

# PŘÍPRAVA A ZPRACOVÁNÍ MĚŘIČSKÉHO DENÍKU S VYUŽITÍM PROGRAMU ArcGIS 9 SURVEY ANALYST

Jakub Baborák  
Geoinformatika  
VŠB Technická  
univerzita Ostrava  
17. Listopadu 15  
708 33 Ostrava Poruba  
E mail: [bab081@vsb.cz](mailto:bab081@vsb.cz)

## Abstract

This thesis is focused on transformation of survey data to the ArcGIS 9, through extension Survey Analyst.

## Abstrakt

Tato práce se zabývá převodem měřičského denníku do prostředí programového vybavení ArcGIS 9 prostřednictvím extenze Survey Analyst.

## Úvod

V průběhu studia na VŠB TU Ostrava se studenti oboru Geoinformatika na Hornicko geologické fakultě setkávají s předmětem terénní cvičení, které navazuje na předmět geodézie. V rámci tohoto předmětu studenti vypracovávají vybrané geodetické úlohy. Terénní cvičení probíhá vždy ke konci letního semestru v areálu vysoké školy.

Měření probíhá na klasických opticko-mechanický teodolitech. Tyto přístroje slouží pro měření vodorovných a svislých úhlu. Teodolity jsou vybaveny skleněným horizontálním a vertikálním kruhem, na těchto kruzích jsou vyleptány indexy úhlové stupnice. Veškerá registrace naměřených dat (úhlů vertikálních či zenitových, délek a čtení na lati) se zaznamenává do předepsaných měřičských zápisníků. Měřičské zápisníky obsahují vlastní naměřené hodnoty, údaje o stanovisku a o cílových bodech a dále údaje kde, kdy a kdo měřil. Jednotlivé zápisníky se od sebe liší v závislosti na druhu geodetického měření.

Vypočtené měřičské deníky slouží jako vstupní data pro souřadnicové výpočty. Výsledkem souřadnicových výpočtů jsou souřadnice určených bodů. Souřadnicové výpočty se dají zpracovávat ručně (použitím specifických matematických vzorců a vztahů) nebo pomocí k tomu určeného programového vybavení (např. program GROMA, GEUS, KOKEŠ).

Ruční zpracování je časově náročné a v průběhu dosazování do vzorců a přepisování mezivýsledků může dojít k přehlédnutí nebo špatnému přepsání hodnot. To pak vede k chybnému výsledku a celý výpočet se musí opakovat. Tyto nedostatky se mohou částečně eliminovat použitím programu MS Excel, kde se dají jednotlivé kroky zjednodušit a částečně automatizovat.

Geodetické úlohy z terénního cvičení lze zpracovat pomocí extenze Survey Analyst, která spadá do programového balíku ESRI ArcGIS. Protože práce s touto extenzí nespadá do studijních okruhů a neexistuje žádný návod v češtině. Je studenty tento nástroj nevyužíván.

Cílem této práce je naučit studenty s touto extenzí pracovat a vypracovat návod na zpracování jednotlivých úloh konaných v rámci terénního cvičení.

## Použitá data

- Data CUZK
- Cvičná data programu ArcGIS Survey Analyst
- Data z měřičských deníků, vypracovaných studenty VŠB-TUO

## Postup práce

Práce byla rozdělena do několika dílčích částí.

1. Studie manuálu - prvním krokem byla studie manuálu Survey Analyst. Příručka Using ArcGIS Survey Analyst se dodává s extenzí v knižní a elektronické podobě (ve formátu pdf). Práce na této části projektu byla časově nejnáročnější.
2. Tutoriál Survey Analyst – Po získání základních znalostí práce v programovém vybavení ESRI ArcGIS 9.x a extenze Survey Analyst. Byl udělán tutoriál a data sním spojená. Data se instalují automaticky spolu s extenzí.
3. Vklad testovacích dat – Data byla poskytnuta ing. Dagmaru Böhnovou. Jedná se o měřičské deníky z úloh měření polohopisu a tachymetrie konané v průběhu terénního cvičení.
4. Vypracování návodu k extenzi Survey Analyst a jednotlivým terénním cvičením – Jako poslední krok je vlastní vypracování návodu v rámci bakalářské práce k extenzi Survey Analyst.

Z důvodu typu tématu a rozsahu referátu se zaměřím jen na popis vypracování úlohy měření polohopisu hvězdárny.

# Měření polohopisu

Tato úloha se měří v areálu hvězdárny prof. Johanna Palisy. Úloha se skládá se ze dvou částí

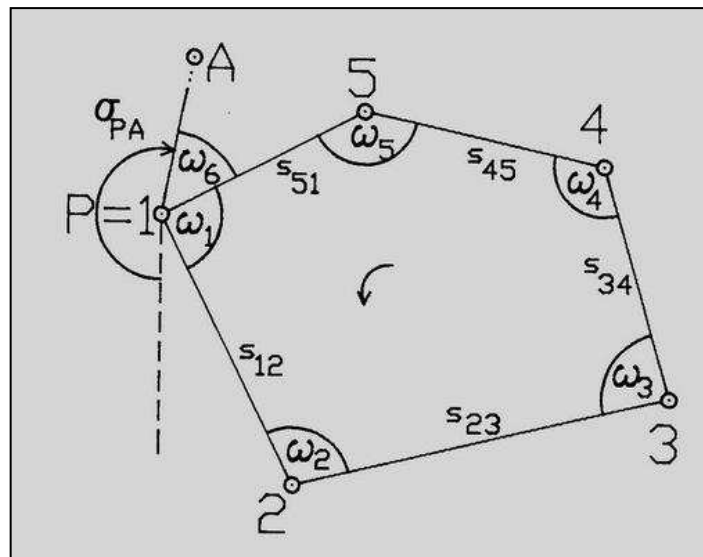
- měření uzavřeného polygonového pořadu okolo budovy hvězdárny
- měření polohopisu budovy hvězdárny metodou polární a ortogonální

## Vstupní data

- měřičské zápisníky z měření uzavřeného polygonového pořadu, měření polohopisu polární a ortogonální metodou
- souřadnice měřičských bodů
  - počáteční bod polygonového pořadu
  - dva body pro orientaci a připojení polygonového pořadu

## Měření uzavřeného polygonového pořadu

Polygonové měření je postupné určování polohy bodů na základě známé polohy výchozího bodu. U polygonů se měří levostranné vrcholové úhly a délky stran na sousední body polygonu. Výsledkem výpočtu polygonového pořadu jsou pak souřadnice bodů u nichž se měřily vrcholové úhly a délky stran.



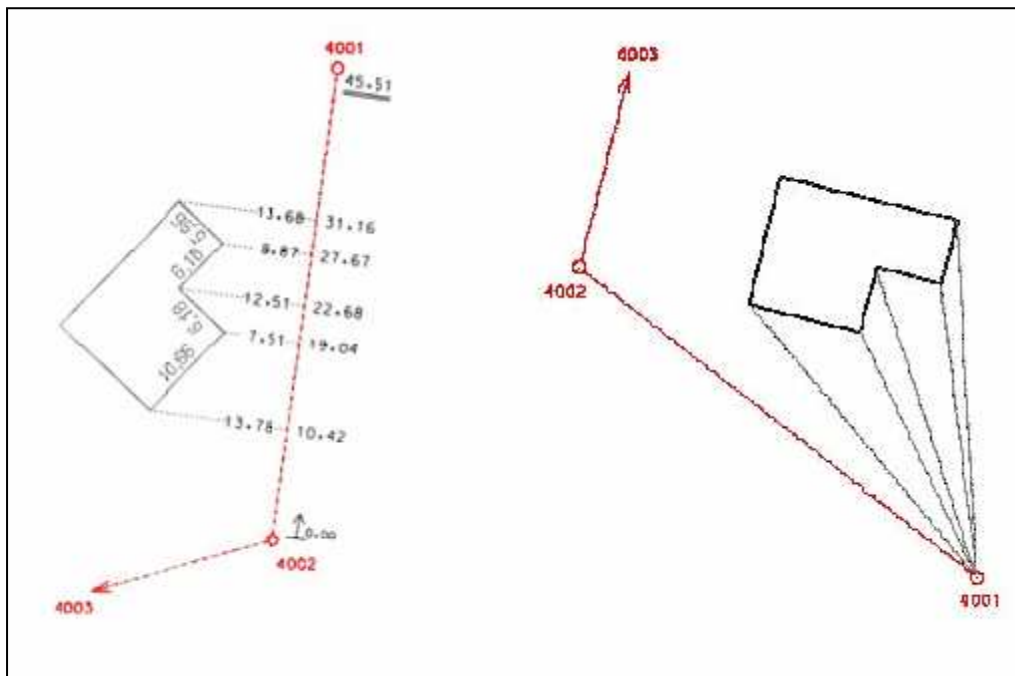
Obrázek 1 - Uzavřený polygonový pořad

## Polohopisné měření

Tato metoda se zabývá zaměřením podrobných polohových bodů, tedy bodů jejichž spojnice tvoří obvod předmětů a objektů měření. Soubor zaměřených podrobných polohových bodů a jejich spojnic se nazývá polohopis. Polohopis věrně zachycuje v určitém měřítku rovinné geometrické vztahy mezi jednotlivými body. U polohopisného měření se nejvíce používá těchto měřičských metod

- polární (metoda úhel, vzdálenost)
- pravoúhlé souřadnice (metoda pravoúhlých souřadnic)
- konstrukčních oměrných

Zaměříme se především na polární a ortogonální metodu. Při zaměřování předmětů polární metodou je poloha každého podrobného bodu určena polárními souřadnicemi. Tedy vodorovný úhlem, který je měřen na stanovisku od orientačního směru na určovaný bod a



Obrázek 2 - Ortogonální a polární polohopisné měření

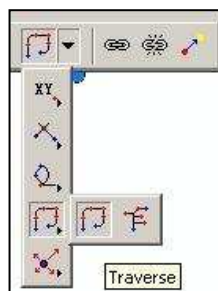
vodorovnou délkou od stanoviska po zaměřovaný bod. Toto měření je v rámci terénního cvičení prováděno pomocí dálkoměru bez latě BRT 006. U ortogonální metody se body zaměřují pravoúhlými souřadnicemi (staničením a kolmicí) ke straně polygonového pořadu.

## Postup

Předpokládá se, že je již vytvořen Survey Project a Survey Dataset. Načteme Survey Project s geodaty do prostředí ArcMap. V panelu nástrojů zvolíme Editor, Survey Editor. V panelu nástrojů Editor zvolíme možnost Star Editing. Nyní máme připraveno prostředí ArcMap pro uskutečnění výpočtu.

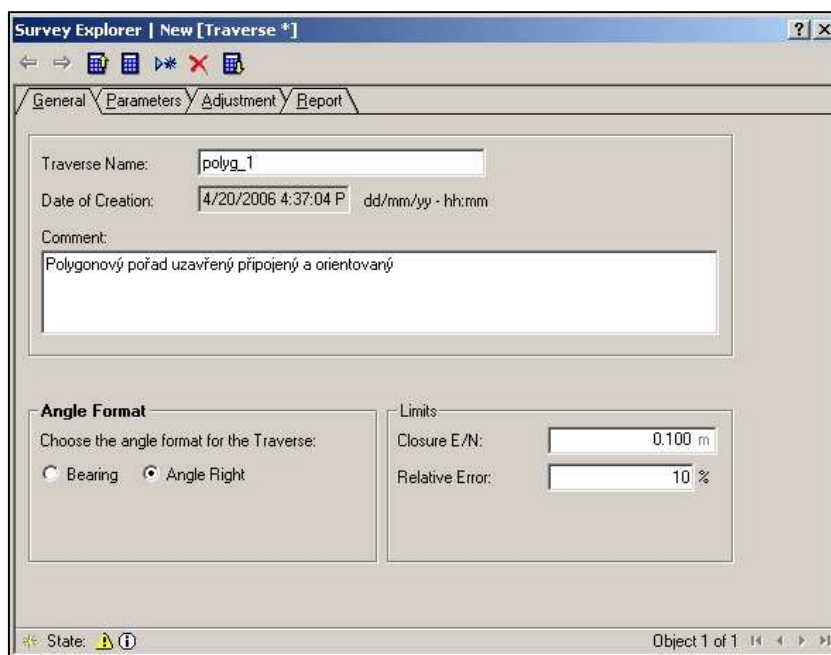
Souřadnice měřičských bodů můžeme importovat z ASCII souboru v modulu ArcCatalog nebo je vytvořit v prostředí ArcMap panel nástrojů Survey Editor volbou XY-Point. Import dat z ASCII souboru je podrobně rozepsán v kapitole 7.5. Import dat . Postup vytvoření měřičského bodu je popsán v kapitole 8.8. Vytvoření měřičského bodu.

Počáteční bod polygonového pořadu byl nazván SP12. Body určené pro orientaci a připojení polygonového pořadu byly nazvány SP13, SP14. V této části máme vše připraveno pro výpočet uzavřeného polygonového pořadu. Polygonový pořad budeme realizovat konstrukční geometrií pomocí volby COGO Traverse.



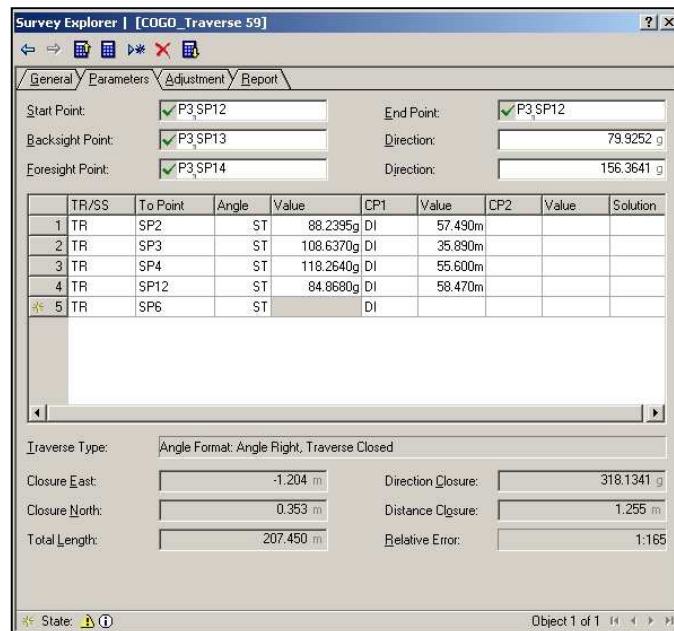
Obrázek 4 - Volba Traverse

V zobrazeném okně Survey Explorer vyplníme v záložce General obecné údaje o výpočtu. Vyplníme název výpočtu Traverse name a komentář k výpočtu Comment. V části Angle Format zvolíme volbu Angle Right pro zadávání hodnot vrcholových levostranných úhlů. Limity ponecháme původně nastavené.



Obrázek 3 – Úvodní záložka výpočtu polygonu

V záložce Parameters zvolíme počáteční a koncový bod, Start Point = SP12, End Point = SP12. Zvolíme orientaci na počátečním bodě Backsight = SP13 a koncovém bodě Foresight = SP14. Hodnoty orientace Direction se vyplní automaticky. Orientace na dva známé body je nutná aby mohl být polygonový pořad vyrovnán. Dále přepneme na záložku Parameters, kde budeme vyplňovat naměřené hodnoty z měřičského deníku. Popis jednotlivých položek záložky Parameters je uveden v kapitole 8.9.8. Polygonový pořad.



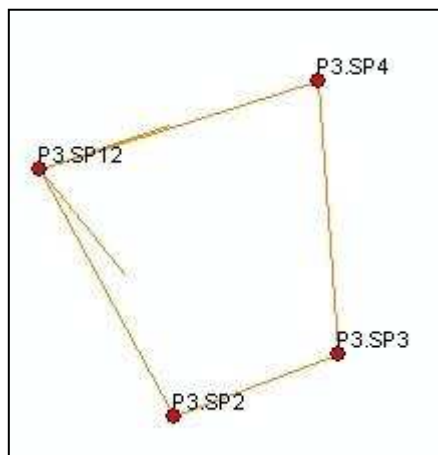
Obrázek 5 - Parametry výpočtu polygonu

Nacházíme se na počátečním bodě SP12. Na tomto bodě se měřil vrcholový levostranný úhel a vzdálenost na následující bod polygonového pořadu. Název bodu na který bylo měření provedeno se zadává v položce To Point. Názvy bodů můžeme ponechat tak jak nám byly nabídnuty. Doplníme hodnotu úhlu měřeného na bodě 1 z měřičského zázpisníku a naměřenou vzdálenost  $S_{1,2}$ .

číslo bodu	Vrcholové úhly			Strany
	g	c	cc	m
1				
2	108	63	70	57,49
3	118	26	40	35,89
4	84	86	80	55,60
1	88	23	95	58,47

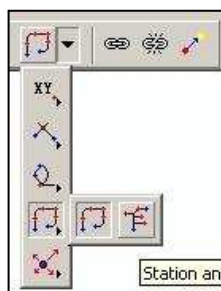
Obrázek 6 - Měřičský zázpisník

Obdobně postupujeme u dalších bodů. Při zadávání hodnot měřených na předposledním bodě polygonového pořadu se musí v položce To Point vyplnit název počátečního bodu. Protože se jedná o uzavřený polygonový pořad tak končíme na stejném bodě jako jsme začínali. Po vyplnění všech hodnot provedeme výpočet tlačítkem Compute. Polygonový pořad vyrovnáme v záložce Adjustment. V této záložce vybereme jednu ze tří metod vyrovnání polygonového pořadu viz kapitola 8.9.8. Polygonový pořad. Nyní máme vyřešenou polovinu úlohy.



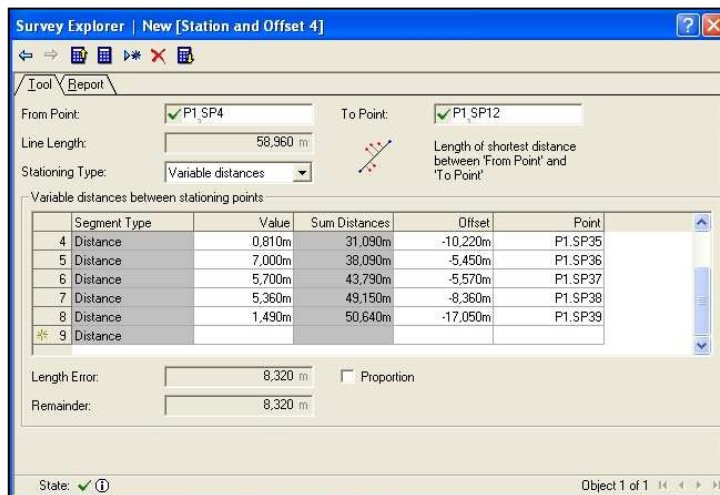
Obrázek 7 - Výsledek výpočtu polygonu

Nyní budeme vytvářet polohopis objektu hvězdárny. Nejdříve ortogonální metodou (metoda staničení a kolmic). Máme dvě měřičské přímky první přímka začíná na bodě SP2 a končí na SP12, druhá začíná na bodě SP4 a končí na bodě SP12. Pro konstrukci bodů ortogonální metodou zvolíme volbu Station and Offset v panelu Survey Editor.



Obrázek 8 - Volba výpočtu ortogonální metodou

Tato volba nám umožňuje definovat měřičskou přímku dvěma body. Budeme provádět konstrukci bodů definovaných první měřičskou přímkou SP2,SP12. V záložce Tool vyplníme počáteční bod Start Point = SP2 a koncový bod End Point = SP12. Dále vybereme v položce Stationing Type volbu různých vzdáleností staničení Variable Distances. Pozor do položky Value se zadává vzdálenost od předchozího bodu. Nezadávají se hodnoty staničení. Proto se musí ze zápisníku staničení přepočítat na jednotlivé vzdálenosti mezi body. Hodnota staničení pro daný bod se počítá automaticky a je uvedena v položce Sum Distance. Můžeme zkontrolovat správnost hodnoty staničení v této položce. Hodnota kolmic se zadává v položce Offset. Kladné hodnoty kolmic se nacházejí napravo ve směru měřičské přímky. Záporné hodnoty kolmic se pak nalézají nalevo ve směru měřičské přímky.

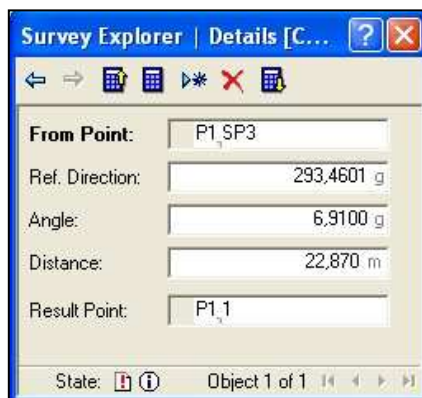


Obrázek 9 - Parametry výpočtu

ORTOGONÁLNÍ METODA	
ČÍSLO BODU	VZDÁLENOST [m]
1	0,83 ± 5,16
2	11,45 ± 4,84 ± -0,3 ± -2,83 ± -4,46
3	12,88 ± 3,19
4	14,87 ± 4,81 ± -2,47
5	18,12 ± -12,49
6	20,34 ± -9,85
7	26,51 ± 14,53
8	26,72 ± 4,36 ± -0,51 ± -2,50
9	28,32 ± 6,25 ± -0,61 ± -2,50
10	33,43 ± 1,86 ± -0,61 ± -2,50
11	39,07 ± 0,80 ± -0,60 ± -2,47
12	45,50 ± 2,91 ± 1,87

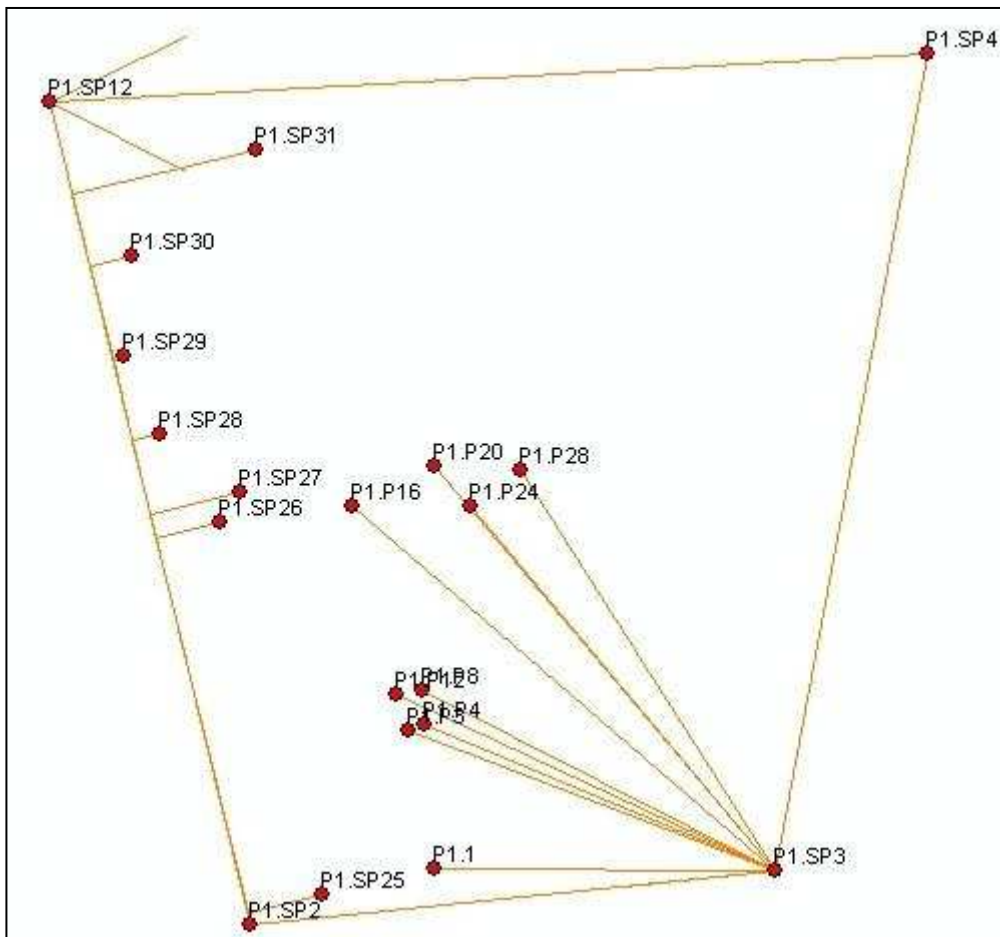
Obrázek 10 - Měřičský deník ortogonální metody

Měření polohopisu polární metodou probíhalo na bodech SP4, SP3. Konstrukce bodů polární metodou se nachází v panelu Survey Editor pod názvem Defl - Angl. Do položky From Point vyplníme název bodu, z kterého měření probíhalo v našem případě bod SP3 nebo SP4. Nastavení orientace probíhá v položce Orientation. Ve směru orientace se automaticky nastaví nulové čtení. V případě, že zadáváme hodnoty měřené na bodě SP3 tak máme orientaci nastavenou na sousední bod SP2. Do záložek Angle, Distance vyplňujeme hodnoty úhlu a vzdálenosti z měřičského zápisníku.



Obrázek 11 - Výpočet polární metodou





Obrázek 12 - Výsledek úlohy

## Závěr

Předmětem práce bylo zpracování terénního cvičení pomocí extenze Survey Analyst. Mezi největší problémy patřil překlad některých kapitol, zejména překlad odborných výrazů. Dále bych chtěl poukázat na chyby vyskytující se v extenzi. Například při výpočtu uzavřeného polygonového pořadu se mi stalo, že program odmítal provést výpočet. Po ukončení programu a jeho opětovném spuštění výpočet program provedl.

Kdybych tuto práci zpracovával znovu, zvolil bych odlišný postup práce. Terénní cvičení se uskutečňuje v lokalitách pro které neexistují žádná prostorová data. Pro vypracování bych použil vlastní geodetické měření, které bych uskutečnil v areálu školy. Areál školy je zmapován a uložen na internetových stránkách našeho institutu ve vektorové podobě. Geodetické měření bych pak propojil s těmito daty. Za účelem zlepšení prostorové přesnosti mapovaného objektu. Nejspíše by se jednalo o budovu. V současné době se většina geodetických úloh měří pomocí elektronických teodolitů. A je velká škoda, že se terénní cvičení měří klasickými opticko mechanickými teodolity.

# Literatūra

T.Hudson, K. Clark: „Using ArcGIS Survey Analyst by ESRI“, 2002, str.304, ISBN 1-58948-067-8

Ing. Jan Ratiborský, CSc. : „Geodézie 10“, 2000, vydavatelství ČVUT Praha, str.234, ISBN 80-01-02198-X

Ing. Jan Ratiborský, CSc. : „Geodézie 20“, 2002, vydavatelství ČVUT Praha, str.133, ISBN 80-01-02635-3

<http://igdm.vsb.cz> – 5.10.2006