

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta aplikovaných věd

Katedra matematiky

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Richard Červenka

### Řešené příklady pro výuku předmětu geodézie

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martina Vichrová, Ph.D.

Studijní program: Geomatika

Studijní obor: Geomatika

Plzeň 2014

---

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta aplikovaných věd  
Akademický rok: 2013/2014

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Richard ČERVENKA**  
Osobní číslo: **A10B0087P**  
Studijní program: **B3602 Geomatika**  
Studijní obor: **Geomatika**  
Název tématu: **Řešené příklady pro výuku předmětu geodézie**  
Zadávající katedra: **Katedra matematiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Úvod.
  2. Seznam typových úloh, matematické základy geodetických výpočtů.
  3. Návrh optimální struktury pro demonstraci řešení jednotlivých typových příkladů.
  4. Návrh multimediální podoby sbírky příkladů pro podporu výuky předmětu geodézie.
  5. Průzkum ohlasů studentů na vytvořenou sbírku příkladů.
-

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **cca 20 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

- Baumruková L.: **Multimediální texty pro výuku předmětu geodézie (diplomová práce). ZČU v Plzni. 2004. Vedoucí práce: doc. Václav Čada.**
- Ratiborský J.: **Geodézie (polohopis). ČVUT Praha 1995.**


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martina Vichrová, Ph.D.**  
Katedra matematiky

Datum zadání bakalářské práce: **1. října 2013**

Termín odevzdání bakalářské práce: **4. června 2014**

  
Doc. Ing. František Vávra, CSc.  
děkan



  
Prof. RNDr. Pavel Drábek, DrSc.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 1. října 2013

## **Prohlášení**

Předkládám tímto k posouzení a následné obhajobě práci zpracovanou na Fakultě aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů, literatury a dalších odborných zdrojů v práci uvedených.

V Plzni dne 4.6.2014

.....

## Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval především vedoucí bakalářské práce Ing. Martině Vichrové, Ph.D. za její ochotu, trpělivost a inspirativní rady a připomínky při odborném vedení práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Janu Čepičkovi, Ph.D. za jeho entuziasmus a pomoc se zpracováním práce. Též bych rád poděkoval firmě Gepro, která mi bezplatně zapůjčila software Kokeš. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině a přátelům, kteří mě podporovali a nepochybovali, že to dokáži. V poslední řadě bych rád poděkoval Bc. Pavlu Hlinkovi, díky němuž i nadále zůstávám příčetný.

*Název práce:* Řešené příklady pro výuku předmětu geodézie

*Autor:* Richard Červenka

*Katedra:* Katedra matematiky

*Vedoucí diplomové práce:* Ing. Martina Vichrová, Ph.D., katedra matematiky

*Abstrakt:* Předkládaná bakalářská práce se zabývá vytvořením online dostupné multimediální sbírky řešených příkladů pro výuku předmětu geodézie na Západočeské univerzitě v Plzni. Je zde popsán matematický základ jednotlivých úloh. Dále je v práci popsána navržená struktura sbírky příkladů, její podoba a uživatelské prostředí v rámci serveru AlmaMATHer. V práci jsou též předloženy výsledky průzkumu ohlasů studentů na vytvořenou sbírku příkladů.

*Klíčová slova:* Sběrka řešených příkladů, souřadnicové výpočty, AlmaMATHer, první geodetická úloha, druhá geodetická úloha, protínání, polygonový pořad

*Title:* Solved problems for education of geodetics

*Author:* Richard Červenka

*Department:* Department of mathematics

*Supervisor:* Ing. Martina Vichrová, Ph.D., department of mathematics

*Abstract:* This bachelor thesis deals with the creation of online accessible multi-medial collection of solved problems for education of geodesy at the University of West Bohemia in Pilsen. The mathematical basis of individual calculations is described in the thesis. There is also described the layout of the collection of solved problems, it's design and user interface within the AlmaMATHer server. Outcomes of students opinion survey on created collection of solved problem are also presented in the thesis.

*Keywords:* Collection of solved problems, coordinate calculations, AlmaMATHer, first geodetic problem, second geodetic problem, resection, traverse

# Obsah

|   |           |
|---|-----------|
| Úvod  | 8         |
| <b>1 Matematický základ souřadnicových výpočtů v geodézii</b>           | <b>9</b>  |
| 1.1 Základní úlohy  | 9         |
| 1.1.1 První geodetická úloha  | 10        |
| 1.1.2 Druhá geodetická úloha  | 11        |
| 1.2 Metody protínání  | 11        |
| 1.2.1 Protínání vpřed z délek   | 12        |
| 1.2.2 Protínání vpřed z úhlů  | 13        |
| 1.2.3 Protínání vpřed ze směrů  | 14        |
| 1.2.4 Protínání zpět  | 15        |
| 1.3 Polygonové pořady   | 18        |
| 1.3.1 Volný polygonový pořad  | 19        |
| 1.3.2 Vetknutý polygonový pořad   | 19        |
| 1.3.3 Oboustranně připojený a jednostranně orientovaný polygonový pořad | 22        |
| 1.3.4 Oboustranně připojený a oboustranně orientovaný polygonový pořad  | 23        |
| 1.3.5 Uzavřený polygonový pořad   | 27        |
| 1.3.6 Nepřímo připojený polygonový pořad                                | 28        |
| <b>2 Sbírka příkladů v prostředí serveru AlmaMATHer</b>                 | <b>30</b> |
| 2.1 Server AlmaMATHer   | 30        |
| 2.2 Stránka předmětů geodézie v rámci serveru AlmaMATHer                | 32        |
| 2.3 Sbírka řešení příkladů pro výuku geodézie                           | 33        |
| 2.3.1 Návrh struktury sbírky  | 33        |
| 2.3.2 Sbírka příkladů v prostředí serveru AlmaMATHer                    | 35        |
| 2.4 Správa stránky předmětů geodézie a sbírky příkladů                  | 38        |
| <b>3 Průzkum ohlasů studentů</b>  | <b>42</b> |
| 3.1 Návrh, vytvoření dotazníku a distribuce                             | 42        |
| 3.2 Vyhodnocení průzkumu  | 44        |
| 3.2.1 Skupina respondentů   | 44        |
| 3.2.2 Výsledky průzkumu ve vztahu ke sbírce řešených příkladů           | 45        |
| <b>Závěr</b>  | <b>48</b> |
| <b>Seznam použité literatury</b>  | <b>49</b> |
| <b>Seznam obrázků</b>   | <b>50</b> |
| <b>Vysvětlení zkratk a pojmů</b>  | <b>51</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Přílohy</b>   | <b>52</b> |
| A Legenda a jiné vysvětlivky k příkladům . . . . .                                     | 52        |
| A.1 Použité znaky veličin . . . . .  | 52        |
| A.2 Použité symboly . . . . .  | 53        |
| A.3 Zápisník měřených dat . . . . .  | 54        |
| A.4 Tabulka výpočtu polygonového pořadu . . . . .                                      | 55        |
| B Výřez stránky se zadáním úlohy na protínání ze směrů ve třetí<br>obtížnosti. . . . . | 56        |
| C Výřez stránky s řešením příkladu . . . . .   | 57        |
| D Obsah přiloženého CD . . . . .   | 58        |



# Úvod

Množství, dostupnost a kvalita studijních materiálů a opor je důležitou součástí každého vyučovaného předmětu. Tato práce si klade za cíl vytvoření nové studijní opory pro předměty Geodézie 1-3 a Geodézie 1B-3B vyučované na Fakultě aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni. V rámci práce byla vytvořena multimediální sbírka řešených příkladů pro výuku předmětu geodézie.

První kapitola práce *Matematický základ souřadnicových výpočtů v geodézii* se věnuje matematickému základu souřadnicových výpočtů v rovině. Matematické výpočty a postupy zde popsané jsou výsledkem rešerše dostupných pramenů, zejména učebnic a skript geodézie, používaných na předních českých vysokých školách, která byla provedena před započítáním všech prací. Jsou zde popsány obecné postupy výpočtu jednotlivých úloh, které jsou ve sbírce příkladů obsaženy.

V druhé kapitole nazvané *Sbírka příkladů v prostředí serveru AlmaMATHer* je představen server AmaMATHer, který mimo jiné obsahuje webovou aplikaci *TRIAL*, v níž byla sbírka příkladů vytvořena. V této kapitole je podrobně popsána struktura sbírky příkladů a její implementace v aplikaci *TRIAL*. Kromě toho je zde popsáno prostředí serveru AlmaMATHer a také stránka předmětů Geodézie 1-3 a Geodézie 1B-3B, která byla v rámci práce také založena a přes kterou se do samotné sbírky příkladů vstupuje.

V poslední kapitole *Průzkum ohlasů studentů* bylo formou dotazníkového šetření zjišťováno, co si o vytvořené sbírce řešených příkladů myslí studenti. Osloveni byli studenti studující některý ze zmiňovaných předmětů i absolventi těchto předmětů. Analýzou údajů poskytnutých respondenty průzkumu byla práce evaluována a především byla zodpovězena otázka, zda respondenti shledávají vytvořenou sbírku řešených příkladů prospěšnou při studiu geodézie.

Závěrečná část obsahuje shrnutí všeho, co bylo v rámci práce vytvořeno, a zmiňuje další možný rozvoj nejen sbírky řešených příkladů pro výuku geodézie, ale i stránky předmětů Geodézie 1-3 a Geodézie 1B-3B.

byla zodpovězena otázka, zda respondenti shledávají vytvořenou sbírku řešených příkladů prospěšnou při studiu geodézie.

# 1. Matematický základ souřadnicových výpočtů v geodézii

V rámci vypracování bakalářské práce byla provedena rešerše dostupných učebních textů, které se zabývají souřadnicovými výpočty. Sem byla zahrnuta skripta a učební pomůcky Českého vysokého učení technického v Praze [1], České zemědělské univerzity v Praze [2], Vysokého učení technického v Brně [3], Vysoké školy báňské [4], Západočeské univerzity v Plzni [5] a Střední průmyslové školy zeměměřické v Praze [6]. Po jejich prostudování byly v této kapitole uvedeny výpočetní postupy, které zároveň korespondují s praktickou výukou souřadnicových výpočtů na Západočeské univerzitě v Plzni.

Všechny příklady jsou zadány v souřadnicovém systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální, který patří mezi geodetické referenční systémy závazné na území České republiky [7] a používá se pro zeměměřické práce. V tomto souřadnicovém systému směřuje kladná část osy  $x$  k jihu a kladná část osy  $y$  na západ.

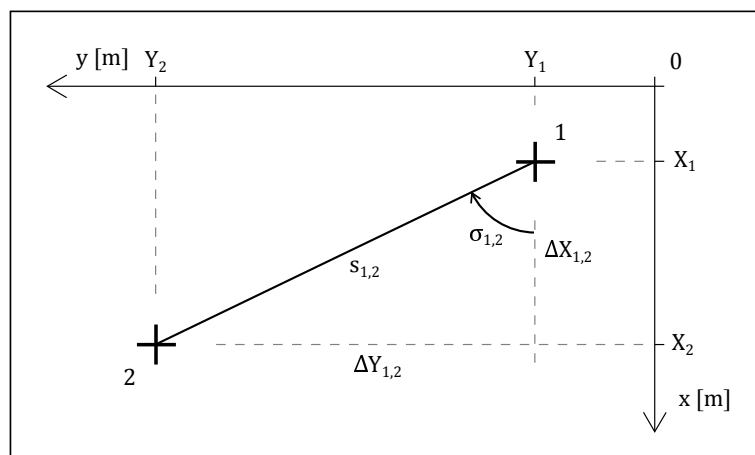
Používanou jednotkou délky a vzdálenosti jsou metry [m]. Pro úhly, směry a směrníky pak setinné stupně [gon], pro něž platí:

$$1 \text{ [gon]} = \frac{\pi}{200} \text{ [rad]}.$$

Jako oddělovač desetinných míst je používána desetinná tečka. Všechny používané znaky a symboly jsou vypsány v legendě v příloze A.

## 1.1 Základní úlohy

Tato podkapitola obsahuje dvě základní úlohy, první a druhou geodetickou úlohu.



Obrázek 1.1 První geodetická úloha.

### 1.1.1 První geodetická úloha

Jde o převod pravoúhlých souřadnic na polární [5].

**Dané body:** 1  $[Y_1, X_1]$ , 2  $[Y_2, X_2]$

**Určit:**  $s_{1,2}$ ,  $\sigma_{1,2}$

**Řešení:**

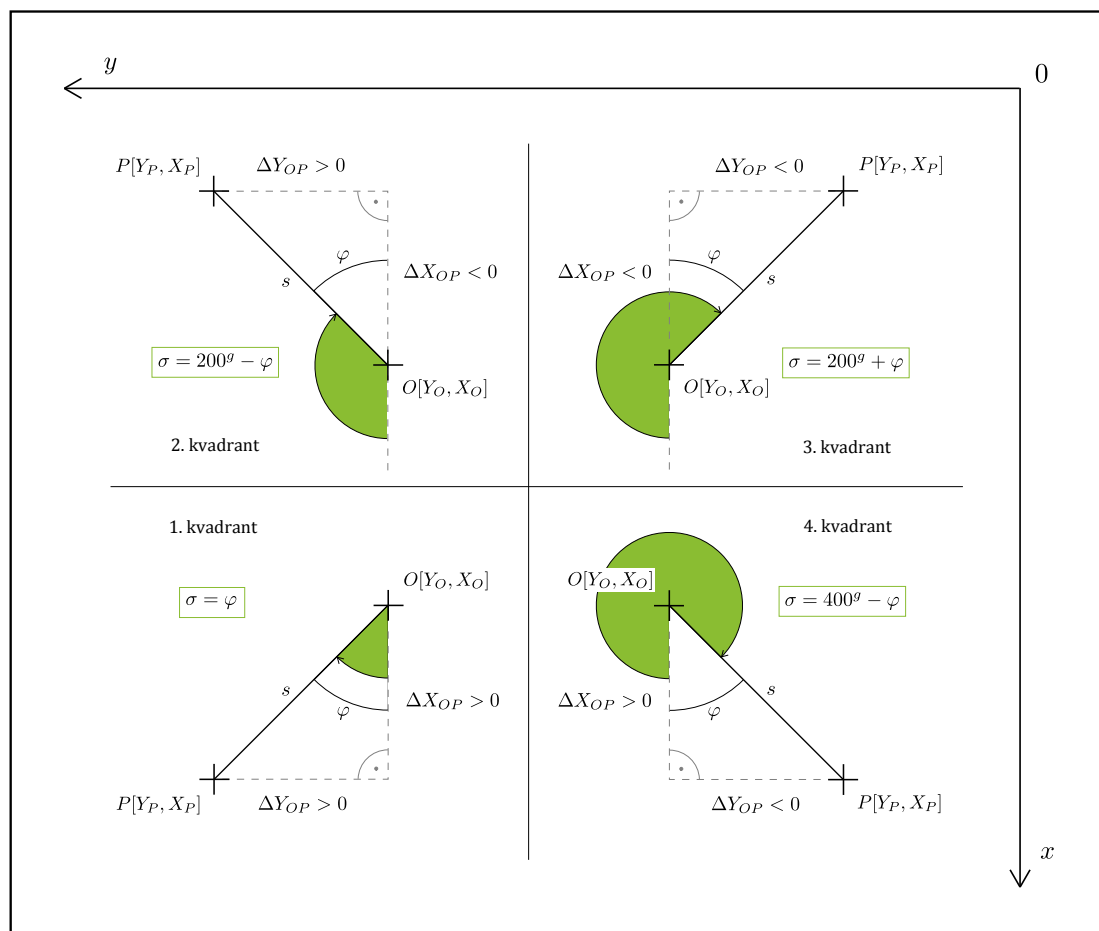
- Délka  $s_{1,2}$  je vypočtena pomocí Pythagorovy věty jako přepona pravoúhlého trojúhelníka:

$$s_{1,2} = \sqrt{\Delta X_{1,2}^2 + \Delta Y_{1,2}^2}.$$

- Směrník neboli orientovaný vodorovný úhel je vypočítán pomocí vztahu:

$$\sigma_{1,2} = \operatorname{arctg} \left| \frac{\Delta Y_{1,2}}{\Delta X_{1,2}} \right|.$$

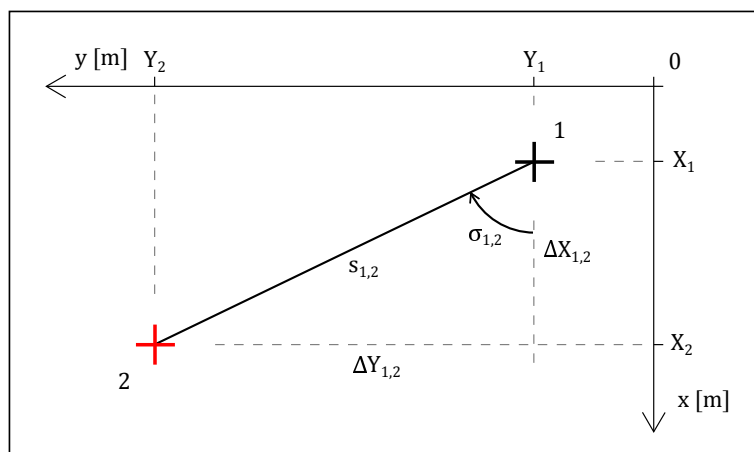
Směrník je orientovaný úhel měřený v geodeticky kladném smyslu, který svírá rovnoběžka s osou x se směrem na měřený bod [5]. Při výpočtu směrníku je vždy nutné zkontrolovat, zda tento odpovídá náčrtu a pokud ne, upravit jeho velikost podle obrázku 1.2.



Obrázek 1.2 Úprava směrníku podle příslušného kvadrantu.

### 1.1.2 Druhá geodetická úloha

Jedná se o úlohu podobnou převodu pravoúhlých souřadnic na polární. Pro tuto úlohu je též používáno označení *rajón*, což je orientovaná a délkově zaměřená spojnice daného a určovaného bodu, jak uvádí *Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí* [8].



Obrázek 1.3 Druhá geodetická úloha.

**Dané body:** 1  $[Y_1, X_1]$

**Měřené veličiny:**  $s_{1,2}, \sigma_{1,2}$

**Určit:** 2  $[Y_2, X_2]$

**Řešení:**

Souřadnice určovaného bodu jsou určeny podle vztahů:

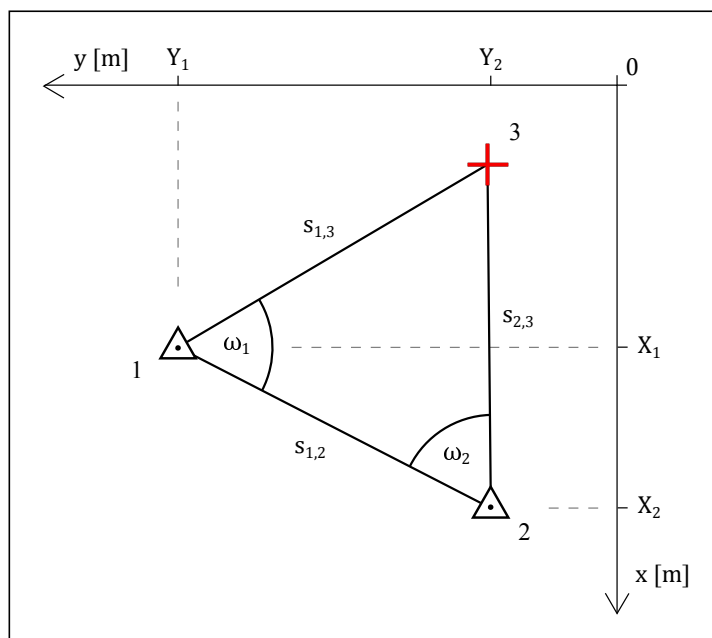
$$\begin{aligned} Y_2 &= Y_1 + \Delta Y_{1,2} = Y_1 + s_{1,2} \cdot \sin \sigma_{1,2}, \\ X_2 &= X_1 + \Delta X_{1,2} = X_1 + s_{1,2} \cdot \cos \sigma_{1,2}. \end{aligned}$$

## 1.2 Metody protínání

U těchto úloh jsou rozlišovány dva základní typy, a to protínání vpřed, které se dále dělí podle měřených veličin, a protínání zpět. Pomocí protínání vpřed jsou určovány souřadnice neznámého bodu, na který je měřeno ze dvou známých bodů. Protínáním zpět lze určit souřadnice neznámého bodu, ze kterého jsou měřeny vodorovné směry na známé body. Souřadnice určovaného bodu lze vypočítat různými metodami podle toho, které veličiny byly měřeny [4].

## 1.2.1 Protínání vpřed z délek

Při této metodě jsou souřadnice neznámého bodu určeny pomocí délek, měřených ze dvou známých stanovisek. Souřadnice neznámého bodu jsou určeny s kontrolou.



Obrázek 1.4 Protínání vpřed z délek.

**Dané body:** 1  $[Y_1, X_1]$ , 2  $[Y_2, X_2]$

**Měřené veličiny:**  $s_{1,3}$ ,  $s_{2,3}$

**Určit:** 3  $[Y_3, X_3]$

**Řešení:**

1. Při výpočtu souřadnic bodu 3 se vyjde ze vztahů pro výpočet druhé geodetické úlohy:

$$\begin{aligned} Y_3 &= Y_1 + s_{1,3} \cdot \sin \sigma_{1,3} = Y_2 + s_{2,3} \cdot \sin \sigma_{2,3}, \\ X_3 &= X_1 + s_{1,3} \cdot \cos \sigma_{1,3} = X_2 + s_{2,3} \cdot \cos \sigma_{2,3}. \end{aligned}$$

2. Je třeba spočítat směrníky  $\sigma_{1,3}$  a  $\sigma_{2,3}$ :

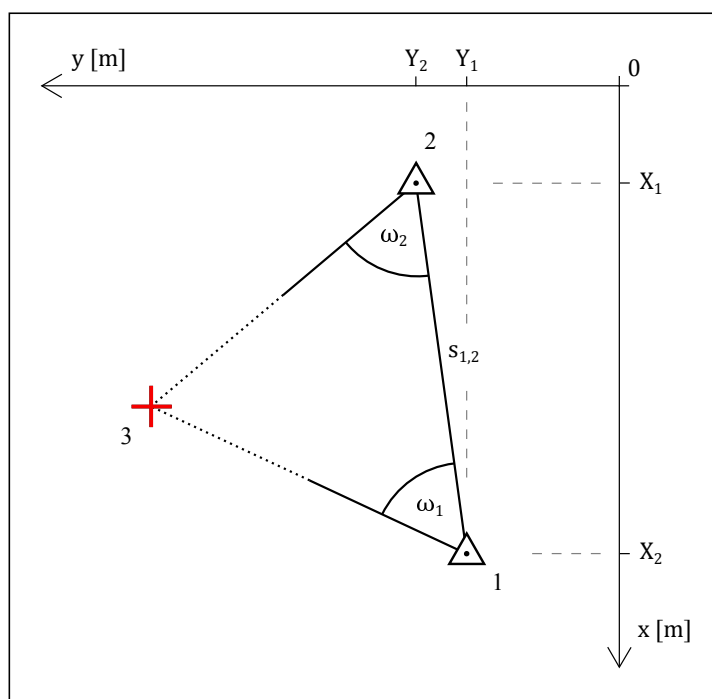
$$\begin{aligned} \sigma_{1,3} &= \sigma_{1,2} - \omega_1, \\ \sigma_{2,3} &= \sigma_{2,1} + \omega_2, \end{aligned}$$

kde směrníky  $\sigma_{1,2}$  a  $\sigma_{2,1}$  se vypočítají ze souřadnic a úhly  $\omega_1$  a  $\omega_2$  jsou vypočteny pomocí kosinové věty:

$$\cos \omega_1 = \frac{s_{1,2}^2 + s_{1,3}^2 - s_{2,3}^2}{2 \cdot s_{1,2} \cdot s_{1,3}} \quad a \quad \cos \omega_2 = \frac{s_{1,2}^2 + s_{2,3}^2 - s_{1,3}^2}{2 \cdot s_{1,2} \cdot s_{2,3}}.$$

## 1.2.2 Protínání vpřed z úhlů

Touto metodou jsou zjišťovány souřadnice neznámého bodu ze směrů měřených na dvou stanoviscích o známých souřadnicích. Mezi stanovisky je přímá viditelnost a je měřeno z jednoho na druhé. Souřadnice neznámého bodu jsou určeny s kontrolou.



Obrázek 1.5 Protínání vpřed z úhlů.

**Dané body:** 1  $[Y_1, X_1]$ , 2  $[Y_2, X_2]$

**Měřené veličiny:**  $\omega_1, \omega_2$

**Určit:** 3  $[Y_3, X_3]$

**Řešení:**

1. Při výpočtu souřadnic bodu 3 se vyjde ze vztahů pro výpočet druhé geodetické úlohy:

$$\begin{aligned} Y_3 &= Y_1 + s_{1,3} \cdot \sin \sigma_{1,3} = Y_2 + s_{2,3} \cdot \sin \sigma_{2,3}, \\ X_3 &= X_1 + s_{1,3} \cdot \cos \sigma_{1,3} = X_2 + s_{2,3} \cdot \cos \sigma_{2,3}. \end{aligned}$$

2. Směrníky  $\sigma_{1,3}$  a  $\sigma_{2,3}$  jsou vypočteny pomocí vztahů:

$$\begin{aligned} \sigma_{1,3} &= \sigma_{1,2} - \omega_1, \\ \sigma_{2,3} &= \sigma_{2,1} + \omega_2. \end{aligned}$$

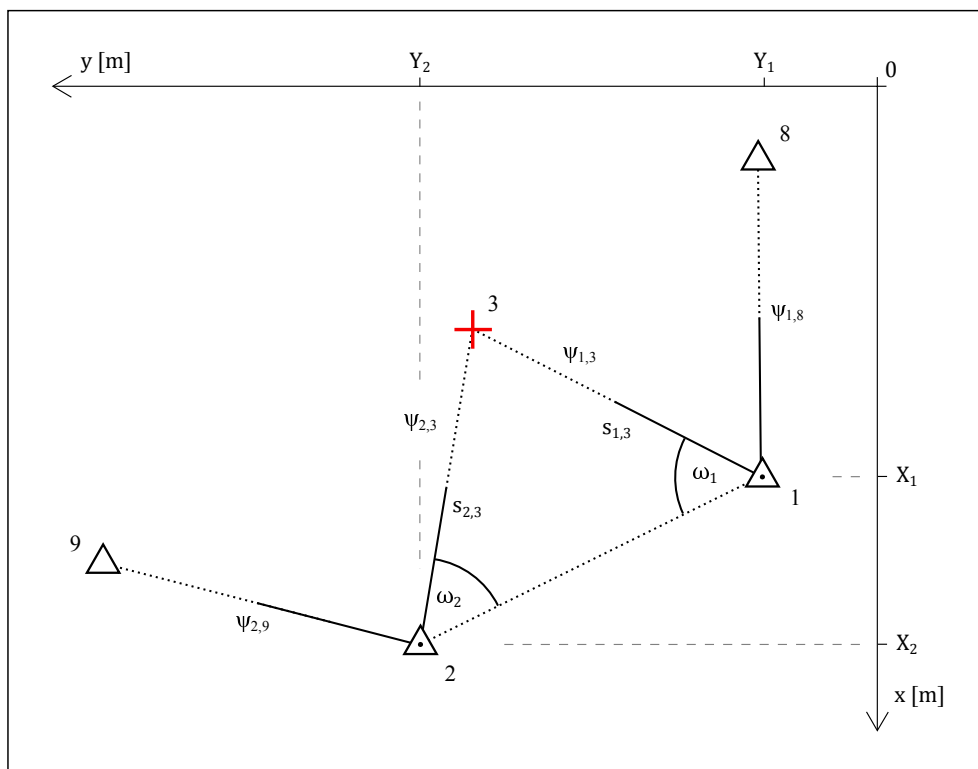
3. Délky  $s_{1,3}$  a  $s_{2,3}$  jsou vypočteny pomocí sinové věty:

$$s_{1,3} = s_{1,2} \cdot \frac{\sin \omega_2}{\sin(\omega_1 + \omega_2)} \quad a \quad s_{2,3} = s_{1,2} \cdot \frac{\sin \omega_1}{\sin(\omega_1 + \omega_2)},$$

kde délka  $s_{1,2}$  je vypočtena ze souřadnic.

### 1.2.3 Protínání vpřed ze směrů

Ze dvou stanovisek je kromě určovaného bodu měřeno také na další dané (tzv. připojovací) body. Mezi stanovisky není přímá viditelnost. Stejně jako v předchozích metodách v podkapitolách 1.2.1 *Protínání z délek* a 1.2.2 *Protínání z úhlů* jsou souřadnice neznámého bodu určeny s kontrolou [5].



Obrázek 1.6 Protínání vpřed ze směrů.

**Dané body:** 1  $[Y_1, X_1]$ , 2  $[Y_2, X_2]$ , 8  $[Y_8, X_8]$ , 9  $[Y_9, X_9]$

**Měřené veličiny:**  $\psi_{1,3}$ ,  $\psi_{1,8}$ ,  $\psi_{2,3}$ ,  $\psi_{2,9}$

**Určit:** 3  $[Y_3, X_3]$

**Řešení:**

1. Souřadnice bodu 3 se vypočítají pomocí vztahů:

$$Y_3 = Y_1 + s_{1,3} \cdot \sin \sigma_{1,3} = Y_2 + s_{2,3} \cdot \sin \sigma_{2,3},$$

$$X_3 = X_1 + s_{1,3} \cdot \cos \sigma_{1,3} = X_2 + s_{2,3} \cdot \cos \sigma_{2,3}.$$

2. Směrníky  $\sigma_{1,3}$  a  $\sigma_{2,3}$  jsou vypočteny pomocí vztahů:

$$\sigma_{1,3} = \sigma_{1,8} - (\psi_{1,8} - \psi_{1,3}),$$

$$\sigma_{2,3} = \sigma_{2,9} + \psi_{2,3} - \psi_{2,9},$$

kde směrníky  $\sigma_{1,2}$  a  $\sigma_{2,1}$  se spočítají ze souřadnic.

3. Délky  $s_{1,3}$  a  $s_{2,3}$  jsou vypočteny pomocí sinové věty:

$$s_{1,3} = s_{1,2} \cdot \frac{\sin \omega_2}{\sin(\omega_1 + \omega_2)} \quad a \quad s_{2,3} = s_{1,2} \cdot \frac{\sin \omega_1}{\sin(\omega_1 + \omega_2)},$$

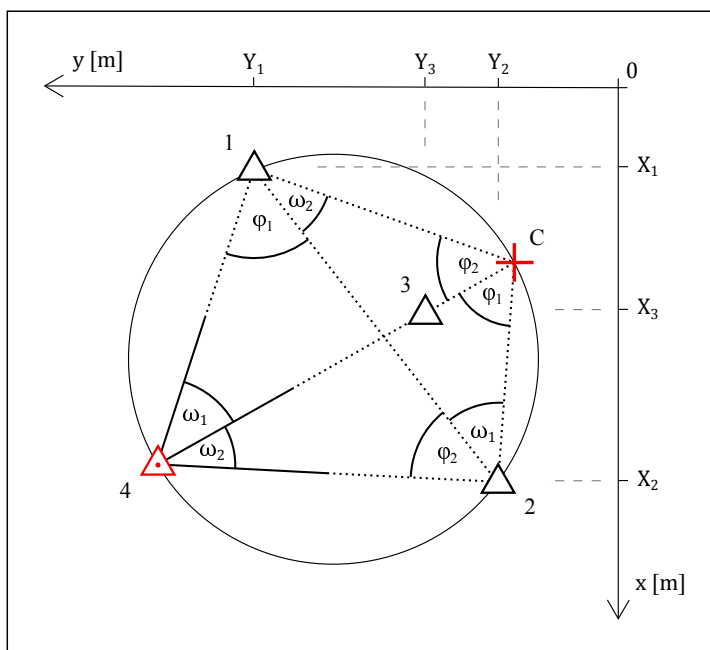
kde délka  $s_{1,2}$  je určena ze souřadnic a úhly  $\omega_1$  a  $\omega_2$  rozdílem směrniců.

### 1.2.4 Protínání zpět

Pomocí této metody lze určit souřadnice volného stanoviska, ze kterého byly měřeny směry na tři známé body. Tyto tři body jednoznačně určují tzv. nebezpečnou kružnici, v jejímž okolí nesmí ležet určované stanovisko. Pokud by takový případ nastal, neměla by úloha jednoznačné řešení. Úlohu je možné řešit buď pomocí Colinsova bodu nebo Cassiniho řešením [4].

#### Protínání zpět pomocí Colinsova bodu

Tato úloha je řešena nalezením pomocného (Colinsova) bodu. Ten je průsečíkem kružnice opsané body 4, 1 a 3 a spojnice bodů 4, 2 jak je znázorněno na obrázku 1.7.



Obrázek 1.7 Protínání zpět pomocí Colinsova bodu.

**Dané body:** 1  $[Y_1, X_1]$ , 2  $[Y_2, X_2]$ , 3  $[Y_3, X_3]$

**Měřené veličiny:**  $\omega_1, \omega_2$

**Určit:** 4  $[Y_4, X_4]$



### Řešení:

1. Souřadnice Colinsova bodu se vypočítají pomocí vztahů:

$$\begin{aligned} Y_C &= Y_1 + s_{1,C} \cdot \sin \sigma_{1,C} = Y_2 + s_{2,C} \cdot \sin \sigma_{2,C}, \\ X_C &= X_1 + s_{1,C} \cdot \cos \sigma_{1,C} = X_2 + s_{2,C} \cdot \cos \sigma_{2,C}. \end{aligned}$$

2. Směrníky  $\sigma_{1,C}$  a  $\sigma_{2,C}$  jsou vypočteny pomocí vztahů:

$$\begin{aligned} \sigma_{1,C} &= \sigma_{1,2} - \omega_2, \\ \sigma_{2,C} &= \sigma_{2,1} + \omega_1, \end{aligned}$$

kde směrníky  $\sigma_{1,2}$  a  $\sigma_{2,1}$  jsou určeny ze souřadnic.

3. Délky  $s_{1,C}$  a  $s_{2,C}$  jsou vypočteny pomocí sinové věty:

$$s_{1,C} = s_{1,2} \cdot \frac{\sin \omega_1}{\sin(\omega_1 + \omega_2)} \quad a \quad s_{2,C} = s_{1,2} \cdot \frac{\sin \omega_2}{\sin(\omega_1 + \omega_2)},$$

kde délka  $s_{1,2}$  je vypočtena souřadnic.

4. Samotné souřadnice bodu 4 jsou určeny pomocí vztahů:

$$\begin{aligned} Y_4 &= Y_1 + s_{1,4} \cdot \sin \sigma_{1,4} = Y_2 + s_{2,4} \cdot \sin \sigma_{2,4}, \\ X_4 &= X_1 + s_{1,4} \cdot \cos \sigma_{1,4} = X_2 + s_{2,4} \cdot \cos \sigma_{2,4}. \end{aligned}$$

5. Směrníky  $\sigma_{1,4}$  a  $\sigma_{2,4}$  jsou vypočteny pomocí vztahů:

$$\begin{aligned} \sigma_{1,4} &= \sigma_{1,2} + \varphi_1 - 400 \text{ [gon]}, \\ \sigma_{2,4} &= \sigma_{2,1} - \varphi_2, \end{aligned}$$

kde směrníky  $\sigma_{1,2}$ ,  $\sigma_{2,1}$  jsou určeny ze souřadnic a úhly  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  rozdílům směrníků.

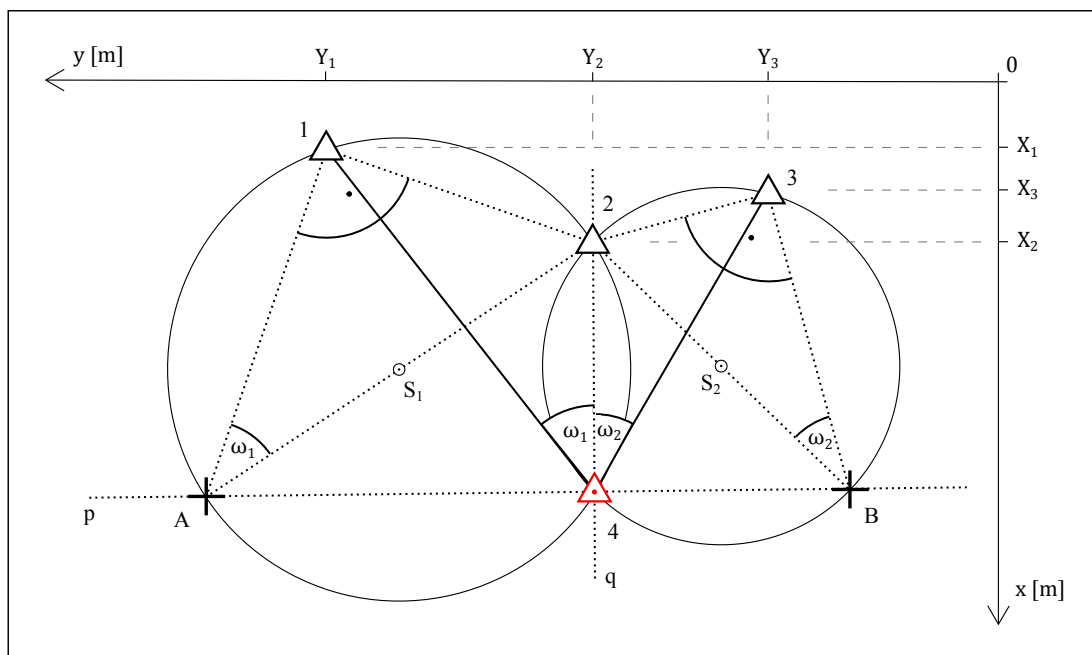
6. Délky  $s_{1,4}$  a  $s_{2,4}$  jsou vypočteny pomocí sinové věty:

$$s_{1,4} = s_{1,2} \cdot \frac{\sin \varphi_2}{\sin(\varphi_1 + \varphi_2)} \quad a \quad s_{2,4} = s_{1,2} \cdot \frac{\sin \varphi_1}{\sin(\varphi_1 + \varphi_2)},$$

kde délka  $s_{1,2}$  je spočtena ze souřadnic.

## Protínání zpět Cassiniho řešením

Jde o geometrický přístup k řešení problému, kdy řešení vychází z Thaletovy věty o obvodových úhlech [3].



Obrázek 1.8 Protínání zpět Cassiniho řešením.

**Dané body:** 1  $[Y_1, X_1]$ , 2  $[Y_2, X_2]$ , 3  $[Y_3, X_3]$

**Měřené veličiny:**  $\omega_1, \omega_2$

**Určit:** 4  $[Y_4, X_4]$

**Řešení:**

1. Nejdříve se určí souřadnicové rozdíly bodů A, 3 a B, 3 protínáním vpřed z úhlů:

$$\Delta Y_{3,A} = -(Y_2 - Y_1) + \frac{(X_2 - X_1)}{\operatorname{tg} \omega_1},$$

$$\Delta X_{3,A} = -(X_2 - X_1) - \frac{(Y_2 - Y_1)}{\operatorname{tg} \omega_1},$$

$$\Delta Y_{3,B} = (Y_3 - Y_2) + \frac{(X_3 - X_2)}{\operatorname{tg} \omega_2},$$

$$\Delta X_{3,B} = (X_3 - X_2) - \frac{(Y_3 - Y_2)}{\operatorname{tg} \omega_2},$$

kde úhly  $\omega_1, \omega_2$  jsou vypočteny rozdílem příslušných měřených směrů.

2. Nyní se vypočítají směrnice  $k_p$ ,  $k_q$  přímk  $p$ ,  $q$  a výpočetní modul  $M_2$ , který plyne z analytického řešení:

$$k_p = \frac{\Delta Y_{3,B} - \Delta Y_{3,A}}{\Delta X_{3,B} - \Delta X_{3,A}},$$

$$k_q = -\frac{1}{k_p},$$

$$M_2 = \frac{\Delta Y_{3,A} \cdot k_q + \Delta X_{3,A}}{1 + k_q^2}.$$

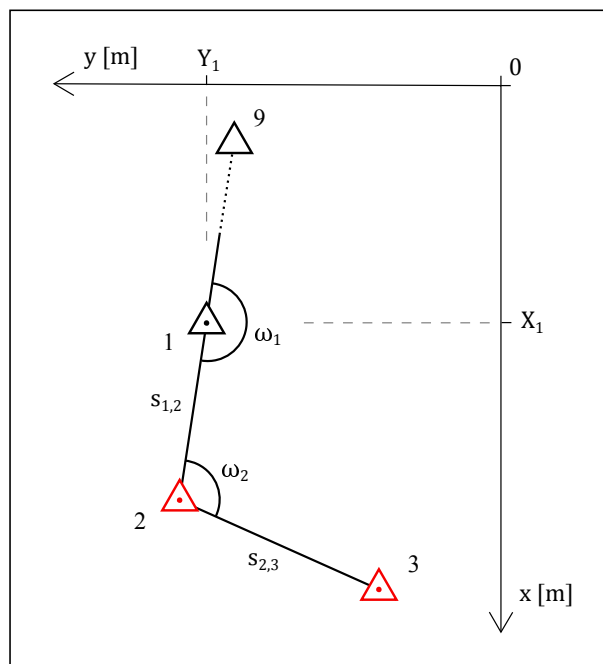
3. K určení souřadnic bodu 4 jsou použity vztahy:

$$Y_4 = Y_3 + M_2 \cdot k_q,$$

$$X_4 = X_3 + M_2.$$

### 1.3 Polygonové pořady

Tato podkapitola je zaměřena na výpočty polygonových pořadů. Polygonový pořad je definován jako průmět prostorové lomené čáry do roviny. Její vrcholy jsou nazývány polygonovými body a spojnice těchto bodů polygonové strany. Měřené jsou vždy levostranné úhly ve směru výpočtu pořadu [3]. Geometrické parametry a kritéria přesnosti polygonových pořadů vymezuje *Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod* [9].



Obrázek 1.9 Volný polygonový pořad.

### 1.3.1 Volný polygonový pořad

Jedná se o nejjednodušší typ polygonového pořadu. Někdy bývá tento pořad nazýván jednostranně připojený a jednostranně orientovaný [3], neboť je orientován pouze na počátečním bodě a není na konci navázán na bod o známých souřadnicích. Není tedy možnost kontroly vypočtených souřadnic určených bodů.

**Dané body:** 1  $[Y_1, X_1]$ , 9  $[Y_9, X_9]$

**Měřené veličiny:**  $\omega_1, \omega_2, s_{1,2}, s_{2,3}$

**Určit:** 2  $[Y_2, X_2]$ , 3  $[Y_3, X_3]$

**Řešení:**

1. Nejdříve je vypočten směrník první strany polygonového pořadu  $\sigma_{1,2}$ :

$$\sigma_{1,2} = \sigma_{1,9} + \omega_1 - 400 \text{ [gon]},$$

kde směrník  $\sigma_{21,55}$  je určen ze souřadnic.

2. Zbývající směrníky  $\sigma_{i,i+1}$  jsou vypočteny pomocí vztahu:

$$\sigma_{i,i+1} = \sigma_{i-1,i} + \omega_i - 200.$$

3. Spočítají se souřadnicové rozdíly  $\Delta Y_{i,i+1}$  a  $\Delta X_{i,i+1}$ :

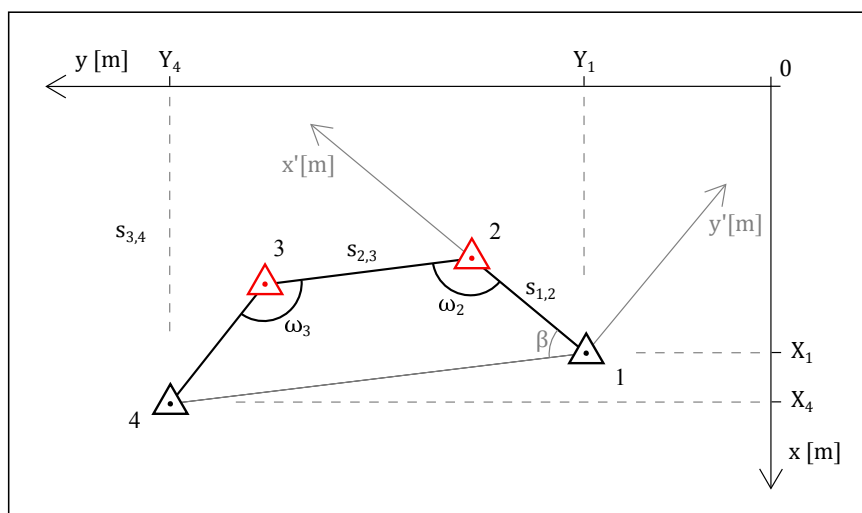
$$\begin{aligned}\Delta Y_{i,i+1} &= s_{i,i+1} \cdot \sin \sigma_{i,i+1}, \\ \Delta X_{i,i+1} &= s_{i,i+1} \cdot \cos \sigma_{i,i+1}.\end{aligned}$$

4. Souřadnice bodů polygonového pořadu jsou v daném souřadnicovém systému určeny vztahy:

$$\begin{aligned}Y_{i+1} &= Y_i + \Delta Y_{i,i+1}, \\ X_{i+1} &= X_i + \Delta X_{i,i+1}.\end{aligned}$$

### 1.3.2 Vetknutý polygonový pořad

Tento polygonový pořad je také nazýván oboustranně připojený [5]. Jsou známy pouze souřadnice počátečního a koncového bodu a je měřeno pouze na body polygonového pořadu. Výpočet je rozdělen do dvou částí, kdy v první jsou vypočteny souřadnicové rozdíly v pomocném souřadnicovém systému a ve druhé souřadnice bodů polygonového pořadu v daném souřadnicovém systému.



Obrázek 1.10 Vetknutý polygonový pořad.

**Dané body:** 1  $[Y_1, X_1]$ , 4  $[Y_4, X_4]$

**Měřené veličiny:**  $\omega_2, \omega_3, s_{1,2}, s_{2,3}, s_{3,4}$

**Určit:** 2  $[Y_2, X_2]$ , 3  $[Y_3, X_3]$

Počátek polygonového pořadu je na bodě 1.<sup>1</sup>

**Řešení:**

Nejdříve budou v krocích (1)-(3) vypočteny souřadnicové rozdíly bodů v pomocném souřadnicovém systému:

1. Určí se směrníky  $\sigma'_{i,i+1}$  v pomocném souřadnicovém systému:

$$\sigma'_{1,2} = 0.0000 \text{ [gon]},$$

$$\sigma'_{i,i+1} = \sigma'_{i-1,i} + \omega_i - 200 \text{ [gon]}.$$

2. Souřadnicové rozdíly  $\Delta Y'_{i,i+1}$  a  $\Delta X'_{i,i+1}$  jsou vypočteny pomocí vztahů:

$$\Delta Y'_{i,i+1} = s_{i,i+1} \cdot \sin \sigma'_{i,i+1},$$

$$\Delta X'_{i,i+1} = s_{i,i+1} \cdot \cos \sigma'_{i,i+1}.$$

3. Nyní se vypočítá úhel stočení  $\beta$  jako směrník z počátečního na koncový bod v pomocném souřadnicovém systému:

$$\beta = 400 - \operatorname{arctg} \left( \frac{\sum_{i=1}^m \Delta Y'_{i,i+1}}{\sum_{i=1}^m \Delta X'_{i,i+1}} \right) \text{ [gon]}.$$

Výpočet se stejně jako výpočet běžného směrníku liší podle aktuálního rozmístění bodů. Je tedy nutná kontrola podle obrázku.

<sup>1</sup>Pro jednoznačnost řešení je při takto zadaném příkladu nutné určit počátek polygonového pořadu.

V krocích (4)-(12) jsou vypočteny souřadnice bodů polygonového pořadu v daném souřadnicovém systému:

4. Spočítá se směrník  $\sigma_{1,2}$  v daném souřadnicovém systému:

$$\sigma_{1,2} = \sigma_{1,4} + \beta,$$

kde směrník  $\sigma_{1,4}$  se spočítá ze souřadnic.

5. Směrníky  $\sigma_{i,i+1}$  jsou určeny stejným způsobem jako v kroku (1), pouze je použit směrník z počátečního bodu na první určovaný bod vypočtený v kroku (4), tj. připojovací směrník první strany polygonového pořadu v daném souřadnicovém systému.
6. Spočítají se souřadnicové rozdíly  $\Delta Y_{i,i+1}$  a  $\Delta X_{i,i+1}$  stejně jako v kroku (2).

V krocích (7)-(10) je popsáno souřadnicové vyrovnání:

7. Polohový uzávěr  $O_p$  je určen vztahem:

$$O_p = \sqrt{O_Y^2 + O_X^2},$$

kde souřadnicové uzávěry  $O_Y$  a  $O_X$  jsou určeny pomocí vztahů:

$$O_Y = \Delta Y_{1,4} - \sum_{i=1}^m \Delta Y_{i,i+1},$$

$$O_X = \Delta X_{1,4} - \sum_{i=1}^m \Delta X_{i,i+1},$$

kde  $m$  je počet bodů polygonového pořadu.

8. Vypočítá se dopustná odchylka  $\Delta_p$  [9]:

$$\Delta_p = 0.006 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m s_{i,i+1}},$$

kde  $m$  je počet bodů polygonového pořadu.

9. Porovná se polohový uzávěr  $O_p$  s dopustnou odchylkou  $\Delta_p$ . Musí platit:

$$O_p < \Delta_p.$$

10. Polohový uzávěr je rozdělen úměrně souřadnicovým rozdílům pomocí oprav  $\delta_{Y_i}$ ,  $\delta_{X_i}$ :

$$\delta_{Y_i} = \frac{O_Y}{\sum_{i=1}^m |\Delta Y_{i,i+1}|} \cdot |\Delta Y_{i,i+1}|, \quad a \quad \delta_{X_i} = \frac{O_X}{\sum_{i=1}^m |\Delta X_{i,i+1}|} \cdot |\Delta X_{i,i+1}|,$$

kde  $m$  je počet bodů polygonového pořadu.

11. Vypočítají se určované souřadnice bodů polygonového pořadu v daném souřadnicovém systému:

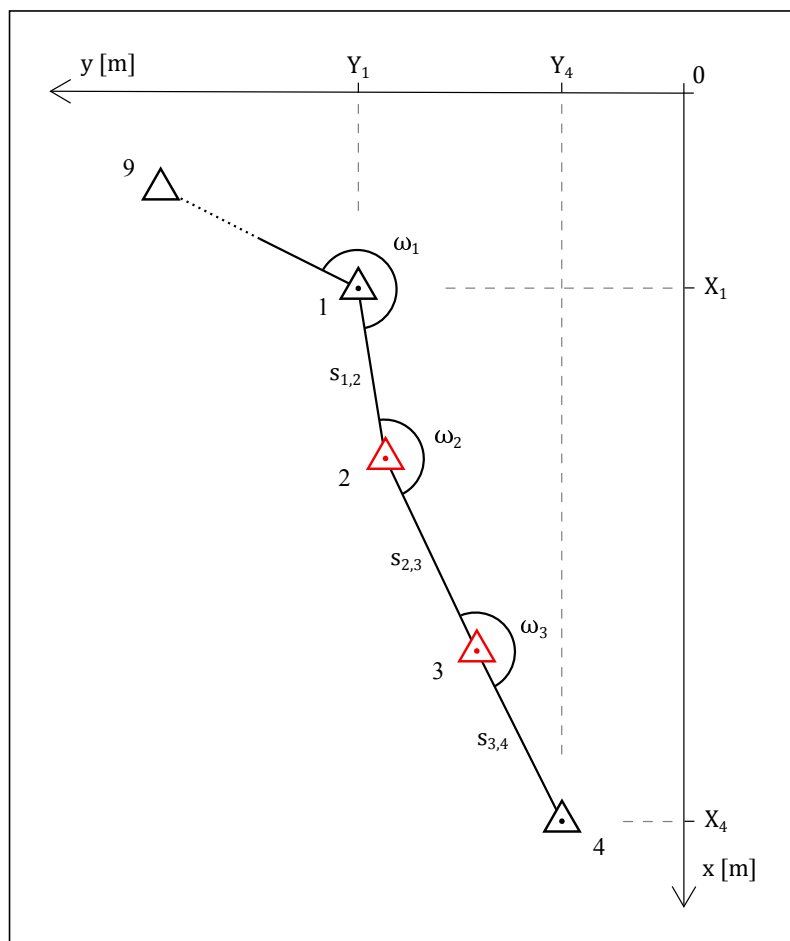
$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_{i,i+1} + \delta_{Y_i},$$

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

12. Ověří se, že vypočtené souřadnice koncového bodu polygonového pořadu souhlasí se zadanými.

### 1.3.3 Oboustranně připojený a jednostranně orientovaný polygonový pořad

Tento typ polygonového pořadu je na rozdíl od vetknutého polygonového pořadu na počátečním bodě orientován. Není tedy nutné počítat směrnik první strany pomocí úhlu stočení v pomocném souřadnicovém systému.



Obrázek 1.11 Oboustranně připojený a jednostranně orientovaný polygonový pořad.

**Dané body:** 1  $[Y_1, X_1]$ , 4  $[Y_4, X_4]$ , 9  $[Y_9, X_9]$

**Měřené veličiny:**  $\omega_1, \omega_2, \omega_3, s_{1,2}, s_{2,3}, s_{3,4}$

**Určit:** 2  $[Y_2, X_2]$ , 3  $[Y_3, X_3]$

**Řešení:**

1. Nejprve se vypočítá směrnik počáteční strany  $\sigma_{1,2}$ :

$$\sigma_{1,2} = \sigma_{1,9} + \omega_1,$$

kde směrnik  $\sigma_{1,9}$  je spočten ze souřadnic.

2. Zbývající směrníky  $\sigma'_{i,i+1}$  jsou vypočteny pomocí vztahu:

$$\sigma'_{i,i+1} = \sigma'_{i-1,i} + \omega_i - 200 \text{ [gon]}.$$

3. Spočítají se souřadnicové rozdíly  $\Delta Y_{i,i+1}$  a  $\Delta X_{i,i+1}$ :

$$\Delta Y_{i,i+1} = s_{i,i+1} \cdot \sin \sigma_{i,i+1},$$

$$\Delta X_{i,i+1} = s_{i,i+1} \cdot \cos \sigma_{i,i+1}.$$

4. *Provede se souřadnicové vyrovnání stejně jako v předchozím příkladě v krocích (7)-(10), tj. úměrně souřadnicovým rozdílům.*
5. Vypočítají se určované souřadnice bodů polygonového pořadu v daném souřadnicovém systému:

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

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

6. Ověří se, že vypočtené souřadnice koncového bodu polygonového pořadu souhlasí se zadanými.

### 1.3.4 Oboustranně připojený a oboustranně orientovaný polygonový pořad

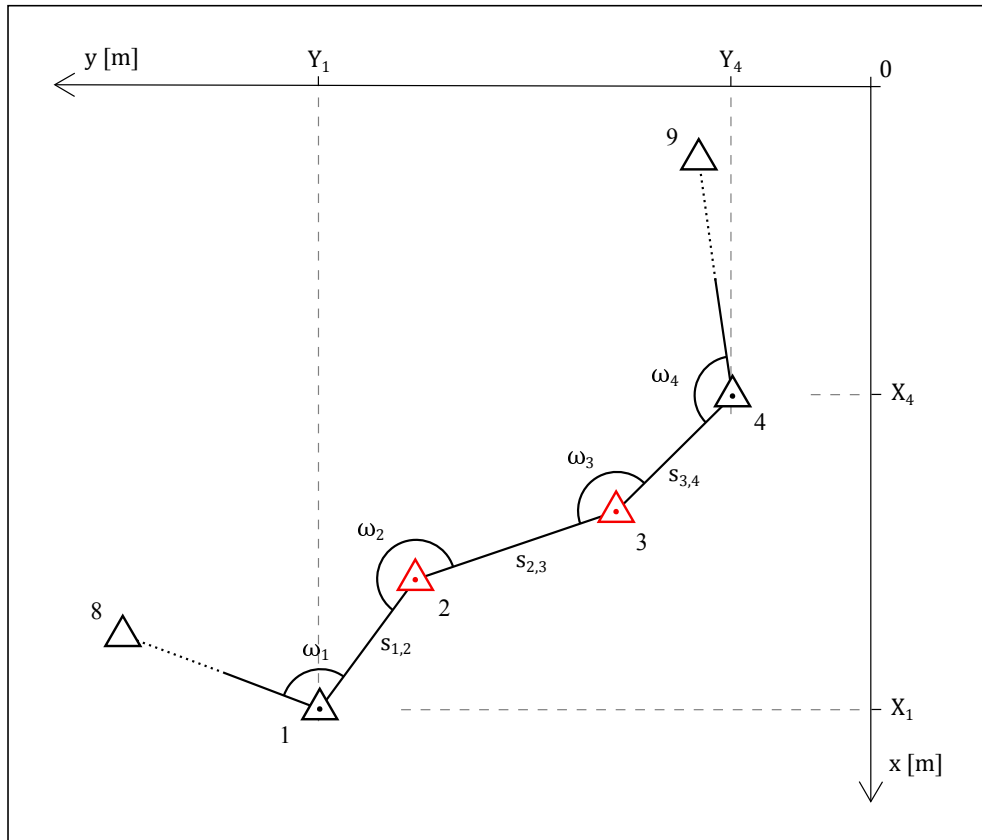
U tohoto typu polygonového pořadu jsou známé souřadnice počátečního i koncového bodu a z obou bodů je orientováno na další známé body. Je tedy měřeno několik nadbytečných veličin, proto se provádí úhlové i souřadnicové vyrovnání [3].

**Dané body:** 1  $[Y_1, X_1]$ , 4  $[Y_4, X_4]$ , 8  $[Y_8, X_8]$ , 9  $[Y_9, X_9]$

**Měřené veličiny:**  $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, s_{1,2}, s_{2,3}, s_{3,4}$

**Určit:** 2  $[Y_2, X_2]$ , 3  $[Y_3, X_3]$





Obrázek 1.12 Oboustranně připojený a oboustranně orientovaný polygonový pořad.

**Řešení:**

Nejprve je v krocích (1)-(4) provedeno úhlové vyrovnání:

1. Úhlový uzávěr  $O_\omega$  je vypočítán podle vztahu:

$$O_\omega = \sigma_{4,9} - \sigma'_{4,9},$$

kde směrnik  $\sigma_{4,9}$  je určen ze souřadnic a směrnik  $\sigma'_{4,9}$  pomocí vztahu:

$$\sigma'_{4,9} = \sigma_{1,4} + \sum_{i=1}^m \omega_i - (n + 1) \cdot 200 \text{ [gon]},$$

kde směrnik  $\sigma_{1,4}$  je vypočítán ze souřadnic a  $n$  je počet určovaných bodů polygonového pořadu.

2. Vypočítá se dopustná odchylka  $\Delta_\omega$  [9]:

$$\Delta_\omega = \frac{\sqrt{m}}{100},$$

kde  $m$  je počet bodů polygonového pořadu.

3. Úhlový uzávěr  $O_\omega$  se porovná s dopustnou odchylkou  $\Delta_\omega$ . Musí platit:

$$O_\omega < \Delta_\omega.$$

4. Úhlový uzávěr se rozdělí na vrcholové úhly pomocí opravy  $\delta_\omega$ :

$$\delta_\omega = \frac{O_\omega}{m},$$

kde  $m$  je počet bodů polygonového pořadu.

5. Směrník počáteční strany  $\overline{\sigma_{1,2}}$  je určen pomocí vztahu:

$$\overline{\sigma_{1,2}} = \sigma_{1,8} + \omega_1 + \delta_\omega,$$

kde směrník  $\sigma_{1,8}$  je vypočítán ze souřadnic.

6. Zbývající vyrovnané směrníky  $\overline{\sigma_i}$  jsou vypočteny podle vztahu:

$$\overline{\sigma_{i,i+1}} = \overline{\sigma_{i-1,i}} + \omega_i + \delta_\omega - 200 \text{ [gon]}.$$

7. Spočítají se souřadnicové rozdíly  $\Delta Y_{i,i+1}$  a  $\Delta X_{i,i+1}$ :

$$\begin{aligned} \Delta Y_{i,i+1} &= s_{i,i+1} \cdot \sin \overline{\sigma_{i,i+1}}, \\ \Delta X_{i,i+1} &= s_{i,i+1} \cdot \cos \overline{\sigma_{i,i+1}}. \end{aligned}$$

*V krocích (8)-(11) se provede souřadnicové vyrovnaní, tentokrát úměrně délkám jednotlivých stran polygonového pořadu:*

8. Polohový uzávěr  $O_p$  je vypočten podle vztahu:

$$O_p = \sqrt{O_Y^2 + O_X^2},$$

kde souřadnicové uzávěry  $O_Y$  a  $O_X$  jsou spočteny dle vztahů:

$$\begin{aligned} O_Y &= \Delta Y_{1,4} - \sum_{i=1}^m \Delta Y_{i,i+1}, \\ O_X &= \Delta X_{1,4} - \sum_{i=1}^m \Delta X_{i,i+1}, \end{aligned}$$

kde  $m$  je počet bodů polygonového pořadu.

9. Dopustná odchylka  $\Delta_p$  [9] se vypočítá podle vztahu:

$$\Delta_p = 0.006 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m s_{i,i+1}},$$

kde  $m$  je počet bodů polygonového pořadu.

10. Porovná se polohový uzávěr  $O_p$  s dopustnou odchylkou  $\Delta_p$ . Musí platit:

$$O_p < \Delta_p.$$

11. Polohový uzávěr je rozdělen na měřené délky pomocí oprav  $\delta_{Y_i}$ ,  $\delta_{X_i}$ :

$$\delta_{Y_i} = \frac{O_Y}{\sum_{i=1}^m s_{i,i+1}} \cdot s_{i,i+1} \quad a \quad \delta_{X_i} = \frac{O_X}{\sum_{i=1}^m s_{i,i+1}} \cdot s_{i,i+1}.$$

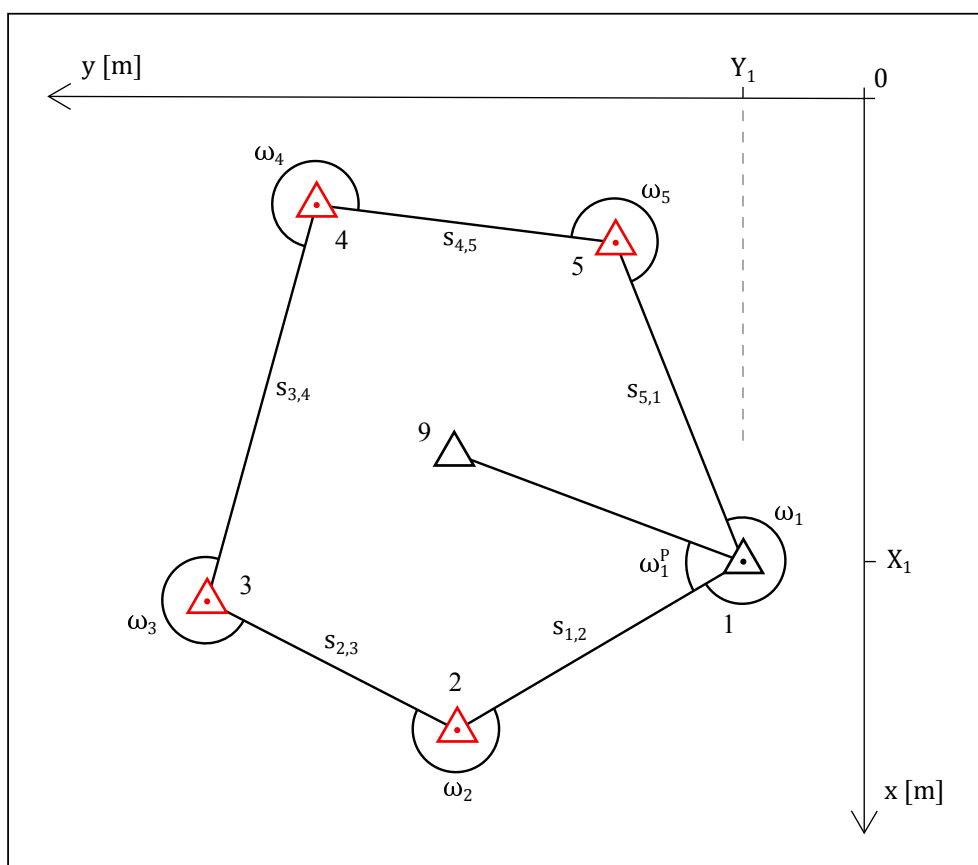
kde  $m$  je počet bodů polygonového pořadu.

12. Vypočítají se určované souřadnice bodů polygonového pořadu v daném souřadnicovém systému:

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

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

13. Ověří se, že vypočtené souřadnice koncového bodu polygonového pořadu souhlasí se zadanými.



Obrázek 1.13 Uzavřený polygonový pořad.

### 1.3.5 Uzavřený polygonový pořad

Tento polygonový pořad se řeší obdobně jako oboustranně připojený a oboustranně orientovaný polygonový pořad s tím rozdílem, počáteční bod polygonového bodu je totožný s koncovým bodem. Stejně jako u oboustranně orientovaného a oboustranně připojeného polygonového pořadu se u uzavřeného polygonového pořadu provádí úhlové i souřadnicové vyrovnání.

**Dané body:** 1  $[Y_1, X_1]$ , 9  $[Y_9, X_9]$

**Měřené veličiny:**  $\omega_1, \omega_1^P, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_4, s_{1,2}, s_{2,3}, s_{3,4}, s_{4,5}, s_{5,1}$

**Určit:** 2  $[Y_2, X_2]$ , 3  $[Y_3, X_3]$ , 4  $[Y_4, X_4]$ , 5  $[Y_5, X_5]$

**Řešení:**

*Nejprve je v bodech (1)-(4) provedeno úhlové vyrovnání:*

1. Úhlový uzávěr  $O_\omega$  je spočten podle vztahu:

$$O_\omega = \sum_{i=1}^m \omega'_i - \sum_{i=1}^m \omega_i,$$

kde pro součet úhlů konvexního  $m$ -úhelníka  $\sum \omega'_i$  platí:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m \omega'_i &= (m-2) \cdot 200 \text{ [gon]} && \text{- pro vnitřní úhly,} \\ \sum_{i=1}^m \omega_i &= (m+2) \cdot 200 \text{ [gon]} && \text{- pro vnější úhly,} \end{aligned}$$

kde  $m$  je počet bodů polygonového pořadu.

2. Spočte se dopustná odchylka  $\Delta_\omega$  [9]:

$$\Delta_\omega = \frac{\sqrt{m}}{100},$$

kde  $m$  je počet bodů polygonového pořadu.

3. Porovná se úhlový uzávěr  $O_\omega$  s dopustnou odchylkou  $\Delta_\omega$ . Musí platit:

$$O_\omega < \Delta_\omega.$$

4. Úhlový uzávěr se rozdělí úměrně měřeným úhlům pomocí opravy  $\delta_\omega$ :

$$\delta_\omega = \frac{O_\omega}{m},$$

kde  $m$  je počet bodů polygonového pořadu.

5. Vypočítá se směrnik počáteční strany strany  $\sigma_{1,2}$ :

$$\sigma_{1,2} = \sigma_{1,8} - \omega_1^P,$$

kde směrnik  $\sigma_{1,8}$  je vypočítán ze souřadnic.

6. Zbývající vyrovnané směrniky  $\overline{\sigma_{i,i+1}}$  jsou vypočteny pomocí vztahu:

$$\overline{\sigma_{i,i+1}} = \overline{\sigma_{i-1,i}} + \omega_i + \delta_\omega - 200 \text{ [gon]}.$$

7. Spočítají se souřadnicové rozdíly  $\Delta Y_{i,i+1}$  a  $\Delta X_{i,i+1}$ :

$$\begin{aligned}\Delta Y_{i,i+1} &= s_{i,i+1} \cdot \sin \overline{\sigma_{i,i+1}}, \\ \Delta X_{i,i+1} &= s_{i,i+1} \cdot \cos \overline{\sigma_{i,i+1}}.\end{aligned}$$

8. *Souřadnicové vyrovnání je provedeno stejně jako v krocích 7-(10) výpočtu vetknutého polygonového pořadu v podkapitole 1.3.2 Vetknutý polygonový pořad.*

9. Vypočítají se určované souřadnice bodů polygonového pořadu v daném souřadnicovém systému:

$$\begin{aligned}Y_{i+1} &= Y_i + \Delta Y_{i,i+1} + \delta_{Y_i}, \\ X_{i+1} &= X_i + \Delta X_{i,i+1} + \delta_{X_i}.\end{aligned}$$

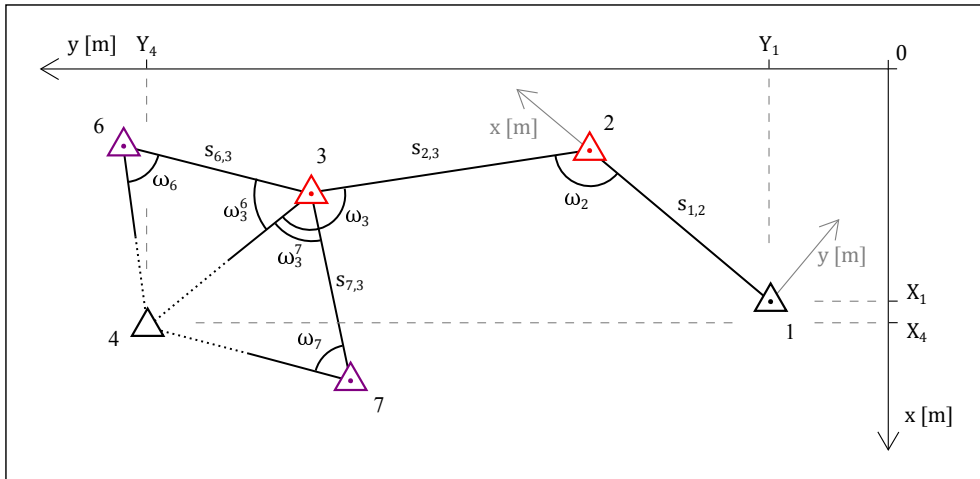
10. Ověří se, že vypočtené souřadnice koncového bodu polygonového pořadu souhlasí se zadanými.

### 1.3.6 Nepřímo připojený polygonový pořad

Speciální typ polygonového pořadu, u kterého je buď počáteční nebo koncový bod nepřístupný. Typickým příkladem je situace, kdy jedním z připojovacích bodů je trigonometrický bod s trvalou signalizací (např. makovice kostelní věže) [5].

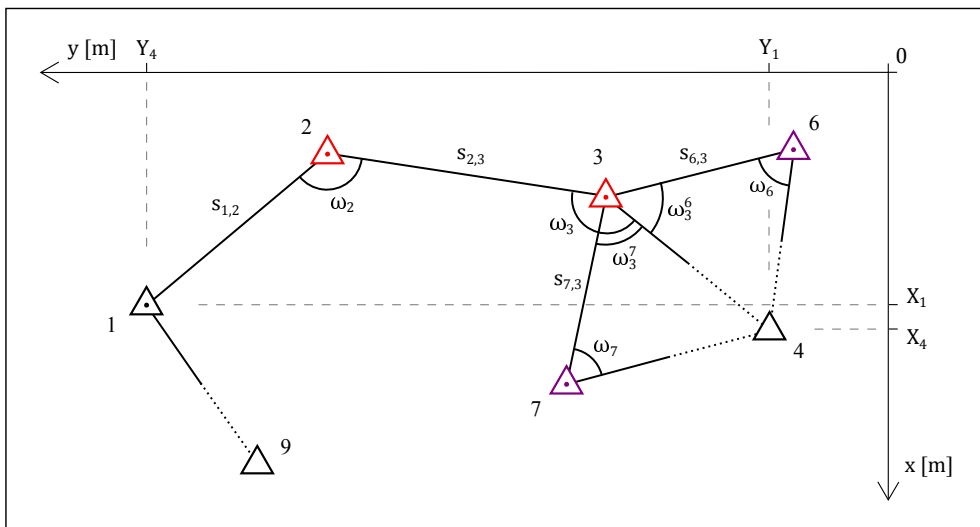
Pro výpočet nepřímo připojeného polygonového pořadu je nutné provést měření minimálně ze dvou vhodně zvolených pomocných stanovisek. Nepřístupná délka je poté spočtena pomocí sinové věty.

Pokud je nepřístupný počáteční bod nebo je-li nepřístupný koncový bod nepřímo připojeného polygonového pořadu a zároveň není polygonový pořad na počátečním bodě orientován jako na obrázku 1.14, je jeho řešení převedeno na výpočet vetknutého polygonového pořadu (viz podkapitola 1.3.2 *Vetknutý polygonový pořad*).



Obrázek 1.14 Nepřímo připojený polygonový pořad bez orientace na počátečním bodě.

Je-li na počátečním bodě orientováno a zároveň je koncový bod nepřístupný jako na obrázku 1.15, je výpočet převeden na výpočet oboustranně připojeného a jednostranně orientovaného polygonového pořadu (viz podkapitola 1.3.3).



Obrázek 1.15 Nepřímo připojený polygonový pořad s orientací na počátečním bodě.

## 2. Sbírka příkladů v prostředí serveru AlmaMATHer

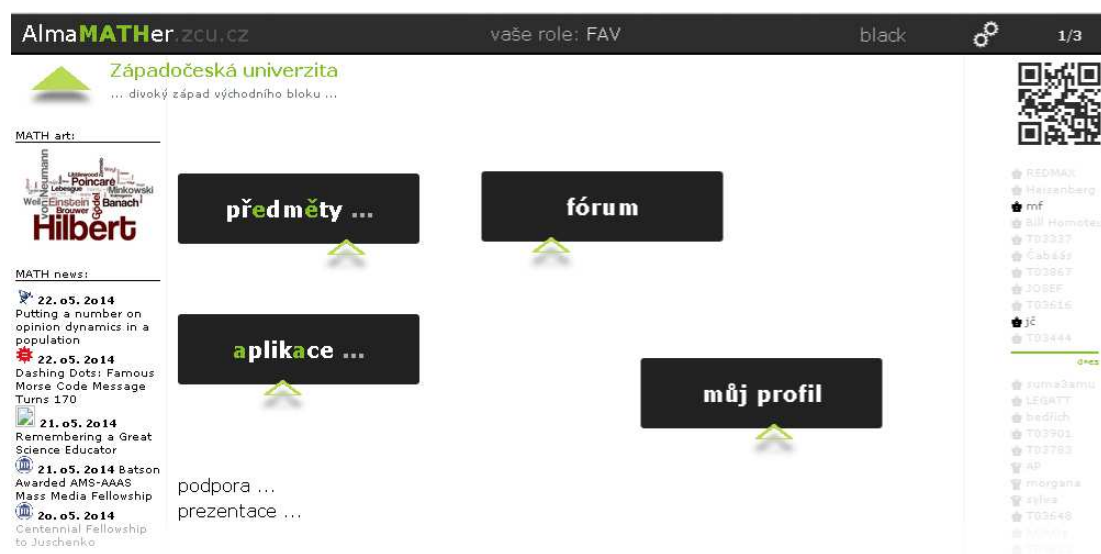
V této kapitole je podrobněji popsáno prostředí serveru AlmaMATHer, jeho vznik a jeho technické parametry. Dále je pozornost věnována stránce předmětů geodézie a sbírce řešených příkladů pro výuku geodézie, které byly v prostředí serveru AlmaMATHer vytvořeny.

### 2.1 Server AlmaMATHer

Internetový server AlmaMATHer, dostupný z <https://almamather.zcu.cz>, je výsledkem projektu *Modernizace obsahu a formy výuky matematiky pro přírodní a technické vědy (CZ.1.07/2.2.00/15.0277)*, řešeného v rámci *Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost* Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, který byl řešen na katedře matematiky Fakulty aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni v letech 2010 až 2013. Je využíván pro výuku matematiky na Fakultě aplikovaných věd, Fakultě elektrotechnické, Fakultě strojní, Fakultě pedagogické a Fakultě ekonomické Západočeské univerzity v Plzni. Cílem serveru je poskytovat studentům souhrnné informace o studijních oporách pro předměty spadající pod katedru matematiky Západočeské univerzity v Plzni.

Prostředí serveru je založeno na HTML5, PHP, CSS, JavaScriptu a využívající knihovny jQuery a MathJax. Jako znaková sada je použito kódování UTF-8.

Po grafické stránce je server vyveden v jednoduché barevné kombinaci černého písma, zelených a modrých ovládacích prvků a bílého pozadí, jak ukazuje obrázek 2.1.



Obrázek 2.1 Úvodní stránka serveru AlmaMATHer po přihlášení pomocí Orion konta.

Server samotný je umístěn v centrální serverovně pracoviště *Centra informatizace a výpočetní techniky* (CIV). Data příkladů jsou fyzicky uložena na serveru formou PHP souborů a příloh. Přístup k datům je zabezpečen šifrovaným protokolem HTTPS a CIVem doporučeným firewallem. K datům je možné přistupovat prostřednictvím internetového prohlížeče. Zobrazení dat je optimalizováno nejen pro přístup ze stolních počítačů a notebooků, ale i menších mobilních zařízení jako jsou smartphony, tablety a další zařízení.

Server používá intuitivní URL adresy, navíc podpořené QR kódy, pomocí nichž je možné se odkazovat na jednotlivé sekce serveru. Příklady URL adres stránek na serveru AlmaMATHer:

- <https://almamather.zcu.cz/>
- <https://almamather.zcu.cz/GEN>
- [https://almamather.zcu.cz/GEN/trial/3.2\\_obtiznost\\_3\\_?](https://almamather.zcu.cz/GEN/trial/3.2_obtiznost_3_?)
- <https://almamather.zcu.cz/GEN/forum>

K identifikaci uživatele je využíván *Orion login*, jednotné přihlašování do výpočetního prostředí Západočeské univerzity, v němž má konto zřízené každý student a zaměstnanec univerzity. Uživatelé s administrátorskými právy jsou v rámci serveru AlmaMATHer označováni jako *rooti*. Více podrobností k *rootům* je uvedeno v podkapitole *2.4 Správa stránky předmětů geodézie a sbírky příkladů*.

Server AlmaMATHer sdružuje několik webových aplikací, které slouží jako podpora různých oblastí výuky a studia studentů. Pro každý předmět je možné provozovat následující webové aplikace:

- *přednášky* - hypertextová forma textu přednášek a cvičení,
- *TRIAL* - řešené příklady,
- *šaolin* - aplikace obsahující soubor testovacích otázek pro pravidelné denní studium,
- *františek* - experimentální aplikace zaměřená na vytvoření úzkého virtuálního vztahu mezi konkrétním studentem a vyučujícím,
- *fórum* - diskuzní místo,
- *výsledky* - místo, kde se zobrazují získané body z písemných prací a šaolinu a informace o dosažení zápočtu.



Server AlmaMATHer je provozován jako náhrada doposud vytvořených webových aplikací:

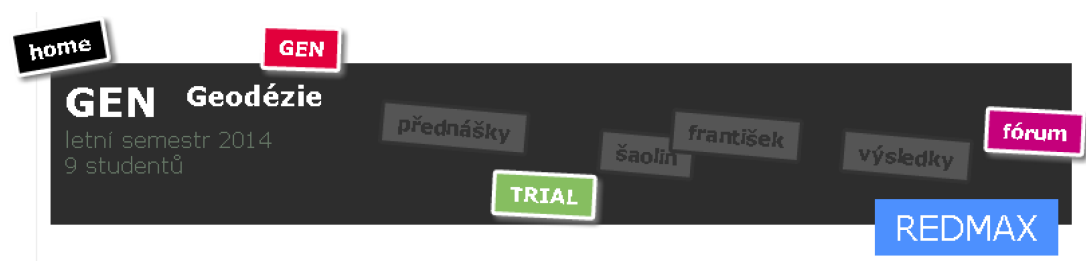
- trial.zcu.cz
- trial.kma.zcu.cz
- itrial.zcu.cz
- frisky.kma.zcu.cz

## 2.2 Stránka předmětů geodézie v rámci serveru AlmaMATHer

Před samotným vytvořením sbírky řešených příkladů na serveru AlmaMATHer, bylo nutné založit stránku předmětů geodézie. Těmito předměty jsou Geodézie 1-3, Geodézie 1B-3B. Zčásti i Geodézie pro stavitelství. Na rozdíl od jiných předmětů vyučovaných na katedře matematiky jsou geodetické předměty silně provázány, a proto se předpokládá, že vytvořená stránka bude sdružovat informace i aplikace pro všechny tyto předměty.

Na stránce předmětů se nachází úvodní text a pod ním rozbalovací záložky, ve kterých jsou odkazy na profily vyučujících na portálu AlmaMATHer a okno s výpisem geodetických předmětů na Portálu ZČU, které lze klepnutím na odkaz nad ním otevřít jako samostatné okno.

Jednotlivé aplikace a další ovládací prvky jsou přístupné pomocí navigační lišty v horní části stránky předmětu, která je znázorněna na obrázku 2.2. Tlačítko *home* odkazuje na hlavní stránku serveru a tlačítko *GEN* na hlavní stránku předmětů. Pozice i barva pozadí tlačítek aplikací jsou generovány náhodně při každém načtení stránky. Tlačítka aplikací, které nejsou pro předmět dostupné, jsou vyvedena v šedé barvě. Je zde též zobrazen *nick* uživatele v rámci serveru AlmaMATHer.



Obrázek 2.2 Navigační lišta stránky předmětů Geodézie 1-3 a Geodézie 1B-3B.

## 2.3 Sbírka řešení příkladů pro výuku geodézie

V této podkapitole je popsán návrh sbírky řešených příkladů, její struktura a implementace v rámci aplikace TRIAL na serveru AlmaMATHer. Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, sbírka vytvořená v rámci této práce obsahuje výpočty, které jsou vyučovány v rámci předmětů Geodézie 1-3, Geodézie 1B-3B a zčásti i Geodézie pro stavitelství. Ve třinácti typových úlohách, jejichž princip byl popsán v kapitole 1. *Matematický základ souřadnicových výpočtů v geodézii*, bylo vytvořeno celkem 108 řešených příkladů, dělených ve většině úloh do tří úrovní obtížnosti, přičemž každá úroveň obtížnosti obsahuje tři příklady.

### 2.3.1 Návrh struktury sbírky

Sbírka je zaměřena na souřadnicové výpočty v rovině. Struktura sbírky byla navržena dle zásady systematickosti tak, aby se student nejprve seznámil s jednoduššími úlohami a příklady, jejichž výpočty budou aplikovány i v následujících složitějších úlohách. Stejně tak v případě jednotlivých obtížností popsaných níže.

První část sbírky, *Základní úlohy*, slouží především pro seznámení studenta se sbírkou, použitým značením a užívanými postupy. Řešení úloh v této části je ve většině případů triviální a student by je měl zvládnout bez větších obtíží či nutnosti zobrazení řešení. Přesto patří do osnov výuky geodézie a jejich důležitost spočívá v tom, že jsou téměř v nezměněné formě využívány v úlohách, které následují. Proto je nutné, aby si student už na počátku tyto postupy osvojil a rozuměl jim tak, jak jsou v geodetických výpočtech používány.

Předpokládá se, že *Úlohy na protínání*, tedy druhé oddělení sbírky, už jsou pro většinu studentů svým principem neznámé. Nově jsou zde kromě základních úloh také využívány postupy z jiných oblastí matematiky, především goniometrie. V náčrtech se také objevuje nová symbolika která byla navržena a zpracována tak, aby jednak respektovala zažitou symboliku, užívanou v oblasti geodézie a aby byl význam jednotlivých symbolů intuitivně pochopitelný a jednoznačný tak, aby nedocházelo k jejich záměně. Navržená symbolika je k nahlédnutí v legendě v příloze A.2.

Ve třetí části se nacházejí v rámci vytvořené sbírky nejsložitější a nejkomplicetnější úlohy, kterými jsou *Úlohy na polygonové pořady*. Z hlediska formy postupu lze tyto příklady řešit více způsoby. Ve sbírce je jednotně používána forma tabulky, která je přehledná a jednoduchá.

Každý typ úlohy, s výjimkou těch v části *Základní úlohy*, je řešen ve třech úrovních obtížnosti matematických výpočtů. V první obtížnosti jsou příklady zaměřeny pouze na vysvětlení principu dané úlohy. Jsou přímo zadány pouze veličiny nezbytně nutné pro výpočet, jak je vidět na obrázku 2.3.

Určete polohové souřadnice bodu 6006.

řešení ...  
výsledek

Dané body:  
 6003 [799960.13, 1007606.27, 349.87]  
 6009 [799863.79, 1007823.48, 344.09]  
 6010 [800234.77, 1007911.73, 348.54]  
 6011 [800006.79, 1007947.05, 345.34]

Dané veličiny:  
 $\psi_{09,06} = 0.0007 [gon]$   
 $\psi_{09,03} = 36.9756 [gon]$   
 $\psi_{11,10} = 0.0012 [gon]$   
 $\psi_{11,06} = 86.6203 [gon]$

Obrázek 2.3 Výřez stránky se zadáním úlohy na protínání ze směrů v první úrovni obtížnosti.

Druhá úroveň je rozšířením první úrovně. Data jsou zadána ve formě zápisníku ve standardizovaném formátu a je nutné data před použitím upravit. Ukázka zápisníku s popisem a vysvětlením je v legendě v příloze A.3. Úpravy dat pro výpočet úlohy zahrnují výpočet úhlů z měřených směrů, měřených v jedné skupině a jedné řadě a úpravu šikmých neredukovaných délek na vodorovné redukované, viz obrázek 2.4.

Určete polohové souřadnice bodu 6044.

řešení ...  
výsledek

Dané body:  
 6008 [800104.33, 1007834.28, 346.39]  
 6010 [800234.77, 1007911.73, 348.54]  
 6012 [800102.80, 1007979.58, 346.90]  
 6018 [800085.51, 1008091.90, 344.87]  
 6024 [799950.19, 1008454.12, 336.75]  
 913210090 [799857.30, 1008114.12, 378.64]

Měřená data:

```

Měřeno přístrojem TOPCON-GTS210/GTS310
korekce: 0 mm/km
9999
999999999
100001
1
3
0
2
1 6012 1.65
913210090 0.00 0.00 0.0002 93.0071
6010 0.00 0.00 198.3170 100.7036
6008 0.00 0.00 267.4147 100.1910
6044 0.00 0.00 396.9972 101.3160
-1
/
1 6018 1.65
6024 0.00 0.00 0.0000 101.3265
6044 0.00 0.00 269.8030 99.9880
913210090 0.00 0.00 328.9397 90.9367
-2

```

Obrázek 2.4 Výřez stránky se zadáním úlohy na protínání ze směrů v druhé obtížnosti.

Ve třetí obtížnosti jsou příklady zadány tak, aby existovalo více než jedno možné řešení, z nichž je nutné z hlediska bodů zvolit to nejvhodnější. Zároveň jsou data měřená ve dvou skupinách a dvou řadách a je tedy nutné data před samotným výpočtem předzpracovat. I když je ze zvolené úlohy a obtížnosti zřejmé, jaké řešení má být zvoleno, jsou příklady konfigurovány tak, aby bylo správné pouze jedno řešení. Ukázkou příkladu z třetí úrovně obtížnosti je možné nalézt v příloze B.

## 2.3.2 Sbíрка příkladů v prostředí serveru AlmaMATHer

Jak plyne ze seznamu aplikací na straně 31, sbírka příkladů pro výuku geodézie je vytvořena v rámci aplikace *TRIAL*. Je možné ji zobrazit postupně přes hlavní stránku serveru a stránku předmětů geodézie nebo přímým odkazem <https://almamather.zcu.cz/GEN/trial>.

Na úvodní stránce sbírky, zobrazené na obrázku 2.5, je úvodní text, rozbalovací seznamy s úlohami pod ním a v levé části obsah s úlohami. Jak zmíněné rozbalovací seznamy, tak obsah slouží k navigaci ve sbírce. Obsah je vysouvací tak, aby v případě delších názvů úloh graficky nezatěžoval stránku. Pomocí obsahu se také značí část sbírky, která je právě editována. Taková část sbírky je *rootem* vyznačena červeným písmem. Uživatelé, kteří v dané době sbírku prohlíží, tak poznají, že příklady jsou aktuálně editovány.

AlmaMATHer > GEN trial

vaše role: FAV root GEN black

home GEN

# TRIAL 2014

letní semestr 2014  
9 studentů

přednáška TRIAL saolín františek výsledek fórum REDMAX

Pro navigaci ve sbírce použijte obsah v levé části stránky nebo rozbalovací seznamy níže. Příklady označené v obsahu červenou barvou jsou právě vytvářeny nebo upravovány, proto nelze ručit za jejich správnost.

Všechny body jsou zadané v Souřadnicovém systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální.

1. Základní úlohy

2. Úlohy na protínání

3. Úlohy na polygonové pořady

3.1 Volný PP

3.2 Oboustranně připojený (vetknutý) PP

3.3 Oboustranně připojený a jednostranně orientovaný PP

3.4 Oboustranně připojený a oboustranně orientovaný PP

3.5 Uzavřený PP

3.6 Nepřímo připojený PP

Obsah:

1. Základní ...

1.1 Výpočet...

Vzdálenost bo...

Úpravy měřeny...

1.2 Výpočet...

Směrník z bod...

Vyrovaný orie...

1.3 Druhá ge...

1.3 obtížnost 1...

1.3 obtížnost 2...

2. Úlohy na ...

2.1 Protínání...

2.1 obtížnost 1...

2.1 obtížnost 2...

2.1 obtížnost 3...

2.2 Protínání...

2.2 obtížnost 1...

2.2 obtížnost 2...

2.2 obtížnost 3...

2.3 Protínání...

2.3 obtížnost 1...

2.3 obtížnost 2...

2.3 obtížnost 3...

2.4 Protínání...

2.4 obtížnost 1...

2.4 obtížnost 2...

2.4 obtížnost 3...

3. Úlohy na ...

3.1 Volný PP

3.1 obtížnost 1...

3.1 obtížnost 2...

3.1 obtížnost 3...

3.2 Obeustra...

Obrázek 2.5 Výřez úvodní stránky sbírky řešených příkladů.

Po výběru úlohy a obtížnosti se uživateli zobrazí stránka s lištou, pomocí níž lze vybírat jednotlivé příklady. Pod ní je zobrazeno zadání prvního příkladu. Pro každé oddělení je možné vložit až dvacet pět příkladů. Tlačítka příkladů v liště jsou barevně odlišena podle toho, je-li příklad k dispozici nebo ne. Tlačítko příkladu, který dosud nebyl zadán, je vyvedeno v odstínech šedi, kdežto v případě aktivního příkladu vzhled tlačítka koresponduje s grafickým stylem serveru.

**Obsah:**

- 1. Základní ...
  - 1.1 Výpočet ...
  - 1.2 Výpočet ...
  - 1.3 Druhá ge...
- 2. Úlohy na ...
  - 2.1 Protínání...
  - 2.2 Protínání...
  - 2.3 Protínání...
  - 2.4 Protínání...
- 3. Úlohy na ...
  - 3.1 Volný PP
    - 3.1 obtížnost 1...
    - 3.1 obtížnost 2...
    - 3.1 obtížnost 3...
  - 3.2 Oboustra...
  - 3.3 Oboustra...
  - 3.4 Oboustra...
  - 3.5 Uzavřený...
  - 3.6 Nepřímá...

**3.1 obtížnost 3**

Určete polohové souřadnice bodů 7018, 7071 a 7094.

Dané body:

|      |                                 |
|------|---------------------------------|
| 7008 | [756017.33, 1046236.28, 346.39] |
| 7009 | [755776.79, 1046225.48, 344.09] |
| 7010 | [756147.77, 1046313.73, 348.54] |
| 7012 | [756015.80, 1046381.58, 346.90] |
| 7045 | [755865.37, 1046293.95, 343.58] |
| 7051 | [755783.98, 1046417.02, 345.27] |
| 7099 | [755822.31, 1046472.43]         |

Měřená data:

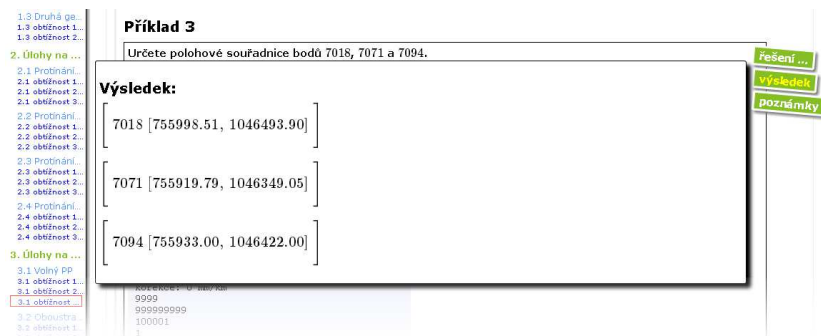
|                   |                      |        |      |          |          |
|-------------------|----------------------|--------|------|----------|----------|
| Měřeno přístrojem | TOPCON-GTS210/GTS310 |        |      |          |          |
| korekce:          | 0 mm/km              |        |      |          |          |
|                   | 9999                 |        |      |          |          |
|                   | 999999999            |        |      |          |          |
|                   | 100001               |        |      |          |          |
|                   | 1                    |        |      |          |          |
|                   | 3                    |        |      |          |          |
|                   | 0                    |        |      |          |          |
|                   | 2                    |        |      |          |          |
| 1                 | 7045                 | 1.65   |      |          |          |
| 7099              |                      | 0.00   | 0.00 | 0.0007   | 88.8291  |
| 7071              |                      | 77.47  | 1.60 | 64.6762  | 98.9273  |
| 7008              |                      | 162.59 | 1.60 | 138.1632 | 98.9002  |
| 7009              |                      | 111.98 | 1.60 | 273.1816 | 99.7905  |
| 7051              |                      | 147.59 | 1.60 | 377.8746 | 100.1903 |
| 913210090         |                      | 0.00   | 0.00 | 389.3312 | 90.8292  |
| 7099              |                      | 0.00   | 0.00 | 0.0001   | 88.8290  |
| 7099              |                      | 0.00   | 0.00 | 200.0013 | 311.1729 |
| 913210090         |                      | 0.00   | 0.00 | 189.3318 | 309.1726 |
| 7051              |                      | 147.59 | 1.60 | 177.8754 | 299.8100 |
| 7009              |                      | 111.98 | 1.60 | 73.1822  | 300.2103 |
| 7008              |                      | 162.59 | 1.60 | 338.1638 | 301.1004 |
| 7071              |                      | 77.47  | 1.60 | 264.6769 | 301.0733 |
| 7008              |                      | 0.00   | 0.00 | 100.0013 | 311.1729 |

Řešení ...  
Výsledek  
poznámky

Obrázek 2.6 Výřez stránky se zadáním příkladu a lištou příkladů.

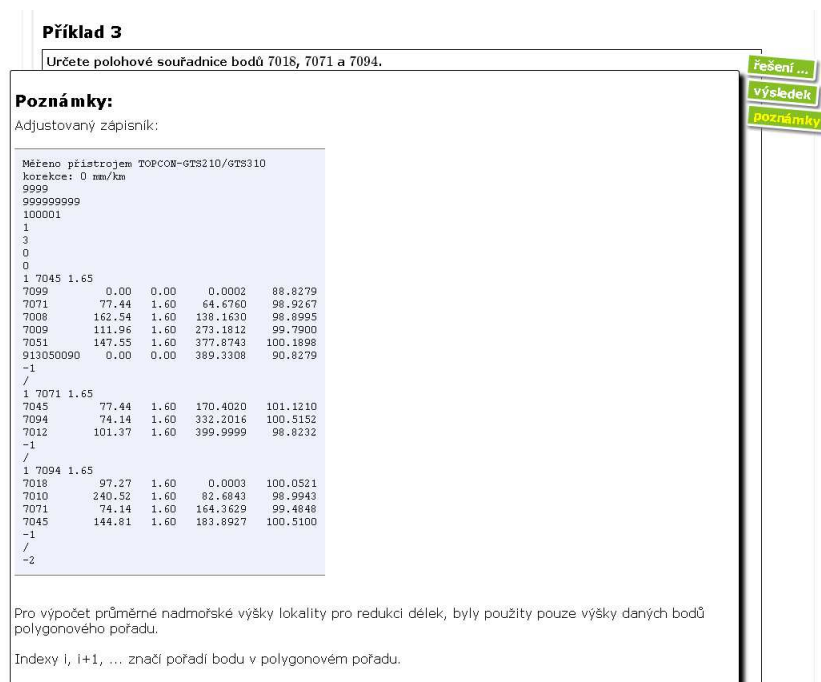
Na obrázku 2.6 jsou v pravé části zobrazena tři tlačítka, která po kliknutí zobrazí svůj obsah v okně nad zadáním příkladu. V *Řešení* se kromě kompletního postupu výpočtu příkladu s dosazením, nachází také náčrt. Každý krok řešení je popsán a číslován. V případě, že je ve více krocích provedena specifická operace či úprava, je na to uživatel upozorněn. Ukázka řešení příkladu včetně náčrtu je v příloze C.

Po stisku tlačítka *Výsledky* jsou uživateli zobrazeny všechny hodnoty určovaných bodů a veličin. Uživatel tak má možnost si výsledek zkontrolovat, aniž by si zobrazil správný postup řešení příkladu, viz obrázek 2.7.



Obrázek 2.7 Výřez stránky s výsledky příkladu.

V poznámkách k příkladu se nachází další informace, případně doplňující výpočty, které nebylo nutné nebo vhodné pro přehlednost výpočtu, vložit přímo do řešení. Tlačítko *Poznámky* se zobrazí pouze tehdy, je-li v poznámkách nějaký obsah. Příkladem takové poznámky může být zápisník s předzpracovanými daty (zpravidla se vyskytuje u *Úloh na protínání* a *Úloh na polygonové pořady* ve třetích obtížnostech) jako na obrázku 2.8.



Obrázek 2.8 Výřez stránky s poznámkami k příkladu.

V dolní části obrazovky se nachází ovládací prvek hodnocení jako na obrázku 2.9. Uživatel má možnost ohodnotit jednotlivé příklady z hlediska náročnosti a pro sebe si je označit. Díky tomu má vyučující, ale i ostatní uživatelé, možnost vidět, které příklady jsou hodnoceny jako obtížné, a které naopak jako jednoduché, na základě čehož se může vyučující rozhodnout pro jejich úpravu.

Označení náročnosti příkladu pro potřeby uživatele je řešeno formou zelené nebo červené značky, která se uživateli po označení objeví u čísla příkladu v liště příkladů.



Obrázek 2.9 Nástroj pro subjektivní hodnocení příkladu uživatelem.

Pomocí táhla lze hodnotit obtížnost příkladu. Celkové hodnocení příkladu je zobrazeno také v liště příkladů ve formě černé horizontální linie, jejíž délka udává obtížnost příkladu tak, jak ji uživatelé hodnotili. Čím delší linie, tím obtížnější příklad. Aby se hodnocení příkladů uživatelem započítávala do celkového hodnocení příkladu, musí být uživatel zapsán v seznamu studentů předmětu.

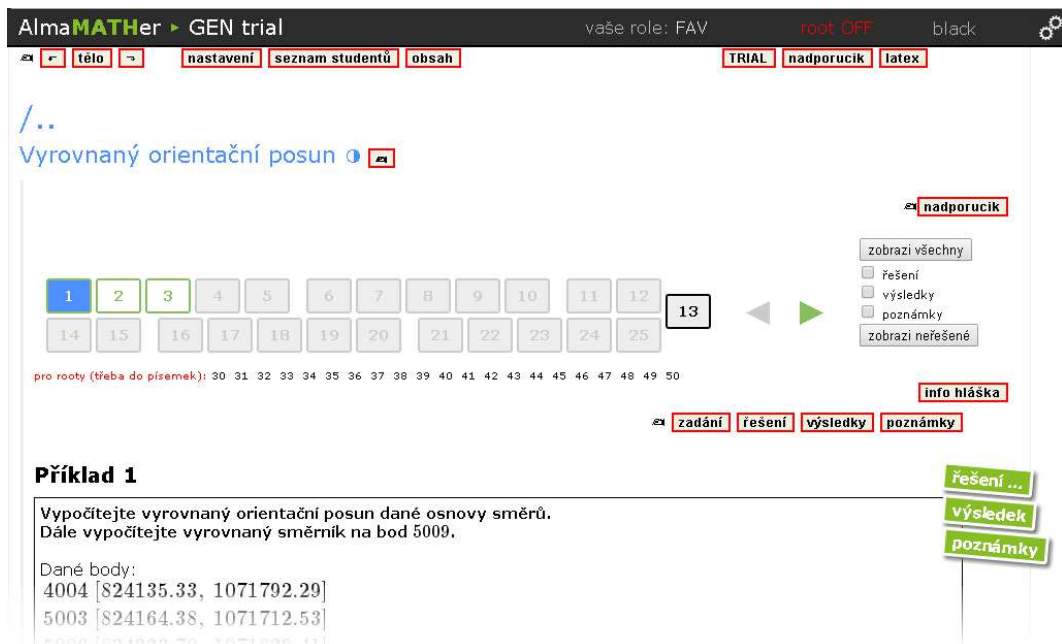


Obrázek 2.10 Lišta příkladů s hodnoceními a osobním označením.

Dále má uživatel možnost zaškrtnutím políčka poskytnout vyučujícímu další informace. Náhodně generovaný obrázek stromečku reprezentuje hravost serveru AlmaMATHer, kdy se postupně s přibývajícími hodnoceními příkladů v daném oddělení studentem vykresluje stromeček v plných barvách.

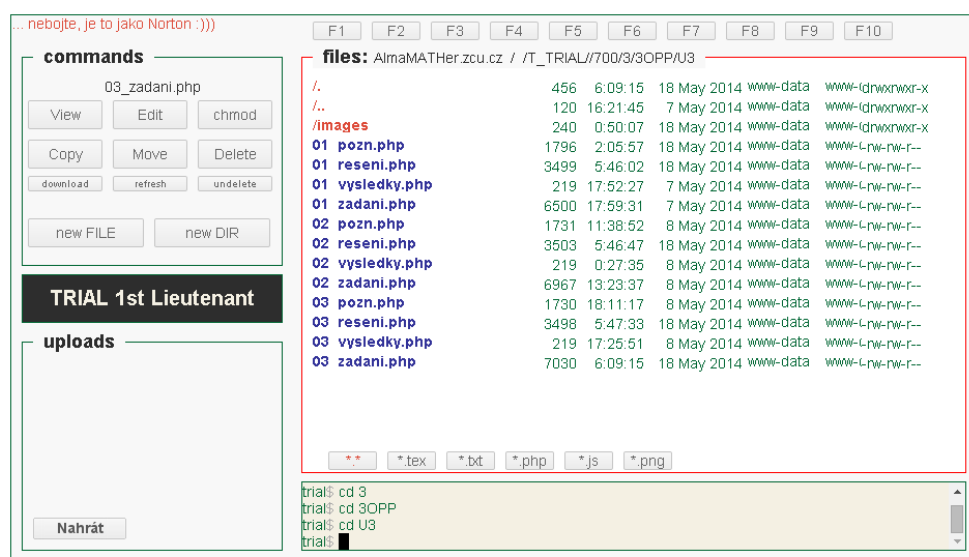
## 2.4 Správa stránky předmětů geodézie a sbírky příkladů

Jak bylo zmíněno výše, uživatel s administrátorskými právy je v rámci serveru AlmaMATHer označován jako *root*. *Rooti* mají možnost, klepnutím na červený nápis *root* v horní liště serveru AlmaMATHer, zapnout administrátorský režim, který zobrazí ovládací prvky úprav, jména a studijní čísla uživatelů serveru a další informace, viz obrázek 2.11.



Obrázek 2.11 Výřez stránky příkladu při zapnutém administrátorském režimu.

*Rootovské* rozhraní je dostatečně uživatelsky přívětivé a intuitivní. Pod lištou příkladů se nachází tlačítka dalších dvaceti neveřejných příkladů. Tyto příklady běžní uživatelé nevidí, lze je tedy využít k přípravě nových příkladů. Ostatní tlačítka slouží pro přímý vstup do editoru příslušného php souboru a do správce souborů, nazývaného v rámci serveru AlmaMATHer *nadporučík*. Správce souborů i editor, na obrázcích 2.12 a 2.13, se vždy otevírají v novém okně prohlížeče. Tlačítka jsou logicky pojmenována, což správu sbírky do značné míry zjednodušuje.



Obrázek 2.12 Správce souborů *nadporučík*.





- *výsledky* - editace výsledků příkladu,
- *poznámky* - editace poznámek příkladu.

Pro základní správu stránky předmětu, tedy včetně sbírky příkladů, stačí *rootovi* elementární znalosti jazyků HTML, PHP a sázečního systému L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. Díky popsaným ovládacím prvkům v administrátorském režimu je správa stránky předmětů i sbírky řešených příkladů poměrně intuitivní a zvládnutí jejich správy by pro *roota*, kterým bude vyučující předmětu, neměl být problém.

## 3. Průzkum ohlasů studentů

Při hledání jiné kolekce řešených příkladů pro výuku geodézie, nebyl podobný materiál prostřednictvím internetu nalezen, což ovšem jeho existenci nevyklučuje, neboť stejně jako tato sbírka řešených příkladů nemusí být zpřístupněn široké veřejnosti, ale pouze studentům daného předmětu, oboru či univerzity.

Samotný server AlmaMATHer je poměrně mladý projekt, neboť byl spuštěn počátkem roku 2013. Z těchto důvodů bylo nutné zjistit ohlasy, jak je sbírka řešených příkladů v prostředí serveru AlmaMATHer přijímána cílovou skupinou, tedy uživateli, a získat připomínky pro její vylepšení.

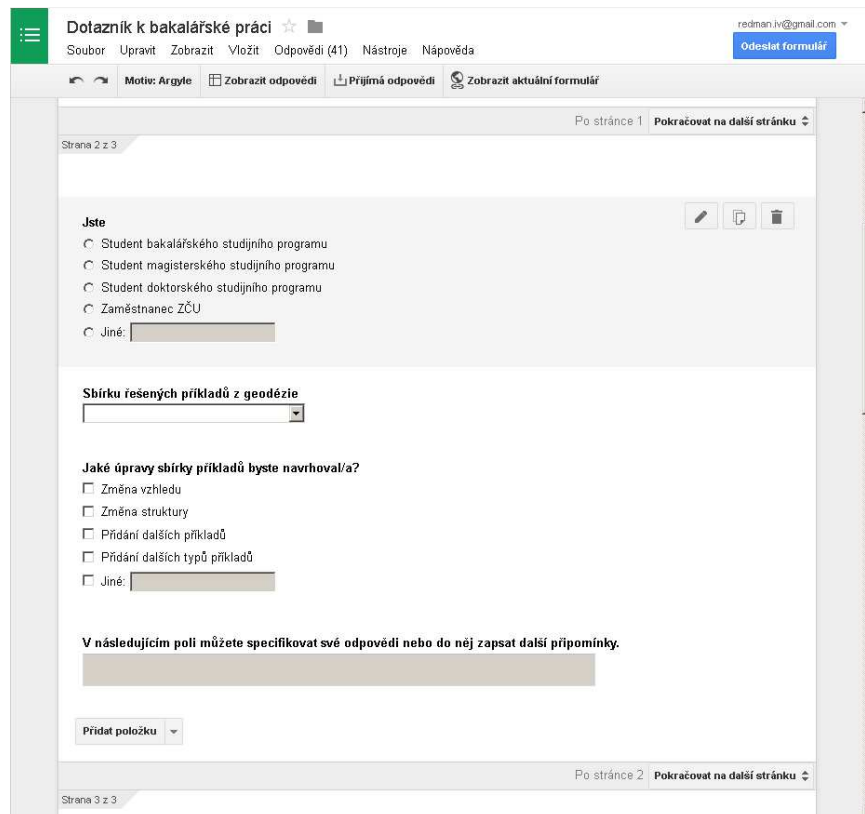
### 3.1 Návrh, vytvoření dotazníku a distribuce

Pro průzkum ohlasů studentů byla zvolena forma dotazníkového šetření. Při zvažování formy dotazníkového šetření bylo přihlédnuto k povaze práce a byla zvolena možnost vytvoření webového dotazníku. Na službu, pomocí které měl být dotazník vytvořen, byly kladeny následující nároky:

- dotazník i jeho ovládací prvky v češtině,
- žádné nové znalosti nutné pro vytvoření dotazníku,
- možnost vyplnění dotazníku i pomocí menších mobilních zařízení (smartphony, tablety, apod.),
- žádná omezení pro vytvoření, zveřejnění a správy dotazníku ze strany poskytované služby,
- vytvoření, zveřejnění i správa dotazníku zdarma.

Vzhledem k výše uvedeným požadavkům byla zvolena možnost vytvoření dotazníku pomocí služby *Google Dokumenty*.

Vytváření dotazníku probíhalo pomocí internetového prohlížeče ve webovém rozhraní služby *Google Dokumenty*. I bez nápovědy (kterou webová aplikace postrádá) bylo vytvoření dotazníku díky intuitivnímu prostředí (viz obrázek 3.1) jednoduché.



Obrázek 3.1 Webové rozhraní služby *Google Dokumenty* pro tvorbu dotazníku.

Při vytváření dotazníku byl kladen důraz na to, aby jeho vyplnění bylo pro respondenty jednoduché časově nenáročné. U většiny otázek měli respondenti na výběr z jedné či více navrhovaných odpovědí a ke každé z otázek bylo přiřazeno dodatečné textové pole, kam mohli respondenti vepsat upřesnění či rozšíření dané odpovědi. Uvedení jména respondenta bylo volitelné a pouze jedna další otázka byla zaměřená na osobní údaje respondentů.



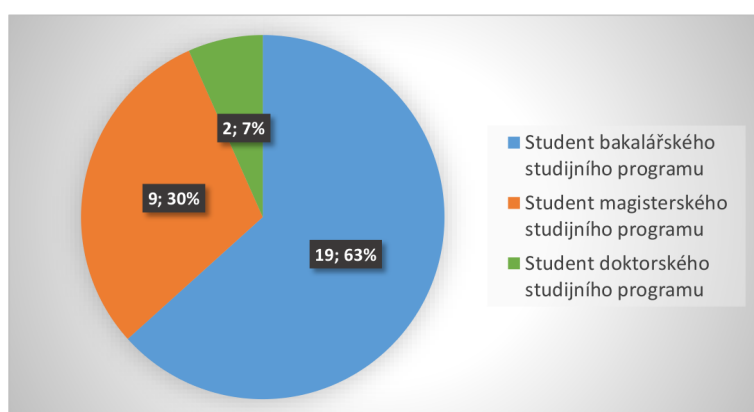
Obrázek 3.2 Úvodní strana dotazníku ke sbírce řešených příkladů z geodézie.

Respondenti byli osloveni prostřednictvím emailu (emailové adresy respondentů byly získány z Portálu ZČU). Mezi respondenty byli studenti Západočeské univerzity v Plzni (především oboru Geomatika), kteří některý z předmětů zmiňovaných na straně 32 právě studují, i těch, kteří již tyto předměty absolvovali.

## 3.2 Vyhodnocení průzkumu

### 3.2.1 Skupina respondentů

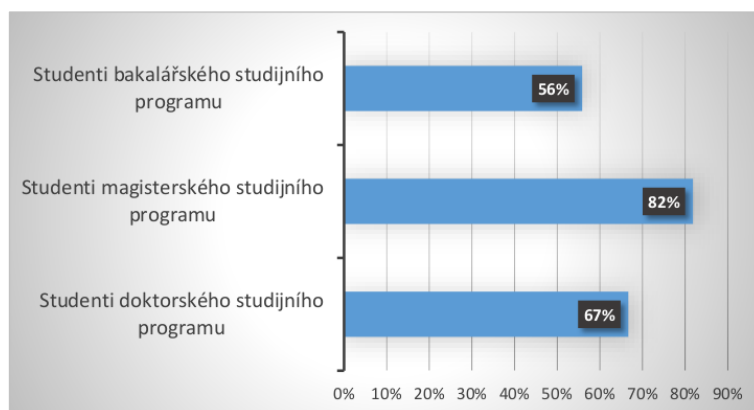
Celkem bylo osloveno 48 studentů, z nichž 31 odeslalo vyplněný dotazník. Návratnost tedy čítala 65%. Všechny dotazníky byly vyplněny správně a byly použity pro účely průzkumu. Otázky byly zaměřeny na zhodnocení sbírky jako celku, hodnocení jednotlivých kapitol a na návrh možný úprav a vylepšení sbírky.



Obrázek 3.3 Výšečový graf relativního zastoupení respondentů podle studijního programu.

Mezi 31 respondenty měli největší zastoupení studenti bakalářského studijního programu, kterých vyplnilo dotazník 19. Dále dotazník vyplnilo 9 studentů magisterského studijního programu a 2 studenti doktorského studijního programu, jak ukazuje graf na obrázku 3.3.

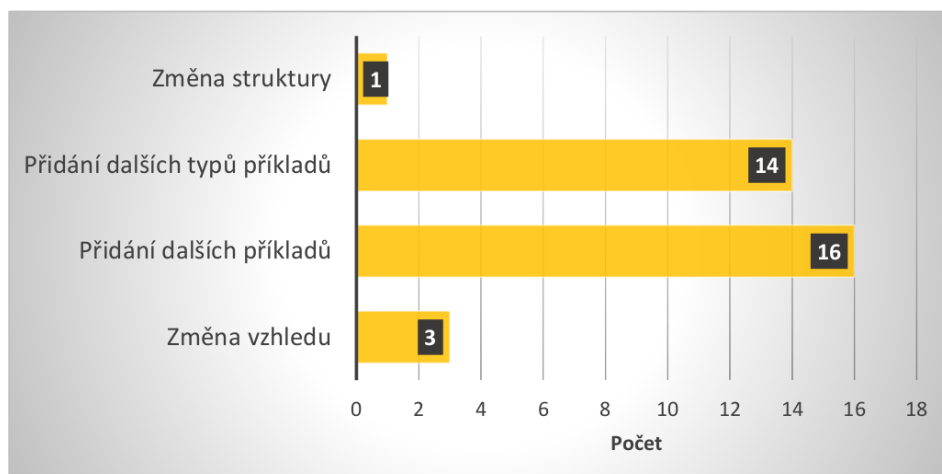
Přepočteno na počet oslovených respondentů daného studia odpovědělo z oslovených nejvíce studentů magisterského studia (viz graf na obrázku 3.4). To lze přičítat mimo jiné faktu, že většina z nich autora zná osobně. Překvapením pak byla neochota k vyplnění dotazníku studentů bakalářského studia, kterých bylo osloveno nejvíce a u nichž především se předpokládá, že budou sbírku příkladů využívat.



Obrázek 3.4 Pruhoý graf počtu přijatých odpovědí vzhledem k počtu oslovených studentů dle typu studijního programu.

### 3.2.2 Výsledky průzkumu ve vztahu ke sbírce řešených příkladů

Je pozitivní, že ač měli někteří respondenti ke sbírce určité připomínky či výhrady, všech 31 respondentů shledalo sbírku jako doplňující materiál při studiu geodézie přínosnou. Jeden z respondentů z řad studentů bakalářského studijního programu napsal: „Na trial už jsme zvyklí, takže myslím, že dobrý nápad. Navíc přehledné, jasné. Nemám co vytknout.“ (tabulka s odpověďmi je k dispozici na příloženém CD).



Obrázek 3.5 Pruhoý graf četnosti navrhovaných úprav.

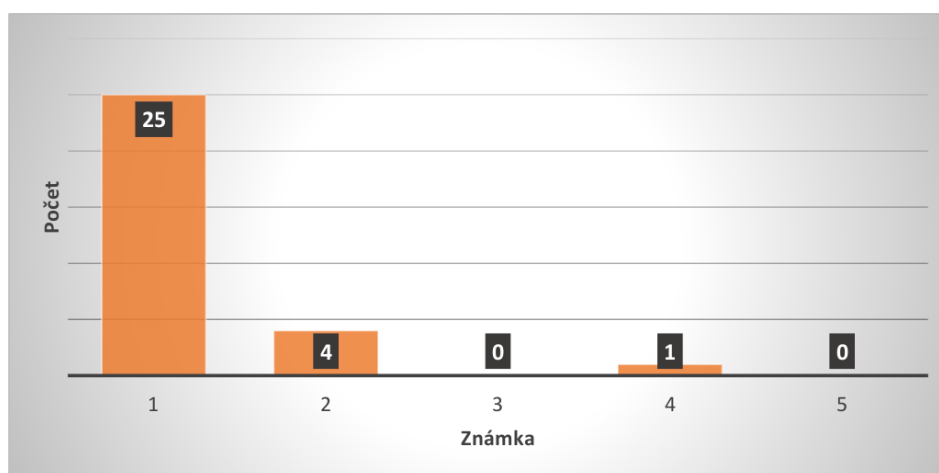
Z navrhovaných úprav převažují návrhy na zvýšení počtu příkladů, které navrhuje 14 respondentů, a přidání dalších typových úloh, jak navrhuje 13 respondentů. Počet tří příkladů v každé obtížnosti se může zdát nízký, ovšem je třeba brát na zřetel, že jak *Úlohy na protínání*, tak *Úlohy na polygonové pořady* obsahují tři úrovně obtížnosti pro každou typovou úlohu, což činí devět řešených příkladů každé typové úlohy.

Přidání dalších typů příkladů je logickou a očekávanou připomínkou, neboť aby sbírka plně pokrývala učivo předmětů zmiňovaných na straně 32, je nutné doplnit výpočty o určování výšek, jak zmiňuje i jeden ze studentů doktorského studijního programu: „K příkladům bych kromě určování polohových souřadnic doplnil i určování výšek (náplň geodézie 3). Jinak výborný nápad!“, viz tabulka s odpověďmi na přiloženém CD.

Za vhodně zvolené považuje obtížnosti 30 z 31 respondentů, pouze jeden respondent je opačného názoru. V případě tohoto konkrétního respondenta se jedná především o nespokojenost se *Základními úlohami* a s prvními obtížnostmi obecně, které hodnotí jako příliš jednoduché. Bylo by překvapivé, aby se na vysoké škole nenašli studenti, kterým jednodušší příklady přijdou triviální. Nicméně je třeba pokrýt komplexně celou problematiku, neboť jak je zřejmé ze zbývajících odpovědí, jsou studenti, kteří jednodušší příklady uvítají.

Pro otázky, týkajících se hodnocení jednotlivých částí sbírky, bylo možné zadat hodnocení (1-nejlepší, 5-nejhorší) a případně pod každou otázku připsat upřesnění. U všech částí sbírky řešených příkladů převažuje hodnocení známkou 1 a to vždy minimálně u 60% respondentů.

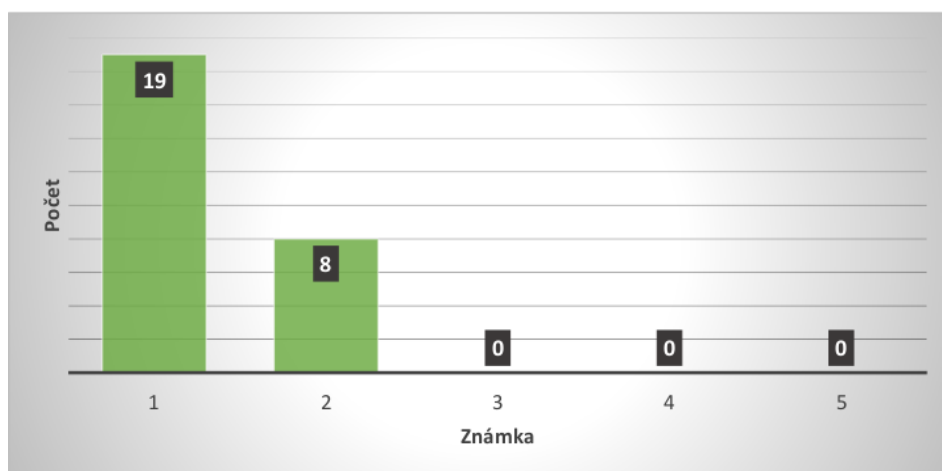
Hodnocení části *Základní úlohy* je znázorněno v grafu na obrázku 3.6. Je zřejmé, že většina respondentů hodnotí tuto část sbírky řešených příkladů kladně, převážně známkou 1. Negativně známkou 4 hodnotil pouze jeden respondent. Jak vyplývá z upřesňujícího hodnocení, respondent tuto část považoval za příliš jednoduchou.



Obrázek 3.6 Sloupcový graf hodnocení *Základních úloh*.

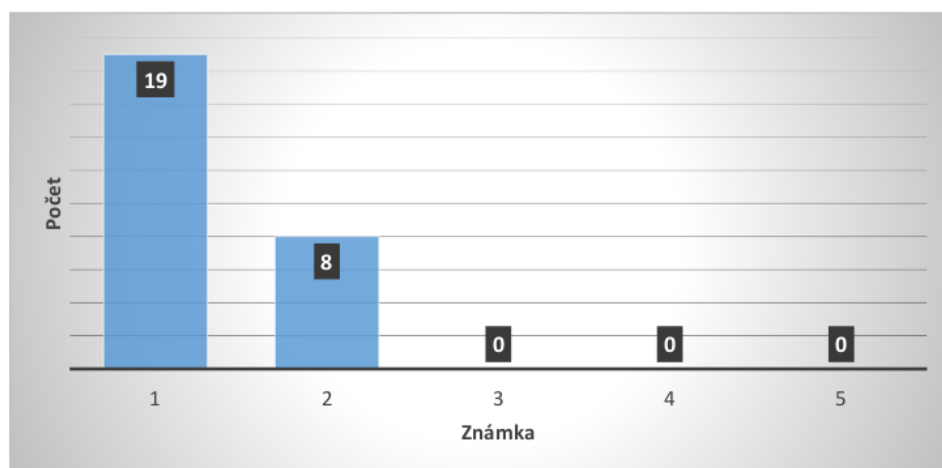
Část *Úlohy na protínání* je hodnocena podobně jako první část sbírky řešených příkladů. I zde výrazně převažuje známka 1 a kromě ní byla kapitola hodnocena pouze známkou 2. Jak je vidět na obrázku 3.7 je tato část sbírky příkladů hodnocena menším počtem respondentů než část *Základní úlohy*. Lze předpokládat, že příčinou byl fakt, že v některých předmětech, např. Geodézie 1, nejsou úlohy na protínání probírány a respondenti se, pravděpodobně i z tohoto důvodu,

známkování této části zdrželi.



Obrázek 3.7 Sloupcový graf hodnocení *Úloh na protínání*.

*Úlohy na polygonové pořady* jsou hodnoceny velmi kladně a z grafu na obrázku 3.8 je zřejmé, že tato část sbírky řešených příkladů byla hodnocena pouze známkami 1 a 2. Stejně jako v případě *Úloh na protínání* lze menší počet hodnocení přičítat faktu, že někteří respondenti se s těmito úlohami tohoto typu na cvičeníh zatím ještě nesetkali.



Obrázek 3.8 Sloupcový graf hodnocení *Úloh na polygonové pořady*.

Celkově tedy z odpovědí respondentů vyplývá, že jsou se sbírkou řešených příkladů z geodézie spokojeni. Někteří respondenti v upřesňujících otázkách uvedli své návrhy a připomínky. Všechny tyto připomínky byly zváženy a zohledněny při závěrečných úpravách sbírky řešených příkladů.



# Závěr

Cílem práce bylo vytvoření sbírky řešených příkladů pro výuku předmětu geodézie. Sbíрка řešených příkladů byla vytvořena ve webové aplikaci *TRIAL*, která je součástí serveru AlmaMATHer, spravovaného katedrou matematiky Fakulty aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni. Kromě sbírky předmětů samotné byla též založena stránka sdružující předměty Geodézie 1-3, Geodézie 1B-3B a zčásti i Geodézie pro stavitelství. Sbíрку řešených příkladů využijí nejen studenti prezenční formy studia, ale i studenti kombinované formy studia, kteří jsou více odkázáni na samostudium.

Navržená struktura sbírky řešených příkladů koresponduje s odbornou literaturou, která byla zahrnuta do rešerše pramenů, zabývajících se souřadnicovými výpočty v geodézii. Sbíрка má tři části, obsahuje 108 příkladů řešených ve většině případů ve třech úrovních obtížnosti.

Sbíрка řešených příkladů byla dne 19.5.2014 publikována online na adrese <https://almamather.zcu.cz/GEN>, následně byl proveden průzkum ohlasů studentů. Z provedeného průzkumu ohlasů studentů plyne, že sbírka byla všemi oslovenými studenty přijata pozitivně. Případné připomínky a návrhy byly zohledněny při závěrečných korekturách sbírky řešených příkladů.

Myšlenkou serveru AlmaMATHer je sjednocení všech studijních opor a materiálů pro daný předmět na jednom místě. To by bylo možné realizovat i pro výše uvedené předměty, například začleněním *Přednáškových textů z geodézie* [5]. Možnosti serveru AlmaMATHer nebyly doposud vyčerpány. Na serveru AlmaMATHer je možné zprovoznit další aplikace (v rámci zpracování bakalářské práce byla zprovozněna pouze webová aplikace *TRIAL*).

Na stávající sbírku řešených příkladů v rovině by bylo možné navázat především zvýšením počtu řešených příkladů ke stávajícím typovým úlohám. Dále pak zpracováním zcela nové sady typových úloh, týkajících se prostorového určování polohy bodů a výpočtů výšek.

# Seznam použité literatury

- [1] RATIBORSKÝ, Jan. *Geodézie 1: měření a výpočty*. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2011, 234 s. ISBN 978-80-01-04788-0.
- [2] CHAMOUT, Lubomír a Petr SKÁLA. *Geodezie*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2003, 196 s. ISBN 80-213-1049-9.
- [3] NEVOSÁD, Zdeněk. *Geodézie IV: [souřadnicové výpočty]*. Brno: CERM, 2002, 157 s. ISBN 80-214-2301-3.
- [4] MIKULENKA, Václav. *Základní souřadnicové výpočty* [online]. 2002 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: [http://igdm.vsb.cz/igdm/materialy/Souradnicove\\_vypocty.pdf](http://igdm.vsb.cz/igdm/materialy/Souradnicove_vypocty.pdf)
- [5] ČADA, Václav. *Přednáškové texty z geodézie* [online]. 2007 [cit. 2014-05-25]. Dostupné z: <http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/index.html>
- [6] MANSFELDOVÁ, Jana. *Geodetické výpočty: 1. část* [online]. 2008 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://spszem.cz/storage/files/56/Geodetick-vpoty-1-25-6-13.pdf>
- [7] Česká republika. Nařízení vlády o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání. In: *430/2006 Sb.* 2006 [cit. 2014-05-20]. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?page=0&idBiblio=63017&nr=430~2F2006&rpp=15>
- [8] Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí. TERMINOLOGICKÁ KOMISE ČESKÉHO ÚŘADU ZEMĚMĚŘICKÉHO A KATASTRÁLNÍHO. *Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v. v. i.* [online]. 2005 [cit. 2014-05-20]. Dostupné z: <https://www.vugtk.cz/slovník/index.php>
- [9] ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ. *Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod ve znění dodatků č.1, 2 a 3*. Praha, 2013 [cit. 2014-05-20]. Dostupné z: [http://www.cuzk.cz/Predpisy/Resortni-predpisy-a-opatreni/Navody-CUZK/Navod-pro-OKOP\\_ve-zneni-dod-c-1-2c2-2c3-%281%29.aspx](http://www.cuzk.cz/Predpisy/Resortni-predpisy-a-opatreni/Navody-CUZK/Navod-pro-OKOP_ve-zneni-dod-c-1-2c2-2c3-%281%29.aspx)

# Seznam obrázků

|      |  |    |
|------|--|----|
| 1.1  | První geodetická úloha. . . . .  | 9  |
| 1.2  | Úprava směrníku podle příslušného kvadrantu. . . . .   | 10 |
| 1.3  | Druhá geodetická úloha. . . . .  | 11 |
| 1.4  | Protínání vpřed z délek. . . . .   | 12 |
| 1.5  | Protínání vpřed z úhlů. . . . .  | 13 |
| 1.6  | Protínání vpřed ze směrů. . . . .  | 14 |
| 1.7  | Protínání zpět pomocí Colinsova bodu. . . . .  | 15 |
| 1.8  | Protínání zpět Cassiniho řešením. . . . .  | 17 |
| 1.9  | Volný polygonový pořad. . . . .  | 18 |
| 1.10 | Vetknutý polygonový pořad. . . . .   | 20 |
| 1.11 | Oboustranně připojený a jednostranně orientovaný polygonový pořad  | 22 |
| 1.12 | Oboustranně připojený a oboustranně orientovaný polygonový pořad   | 24 |
| 1.13 | Uzavřený polygonový pořad. . . . .   | 26 |
| 1.14 | Nepřímo připojený polygonový pořad bez orientace na počátečním bodě. . . . .                                     | 29 |
| 1.15 | Nepřímo připojený polygonový pořad s orientací na počátečním bodě. . . . .                                       | 29 |
|      |  |    |
| 2.1  | Úvodní stránka serveru AlmaMATHer po přihlášení pomocí Orion konta. . . . .                                      | 30 |
| 2.2  | Navigační lišta stránky předmětů Geodézie 1-3 a Geodézie 1B-3B.  | 32 |
| 2.3  | Výřez stránky se zadáním úlohy na protínání ze směrů v první úrovni obtížnosti. . . . .                          | 34 |
| 2.4  | Výřez stránky se zadáním úlohy na protínání ze směrů v druhé obtížnosti. . . . .                                 | 34 |
| 2.5  | Výřez úvodní stránky sbírky řešených příkladů. . . . .   | 35 |
| 2.6  | Výřez stránky se zadáním příkladu a lištou příkladů. . . . .   | 36 |
| 2.7  | Výřez stránky s výsledky příkladu. . . . .   | 37 |
| 2.8  | Výřez stránky s poznámkami k příkladu. . . . .   | 37 |
| 2.9  | Nástroj pro subjektivní hodnocení příkladu uživatelem. . . . .   | 38 |
| 2.10 | Lišta příkladů s hodnoceními a osobním označením. . . . .  | 38 |
| 2.11 | Výřez stránky příkladu při zapnutém administrátorském režimu. .  | 39 |
| 2.12 | Správce souborů <i>nadporučík</i> . . . . .  | 39 |
| 2.13 | Editor php souboru. . . . .  | 40 |
|      |  |    |
| 3.1  | Webové rozhraní služby <i>Google Dokumenty</i> pro tvorbu dotazníku.   | 43 |
| 3.2  | Úvodní strana dotazníku ke sbírce řešených příkladů z geodézie. .  | 43 |
| 3.3  | Výsečový graf relativního zastoupení respondentů podle studijního programu. . . . .                              | 44 |
| 3.4  | Pruhový graf počtu přijatých odpovědí vzhledem k počtu oslovených studentů dle typu studijního programu. . . . . | 45 |
| 3.5  | Pruhový graf četnosti navrhovaných úprav. . . . .  | 45 |
| 3.6  | Sloupcový graf hodnocení <i>Základních úloh</i> . . . . .  | 46 |
| 3.7  | Sloupcový graf hodnocení <i>Úloh na protínání</i> . . . . .  | 47 |
| 3.8  | Sloupcový graf hodnocení <i>Úloh na polygonové pořady</i> . . . . .  | 47 |

# Vysvětlení zkratk a pojmů

- CIV**  
Centrum informatizace a výpočetní techniky, 27
- CSS**  
Kaskádové styly pro grafickou úpravu webových stránek, 26
- Firewall**  
Softwarový či hardwarový síťový bezpečnostní systém, 27
- HTML5**  
Značkovací jazyk pro hypertext, 26
- HTTPS**  
Hypertext Transfer Protocol Secure, nadstavba internetového protokolu HTTP pro zabezpečenou komunikaci, 27
- JavaScript**  
Programovací jazyk používaný v internetových stránkách, 26
- jQuery**  
Javascriptová knihovna usnadňující práci s JavaScriptem, 26
- MathJax**  
Knihovna pro sazbu matematických výrazů a rovnic na internetových stránkách, 26
- nadporučík**  
Správce souborů na serveru AlmaMATHer, 35
- nick**  
Přezdívka uživatele v rámci serveru, 28
- PHP**  
Hypertextový preprocesor, 26
- QR kód**  
Quick Response, informace zakódovaná pomocí čtverečků a prázdných míst, 27
- rajón**  
orientovaná a délkově zaměřená spojnice daného a určovaného bodu, 6
- root**  
Uživatel s administrátorskými právy na serveru AlmaMATHer, 27
- URL**  
Uniform Resource Locator neboli jednotná adresa zdroje, 27








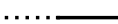


# Přílohy

## A Legenda a jiné vysvětlivky k příkladům

### A.1 Použité znaky veličin

|                      |       |  |
|----------------------|-------|--|
| $Y, X$               | ..... | souřadnice bodu ve směru osy y, x          |
| $\Delta Y, \Delta X$ | ..... | souřadnicový rozdíl bodů ve směru osy y, x |
| $s^s$                | ..... | měřená délka                               |
| $s^v$                | ..... | vodorovná, neredukovaná délka              |
| $s$                  | ..... | vodorovná, redukováná délka                |
| $k$                  | ..... | měřítkový koeficient                       |
| $h$                  | ..... | nadmořská výška                            |
| $R$                  | ..... | poloměr Země (6378 km)                     |
| $\sigma_{1,2}$       | ..... | směrník z bodu 1 na bod 2                  |
| $\bar{\sigma}_{1,2}$ | ..... | vyrovnaný směrník z bodu 1 na bod 2        |
| $\psi$               | ..... | měřený směr                                |
| $\omega, \varphi$    | ..... | vodorovný úhel                             |
| $z$                  | ..... | zenitový úhel                              |
| $\beta$              | ..... | úhel stočení                               |
| $m$                  | ..... | počet bodů polygonového pořadu             |
| $n$                  | ..... | počet určovaných bodů polygonového pořadu  |

## A.2 Použité symboly

|   |   |
|---|---|
|    | bod s danými souřadnicemi                           |
|    | určovaný bod  |
|    | stanovisko nebo připojovací bod polygonového pořadu |
|    | určované stanovisko                                 |
|    | pomocné stanovisko o neznámých souřadnicích         |
|    | bod orientace                                       |
|    | měřený směr a délka                                 |
|  | měřený směr bez délky                               |
|  | nulový směr   |
|  | pomocná čára  |

## A.3 Zápisník měřených dat

|    |   |       |      |          |         |
|----|---|-------|------|----------|---------|
| 1  | ;Měřeno přístrojem TOPCON-GTS210/GTS310 |       |      |          |         |
| 2  | ;korekce: 0 mm/km                       |       |      |          |         |
| 3  | 9999                                    |       |      |          |         |
| 4  | 999999999                               |       |      |          |         |
| 5  | 100001                                  |       |      |          |         |
| 6  | 1                                       |       |      |          |         |
| 7  | 3                                       |       |      |          |         |
| 8  | 0                                       |       |      |          |         |
| 9  | 2                                       |       |      |          |         |
| 10 | 1                                       | 4001  | 1.65 |          |         |
| 11 | 920130090                               | 0.00  | 0.00 | 0.0000   | 93.0071 |
| 12 | 1000                                    | 0.00  | 0.00 | 396.0341 | 91.2943 |
| 13 | 5016                                    | 75.99 | 1.60 | 108.5434 | 99.3362 |
| 14 | -1                                      |       |      |          |         |
| 15 | /                                       |       |      |          |         |
| 16 | -2                                      |       |      |          |         |

### Hlavička:

- vždy obsahuje devět řádků
- druhý řádek hlavičky udává hodnotu matematických redukcí (0 mm/km znamená, že redukce nebyly provedeny)
- devátý řádek hlavičky udává typ měřených délek (0 = vodorovné délky, 2 = šikmé délky)

### Tělo:

- číslo 1 na desátém řádku značí nové stanovisko
  - druhé číslo tohoto řádku je číslo stanoviska
  - třetí číslo je výška stroje
- řádky jedenáct až třináct obsahují měřená hodnoty
- číslo -1 na čtrnáctém řádku označuje konec měření orientací a počátek měření podrobných bodů
- zpětné lomítko na patnáctém řádku značí konec stanoviska
- číslo -2 na šestnáctém řádku označuje konec zápisníku

## A.4 Tabulka výpočtu polygonového pořadu

| Číslo bodu | $\bar{\omega}_i$ | $\bar{\sigma}_{i,i+1}$ | $s_{i,i+1}$ | $\Delta\bar{Y}_{i,i+1}$ | $\Delta\bar{X}_{i,i+1}$ | $Y_i$     | $X_i$      |      |         |          |        |       |        |           |            |          |          |         |        |         |          |        |       |        |           |            |          |          |         |        |         |         |        |       |        |           |            |          |          |        |        |         |         |   |   |   |           |            |         |          |   |        |         |         |   |   |  |           |            |      |          |   |
|------------|------------------|------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-----------|------------|------|---------|----------|--------|-------|--------|-----------|------------|----------|----------|---------|--------|---------|----------|--------|-------|--------|-----------|------------|----------|----------|---------|--------|---------|---------|--------|-------|--------|-----------|------------|----------|----------|--------|--------|---------|---------|---|---|---|-----------|------------|---------|----------|---|--------|---------|---------|---|---|--|-----------|------------|------|----------|---|
| 7003       | -0.0006          | 29.8976                | 131.07      | 0.002                   | -0.002                  | 755873.13 | 1046008.27 |      |         |          |        |       |        |           |            |          |          |         |        |         |          |        |       |        |           |            |          |          |         |        |         |         |        |       |        |           |            |          |          |        |        |         |         |   |   |   |           |            |         |          |   |        |         |         |   |   |  |           |            |      |          |   |
|            | 36.8467          |                        |             | 59.317                  | 116.880                 |           |            | 7006 | -0.0006 | 41.5235  | 139.84 | 0.002 | -0.003 | 755932.45 | 1046125.15 | 211.6265 | 84.879   | 111.134 | 7008   | -0.0006 | 399.3277 | 145.31 | 0.002 | -0.003 | 756017.33 | 1046236.28 | 157.8048 | -1.535   | 145.302 | 7012   | -0.0006 | 71.1395 | 173.06 | 0.003 | -0.003 | 756015.80 | 1046381.58 | 271.8124 | 155.579  | 75.795 | 7015   | -0.0006 | -       | - | - | - | 756171.38 | 1046457.37 | 38.1154 | -        | - |        |         |         |   |   |  | 756171.38 | 1046457.37 | Suma | 716.2058 | - |
| 7006       | -0.0006          | 41.5235                | 139.84      | 0.002                   | -0.003                  | 755932.45 | 1046125.15 |      |         |          |        |       |        |           |            |          |          |         |        |         |          |        |       |        |           |            |          |          |         |        |         |         |        |       |        |           |            |          |          |        |        |         |         |   |   |   |           |            |         |          |   |        |         |         |   |   |  |           |            |      |          |   |
|            | 211.6265         |                        |             | 84.879                  | 111.134                 |           |            | 7008 | -0.0006 | 399.3277 | 145.31 | 0.002 | -0.003 | 756017.33 | 1046236.28 | 157.8048 | -1.535   | 145.302 | 7012   | -0.0006 | 71.1395  | 173.06 | 0.003 | -0.003 | 756015.80 | 1046381.58 | 271.8124 | 155.579  | 75.795  | 7015   | -0.0006 | -       | -      | -     | -      | 756171.38 | 1046457.37 | 38.1154  | -        | -      |        |         |         |   |   |   | 756171.38 | 1046457.37 | Suma    | 716.2058 | - | 589.28 | 298.240 | 449.111 | - | - |  |           |            |      |          |   |
| 7008       | -0.0006          | 399.3277               | 145.31      | 0.002                   | -0.003                  | 756017.33 | 1046236.28 |      |         |          |        |       |        |           |            |          |          |         |        |         |          |        |       |        |           |            |          |          |         |        |         |         |        |       |        |           |            |          |          |        |        |         |         |   |   |   |           |            |         |          |   |        |         |         |   |   |  |           |            |      |          |   |
|            | 157.8048         |                        |             | -1.535                  | 145.302                 |           |            | 7012 | -0.0006 | 71.1395  | 173.06 | 0.003 | -0.003 | 756015.80 | 1046381.58 | 271.8124 | 155.579  | 75.795  | 7015   | -0.0006 | -        | -      | -     | -      | 756171.38 | 1046457.37 | 38.1154  | -        | -       |        |         |         |        |       |        | 756171.38 | 1046457.37 | Suma     | 716.2058 | -      | 589.28 | 298.240 | 449.111 | - | - |   |           |            |         |          |   |        |         |         |   |   |  |           |            |      |          |   |
| 7012       | -0.0006          | 71.1395                | 173.06      | 0.003                   | -0.003                  | 756015.80 | 1046381.58 |      |         |          |        |       |        |           |            |          |          |         |        |         |          |        |       |        |           |            |          |          |         |        |         |         |        |       |        |           |            |          |          |        |        |         |         |   |   |   |           |            |         |          |   |        |         |         |   |   |  |           |            |      |          |   |
|            | 271.8124         |                        |             | 155.579                 | 75.795                  |           |            | 7015 | -0.0006 | -        | -      | -     | -      | 756171.38 | 1046457.37 | 38.1154  | -        | -       |        |         |          |        |       |        | 756171.38 | 1046457.37 | Suma     | 716.2058 | -       | 589.28 | 298.240 | 449.111 | -      | -     |        |           |            |          |          |        |        |         |         |   |   |   |           |            |         |          |   |        |         |         |   |   |  |           |            |      |          |   |
| 7015       | -0.0006          | -                      | -           | -                       | -                       | 756171.38 | 1046457.37 |      |         |          |        |       |        |           |            |          |          |         |        |         |          |        |       |        |           |            |          |          |         |        |         |         |        |       |        |           |            |          |          |        |        |         |         |   |   |   |           |            |         |          |   |        |         |         |   |   |  |           |            |      |          |   |
|            | 38.1154          |                        |             | -                       | -                       |           |            |      |         |          |        |       |        | 756171.38 | 1046457.37 | Suma     | 716.2058 | -       | 589.28 | 298.240 | 449.111  | -      | -     |        |           |            |          |          |         |        |         |         |        |       |        |           |            |          |          |        |        |         |         |   |   |   |           |            |         |          |   |        |         |         |   |   |  |           |            |      |          |   |
|            |                  |                        |             |                         |                         | 756171.38 | 1046457.37 |      |         |          |        |       |        |           |            |          |          |         |        |         |          |        |       |        |           |            |          |          |         |        |         |         |        |       |        |           |            |          |          |        |        |         |         |   |   |   |           |            |         |          |   |        |         |         |   |   |  |           |            |      |          |   |
| Suma       | 716.2058         | -                      | 589.28      | 298.240                 | 449.111                 | -         | -          |      |         |          |        |       |        |           |            |          |          |         |        |         |          |        |       |        |           |            |          |          |         |        |         |         |        |       |        |           |            |          |          |        |        |         |         |   |   |   |           |            |         |          |   |        |         |         |   |   |  |           |            |      |          |   |

- **Černou** barvou jsou psány údaje, které jsou zadané, popřípadě se vypočítají při předzpracování dat, které předchází samotnému výpočtu polygonového pořadu.
- **Zelenou** barvou jsou psány vypočtené hodnoty, přičemž vypočtené souřadnice určených bodů tučně.
- **Červenou** barvou jsou psány opravy. Každá oprava je umístěna nad údajem, ke kterému se vztahuje.
- **Šedou** barvou jsou psány součty hodnot.
- Pomlčka nahrazuje položku, kterou není nutné počítat.



## B Výřez stránky se zadáním úlohy na protínání ze směrů ve třetí obtížnosti.

### Příklad 2

Určete polohové souřadnice bodu 6012.

řešení ...

výsledek

Dané body:

6003 [799960.13, 1007606.27, 349.87]  
 6007 [800177.45, 1007704.49, 344.95]  
 6010 [800234.77, 1007911.73, 348.54]  
 6015 [800258.38, 1008055.37, 349.35]  
 6044 [800020.00, 1008020.00, 344.74]  
 6045 [799952.37, 1007891.95, 343.58]  
 6052 [800184.35, 1007821.87, 345.89]  
 913210090 [799857.30, 1008114.12, 378.64]

Měřená data:

```
Měřeno přístrojem TOPCON-GTS210/GTS310
korekce: 0 mm/km
9999
999999999
100001
1
3
0
2
1 6008 1.65
913210090 0.00 0.00 0.0005 94.6676
6012 145.33 1.60 45.3697 99.7760
6003 269.84 1.60 281.9417 99.2290
913210090 0.00 0.00 0.0005 94.6676
913210090 0.00 0.00 200.0006 305.3347
6003 269.84 1.60 81.9423 300.7715
6012 145.33 1.60 245.3703 300.2244
913210090 0.00 0.00 200.0009 305.3343
-1
/
1 6008 1.65
913210090 0.00 0.00 61.2399 94.6669
6012 145.33 1.60 106.6106 99.7758
6003 269.84 1.60 343.1821 99.2284
913210090 0.00 0.00 61.2405 94.6673
913210090 0.00 0.00 261.2413 305.3352
6003 269.84 1.60 143.1828 300.7721
6012 145.33 1.60 306.6107 300.2248
913210090 0.00 0.00 261.2419 305.3351
-1
/
1 6010 1.65
6007 215.08 1.60 0.0002 101.0389
6052 103.09 1.60 15.3726 98.3678
6012 148.42 1.60 113.0545 99.2973
6015 145.58 1.60 193.1923 99.5870
6007 215.08 1.60 399.9997 101.0388
6007 215.08 1.60 0.0009 298.9620
6015 145.58 1.60 393.1931 300.4135
6012 148.42 1.60 113.0533 300.7031
6052 103.09 1.60 215.3735 301.6327
6007 215.08 1.60 200.0011 298.9618
-1
/
1 6010 1.65
6007 215.08 1.60 61.2356 101.0379
6052 103.09 1.60 76.6092 98.3672
6012 148.42 1.60 174.2911 99.2959
6015 145.58 1.60 254.4285 99.5859
6007 215.08 1.60 61.2362 101.0380
6007 215.08 1.60 261.2372 298.9629
6015 145.58 1.60 54.4291 300.4149
6012 148.42 1.60 374.2899 300.7044
6052 103.09 1.60 276.6105 301.6334
6007 215.08 1.60 261.2366 298.9631
-1
/
1 6011 1.65
6012 0.00 0.00 0.0008 98.8241
6045 0.00 0.00 170.4019 101.1218
6044 0.00 0.00 332.2019 100.5153
6012 0.00 0.00 0.0001 98.8239
6012 0.00 0.00 199.9993 301.1776
6044 0.00 0.00 132.2011 299.4849
6045 0.00 0.00 370.4011 298.8787
6012 0.00 0.00 199.9999 301.1775
-1
/
1 6011 1.65
6012 0.00 0.00 62.3218 98.8239
6045 0.00 0.00 232.7247 101.1209
6044 0.00 0.00 394.5238 100.5158
6012 0.00 0.00 62.3220 98.8240
6012 0.00 0.00 262.3213 301.1778
6044 0.00 0.00 194.5231 299.4856
6045 0.00 0.00 32.7235 298.8799
6012 0.00 0.00 262.3209 301.1779
-1
/
-2
```

# C Výřez stránky s řešením příkladu

- 1.3 Druhá ge...
- 1.3 obtížnost 1...
- 1.3 obtížnost 2...
- 2. Úlohy na ...
- 2.1 Protínání...
- 2.1 obtížnost 1...
- 2.1 obtížnost 2...
- 2.1 obtížnost 3...
- 2.2 Protínání...
- 2.2 obtížnost 1...
- 2.2 obtížnost 2...
- 2.2 obtížnost 3...
- 2.3 Protínání...
- 2.3 obtížnost 1...
- 2.3 obtížnost 2...
- 2.3 obtížnost 3...
- 2.4 Protínání...
- 2.4 obtížnost 1...
- 2.4 obtížnost 2...
- 2.4 obtížnost 3...
- 3. Úlohy na ...
- 3.1 Volný PP
- 3.1 obtížnost 1...
- 3.1 obtížnost 2...
- 3.1 obtížnost 3...
- 3.2 Oboustra...
- 3.2 obtížnost 1...
- 3.2 obtížnost 2...
- 3.2 obtížnost 3...
- 3.3 Oboustra...
- 3.3 obtížnost 1...
- 3.3 obtížnost 2...
- 3.3 obtížnost 3...
- 3.4 Oboustra...
- 3.4 obtížnost 1...
- 3.4 obtížnost 2...
- 3.4 obtížnost 3...
- 3.5 Uzavřený...
- 3.5 obtížnost 1...
- 3.5 obtížnost 2...
- 3.5 obtížnost 3...
- 3.6 Nepřímá ...
- 3.6 obtížnost 1...
- 3.6 obtížnost 2...
- 3.6 obtížnost 3...

## Příklad 3

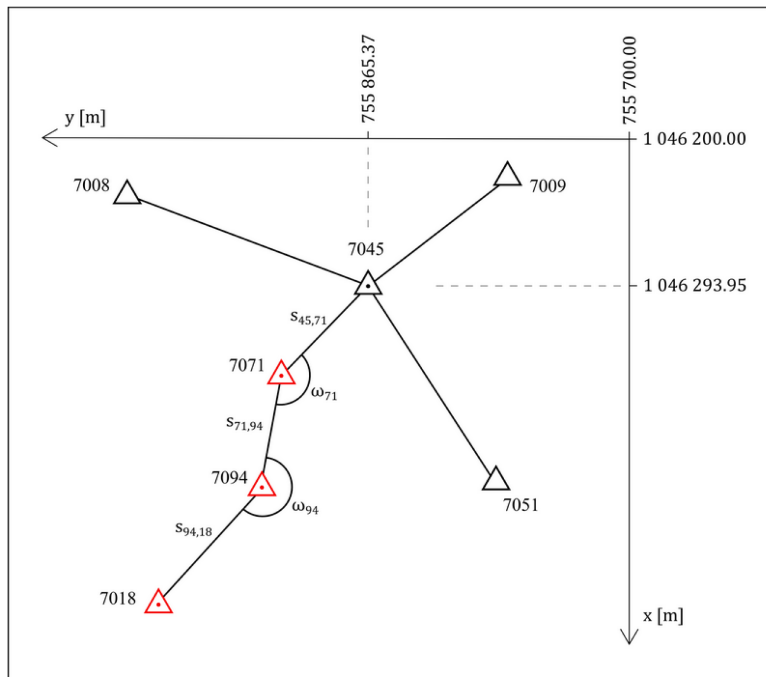
Určete polohové souřadnice bodů 7018, 7071 a 7094.

### Řešení:

Souřadnice bodů určíme volným polygonovým pořadem.

### Postup:

1) Situaci si načrtneme:



Na obrázku vidíme zvolenou kombinaci bodů pro výpočet.

2) Výpočet souřadnic bodů polygonového pořadu provedeme formou tabulky:

| Číslo bodu | $\omega_i$ | $\sigma_{i,i+1}$ | $s_{i,i+1}$ | $\Delta Y_{i,i+1}$ | $\Delta X_{i,i+1}$ | $Y_i$     | $X_i$      |
|------------|------------|------------------|-------------|--------------------|--------------------|-----------|------------|
| 7045       | -          | 49.6036          | 77.44       | 54.416             | 55.098             | 755865.37 | 1046293.95 |
| 7071       | 161.7996   | 11.4032          | 74.14       | 13.209             | 72.954             | 755919.79 | 1046349.05 |
| 7094       | 235.6374   | 47.0406          | 97.27       | 65.510             | 71.902             | 755933.00 | 1046422.00 |
| 7018       | -          | -                | -           | -                  | -                  | 755998.51 | 1046493.90 |

3) Předpracujeme zadaná data, abychom získali výsledné délky a směry (viz. poznámky).

4) Délky  $s_{i,i+1}$  jsme vypočítali v kroku (3) a levostranné vodorovné úhly  $\omega_i$  vypočítáme rozdílem směrů.

5) Pomocí bodů 7008, 7008 a 7051 vypočítáme vyrovnaný směrnik  $\overline{\sigma_{45,11}}$ .

6) Vypočítáme směrníky  $\sigma_{i,i+1}$ :

$$\sigma_{1,2} = \overline{\sigma_{45,11}} = 49.6036 \text{ [gon]}$$

$$\sigma_{i,i+1} = \sigma_{i-1,i} + \omega_i - 200 \text{ [gon]}$$

Vypočtené směrníky upravíme tak, aby odpovídaly náčrtu.

7) Spočteme souřadnicové rozdíly  $\Delta Y_{i,i+1}$  a  $\Delta X_{i,i+1}$ :

$$\Delta Y_{i,i+1} = s_{i,i+1} \cdot \sin \sigma_{i,i+1}$$

$$\Delta X_{i,i+1} = s_{i,i+1} \cdot \cos \sigma_{i,i+1}$$

řešení ...  
výsledek  
poznámky

## D Obsah příloženého CD

\BP\_CERVENKA.pdf  
\Tabulka\_odpovedi\_respondentu.pdf  
\obrazky\10N1.pdf  
\obrazky\10N2.pdf  
\obrazky\1GU.pdf  
\obrazky\1PzD.pdf  
\obrazky\2GU.pdf  
\obrazky\2PzU.pdf  
\obrazky\3PzS.pdf  
\obrazky\4ZCas.pdf  
\obrazky\4ZCol.pdf  
\obrazky\5V.pdf  
\obrazky\6PP.pdf  
\obrazky\7OPP.pdf  
\obrazky\8OOPP.pdf  
\obrazky\9U.pdf  
\obrazky\dotaznik.pdf  
\obrazky\dotaznik\_tvorba.pdf  
\obrazky\dotaznik\_ukazka.pdf  
\obrazky\editor.pdf  
\obrazky\graf\_kolac.pdf  
\obrazky\graf\_rozdeleni.pdf  
\obrazky\graf\_UP.pdf  
\obrazky\graf\_UPP.pdf  
\obrazky\graf\_upravy.pdf  
\obrazky\graf\_ZU.pdf  
\obrazky\hodnoceni.pdf  
\obrazky\kvadranty.pdf  
\obrazky\lista\_hodnoceni.pdf  
\obrazky\nadporucik.pdf  
\obrazky\obtiznost1.pdf  
\obrazky\obtiznost2.pdf  
\obrazky\obtiznost3.pdf  
\obrazky\poznamky.pdf  
\obrazky\reseni.pdf  
\obrazky\root.pdf  
\obrazky\symboly.pdf  
\obrazky\tabulka\_polygon.pdf  
\obrazky\trial.pdf  
\obrazky\ukazka\_prikladu+lista.pdf  
\obrazky\uvod\_alma.pdf  
\obrazky\vysledky.pdf  
\obrazky\zadani.pdf  
\obrazky\zapisnik\_ukazka.pdf  
\obrazky\znacky.pdf