokonalému výškovému znázornění terénu, se sestavují další, tzv. pomocné vrstevnice v intervalu 0,5 i 0,25 m. Pro zvýšení čitelnosti mapy se používají zdůrazněné vrstevnice v intervalu rovném pětinásobku základního intervalu. Vrstevnice se nezakresluje v plochách vodstva, skal, šrafovaných ploch a (v mapě měřítka 1:2000 a většího) budov. Nadmořské výšky vrstevnic se uvádějí do přerušené vrstevnice, hlavou ve směru stoupání a umísťují se tak, aby bylo usnadněno čtení výškových poměrů na mapě. Vrstevnice musí být sestrojeny a zobrazeny tak, aby z nich bylo možno určit výšky bodů terénního reliéfu tak, aby charakteristika (základní střední výšková chyba) nepřekročila kritérium u_v . Popisují se především zdůrazněné vrstevnice. Po vykreslení vrstevnic se výškopisné znázornění doplní o technické šrafy znázorňující menší plochy omezené ostrými hranami a kóty význačných terénních bodů.

Obrázek: Postup při řešení vrstevnic

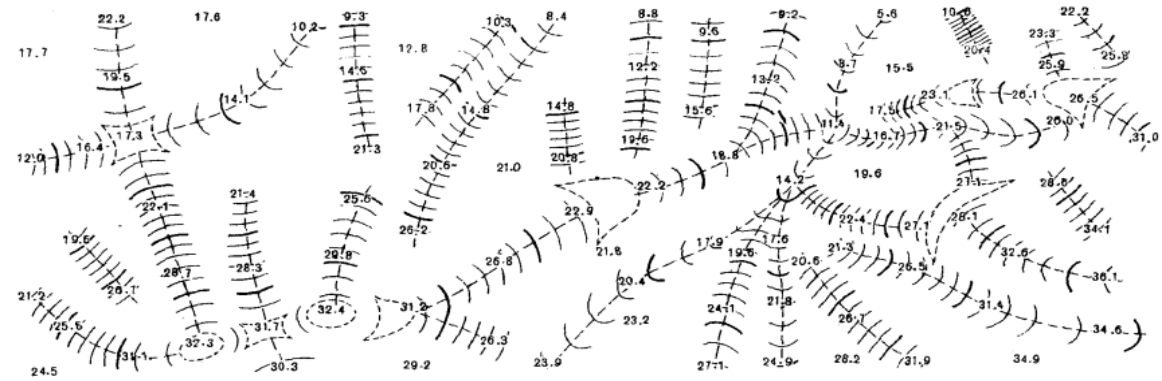
POSTUP PŘI ŘEŠENÍ VRSTEVNIC



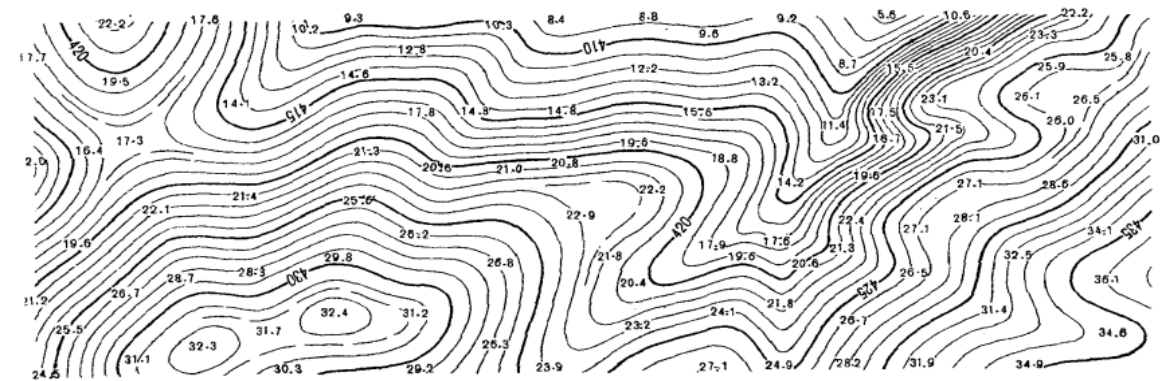
Podrobné výškové body



Zákres terénní kostry

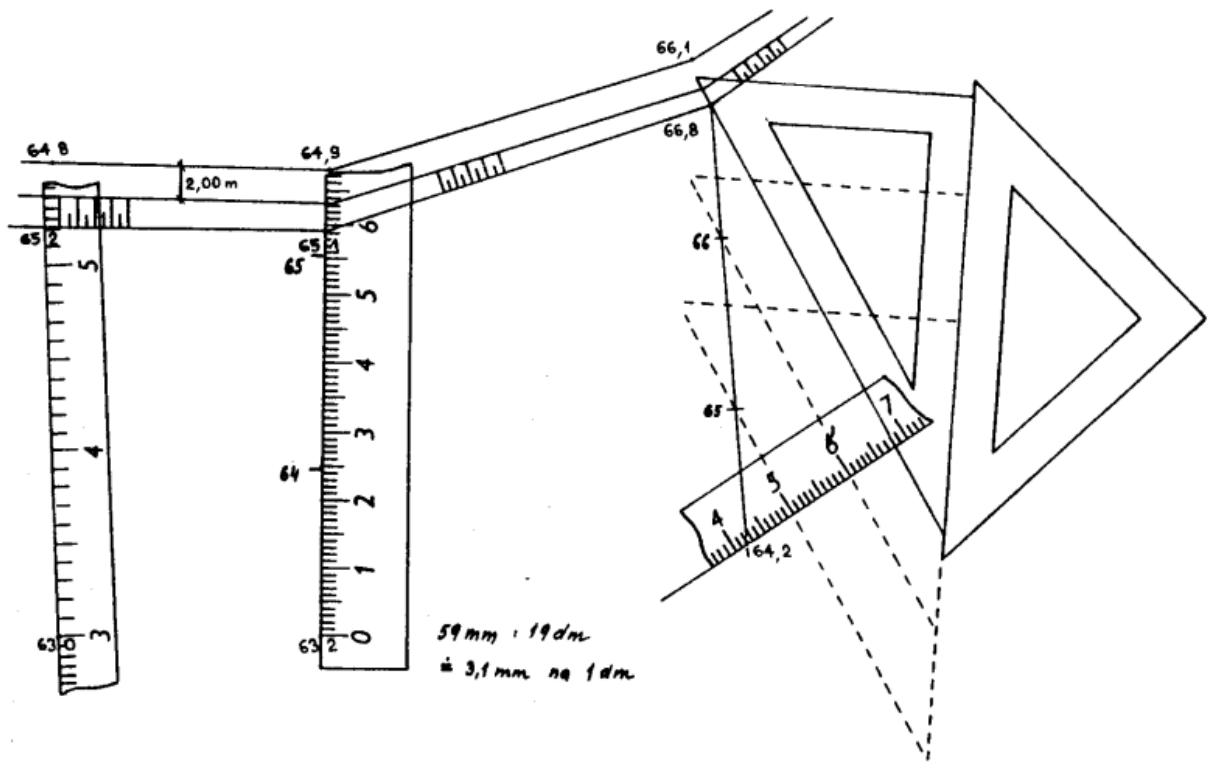


Morfologická interpolace na spádnicích



Vrstevnicový obraz

Obrázek: Interpolace



Popsáno je pouze analogové zpracování výsledků měření výškopisu.

KARTOGRAFICKÉ PRÁCE

Kartografický originál získáme adjustací konstrukčního listu. Stránku grafického zpracování a použití systému smluvených mapových značek upravuje norma ČSN 01 3411 Mapy velkých měřítek, kreslení a značky. Předměty měření se zobrazují jako jejich svíslé průměty na referenční plochu. Pokud je možné předmět v měřítku mapy zobrazit zcela zřetelně, zobrazí se obrysovou čarou. Pokud není možné předmět v měřítku mapy zobrazit pro jeho malé rozměry obrysem, zobrazí se pouze mapovou značkou. Pokud se v určitém prostoru nahromadí množství předmětů, které není možné zřetelně zobrazit v měřítku mapy, provede se výběr (selekce) nejdůležitějších předmětů, které se v mapě zobrazí. Ve vícebarevných mapách se kreslí vrstevnice hnědě, v jednobarevných mapách v barvě polohopisu, a to základní vrstevnice tenkou čarou a zdůrazněné vrstevnice tlustou čarou.

Obrázek: Ukázka mapových značek pro znázornění výškopisu

Poř. číslo	Předmět	Článek	Značka	Poznámka
9.01	Vrstevnice základní	147 149 153		čára 0.012
9.02	Vrstevnice základní v jednobarevných mapách	150		čára 0.102
9.03	Vrstevnice zdůrazněná	147 149 153		čára 0.014
9.04	Vrstevnice zdůrazněná v jednobarevných mapách	150		čára 0.104
9.05	Vrstevnice doplňkové a) pro polovinu zákl. intervalu b) pro čtvrtinu zákl. intervalu	148		čára 0.062 čára 0.052
9.06	Vrstevnice pomocná	149		čára 0.032
9.07	Spádovka			čára 0.012

Poř. číslo	Předmět	Článek	Značka	Poznámka
9.08	Šrafování sklonité terénní plochy (s označením výšky stupně relativní kótou)	155 156		čára 0.012 v náčrtu hnědě nebo tužkou
9.09	Terénní stupeň užší než 0,5 mm na mapě (s označením výšky stupně rel. kótou)	157		čára 0.015
9.10	Nástin horizontál (na hřbetnici)	159		v náčrtu hnědě nebo tužkou
9.11	Hřbetnice, údolnice	159		v náčrtu hnědě nebo tužkou
9.12	Podrobný výškový bod (s umístěním popisu) a) polárně, fotograficky nebo tachym. b) plošnou nivelací	160		v náčrtu a) x hnědě nebo tužkou b) x modře nebo tužkou
9.13	Význačný bod v terénu (vrchol kupy, sedla apod.) s umístěním popisu	160		
9.14	Kóta na vodohospodářském nebo jiném staveb. objektu a zařízení (s umístěním popisu)	160		

Obrázek: Ukázka kartografického originálu (ZM 1:5000 doplněná výškopisem)

