

VÝUKA V TERÉNU GD 1,2

2015

OBECNÉ POKYNY

MĚŘENÍ V TERÉNU

Každý je povinen být v okamžiku zahájení úlohy seznámen s jejím obsahem a musí mu být zřejmé měřické postupy. Především jaké veličiny se budou měřit, v kolika opakováních a jaké kontroly měření budou probíhat již v terénu.

Jednotlivé úlohy se měří a zpracovávají ve skupinách, nebo za jednotlivce. Některé části pak i ve dvojicích. Pro každou úlohu je toto rozdělení určeno v zadání úlohy.

Nezapomeňte vždy správně nastavit všechny parametry přístroje s ohledem na požadovanou přesnost a způsob měření (typ hranolu, měřítko, fyzikální redukci, kompenzátor, osové chyby).

ZPRACOVÁNÍ MĚŘENÝCH DAT

Naměřené hodnoty se u jednodenních úloh zpracovávají v den měření a to **odpoledne**. U vícedenních úloh probíhá v den měření pouze základní zpracování. Celkové zpracování se pak provádí v rámci kancelářského dne. Způsob zpracování a možnost využití software je uveden v zadání.

NÁLEŽITOSTI A ODEVZDÁNÍ ÚLOH

Jednodenní úlohy se odevzdávají **v den měření**. U vícedenních úloh se odevzdávají v den měření **díličí technické zprávy** z měření a výpočtu. Celková technická zpráva bude obsahovat jednotlivé díličí zprávy a bude odevzdána v den kancelářského zpracování. Veškeré úlohy je třeba odevzdat **již před večerí !**.

Úlohy se odevzdávají v tištěné podobě na formátu A4. Každá úloha obsahuje na úvodní stránce tabulku s názvem úlohy a dalšími údaji. Dále obsahuje technickou zprávu, kde jsou především uvedeny základní údaje o měření, popis postupu měření a výpočtů, jsou uvedeny použité

souřadnicové systémy a v závěru jsou uvedeny určené hodnoty včetně jejich kvalitativního hodnocení. Na konci technické zprávy je uveden seznam příloh, datum a podpis.

Je nepřípustné, aby se vzájemná spolupráce při zpracování dat projevila identickým textem v technických zprávách.

Přestože se většina úloh odevzdává za skupinu, je každý povinen rozumět celému postupu jak měření tak výpočtu.

PODMÍNKY UDĚLENÍ ZÁPOČTU

Zápočet je udělen po zdárném splnění všech úloh a výsledná klasifikace zápočtového testu je lepší než stupeň **F**. **Test je klasifikován za F jestliže nebylo dosaženo alespoň polovičního počtu bodů a je-li čtyři a více příkladů klasifikováno za F.**

LITERATURA

- [1] Formanová, P. - Kubín, T.: Geodézie 1, 2 (Návody na cvičení). Skriptum. 1. vyd. ČVUT. Praha 2009.
- [2] Ratiborský, J.: Geodézie 10. Skriptum. 1. vyd. Ediční středisko ČVUT. Praha 2000.
- [3] Ratiborský, J.: Geodézie 20. Skriptum. Vydavatelství ČVUT, Praha 2005
- [4] Matlab <http://www.mathworks.com/products/matlab/> <http://www.humusoft.cz/>
- [5] Groma 9.0 manuál <http://groma.cz/bin/groma9.pdf>
- [6] Kokeš kurz 153GS1 <http://geo3.fsv.cvut.cz/kurzy/>
- [9] Úvod do Scilabu EN <http://www.scilab.org/content/download/1754/19024/file/introscilab.pdf>

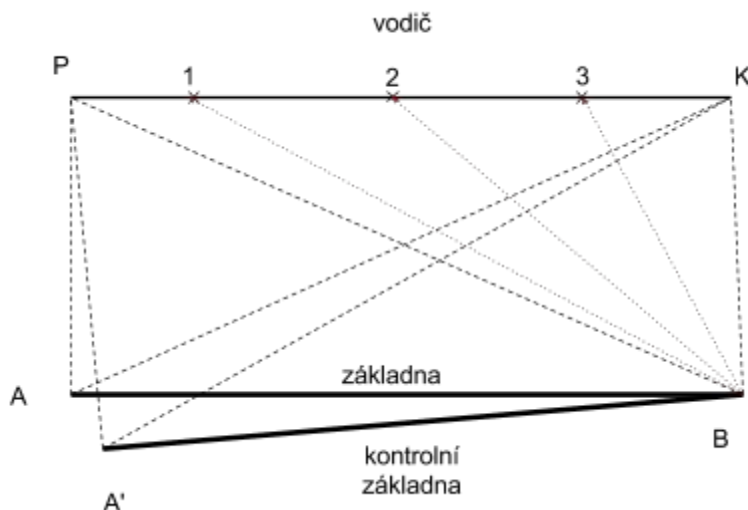
NV - ZAMĚŘENÍ VODIČE VYSOKÉHO NAPĚTÍ (1 den)

Určete vzájemnou polohu dvou krajních bodů vodiče vysokého napětí a dále souřadnice mezilehlých bodů určujících průběh vodiče mezi koncovými body pro vyznačení ochranného pásma a jeho průhybu.

K určení se v terénu vhodně zvolí pomocná základna. Na koncových bodech této základny zaměřte osnovu vodorovných směrů a zenitových úhlů v jedné skupině na krajní body vodiče a druhý konec základny. Polohu krajních bodů určete s kontrolou z druhé základny. Délka základny se měří obousměrně a pro určení polohy mezilehlých bodů vodiče zaměřte z jednoho stanoviska vodorovný směr a zenitový úhel v jedné poloze.

Před měřením, nebo v rámci měření na protilehlý bod základny ověřte, že přístroj nevykazuje indexovou, úklonou nebo kolimační chybu, která by způsobila při měření v jedné poloze dalekohledu chybu v určení polohy větší jak 0,03 m (kalibrace přístroje).

Polohu všech bodů vyjádřete v souřadnicích místního polohového a výškového systému. Vzájemnou polohu krajních bodů vodiče vyjádřete šikmou a vodorovnou vzdáleností a převýšením. Výsledné hodnoty stanovte jako průměr a sestavte do přehledné tabulky. Vyhotevte jednoduchý observační plán a výkres průhybu vodiče ve vhodném měřítku.



Úloha se **vypracovává za skupinu**, měřené hodnoty se zapisují do zápisníku.

Obsah úlohy:

- Technická zpráva
- Přílohy
 - observační plán
 - nákres průhybu vodiče v měřítku
 - zápisníky
 - protokol o výpočtu

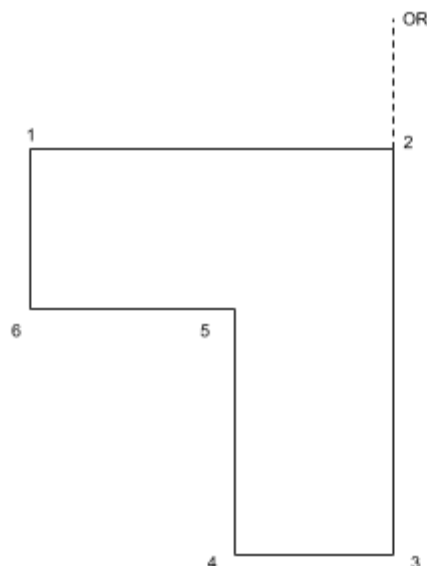
Pomůcky do skupiny:

- Totální stanice Leica TC403, 2x stativ, hranol s třínožkou a trnem
- Matlab/Octave/Scilab, Groma
- Kokeš

V2 - VYTYČENÍ OBJEKTU (1 den)

Vytyčte polohu bodů půdorysu stavebního objektu. Tvar objektu je dán výkresem obvodu objektu v místním systému. Poloha a orientace je určena bodem a orientací hlavní polohové čáry. U každého bodu určete též rozdíl výšky terénu vůči srovnávací rovině.

Bod 3 hlavní polohové čáry stavebního objektu bude v terénu ztotožněn se souřadnicemi v S-JTSK zadané vyučujícím. Objekt orientujte tak, aby hlavní polohová čára, spojnice bodů 2-3 byla ve směru sever - jih. Před vytyčením v terénu vypočtete jižník strany 3-2 v S-JTSK, souřadnice bodu OR a polární vytyčovací prvky ze stanoviska 3 s orientací na bod OR.



Vyhotovte jednoduchý vytyčovací výkres s vyznačením čísel bodů, severu a vypočtených oměrných měr na obvodu i v úhlopříčkách objektu. Při výpočtu orientace objektu uvažujte meridiánovou konvergenci Křovákova zobrazení

$$C = 0,008257 \cdot Y + 2,373 \cdot \frac{Y}{X}$$

kde souřadnice Y a X dosazujeme v km a hodnota konvergence vychází ve stupních.

Vytyčení

Body 3 a OR, které udávají orientaci hlavní polohové čáry, se vytyčí z volného stanoviště, jehož polohu určíte programem v totální stanici s orientací na nejméně tři dané body.

Jednotlivé body objektu se vytyčí ze stanoviště 3 s orientací na bod OR pomocí vypočtených vytyčovacích prvků v jedné poloze dalekohledu. Vytyčené body se dočasně stabilizují pomocí dřevěných kolíků. Přesná poloha se vyznačí křížkem nebo hřebíčkem na vrchol kolíku.

Kontrola vytyčení

Po vytyčení se provede kontrolní zaměření polohy stavebního objektu v místním systému (osa $+x$ je totožná s hlavní polohovou čarou). U každého bodu změřte též výšku vrcholu kolíku nad terénem. Kontrola rozměru objektu se provede pomocí kontrolních oměrných a uhlopříček měřených totální stanicí s mezní odchylkou 0,02 m (rozdíl proti projektu). Naměřené míry zaznamenejte do vytyčovacího výkresu. Mezní polohová odchylka vytyčených bodů (rozdíl proti projektu) nesmí překročit 0,015 m. Kontrola umístění objektu v S-JTSK se provede opětovným zaměřením bodů 3 a OR s připojením na okolní body. Mezní rozdíl mezi souřadnicemi (dané a kontrolně zaměřené) je 0,03 m.

Do technické zprávy vyhotovte přehledné tabulky s porovnáním: a) daných rozměrů s přímo měřenými, b) daných a kontrolně zaměřených souřadnic bodu č. 3 a OR v S-JTSK, c) daných a kontrolně zaměřených souřadnic vytyčených bodů v místním systému včetně polohové odchylky.

Vyhotovte též tabulku výšek bodů, výšek terénu a rozdílů výšek bodů od srovnávací roviny. Výšku srovnávací roviny zadá vyučující.

Úloha se **vypracovává za skupinu**, měřené hodnoty se ukládají do paměti stroje a zapisují do vytyčovacího výkresu.

Obsah úlohy:

- Technická zpráva
- Přílohy
 - vytyčovací výkres
 - zápisníky
 - protokol o výpočtu

Pomůcky do skupiny:

- Totální stanice Leica TC403, stativ, mini hranol, výtyčka s hranolem Leica, 7x kolík
- Matlab/Octave/Scilab, Groma, kalkulačka
- Kokeš

V1 - VYTYČENÍ OSY KOMUNIKACE (1 den)

Vytyčte polohu hlavních a podrobných bodů osy komunikace. Souřadnice jednotlivých bodů vypočtete na základě zadaných souřadnic bodů směrového polygonu v systému S-JTSK a poloměrů kružnicových oblouků s rozstupem podrobných bodů 5 m. Před výpočtem souřadnic bodů redukuje poloměr oblouku do systému S-JTSK. Vyhotovte jednoduchý vytyčovací výkres s vyznačením tečného polygonu a základních prvků osy komunikace spolu s označením jednotlivých bodů.

Polovina bodů se vytyčí pomocí přijímače GNSS, druhá pak pomocí totální stanice z volného stanoviska (souřadnice vytyčovaných bodů se uloží do paměti přístroje). Volné stanovisko určete zaměřením dvou, popřípadě tří orientací. Všechny vytyčené body na závěr kontrolně zaměřte pomocí přijímače GNSS. Nezapomeňte správně nastavit všechny parametry přijímače GNSS a totální stanice pro vytyčování ze souřadnic v systému S-JTSK.

Do technické zprávy vyhotovte přehlednou tabulku s porovnáním vytyčovaných a zaměřených souřadnic všech bodů. Rozdíl polohy vyjádřete v Δx , Δy a Δp (mezní polohová odchylka je 0,10 m).

Úloha se **vypracovává za skupinu** vytyčované i měřené hodnoty se ukládají do paměti přístrojů.

Obsah úlohy:

- Technická zpráva
- Přílohy
 - vytyčovací výkres v měřítku
 - protokol o výpočtu

Pomůcky do skupiny:

- přijímač GNSS Trimble GeoXR, totální stanice Trimble M3, stativ, výtyčka s hranolem, 20x měřická jehla, 6x kolík
- Matlab/Octave/Scilab, Groma, kalkulačka
- Kokeš

ZAMĚŘENÍ POLOHOPISU S VÝŠKAMI (3 dni)

P - POLYGONOVÝ POŘAD

Pomocí oboustranně připojeného polygonového pořadu (neorientovaný, vetknutý) určete souřadnice v systému S-JTSK a dále nadmořské výšky (Bpv) pomocných měřických bodů pro účely následného mapování v dané lokalitě. Pořad polohově připojte na minimálně čtyři body PPBP a výškově na dva blízké nivelační body PNS-KV. Vodorovné (levostranné) úhly a zenitové úhly se měří v jedné skupině. Délky (šikmé) se měří dvakrát, obousměrně. Výška přístroje a cíle se určí na milimetry. Body pořadu se číslují od 4001.

Z naměřených hodnot se určí souřadnice a výšky jednotlivých bodů pořadu. Souřadnice se vypočtou nejdříve v místní soustavě jako volný pořad (s redukcí délek do zobrazovací roviny S-JTSK) a následně se tyto souřadnice transformují pomocí shodnostní transformace na dva identické body PPBP. Další zaměřené body PPBP využijte jako kontrolní.

Rozdíl mezi změřenou (volný pořad) a ze souřadnic (S-JTSK) vypočtenou hodnotou délky spojnice identických bodů nesmí překročit mezní odchylku 0,15 m.

Výšky bodů se určí výpočtem trigonometrických výškových rozdílů (zakřivení Země a refrakce se zanedbají) a vyrovnáním naměřeného převýšení mezi koncovým a počátečním bodem na dané převýšení zaměřených nivelačních bodů (odchylka se rozdělí rovnoměrně). Rozdíl těchto převýšení nesmí překročit mezní odchylku 0,12 m. Před výpočty proveďte zpracování naměřených hodnot (měření v obou polohách dalekohledu, oboustranně měřené

délky a jejich redukce, atd.).

Výpočet pořadu provede každý **samostatně a ručně**, bez využití elektronických formulářů nebo geodetických programů (Gromu možno použít pro kontrolu).

Úloha se **odevzdává za skupinu** (dílčí TZ), výpočty jednotlivců formou přílohy. Měřené hodnoty se zapisují do zápisníku.

Obsah úlohy:

- Dílčí technická zpráva (každý samostatně)
- Přílohy
 - observační plán
 - zápisníky
 - protokol o výpočtu (každý samostatně)

Pomůcky do skupiny:

- Totální stanice Trimble M3, stativ, hranol s výtyčkou + stojánek, 3x kolík
- Matlab/Octave/Scilab, kalkulačka

M - MĚŘENÍ POLOHOPISU (měřítko 1 : 1 000)

V daném území provedte zaměření polohopisu s výškami pro účely projekčních prací. Předmětem měření jsou veškeré viditelné prvky polohopisu (budovy, vozovky, chodníky, prvky inženýrských sítí, zeleň, vodní plochy a toky atd.).

Podrobné body se číslují od 1. Orientace na stanovisku se provede nejméně na dva body měřické sítě (2 směry + 2 délky), na konci se provede kontrola orientace. Mezi jednotlivými stanovisky provedte zaměření alespoň dvou kontrolních podrobných bodů. V případě potřeby můžete zřídit pomocný měřický bod s číslem 5001 a výše.

Během měření vedte měřický náčrt a využijte možnosti jednoduchého kódování kresby. Kontrolujte soulad číslování bodů. Drobné výstupky a výklenky na stavbách je možno doměřit pomocí konstrukčních oměrných. Rohy budov, stromy a ostatní objekty, kde nelze umístit hranol přímo na bod se použije metoda úhlového odsazení.

Po měření provedte každý **samostatně** v programu Groma editaci naměřených dat a opravte případně špatně zaměřené body, nebo špatně zadaná data. Dále provedte redukci měřených délek a na závěr vypočtete souřadnice podrobných bodů. Vyhotovte protokol o výpočtu.

Úloha se odevzdává za skupinu, měřené hodnoty se ukládají do paměti přístroje, vede se náčrt měření. Vypočtené souřadnice a protokoly odevzdejte v elektronické podobě.

Obsah úlohy:

- Dílčí technická zpráva (každý samostatně)
- Přílohy
 - náčrt
- Přílohy elektronické
 - protokol o výpočtu (každý samostatně)
 - seznam souřadnic (každý samostatně)

Pomůcky do skupiny:

- Totální stanice Trimble M3, stativ, výtyčka s hranolem, 3x kolík
- Matlab/Octave/Scilab, Groma

K2 - ZPRACOVÁNÍ KRESBY (KOKES) - KANCELÁŘ

Seznam souřadnic všech bodů načtete do systému KOKES. Při tvorbě mapy dbejte na správnou topologii kresby (správné dotažení a napojení objektů, linie nulové délky atd.) a rozřídění obsahu do hladin výkresu. Pro vykreslení základní kresby využijte funkce automatické kresby dle kódů bodů.

Vyhotovená kresba bude obsahovat především liniové prvky (obvody objektů, vozovky, chodníky, jiné komunikace, nadzemní vedení inženýrských sítí) bodové prvky (mapové značky zaměřených malých objektů (stromy, prvky inženýrských sítí, dopravní značení, symboly bodů měřické sítě atd.) a textové prvky (názvy ulic, budov a dalších, čísla popisná, popis inženýrských sítí atd.).

Na závěr výkres doplňte o další obsah, například legendu použitých mapových symbolů, čtvercovou síť, údaje o zpracovateli, měřítko atd.

Výkres se vypracovává samostatně v digitální podobě.

Obsah úlohy:

- **Technická zpráva celková** (za skupinu)
- Přílohy
 - náčrt (kopie)
 - tisk výkresu
- Přílohy elektronické

- soubor výkresu

Pomůcky do skupiny:

- Groma, Matlab/Octave/Scilab, kalkulačka
- Kokeš

URČENÍ SOUŘADNIC BODU (4 dni)

Určete souřadnice bodu v S-JTSK (dané body viz obr. + místopisy). Tyto souřadnice určete jednak z měřených směrů a to protínáním zpět a vpřed, dále protínáním z délek a nakonec pomoci technologie GNSS. Pro účely redukce délek měřte zenitové úhly a určete výšku jednoho z bodů technickou nivelací s připojením na nivelační bod PNS-KV. V rámci měření dodržujte požadavky ČÚZK pro měření v podrobném polohovém bodovém poli.

Celou úlohu zpracovává každý sám, včetně technické zprávy i výpočtů.

O1 - MĚŘENÍ VODOROVNÝCH SMĚRŮ

Na určovaném bodě nebo v jeho blízkosti, změřte osnovu vodorovných směrů ve třech skupinách. Jako cílové body volte body s dobrou viditelností, které zároveň zaručují dobrou konfiguraci pro následný výpočet protínání zpět. V případě excentrického stanoviska změřte centrační prvky v první skupině měření. Pokud podmínky dovolí měřte osnovu alespoň pěti směrů s počátečním směrem zvoleným na vhodný libovolný cíl.

Požadovaná přesnost měřeného směru v jedné skupině je 1,0 mgon (směrodatná odchylka). Mezní odchylka v uzávěru skupiny (v opakovaném prvním směru) a mezní rozdíl mezi skupinami je 3,0 mgon. V případě nesplnění mezních hodnot vyučující rozhodne o dalším postupu.

V den měření se odevzdává dílčí technická zpráva z měření, observační plán a adjustovaný zápisník.

Úloha se zpracovává samostatně. Pro účely měření se rozdělte po trojicích. Každý měří celou svojí osnovu směrů.

Obsah úlohy:

- Dílčí technická zpráva
- Přílohy
 - observační plán
 - vypočtený a adjustovaný zápisník včetně středních chyb

Pomůcky pro trojici:

- elektronický teodolit Topcon DT-202, stativ, slunečník, signalizace cílových bodů
- Matlab/Octave/Scilab, kalkulačka

O2 - MĚŘENÍ VODOROVNÝCH SMĚRŮ A DÉLEK

Na dvou známých bodech zaměřte osnovu vodorovných směrů ve třech skupinách tak abyste mohli souřadnice určovaného bodu vypočítat protínáním vpřed z orientovaných směrů. Postup měření a mezní odchylky jsou shodné s pokyny pro měření protínání zpět.

V druhé části úlohy změřte šikmé délky a zenitové úhly ve dvou skupinách ze známých bodů na určovaný bod pro výpočet souřadnic protínáním z délek. Naměřené délky se opravují v terénu o fyzikální redukce automaticky v totální stanici podle vložených hodnot teploty a tlaku vzduchu. **Nezapomeňte změřit výšku přístroje nad bodem.**

Pro účely měření se rozdělte po trojicích tak jak jste byli, nebo budete, rozdělení pro protínání zpět. Každý z trojice měří na jednom známém bodě. Naměřená data si následně ve trojici pro výpočet předáte.

Požadovaná přesnost měřeného zenitového úhlu v jedné skupině je 1,5 mgon (směrodatná odchylka). Mezní rozdíl mezi skupinami je 4,0 mgon. V případě překročení mezní hodnoty vyučující rozhodne o dalším postupu.

V den měření se odevzdává dílčí technická zpráva z měření, observační plán a vypočtený a adjustovaný zápisník.

Úlohu každý zpracovává samostatně.

Obsah úlohy:

- Dílčí technická zpráva
- Přílohy
 - observační plán
 - vypočtený a adjustovaný zápisník vodorovných směrů včetně středních chyb
 - za trojici vypočtený a adjustovaný zápisník měřených délek a zenitových úhlů

Pomůcky pro trojici:

- totální stanice Leica TS06 (popř. teodolit Topcon DT-202), stativ, signalizace cílových bodů, vysílačka, tlakoměr, teploměr
- Matlab/Octave/Scilab, kalkulačka

O3 - GNSS A TECHNICKÁ NIVELACE

V první části úlohy zaměřte polohu a výšku určovaného bodu pomocí technologie GNSS metodou RTK s připojením do sítě CZEPOS nebo Trimble VRS NOW dle **vyhl. č. 31/1995 Sb.**

V druhé části úlohy určete nadmořskou výšku jednoho bodu (zadá vyučující) pomocí technické nivelace s připojením na známý nivelační bod PNS-KV. Měření provedte jako uzavřený nivelační pořad (nivelace po obvodu) nebo měřením obousměrné nivelace. Výšku připojovacího bodu ověřte měřením k dalšímu známému bodu. Odchylka v uzávěru obousměrné nivelace nesmí překročit hodnotu $40 \text{ mm} \cdot \sqrt{r}$, kde r je délka měřeného pořadu v kilometrech. Odchylka mezi daným a naměřeným nivelačním převýšením nebo v uzávěru nivelace po obvodu nesmí překročit hodnotu $40 \text{ mm} \cdot \sqrt{(r/2)}$. Měření přijímačem GNSS provede každý **samostatně**, technická nivelace se měří ve skupině.

Obsah úlohy:

- Dílčí technická zpráva
- Přílohy
 - vypočtený a adjustovaný zápisník technické nivelace
 - protokol z měření GNSS

Pomůcky pro skupinu:

- nivelační přístroj + nivelační lať + nivelační podložka
- přijímač GNSS Trimble GeoXR, adaptér do trojnožky
- Matlab/Octave/Scilab, kalkulačka

K1 - ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT - KANCELÁŘ

Z naměřených dat vypočtete souřadnice určovaného bodu protínáním zpět, protínáním vpřed z orientovaných směrů a protínáním z délek. Jednotlivé výsledky porovnejte mezi sebou a s hodnotami naměřenými technologií GNSS.

Pro potřeby protínání vpřed z délek redukuje naměřené délky o matematické redukce (do vodorovné roviny, z nadmořské výšky) a o redukce do zobrazovací roviny S-JTSK. Redukci proveďte podle postupů uvedených [1] str. 35-44. Sestavte přehlednou tabulku vyjadřující hodnoty jednotlivých redukcí (redukce na vodorovnou, redukce do nulového horizontu a redukce do S-JTSK) a výchozí a konečnou redukovanou délku.

Do přílohy technické zprávy výpočtů uvádějte vždy všechny mezivýsledky výpočtu pro jednotlivé varianty výpočtů (výpočty známých směrů, orientace osy, výpočty protínání atd.)

Výsledné souřadnice všech metod sestavte do přehledné tabulky a jako výsledné souřadnice uveďte jejich průměr. V závěru porovnejte jednotlivé metody určení souřadnic bodu a hodnoty takto určených souřadnic.

Úlohu zpracovává každý samostatně.

Obsah úlohy:

- Technická zpráva celková
- Přílohy
 - dílčí technické zprávy
 - protokol o výpočtech včetně zřejmého postupu a mezivýsledků

Pomůcky

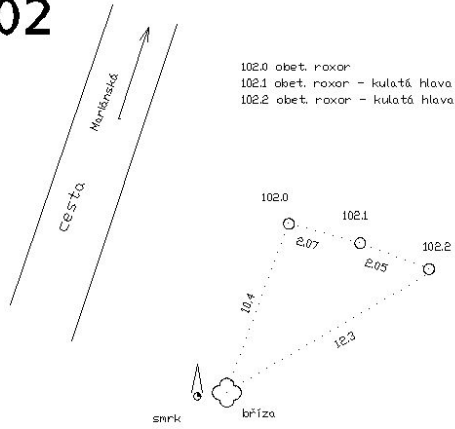
- Matlab/Octave/Scilab, kalkulačka

V Praze 1. 6. 2015

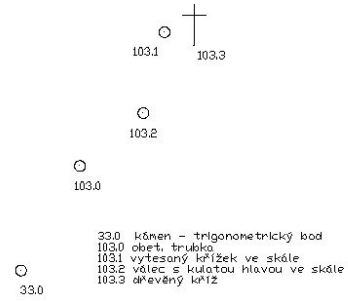
Michal Seidl



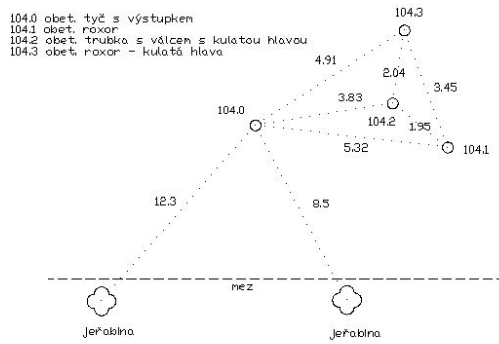
102



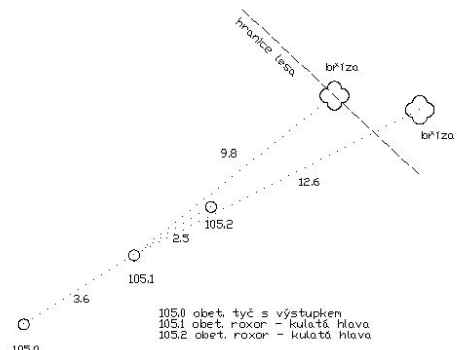
103



104



105



106

