



# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Sbírka úloh pro výuku odborného předmětu

Collection of Tasks for Teaching the Technical Subject Geodetic  
Calculations

## **STUDIJNÍ PROGRAM**

Specializace v pedagogice

## **STUDIJNÍ OBOR**

Učitelství odborných předmětů

## **VEDOUCÍ PRÁCE**

doc. Ing. David Vaněček, Ph.D.

BRAUNOVÁ

HANA

**2021**

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Braunová** Jméno: **Hana** Osobní číslo: **423993**  
Fakulta/ústav: **Masarykův ústav vyšších studií**  
Zadávací katedra/ústav: **Institut pedagogických a psychologických studií**  
Studijní program: **Specializace v pedagogice**  
Studijní obor: **Učitelství odborných předmětů**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Sbírka úloh pro výuku odborného předmětu**

Název bakalářské práce anglicky:

**Collection of Tasks for Teaching the Technical Subject Geodetic Calculations**

Pokyny pro vypracování:

Cílem bakalářské práce je příprava sbírky úloh zaměřených na základní geodetické výpočty pro studenty středních škol se studijním oborem Geodézie a kartografie. V rámci práce budou s využitím odborné literatury teoreticky popsány požadavky na tvorbu výukových materiálů pro odborný předmět. Při přípravě učebního textu bude analyzován platný rámcový vzdělávací program a používané materiály pro výuku geodetických výpočtů.

Seznam doporučené literatury:

VANĚČEK D. a kol.: Didaktika technických odborných předmětů. České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05991-3  
LEPIL O.: Teorie a praxe tvorby výukových materiálů. Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2489-7  
Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání 36-46-M/01 Geodézie a katastr nemovitostí.  
BURŠÍK A. a PROCHÁZKA F.: Geodetické počítání. Praha – Kartografie, 1979.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**doc. Ing. David Vaněček, Ph.D., katedra inženýrské pedagogiky**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **25.01.2021** Termín odevzdání bakalářské práce: **29.04.2021**

Platnost zadání bakalářské práce: **19.09.2022**

doc. Ing. David Vaněček, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. Petr Svoboda, Ph.D., ING.PAED.IGIP  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. PhDr. Vladimíra Dvořáková, CSc.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Studentka bere na vědomí, že je povinna vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studentky



BRAUNOVÁ, Hana. *Sbírka úloh pro výuku odborného předmětu*. Praha: ČVUT 2021. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií.



**MASARYKŮV ÚSTAV  
VYŠŠÍCH STUDIÍ  
ČVUT V PRAZE**

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citovala a uvádím je v příloženém seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne: 13. 05. 2021

Podpis:

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu práce doc. Ing. Davidu Vaněčkovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky a pomoc při tvorbě mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat mému manželovi za nikdy nekončící podporu při studiu a jeho stály optimismus.

# Abstrakt

Práce je zaměřena na tvorbu sbírky příkladů a didaktického testu k předmětu Geodetické výpočty. Ve sbírce jsou uvedeny základní výpočetní postupy, které se probírají ve druhém ročníku středního školního studijního oboru Geodézie a katastr nemovitostí. Práce je rozdělena na teoretickou část s rešerší postupu tvorby výukových materiálů a dostupných zdrojů k předmětu Geodetické výpočty. Praktická část je tvořena sbírkou se čtyřmi tematickými celky a procvičovacím didaktickým testem.

## Klíčová slova

Sbírka příkladů, geodetické výpočty, polární metoda, protínání, didaktický test

# Abstract

The thesis is focused on the creation of a collection of tasks and a didactic test for the subject Geodetic calculations. The collection contains basic computational procedures, which are discussed in the second year of the high school study field of Geodesy and Real Estate Cadastre. The thesis is divided into a theoretical part with a search of the process of creating teaching materials and available resources for the subject Geodetic calculations. The practical part consists of a collection with four thematic units and a practical didactic test.

## Key words

Collection of tasks, geodetic calculations, polar method, Intersection, didactic test



# Obsah

Úvod .....	5
<b>1 Obor Geodézie a katastr nemovitostí (36-46-M/01) .....</b>	<b>7</b>
1.1 Výuka oboru Geodézie a katastr nemovitostí .....	7
1.1.1 RVP středního odborného vzdělání pro obor Geodézie a katastr nemovitostí .....	7
1.1.2 ŠVP pro obor Geodézie a katastr nemovitostí .....	9
1.2 Odborný předmět Geodetické výpočty .....	11
1.2.1 Náplň předmětu Geodetické výpočty .....	11
<b>2 Problematika tvorby učebního textu .....</b>	<b>12</b>
2.1 Tvorba učebního textu.....	12
2.2 Vybrané vlastnosti učebního textu.....	13
2.3 Požadavky na učební text .....	14
2.4 Didaktická analýza stávajících učebnic .....	14
2.4.1 A. Buršík, F. Procházka: Geodetické počítání .....	16
2.4.2 P. Hánek, P. Koza, P. Hánek jr.: Geodézie pro SPŠ stavební.....	16
2.4.3 J. Mansfeldová, D. Mlčková: Geodetické výpočty 1. a 2. část.....	17
<b>3 Tvorba didaktického testu pro ověření znalostí.....</b>	<b>18</b>
3.1 Funkce didaktických testů .....	18
3.2 Vlastnosti didaktických testů .....	18
3.3 Tvorba didaktického testu .....	19
3.4 Typy úloh .....	20
3.4.1 Položky otevřené.....	21
3.4.2 Položky uzavřené.....	21
<b>4 Tvorba učebního textu .....</b>	<b>23</b>
4.1 Úvod k učebnímu textu .....	26
4.2 Základní pojmy.....	27
4.3 Směrník a délka.....	28
4.4 Rajón – polární metoda .....	32
4.5 Protínání vpřed z úhlů.....	35
4.6 Protínání vpřed z délek.....	40
<b>5 Didaktický test – procvičovací .....</b>	<b>45</b>

<b>6</b>	<b>Dodatek k učebnímu textu .....</b>	<b>47</b>
6.1	Pokyny k práci se sbírkou úloh .....	47
6.2	Posouzení od odborného učitele .....	48
<b>Závěr .....</b>	<b>.....</b>	<b>49</b>
<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>.....</b>	<b>50</b>
<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>.....</b>	<b>52</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>.....</b>	<b>53</b>

# Úvod

Bakalářská práce se zabývá problematikou tvorby učebního textu na středních odborných školách se zaměřením na obor Geodézie a katastr nemovitostí. Tento obor je úzce specializovaný a v současné době pro něj neexistují moderní komplexní učebnice. Výukové materiály, které se používají, pocházejí od samotných učitelů na příslušných středních školách a jsou optimalizovány pro příslušné Školní vzdělávací programy. Ve své práci se zabývám tvorbou výukového materiálu, který se váže k předmětu Geodetické výpočty, což je předmět, který se obvykle vyučuje ve druhém až čtvrtém ročníku středoškolského studia. Náplní tohoto předmětu je seznámit studenty se základními výpočetními postupy a zpracováním měřických dat do podoby prostorových souřadnic bodů. Tato problematika je velmi rozsáhlá a existují pro ni zejména starší učebnice nebo vysokoškolská skripta. Cílem mé práce není obsáhnout celou problematiku geodetických výpočtů, ale připravit sbírku příkladů se základními výpočetními postupy, kterou lze použít při seznámení s předmětem nebo i jako materiál pro samostudium studentů.

Práce je rozdělena do dvou částí. V teoretické části je popsán obecný postup tvorby výukového textu a jsou uvedeny hlavní zásady, které by měl text splňovat. Dále se v teoretické části zabývám didaktických testem, který je vhodnou formou pro ověřování znalostí v technických předmětech. Teoretická část je dále doplněna o rešerši dostupných učebnic a výukových materiálů a také o popis oboru Geodézie a katastr nemovitostí a příslušného aktuálního Rámcového vzdělávacího programu.

Praktická část práce je tvořena sbírkou úloh se čtyřmi hlavními tématy, doplňkovým textem pro vyučující a také procvičovacím didaktickým testem. V učebním materiálu je použit vlastní grafický materiál, který svou barevností a schematičností může napomoci v chápání výpočetních postupů. Tento barevný přístup se odlišuje od standardně zavedených černobílých technických schémat.

Výukový materiál se může dále rozšiřovat a doplňovat o další výpočetní postupy, aby vznikla komplexní sbírka úloh.

# TEORETICKÁ ČÁST

# 1 Obor Geodézie a katastr nemovitostí (36-46-M/01)

Geodézie je vědní obor, který se zabývá určováním tvaru a rozměrů Země, ale i jednotlivých částí jejího fyzického povrchu a jejich znázorňováním. Tento vědní obor lze zařadit mezi matematicko-fyzikální a technické vědy. První zmínky o používání geodetických přístrojů a pomůcek pocházejí z období starého Egypta, Číny a Babylonu (2 000 let př. Kr.). Geodézie se využívala při stavbě pyramid, chrámů a paláců. V dnešní době se geodézie rozděluje na několik podoborů. Patří sem Základní geodézie (Vyšší geodézie, Geodetická astronomie, Fyzikální geodézie, Kosmická geodézie), Geodézie technická, Inženýrská geodézie, Fotogrammetrie, Katastr nemovitostí, Pozemkové úpravy a Kartografie.

Člověk provádějící geodetické práce je *geodet*, českým výrazem *zeměměřič*, zastarale (civilní) *geometr*, v období Říma (latinsky) *agrimensor*. [1]

## 1.1 Výuka oboru Geodézie a katastr nemovitostí

Obor Geodézie a kartografie lze studovat v České republice na deseti středních odborných školách formou denního studia. Studium je realizováno podle Rámcového vzdělávacího programu pro obor vzdělání 36-46-M/01 Geodézie a katastr nemovitostí. [2] V České republice je jen jedna střední škola zaměřená výhradně na tento obor, a to Střední průmyslová škola zeměměřická v Praze. Výuka oboru povětšinou probíhá na středních průmyslových školách stavebních. Forma vzdělávání je denní v délce čtyř let a studium je ukončeno maturitní zkouškou, která se skládá ze státní a profilové části maturitní zkoušky. Profilová část maturitní zkoušky se skládá z praktické zkoušky a dvou zkoušek z oborově tematických celků (Geodézie s Geodetickými výpočty a Katastr nemovitostí s Kartografií).

### 1.1.1 RVP středního odborného vzdělání pro obor Geodézie a katastr nemovitostí

Kurikulární dokumenty jsou tvořeny na dvou úrovních: státní – v podobě Národního programu vzdělávání a rámcových vzdělávacích programů (RVP) a školní – v podobě školních vzdělávacích programů (ŠVP), podle kterých se uskutečňuje vzdělávání v konkrétní škole. Rámcový vzdělávací program pro příslušný obor vymezuje požadavky na vzdělávání, definuje profil absolventa oboru, popisuje podmínky pro uskutečnění výuky a určuje pravidla pro tvorbu ŠVP. [2]

V RVP jsou definovány výsledky výuky, kterých má být dosaženo. K dosažení těchto výsledků užíváme výukových cílů, které dělíme na obecné a specifické. Pro obecné cíle je v RVP použit známý a respektovaný koncept čtyř cílů vzdělávání pro 21. století, tzv. Delorsovy cíle:

- učit se poznávat
- učit se pracovat a jednat
- učit se být
- učit se žít společně

Každý uvedený cíl je pak v dokumentu rozveden do dílčích formulací. Specifické cíle se vztahují k obsahu tematických okruhů nebo tematických celků konkrétního učebního předmětu. Pro naplňování obsahu učiva jsou pak z nich vytyčeny dílčí cíle pro témata jednotlivých vyučovacích hodin. [3]

Další částí RVP jsou kompetence, které dělíme na klíčové a odborné. Klíčové kompetence středního odborného vzdělávání navazují na klíčové kompetence RVP základního vzdělávání. Je to soubor požadavků na vzdělání, které zahrnují vědomosti, dovednosti, postoje a hodnoty, které jsou důležité pro osobní rozvoj jedince, jeho aktivní zapojení do společnosti a pracovního uplatnění. Nevází se na konkrétní vyučovaný předmět ani vyučovací hodinu. Lze je rozvíjet prostřednictvím všeobecného i odborného vzdělávání, v teoretické i praktické výuce a také v rámci doplňujících aktivit. [3] Těchto kompetencí je osm [2]:

- kompetence k učení
- kompetence k řešení problémů
- komunikativní kompetence
- personální a sociální kompetence
- občanské kompetence a kulturní povědomí
- kompetence k pracovnímu uplatnění a podnikatelským aktivitám
- matematické kompetence
- kompetence využívat prostředky informačních a komunikačních technologií a pracovat s informacemi

Odborné kompetence se vztahují k výkonu pracovních činností a vyjadřují profesní profil absolventa oboru vzdělávání. Od kvalifikačních požadavků na výkon konkrétního povolání se odvíjejí odborné kompetence. Odborné kompetence jsou souborem odborných vědomostí, dovedností, postojů a hodnot potřebných pro výkon konkrétního povolání či jeho příbuzných povolání. [3] Pro obor Geodézie a katastr nemovitostí jsou definovány tyto odborné kompetence [2]:

- zajišťovat přípravu a organizaci měřických prací, vykonávat měření a vytyčování, zpracovávat naměřená data
- zajišťovat vykonávání zeměměřických činností, využívat poznatky z oboru fotogrammetrie, kartografie, geografie a geografických informačních systémů
- dbát na bezpečnost práce a ochranu zdraví při práci
- usilovat o nejvyšší kvalitu své práce, výrobků nebo služeb
- jednat ekonomicky a v souladu se strategií udržitelného rozvoje

Důležitou součástí RVP je profil (uplatnění) absolventa. Zde je stanoveno, čeho má absolvent dosáhnout po ukončení studia a obdržení příslušného právního dokladu. Profil absolventa obsahuje uplatnění absolventa pro studium na vysoké škole nebo v praxi. [3] V oboru Geodézie a katastr nemovitostí najde absolvent uplatnění ve státní i podnikatelské sféře. Může pracovat na pozicích jako referent katastru nemovitostí, geodet, důlní měřič, kartograf a geograf. [2]

### 1.1.2 ŠVP pro obor Geodézie a katastr nemovitostí

„Školní vzdělávací program (ŠVP) je stěžejním pedagogickým dokumentem školy, kurikulárním dokumentem na úrovni školy. Na jeho základě škola realizuje vzdělávání v daném oboru vzdělání. Je povinnou součástí dokumentace školy.“ [3] Je vypracován vedením jednotlivých škol podle daných kritérií v RVP. ŠVP se pravidelně inovuje a vyhodnocuje se jeho aktuálnost a efektivnost. Ředitel školy je zodpovědný za jeho kvalitu a úroveň naplňování. ŠVP může být zpracován ve dvou formách. První variantou je klasická forma, tj. na základě vyučovacích předmětů a učebních osnov. Druhou variantou je modulová forma, tj. podle ucelených částí učiva (modulů). [4]

„Součástí každého vzdělávacího programu vždy byly učební plány a učební osnovy. Rámcové vzdělávací programy sice nevytvářejí učební osnovy v tradičním smyslu, tuto funkci v nich však částečně plní vymezení vzdělávacích obsahů jednotlivých předmětů.“ [4]

Školní vzdělávací program se dále rozpracovává do učebního plánu. V rámcovém učebním plánu se vymezují vyučovací předměty, kterým se přiřazuje časová dotace. Časová dotace pro jednotlivé předměty se odvíjí od RVP, kde je uveden minimální počet vyučovacích hodin za celou dobu vzdělávání pro jednotlivé vzdělávací oblasti a obsahové okruhy.

V následující tabulce je přiložen současný Školní vzdělávací program pro obor Geodézie a katastr nemovitostí (platný pro školní rok 2020/2021) rozpracovaný do učebního plánu na Střední průmyslové škole zeměměřické v Praze.

## GEODÉZIE A KATASTR NEMOVITOSTÍ

Obor vzdělání: **36-46-M/01**

### Geodézie a katastr nemovitostí - zaměření Geodézie

Rámcový vzdělávací program vydalo Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy dne 6. 5. 2009, č. j. 9325/2009-23.

Vyučovací předmět	1. r.	2. r.	3. r.	4. r.	Celkem	Min. dle RVP
<i>Povinné předměty:</i>						
Český jazyk a literatura	3	3	3	3	<b>12</b>	10
Anglický jazyk	3	2	2	2	<b>9</b>	7
Jazyková konverzace	1	1	1		<b>3</b>	3
Dějepis	2				<b>2</b>	
Občanská nauka		1	1	1	<b>3</b>	
					<b>5</b>	5
Fyzika	2	2	2		<b>6</b>	
Základy přírodovědy	2				<b>2</b>	
					<b>8</b>	6
Matematika	4	4	3	2	<b>13</b>	12
Tělesná výchova	2	2	2	2	<b>8</b>	8
Vzdělávání v ICT	2	2			<b>4</b>	4
Ekonomika			3		<b>3</b>	3
Geodézie	4	3	3	2	<b>12</b>	
Geodézie ve stavitelství				2	<b>2</b>	
Geodetické výpočty		3	3	3	<b>9</b>	
Praxe	4	4	4	4	<b>16</b>	
Zeměpis	2				<b>2</b>	
Deskriptivní geometrie	2	2			<b>4</b>	
Mapování		2			<b>2</b>	
Katastr nemovitostí			2	3	<b>5</b>	
Geografické inf. systémy			2	2	<b>4</b>	
Kartografie			2		<b>2</b>	
Fotogrammetrie			1	2	<b>3</b>	
					<b>61</b>	54
<i>Volitelné předměty:</i>						
Konverzace v AJ				2	-	
Cvičení z matematiky				2	<b>2</b>	
Seminář kartografie				2	-	
Seminář fotogrammetrie				2	<b>2</b>	

**Celková hodinová dotace**

<b>33</b>	<b>31</b>	<b>34</b>	<b>36</b>
-----------	-----------	-----------	-----------

**130**    **112**

<i>Nepovinný předmět:</i>						
Sportovní hry	2	2	2	2		



## 1.2 Odborný předmět Geodetické výpočty

Mezi stěžejní předměty studia oboru Geodézie a katastr nemovitostí patří předmět Geodetické výpočty. V rámci tohoto předmětu získávají studenti odborné kompetence pro zpracovávání měřických dat, formu a úpravu výsledků zeměměřických činností a náhled na analýzu přesnosti geodetických prací. Předmět Geodetické výpočty má mezipředmětové vazby zejména na matematiku, katastr nemovitostí a zejména na hlavní odborný předmět Geodézie. V rámci předmětu Geodézie a předmětu Katastr nemovitostí jsou řešeny zejména měřičské a zpracovatelské postupy na teoretické úrovni. V předmětu Geodetické výpočty dochází k aplikaci těchto postupů. Předmět Geodetické výpočty je vyučován ve 2. - 4. ročníku středoškolského studia. V rámci jeho náplně jsou nejprve řešeny výpočty pomocí ručního zpracování a posléze dochází k řešení výpočtů pomocí speciálních geodetických softwarů (Groma, Kokeš, Geus). Aplikací softwarů se řeší jak základní úlohy, tak komplexnější a náročnější úlohy, které ale staví na společných základních postupech.

### 1.2.1 Náplň předmětu Geodetické výpočty

Podle učebního plánu Střední průmyslové školy zeměměřičské v Praze (XX) jsou pro předmět v každém ročníku určeny tři vyučovací jednotky. Náplň předmětu v jednotlivých ročnících je následující.

V druhém ročníku jsou probírány čtyři tematické celky:

- Základní výpočty
- Pravoúhlé souřadnice a výpočty výměr
- Základní souřadnicové výpočty
- Základní úlohy v geodetických programech

Ve třetím ročníku je probíráno šest tematických celků:

- Polygonové pořady
- Transformace
- Protínání vpřed
- Centrační změny
- Protínání zpět
- Základní úlohy v geodetických programech

Ve čtvrtém ročníku jsou probírány čtyři tematické celky:

- Výpočet výšek trigonometricky
- Výpočet kubatur
- Kombinované úlohy
- Základní úlohy v geodetických programech

Na ostatních středních školách vyučujících obor Geodézie a katastr nemovitostí je náplň předmětu podobná.

## 2 Problematika tvorby učebního textu

Učební text se řadí k nejdůležitějším didaktickým prostředkům a je nedílnou součástí každého vyučovacího procesu. Kvalitní učební text pomáhá k osvojení učiva. Učební text by neměl být jen zdrojem informací, ale měl by i motivovat k dalšímu studiu dané problematiky. Průkopníkem ve tvorbě učebnic byl J. A. Komenský. Učebnice a učební texty mají stále své nenahraditelné místo ve vzdělávání. Rozdíl mezi učebnicí a učebním textem je přehledně popsán ve Směrnici náměstka ministra pro vzdělávání ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy k postupu a stanoveným podmínkám pro udělování a odnímání schvalovacích doložek učebnicím a učebním textům a k zařazování učebnic a učebních textů do seznamu učebnic. [6]

Didaktické prostředky jsou předměty, které zajišťují, podmiňují a zefektivňují průběh vyučovacího procesu. Tyto předměty napomáhají dosažení výchovně – vzdělávacích cílů. Didaktickými prostředky jsou učební pomůcky, metody výuky, vědomosti, dovednosti apod. Prostřednictvím učebních pomůcek se realizuje princip názornosti, která je u technických oborů důležitá z důvodu hlubšího osvojování vědomostí a dovedností. Výběr vhodných učebních pomůcek je na učiteli, který se musí zamyslet nad cílem vyučování, věkem, zkušenostmi a dovednostmi žáků, ale také nad podmínkami realizace a svými zkušenostmi a dovednostmi. Učební pomůcky můžeme rozčlenit do následujících kategorií: [7]

- skutečné předměty (přístroje, výrobky)
- modely (statické, dynamické)
- zobrazení (obrazy, statická projekce, dynamická projekce)
- zvukové pomůcky (hudební nástroje, gramofonové desky)
- dotykové pomůcky (reliéfové mapy, slepecké písmo)
- literární pomůcky (mapy, atlasy, texty)
- programy pro vyučovací automaty a pro počítače

Učební pomůcky můžeme chápat jako materiální prostředky, které jsou přímým nositelem didaktické informace o předmětech a jevech v přírodě a technice. „Vybraná učební pomůcka může podávat obsah bezprostředně (např. hřídel jako technická součástka) nebo prostřednictvím technického prostředku (např. samotná prezentace učiva prostřednictvím data projektoru).“ Úkolem učebních pomůcek by mělo být podpořit, doplnit a zefektivnit práci učitele při současném přispění k usnadnění pochopení, předávání informací žákovi. [3] Samotné učebnice jsou nejen souborem informací, ale také řídí učení a vyučování. Pomáhají učitelům s plánováním výuky a v českých školách jsou aktivně využívanou pomůckou při výuce. [4]

### 2.1 Tvorba učebního textu

Při sestavování výukového textu je nutné si dopředu rozmyslet a připravit vstupní parametry. Mezi prvními kroky v přípravách učebního textu je zjištění údajů o cílové skupině studujících. V tomto ohledu nám může pomoci profil absolventa, který nalezneme v Rámcovém vzdělávacím programu.

Dalším krokem je formulace vzdělávacích cílů, které mají být jednoznačné, kontrolovatelné, přiměřené, komplexní a konzistentní. Vymezení vzdělávacích cílů by mělo být základem výuky. [8] Vzdělávací cíle dělíme na obecné a specifické cíle. „Obecné cíle vyjadřují společenské požadavky na celkový vzdělanostní a osobnostní rozvoj žáků v podmínkách měnícího se světa. Specifické cíle se vztahují k obsahu tematických okruhů nebo tematických celků konkrétního učebního předmětu.“ [3]

Navazujícím krokem je sestavení seznamu vstupních vědomostí a dovedností, které jsou pro studium učebního textu předpokládány. Zároveň může být vytvořen vstupní test, který prověří znalost vstupních vědomostí. [8]

Zpracování osnovy celého textu je pro autora stěžejní částí, protože musí vybrat odborné texty a odborné pojmy, které jsou vhodné pro cílovou skupinu studentů. Pro tuto osnovu je důležité studium dostupné literatury a zároveň důsledná citace použitých pramenů. Osnovu je vhodné rozpracovat do jednotlivých témat a podtémat.

Napsat vlastní obsah a rozdělit ho na přiměřené dávky učiva je stěžejní část celé práce. Jednotlivé kapitoly je vhodné rozdělit do odstavců, kdy se každý odstavec bude týkat jedné věci. Dle [8] je vhodné jednu učební stranu zaplnit maximálně z poloviny novými poznatky. Tím je dosaženo přiměřenosti a nepřehlcení čtenáře. Druhá polovina učební strany by měla být využita pro aktivizaci, motivaci a ověření nových poznatků čtenáře formou úkolů, otázek nebo námětů na další literaturu. Závěr jednotlivých kapitol by měl být doplněn o shrnutí nového učiva.

V rámci učebního textu mohou být sestaveny vstupní, průběžné a výstupní testy. Vstupní testy slouží zejména učitelům, kterému dávají představu o tom, kterým oblastem učiva se musí více věnovat a které oblasti lze například jen připomenout, a nebo nechat na samostudiu žáků. Průběžné testy mají aktivizační účel, aby práce s textem a jeho studium bylo kontinuální. Výstupní testy jsou hodnotícím prvkem, který ukazuje, jak bylo učivo úspěšně předáno a došlo k jeho upevnění.

Při tvorbě učebního textu bychom neměli zapomínat na grafickou úpravu textu. Text může být doplněn o rámečky, poznámky, vzorce, údaje v tabulkách, místa na poznámky apod. Pro zdůraznění některých částí můžeme využívat různé tloušťky, velikosti a druhů písma, které doplníme o různé odrážky a jednoduché geometrické obrazce. Text je s těmito prvky přitažlivější, ale je vhodné tyto doplňky používat v optimální míře. Pro učební text či učebnice by měla být zvolena jednotná grafická úprava. Text může být prezentován v tištěné nebo v elektronické formě. V závislosti na způsobu prezentace je nutné zohlednit grafickou stránku. U tištěné publikace by měl být vzhled, co nejjednodušší a graficky konzistentní. Elektronická forma umožňuje text více členit a aplikovat pro různé části různé grafické úpravy. [8]

## 2.2 Vybrané vlastnosti učebního textu

Text je předmětem zkoumání textové lingvistiky. Text je způsob komunikace a aby komunikace fungovala, musí splňovat kritéria textovosti. Kritérií textovosti je podle Beaugrandeho a Dresslera (1981) sedm: koheze, koherence, intencionalita, přijatelnost pro adresáta, informativnost, situační ukotvení a intertextualita. [9, 10]

Tvorba textu je zacílena na vybranou skupinu adresátů, u které je známo, k čemu bude text sloužit. Texty mají svoji komunikační funkci a obsah. Intencionalita (zaměřenost) textu je základním prvkem při tvorbě učebního textu (je daný jasný cíl a jasná obtížnost).

Učební text je koherentní, jestliže jednotlivá témata na sebe navazují (v textu se neobjevují části, které by cílily na jinou problematiku).

Koheze textu znamená, že jsou vybírána textová a slovní spojení, která tvoří účinný celek (vhodné používání spojek, předložek a podpůrných výrazů, které sjednocují a vyjasňují výklad). [11]

## 2.3 Požadavky na učební text

Učebnice jako výukový materiál má nejdelsí historii. Na učebnici se kladou speciální požadavky, které určují nejen obsahovou stránku knihy, ale i její celkovou strukturu. Učebnice musí odpovídat nejen kurikulárním dokumentům, ale také didaktickým požadavkům, které jsou: [12]

- odborné (učivo musí odpovídat současným poznatkům z vědních disciplín a praxe)
- didaktické (soulad s kurikulárními dokumenty a správný výběr poznatků)
- metodické (volba vhodných prostředků výkladu učiva)
- logické (správné členění a struktura učiva)
- psychologické (přiměřenost učiva věku žáků)
- lingvistické (jazyková správnost a stylistická úroveň)
- estetické (grafická a typografická úroveň ztvárnění)
- hygienické (přiměřený objem a hmotnost učebnice, vhodná kvalita papíru)

S požadavky se musí vypořádat autor textu, který uplatňuje svoje didaktické postupy. Zároveň však autor musí být v souladu s vědeckými odborníky z daného předmětu a také musí být v souladu s nakladatelstvím, které učebnici (učební text) vydává. Stěžejní myšlenkou, kterou by měl autor respektovat, je přiměřenost textu pro příslušnou věkovou kategorii studentů. [7]

Další požadavky na učebnice stanovuje Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. Ministerstvo má právo určité kontroly nad učebnicovou produkcí v podobě udělování tzv. Schvalovací doložky. Pro základní školy je schváleno 1139 učebnic a pro střední školy 202 učebnic (2020). [13] Doložka u středních škol není důsledně požadována, protože si žáci opatřují učebnice z vlastních prostředků oproti základním školám, kde se většinou zdarma zapůjčují. [14]

## 2.4 Didaktická analýza stávajících učebnic

Současná široká nabídka učebnice vyžaduje, aby učitel uvážene vybral učebnici, která nejlépe splní kritéria stanovená ŠVP. Pro výběr učebnice lze stanovit i kritéria: [12]

- didaktické zpracování
- obsah učiva, jeho aktuálnost nebo zastaralost
- logicko-strukturální uspořádání
- grafická a typografická úroveň
- jazyk, styl a terminologická správnost textu
- kvantitativní kritéria (formát, rozsah, cena)
- výukové materiály rozšiřující učebnici
- metodická příručka pro učitele

Didaktické zpracování je dáno nejen metodickými postupy, ale i náročností učebnice. Náročnost se dotýká jak odborné stránky textu, tak logicko-strukturální výstavby a použitých jazykových prostředků. Motivační složky jsou důležitou součástí, které mohou utvářet vztah žáka k učebnímu předmětu. Podněty pro aktivitu žáka jsou zejména cvičení, úkoly, otázky, problémy apod. Výhodou dnešní doby může být spojení informačních a komunikačních technologií spolu s klasickou učebnicí.

Logicko-strukturální uspořádání vypovídá o knize jako celku. Jestli je vhodně členěna na kapitoly, podkapitoly a odstavce, ale také jestli jsou vhodně voleny nadpisy, titulky atd.

S uspořádáním textu souvisí i grafická stránka učebnice. Možnost využít barevný tisk, ilustrace, zvýraznění částí učiva a dalších věcí, které vedou k lepší orientaci v učebnici. Na obrazový materiál musí být nejen správný po odborné stránce, ale také přehledný, srozumitelný a názorný. Vhodné ilustrace pomáhají k lepšímu pochopení učiva.

Učebnici by měla mít vysokou jazykovou úroveň, nejen po odborné stránce, ale také jazykové. Odborné termíny by měly být vhodně používány s ohledem na žáka, aby pochopil jejich význam, ale také aby odpovídaly odborné terminologii stanovené normami a vědní oblastí daného oboru. [12]

Měřitelným parametrem je obtížnost textu učebnice. Jde o vyvážení množství odborného učiva s komunikačním ztvárněním. Existuje několik metod, kterými lze obtížnost textu měřit. Charakteristiky textu lze rozdělit na syntaktické a sémantické. Mezi charakteristiky syntaktické patří průměrná délka vět a průměrná délka větných úseků (počet slov v textu, který připadá na jedno sloveso v určitém tvaru). Mezi sémantické charakteristiky patří zastoupení běžných pojmů, odborných pojmů, faktografických pojmů, číselných pojmů a opakovaných pojmů. Data se získávají ze vzorků textu, které jsou získávány podle daných pravidel. Většinou je vybráno 5 nebo 10 vzorků z posuzovaného textu, kde každý vzorek má délku 200 slov. Komplexní míra obtížnosti se skládá ze syntaktické i sémantické charakteristiky. [15]

Při volbě učebnice do výuky je nutné se také zamyslet nad způsobem jejího využití při výuce. Učebnice bývá jediný výukový materiál, který učitelé používají při přípravě na výuku. V rámci vyučovací hodiny ji učitelé využívají rozmanitými způsoby, zde záleží na tvořivém přístupu učitele k výuce. Nemělo by se stávat, že učitel nerozlišuje podstatné učivo a doplňkové informace a nutí žáky učit se text učebnice nazpaměť. Některé doplňkové informace v učebnici mohou sloužit jako motivace pro žáky k dohledávání dalších informací k danému tématu. [12]

K didaktické analýze jsem vybrala tyto učebnice a učební text:

- A. Buršík, F. Procházka: Geodetické počtářství, Kartografie Praha 1979 (2. vydání) [16]
- P. Hánek, P. Koza, P. Hánek jr.: Geodézie pro SPŠ stavební, Sobotáles 2010 (4. vydání) [17]
- J. Mansfeldová, D. Mlčková: Geodetické výpočty 1. a 2. část, Střední průmyslová škola zeměměřická, 2008 (aktualizované vydání) [18]

Menší výběr učebních pomůcek k didaktické analýze je z důvodu omezeného trhu učebnic k oboru Geodézie. Dnes v knihkupectví lze sehnat jen učebnici P. Hánek, P. Koza, P. Hánek jr: Geodézie pro SPŠ stavební. Dále jsou na trhu jen vysokoškolská skripta, která nejsou vhodná pro výuku na středních odborných školách. Střední odborné školy si dnes pro výuku připravují své učební texty, ale nevycházejí z žádných učebnic.

### 2.4.1 A. Buršík, F. Procházka: Geodetické počtářství

Učebnice je určena pro žáky 2. až 4. ročníků Středních průmyslových škol zeměměřických. Obsah učebnice je rozčleněn na 31 jednotlivých kapitol, které jsou dále rozděleny na podkapitoly. Učebnice pojednává o základních výpočtech, které by měl znát každý absolvent SPŠ zeměměřické. Nejprve jsou v prvních pěti kapitolách probány základní početní operace. Na tyto kapitoly navazují základní geodetické výpočty jako např. výpočty výměr, výpočty souřadnic, polygonové pořady, protínání vpřed, protínání zpět, transformace souřadnic, výpočet výšek trigonometrickým způsobem, výpočet kubatur nebo základy vyrovnávacího počtu.

Text jednotlivých kapitol je rozdělen na výkladový text, jednotlivé poučky, ukázkové příklady a procvičovací příklady. Výkladový text je doplněn o obrázky a tabulky pro lepší pochopení vysvětlované látky. Jednotlivé poučky jsou pro zdůraznění uvedeny v rámečcích. Ukázkové příklady jsou zpracovány včetně řešení. Procvičovací příklady jsou uvedeny bez řešení a výsledků. Příklady jsou doplněny o složitější varianty. Dohromady je připraven větší počet procvičovacích příkladů, aby se žáci naučili aplikaci daných postupů.

Odborná úroveň je kvalitní, ale pro dobu vydání učebnice (1979). Některé pasáže nejsou již pro dnešní dobu aktuální, např. úlohy pro použití logaritmického pravítka nebo kapitola "Mechanizace výpočetních a zobrazovacích prací", kde jsou uvedeny staré výpočetní programy. Výhodou učebnice je rozšíření poznatků o tom, jak se dříve geodetické úlohy počítaly a zpracovávaly. [16]

Učebnice je jedna z posledních, která se zabývala geodetickým počtářstvím pro střední odborné školy. V současnosti není již nikde aktivně používána, pouze některé pasáže (zadání příkladů) jsou učiteli využívány ve vyučovacích hodinách.

### 2.4.2 P. Hánek, P. Koza, P. Hánek jr.: Geodézie pro SPŠ stavební

Učebnice je určena pro žáky střední průmyslových škol stavebních. Obsah učebnice je logicky rozdělen na 27 kapitol, které jsou dále rozděleny na podkapitoly. Učebnice je zaměřena spíše na teorii v geodézii. Učivo je v kapitolách sestaveno od základních poznatků a postupně rozšiřováno do jednotlivých geodetických oborů (Měření s přístroji a pomůckami, Katastr nemovitostí, Fotogrammetrie, Globální navigační satelitní systémy, Laserové skenování, Kartografie a legislativa v České republice).

Text je jen výkladový, který je obohacen o tabulky, černobílé fotografie, náčrtky, schémata a rovnice. Pro některé výpočetní postupy jsou uvedeny ukázkové příklady s řešením. Tyto doplňky pomáhají lépe pochopit vyložené učivo a představit si jednotlivé přístroje a princip jejich fungování.

Odborná úroveň učebnice je dobrá. Učebnice pojednává nejen o starších postupech měření a zpracování, ale také o současných měřických metodách a jejich vyhodnocení. Mínusem učebnice jsou fotografie starších geodetických přístrojů, které se dnes už tolik nepoužívají (v době vydání učebnice byly aktuální). Pro pochopení základů geodézie je učebnice vhodná. [17]

Učebnice je využívána nejen na školách s oborem Geodézie a katastr nemovitostí (učebnice je využívána jako doplňková, protože v ní není veškeré probírané učivo), ale také u oborů stavařských, které mají předmět Geodézie. Dále je učebnice využívána širší veřejností pro pochopení základů geodézie.

### 2.4.3 J. Mansfeldová, D. Mlčková: Geodetické výpočty 1. a 2. část

Učební text je určen pro studenty středních průmyslových škol se zaměřením na geodézii a byl vytvořen vyučujícími Střední průmyslové školy zeměměřické. Text je určen pro studenty 2. až 4. ročníku středních odborných škol. Jedná se o přepracování a aktualizaci učebnice Geodetického počtářství [16] do elektronické podoby. Učební text je logicky rozdělen na 14 kapitol, které jsou rozčleněny na podkapitoly. První kapitola se věnuje základním souřadnicovým výpočtům a následují kapitoly s navazujícími tématy (výpočty souřadnic, polygonové pořady, transformace souřadnic, protínání vpřed, protínání zpět, centrační změny, výpočet výměr, trigonometrické určování výšek, výpočet kubatur, vyrovnávací počet).

Jednotlivé kapitoly učebního textu obsahují výkladovou část, řešené příklady a procvičovací příklady. Výkladová část je doplněna přehlednými obrázky, schémata a matematickými vzorci. Ukázkové postupy jsou doplněny o výpočetní formuláře, které se v odborné praxi dnes už nepoužívají. Jsou vhodným doplňkem pro ověření výpočetních postupů, ale žáka nenutí k logickému uvažování nad úlohou. Žák si jen zautomatizuje vyplnění formuláře bez většího pochopení geodetických výpočetních principů. Pro procvičení jednotlivých geodetických úloh je zadán menší počet příkladů, cca 4 příklady k tématu. Ne vždy tento počet může postačit k pochopení dané problematiky.

Odborná úroveň je dobrá. Učební text obsahuje vyučovaná témata podle ŠVP, některá jsou však spíše doplňková. Elektronická verze učebního textu by byla vhodná k využití barevných zvýraznění a barevných schémat, která by pomohla k rychlejšímu pochopení učiva. K procvičení různých geodetických úloh je učební text vhodný, ale raději s menším využitím výpočetních formulářů. [18]

Učební text je využíván na Střední průmyslové škole zeměměřické v Praze. Dříve byl používán například Střední průmyslovou školou stavební v Plzni (škola má obor Geodézie a katastr nemovitostí), později byl tento text odložen a tamní vyučující si začali vytvářet svůj vlastní učební text.

## 3 Tvorba didaktického testu pro ověření znalostí

Didaktické testy patří mezi velmi oblíbenou formu písemného prověřování stavů vědomostí, dovedností a rozvoje schopností žáka jako výsledek výchovně vzdělávací práce. Výhodou didaktického testu je, že klade na žáky stejné požadavky a vytváří jim stejné podmínky. Tato forma ověřování znalostí může být pro žáka náročnější, protože je vyžadována jeho samostatná práce. Učitelé didaktické testy rádi využívají, z důvodu bezpečného a rychlého zachycení výsledků zkoušky a jejich uvážlivějšího vyhodnocení. V tomto momentě je test objektivnější než ústní zkouška, kde je nutno rychle zhodnotit stav vědomostí a dovedností žáka.

Zkouška by měla mít jasně formulované téma (cíl), které je např. didaktickým testem prověřováno. Jednotlivé otázky a úlohy zkoušky by měly být logicky uspořádány a jejich obtížnost by měla gradovat. Zkouška nemá být jen o pasivní reprodukci učiva, ale o prověření vědomostí, dovedností a schopností žáka k řešení úloh. Formulované otázky a úlohy by měly mít jasné a srozumitelné a čas věnovaný zkoušce by neměl být moc dlouhý. Klasifikace zkoušky má být objektivní a srozumitelná pro všechny žáky. Ověřování znalostí žáků by mělo být součástí každé vyučovací hodiny a nemělo by vést k obavám žáků ze zkoušek. Zkouška má být pro žáky zajímavá, i tímto krokem se sníží obavy žáků ze zkoušek. [3]

### 3.1 Funkce didaktických testů

Jak už je výše zmíněno, jednou z funkcí didaktických testů je objektivní hodnocení vědomostí, dovedností a rozvoje schopností žáka. Dále mají testy diagnostickou funkci, kdy je možnost zachytit stav vědomostí celé třídy při jedné vyučovací hodině, což by se při ústním zkoušením za stejný čas nepovedlo. Didaktické testy plní i funkci kontrolní. Pomáhají kontrolovat úspěšnost dosažení stanovených učebních cílů. Jsou také zpětnou vazbou pro učitele, jestli byly zvoleny vhodné vyučovací metody k osvojení poznatků a získávání dovedností.

Při využití vstupních, průběžných a výstupních testů je možnost kontrolovat, jak a v čem se žák zlepšil a případně odhadnout, jestli nějaká pasáž učiva působí systematický problém. Četnost využití těchto testů je nutno volit s rozvahou. Časté používání testů se špatně volenými otázkami může vést žáky k tomu, že se budou učit probíranou látku nazpaměť. Didaktické testy jsou vhodnou formou zkoušek, které budou kombinovány s dalšími formami zkoušení žáků. [3]

### 3.2 Vlastnosti didaktických testů

Didaktický test musí splňovat určité vlastnosti, aby byl kvalitním měřicím nástrojem výsledků výuky. Těchto vlastností je pět: validita, reliabilita, praktičnost, objektivnost a citlivost.

Validní test je ten, který zkouší to, co má být zkoušeno. Rozeznáváme několik druhů validit. Obsahová validita se týká souladu mezi obsahem testu a obsahem hodnocení oblasti. Patří mezi nejdůležitější validity ve školním prostředí. Didaktický test je obsahově validní, jestliže pokrývá rovnoměrně všechny důležité prvky učiva za dané období. Souběžná validita zjišťuje míru shodnosti mezi různými výsledky testování. Například mezi současným výsledkem didaktického testu a dřívějším výsledkem testu. Predikční validita předpovídá výsledky hodnocení na základě testu. Žák uspěje u pohybových tělesných testů a z těchto výsledků se předpoví, jestli se žák může stát profesionálním



sportovcem. Konstruktová validita se soustřeďuje naolik hodnocení žákových kompetencí odpovídá testovaným kompetencím. [3]

Reliabilitu testu poznáme tak, že když didaktický test zadáme žákům opětovně za stejných podmínek, poskytne velmi podobné výsledky. Spolehlivý test je takový, kdy při jeho použití nedochází k velkým chybám měření. Pro ověření reliability testu existuje několik metod. Stanovuje se tzv. koeficient reliability, který nabývá hodnot od 0 (nespolehlivý a nepřesný test) do 1 (dokonale spolehlivý a didaktický přesný test). Tento koeficient se využívá u standardizovaných testů, ale i u nestandardizovaných testů. Didaktický test by měl obsahovat alespoň 10 položek a jeho koeficient reliability by měl dosahovat alespoň hodnoty 0,80. Validní test musí mít vysokou reliabilitu, ale tato hodnota není zárukou, že je test obsahově validní a soustředí na testované učivo.

Praktičnost testu se vyznačuje jednoduchým zadáváním a taktéž jednoduchým a rychlým vyhodnocováním. Testované výsledky lze snadno interpretovat.

V objektivním testu nejsou přítomny výrazné subjektivní vlivy (chyby při tvorbě testu, v řešení atd.). Formulace položek testu by měla být jednoznačná. Dále by měla být stanovena přesná a pro všechny stejná pravidla při vyhodnocení odpovědí žáků. Pomocí těchto faktorů zvyšujeme objektivnost testu.

Citlivost testu ukazuje, jestli na základě výsledků didaktického testu můžeme říct, že výsledky žáků jsou přiměřeně rozprostřeny po celé bodové škále. [3]

### 3.3 Tvorba didaktického testu

Tvorba kvalitního didaktického testu je specifickou činností, u které je potřeba mít příslušné odborné a didaktické zázemí. Didaktické testy můžeme rozdělit na profesionální, které se tvoří na specializovaných institucích nebo na učitelské, které si učitel připravuje sám. Další text se bude věnovat problematice tvorby učitelského testu.

Tvorbu didaktického testu můžeme podle [3] rozdělit do čtyř následujících kroků:

- plánování testu
- konstrukce testu
- způsob skórování
- ověřování a optimalizace testu

Prvním krokem je naplánování testu, kdy je nutno si rozmyslet z jakého důvodu je didaktický test tvořen a co jím chceme zjistit. Nejčastěji se didaktický test tvoří za účelem zjištění výsledků v průběhu probírání nebo na konci tematického celku nebo na konci pololetí či školního roku. Při plánování testu lze využít tzv. techniku specifikací tabulky, kde se uvede úroveň osvojení znalostí a dovedností použitím taxonomie výukových cílů, aktivních sloves a slovesných vazeb. [19]

Při konstrukci testu se tvoří jednotlivé testovací položky. Testová položka musí obsahovat dle [3] tyto části:

- instrukci (návod, co má žák dělat)
- výchozí text
- kmen (otázka či příkaz)
- alternativy (položky s výběrem odpovědi)

- distraktory (položky s výběrem odpovědi, kdy je nabízená možnost podobná správné odpovědi)
- správné řešení (položky s výběrem odpovědi)

Kvalita jednotlivých položek se posuzuje podle:

- shody položky s testovaným specifickým cílem
- věcné správnosti, jednoznačnosti a nezpochybnitelnosti správné odpovědi
- dobré srozumitelnosti položky
- obtížnosti položky

Testované specifické cíle se velmi často ověřují pomocí více typů položek. Jednotlivé typy položek mají různé výhody a nevýhody. Podrobněji budou tyto typy probrány v kapitole 3.4.

Skórování položek znamená přidělování bodů při hodnocení jednotlivých položek. Položky se neznámkuje jako u písemné zkoušky, ale sčítají se body a jejich součet se nazývá skóre. Oblíbené je tzv. binární skórování, které je velmi jednoduché. Při tomto bodování se hodnotí odpovědi jako chybné nebo správné. Chybná odpověď je za nulu a správná odpověď za jedničku. Toto hodnocení se používá při testu, který obsahuje 20 a více položek. Jestliže test obsahuje menší počet položek je vhodné přejít na vážené skórování, kdy se bere v úvahu obtížnost jednotlivých testovacích položek. Při volbě vah je nutno se zamyslet nejen nad počtem odpovědí, ale také nad jejich náročností (zapamatování, porozumění, aplikace). U otevřených odpovědí je vhodné si připravit kódový klíč. Kódový klíč by měl obsahovat charakteristiku správných odpovědí, zcela správných odpovědí s odlišnou formulací, částečně správných odpovědí a nesprávných odpovědí. Tento klíč pomáhá přiřadit body za jednotlivé odpovědi v testu. [3]

Poslední částí tvorby didaktického testu je ověřování a optimalizace. O vlastnostech didaktického testu si lze udělat představu až po vyzkoušení testu na vzorku žáků (respondentů). Před samotným vyzkoušením je vhodné nechat posoudit jednotlivé testovací položky kompetentními osobami a jejich případné připomínky zapracovat. Následně se přechází k tzv. pilotáži, což znamená sestavení testu, jeho grafická úprava a ověřování. Pilotují se jak jednotlivé položky, tak i celý test. Při ověřování se získají informace o kvalitě testu, odhalí se chyby a nepřesnosti v položkách a jejich obtížnost a citlivost. Pro tvorbu standardizovaných didaktických testů se využívá při ověřování 300–500 žáků. Učitelský test si učitel většinou ověřuje u žáků, které vyučuje. Po pilotním zadání testu je nutné provést analýzu položek testu a vyhodnotit výsledky. Při tvorbě standardizovaných didaktických testů se následně testy doplní o doprovodné dokumenty (manuály, pokyny) pro respondenty, administrátory a uživatele testu. [3]

### 3.4 Typy úloh

Didaktické testy většinou obsahují různé druhy položek (úloh) a to dle [3]:

- otevřené položky (se širokou a stručnou odpovědí)
- uzavřené položky (dichotomické, s výběrem odpovědí, přiřazovací, uspořádací)

Každý typ úlohy je vhodný využít v jiném případě. U otevřených položek se širokou odpovědí je hodnocení spíše subjektivní, u ostatních typů je hodnocení objektivní. Jednotlivé položky jsou popsány níže.

### 3.4.1 Položky otevřené

Položky otevřené se dělí na položky se širokou odpovědí nebo položky se stručnou odpovědí. Při položkách se širokou odpovědí se po žákovi požaduje rozsáhlejší strukturované nebo nestrukturované odpovědi. Naopak u stručných odpovědí se očekává odpověď žáka v maximální délce jedné věty. Položky otevřené bývají pro žáky náročnější, protože svoji odpověď musí vhodně formulovat. Při formulaci odpovědí žáci využívají odbornou terminologii, kdy je jednodušší poznat nakolik dané látce porozuměli a jestli umí jednotlivé poznatky aplikovat.

### 3.4.2 Položky uzavřené

Položky uzavřené jsou u žáků oblíbenější než položky otevřené. Tyto položky se dělí na dichotomické, s výběrem odpovědí, přiřazovací a uspořádací. Výhodou těchto položek je objektivnější hodnocení, nevýhodou je např. opisování nebo možnost hádání správných odpovědí.

U položek dichotomických má žák na výběr ze dvou možností odpovědí, kdy jedna je správná a tu má žák vyznačit (zakroužkovat, podtrhnout atd., záleží na instrukcích k položce). Nevýhodou těchto položek je možnost uhodnutí správných odpovědí. Omezit hádání lze pomocí doplnění zdůvodnění, proč žák volí danou odpověď.

Položky s výběrem odpovědí se skládají z kmenu úlohy a nabídnutých odpovědí. Žák vybírá z předpřipravených odpovědí, kdy může nastat několik variant – jedna správná odpověď, jedna nejpřesnější odpověď, jedna nesprávná odpověď, několik správných odpovědí. Žák je dopředu seznámen s typem položky. Nejčastěji používanou variantou jsou čtyři předpřipravené odpovědi, kdy jedna odpověď je správná a k ní jsou tři distraktory. Volba této varianty je z důvodu přehlednosti v nabízených odpovědích a menší šance na uhodnutí správné odpovědi. Správná odpověď by měla být vždy jednoznačná a nezpochybnitelná. Umístění správné odpovědi mezi distraktory by mělo být náhodné. Distraktor by měl být přibližně stejně atraktivní. V zadání je nutno se vyhnout slovům či údajům, které by mohly napovědět správnou odpověď.

Přiřazovací položky obsahují dvě množiny pojmů. Žák přiřazuje pojmy z jedné množiny k pojmům z druhé množiny. Je vhodné, aby ve výběrové množině bylo více pojmů než v přiřazovací množině. Tímto postupem lze omezit možnost uhodnutí správné odpovědi. Tento typ položky nelze využít na větší část učiva.

Uspořádací položky obsahují první dané množiny pojmů a úkolem žáka je tuto množiny uspořádat. Důležitým prvkem u této položky je instrukce, podle jakého kritéria a jakým způsobem množinu uspořádat. Skórování této položky je náročnější z důvodu více způsobů uspořádání, přičemž se bude jednat o různě závažné chyby.

# **PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 Tvorba učebního textu

Samotný výukový text doplněný o sbírku úloh bude zaměřen na základní geodetické výpočetní úlohy. Toto téma je náplní předmětu Geodetické výpočty na středních odborných školách. Důvodem k tvorbě nového učebního textu je současný stav dostupné odborné literatury, která byla zhodnocena v kapitole 2.4. V následujících tabulkách (Tab. 2–5) je uvedena část ŠVP tohoto předmětu, která byla poskytnuta Střední průmyslovou školou zeměměřickou v Praze.

*Tabulka 2 Školní vzdělávací program: Geodetické výpočty pro oborová zaměření Geodézie a Geografické informační systémy – Základní souřadnicové výpočty*

### Základní souřadnicové výpočty

Dotace učebního bloku: 47

Výsledky vzdělávání	Učivo
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>vypočítává z naměřených hodnot vstupní údaje pro další zpracování</li><li>řeší základní geodetické úlohy</li><li>ovládá metody pro určení souřadnic bodů polohových bodových polí</li><li>aplikuje různé způsoby výpočtů a vyrovnání polygonových pořadů</li><li>převádí vzájemně polární a pravouhlé souřadnice</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>směrník, délka strany, rajon</li><li>polární metoda</li><li>volný polygonový pořad</li><li>vetknutý oboustranně orientovaný polygonový pořad</li></ul>

*Tabulka 3 Školní vzdělávací program: Geodetické výpočty pro oborová zaměření Geodézie a Geografické informační systémy – Polygonové pořady*

### Polygonové pořady

Dotace učebního bloku: 20

Výsledky vzdělávání	Učivo
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>vypočítává z naměřených hodnot vstupní údaje pro další zpracování</li><li>řeší základní geodetické úlohy</li><li>ovládá metody pro určení souřadnic bodů polohových bodových polí</li><li>aplikuje různé způsoby výpočtů a vyrovnání polygonových pořadů</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>vetknutý polygonový pořad</li><li>uzavřený polygonový pořad</li><li>užití polygonového pořadu</li></ul>

Tabulka 4 Školní vzdělávací program: Geodetické výpočty pro oborová zaměření Geodézie a Geografické informační systémy – Protínání vpřed

### Protínání vpřed

Dotace učebního bloku: 13

Výsledky vzdělávání	Učivo
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>vypočítává z naměřených hodnot vstupní údaje pro další zpracování</li> <li>řeší základní geodetické úlohy</li> <li>ovládá metody pro určení souřadnic bodů polohových bodových polí</li> <li>aplikuje různé způsoby protínání</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>z úhlů</li> <li>z orientovaných směrů</li> <li>z délek</li> <li>nepřístupná vzdálenost</li> <li>Hansenova úloha</li> </ul>

Tabulka 5 Školní vzdělávací program: Geodetické výpočty pro oborová zaměření Geodézie a Geografické informační systémy – Protínání zpět

### Protínání zpět

Dotace učebního bloku: 8

Výsledky vzdělávání	Učivo
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>vypočítává z naměřených hodnot vstupní údaje pro další zpracování</li> <li>aplikuje různé způsoby protínání</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Collinsův bod</li> <li>Cassiniho řešení</li> </ul>

Ve výše uvedených tabulkách je učivo rozděleno podle zavedeného systému na Střední průmyslové škole zeměměřické v Praze. V rámci tohoto systému se střídají výpočetní metody pro určení souřadnic jednoho bodu (rajon, metody protínání) a metody pro výpočet více bodů najednou (polygonové pořady). V tomto systému jsou také uvedeny starší historické metody, které se dnes běžně v praxi neobjevují, a proto v navrhované variantě nebudou uplatněny (Protínání vpřed – nepřístupná vzdálenost, Hansenova úloha). Při přípravě výukového textu je navržena úprava za účelem sjednocení metod. Nové rozvržení je uvedeno v tabulkách 6–8.

Tabulka 6 Školní vzdělávací program: Geodetické výpočty pro oborová zaměření Geodézie a Geografické informační systémy – Základní souřadnicové výpočty – návrh

### Základní souřadnicové výpočty

Dotace učebního bloku: 30

Výsledky vzdělávání	Učivo
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>vypočítává z naměřených hodnot vstupní údaje pro další zpracování</li> <li>řeší základní geodetické úlohy</li> <li>ovládá metody pro určení souřadnic bodů polohových bodových polí</li> <li>převádí vzájemně polární a pravouhlé souřadnice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>směrník, délka strany, rajon</li> <li>polární metoda</li> </ul>

Tabulka 7 Školní vzdělávací program: Geodetické výpočty pro oborová zaměření Geodézie a Geografické informační systémy – Metody protínání – návrh

### Metody protínání

Dotace učebního bloku: 21

Výsledky vzdělávání	Učivo
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>vypočítává z naměřených hodnot vstupní údaje pro další zpracování</li> <li>řeší základní geodetické úlohy</li> <li>ovládá metody pro určení souřadnic bodů polohových bodových polí</li> <li>aplikuje různé způsoby protínání</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>z úhlů</li> <li>z délek</li> <li>z orientovaných směrů</li> <li>Collinsův bod</li> <li>Cassiniho řešení</li> </ul>

Tabulka 8 Školní vzdělávací program: Geodetické výpočty pro oborová zaměření Geodézie a Geografické informační systémy – Polygonové pořady – návrh

### Polygonové pořady

Dotace učebního bloku: 37

Výsledky vzdělávání	Učivo
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>vypočítává z naměřených hodnot vstupní údaje pro další zpracování</li> <li>řeší základní geodetické úlohy</li> <li>ovládá metody pro určení souřadnic bodů polohových bodových polí</li> <li>aplikuje různé způsoby výpočtů a vyrovnání polygonových pořadů</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>volný polygonový pořad</li> <li>vetknutý oboustranně orientovaný polygonový pořad</li> <li>vetknutý polygonový pořad</li> <li>uzavřený polygonový pořad</li> <li>užití polygonového pořadu</li> </ul>

## 4.1 Úvod k učebnímu textu

Učební text je podpůrným dokumentem pro výuku a práci ve vyučovacích hodinách předmětu Geodetické výpočty na středních odborných školách. Předkládaný text má napomoci s ujasněním výpočetních postupů a se systematizací jednotlivých metod. V textu jsou uvedeny výpočty souřadnic bodů založené na základních trigonometrických operacích. Pro lepší pochopení jednotlivých postupů jsou ke každé metodě zpracovány vzorové příklady a příklady na procvičení. K veškerým příkladům jsou také přiloženy výsledky pro kontrolu správnosti postupů a vysvětlení k problematickým úlohám.

### Používané ikony



- studijní cíle



- výklad



- ukázkový příklad



- procvičovací příklady



- souhrn



- řešení příkladů

Vzhled rozdělovacích ikon je navržen s tematikou geodézie.

Další část práce je formátována odlišně tak, aby byl učební text více přehledný.



## 4.2 Základní pojmy

### Studijní cíle



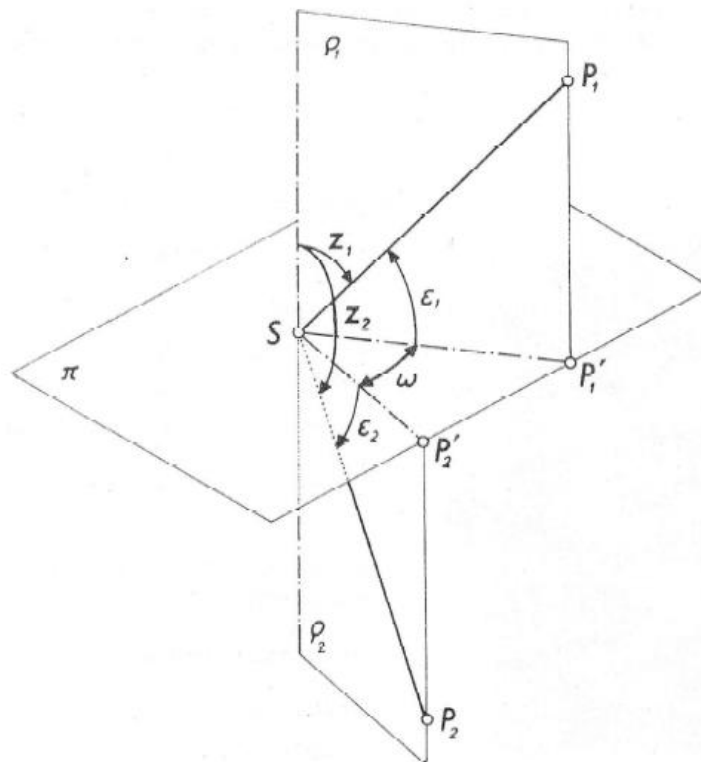
Po prostudování této kapitoly budete schopni:

- rozlišit vodorovný směr od vodorovného úhlu
- určit rozdíl mezi výškovým a hloubkovým úhlem
- vymežit tři základní měřené veličiny



V geodézii se měří pomocí totálních stanic tři základní veličiny:

- vodorovný směr  $\varphi$
- zenitový úhel  $z$
- šikmá délka  $s_d$



Obrázek 1 Vodorovné a svislé úhly

**Záměrná přímka** – prostorová spojnice mezi stanovištěm (S) a zaměřovaným bodem (P)

**Vodorovný směr  $\varphi$**  je směr průsečnice svislé roviny  $\rho$  proložené body S a P a vodorovné roviny  $\pi$  proložené bodem S.

**Vodorovný úhel  $\omega$**  je úhel sevřený průsečnicemi svislých rovin  $\rho_1, \rho_2$  a vodorovné roviny  $\pi$ . Počítá se jako pravý směr mínus levý směr.

$$\omega = \varphi_P - \varphi_L$$

**Svislý úhel  $\epsilon$**  je úhel ve svislé rovině  $\rho$  měřený od průsečnice s vodorovnou rovinou ke spojnici bodů S a P.

- výškový (nad vodorovnou rovinou, znaménko + ( $\epsilon_1$ ))
- hloubkový (pod vodorovnou rovinou, znaménko - ( $\epsilon_2$ ))

**Zenitový úhel  $z$**  – úhel ve svislé rovině  $\rho$  měřený od svislice ke spojnici bodů S a P.

**Šikmá délka  $s_d$**  je prostorová spojnice bodů S a P.

### 4.3 Směrník a délka

#### Studijní cíle



Po prostudování této kapitoly budete schopni:

- vypočítat souřadnicové rozdíly mezi dvěma body
- vypočítat vodorovnou délku mezi zadanými body
- vypočítat směrník mezi zadanými body

#### Požadované vstupní znalosti

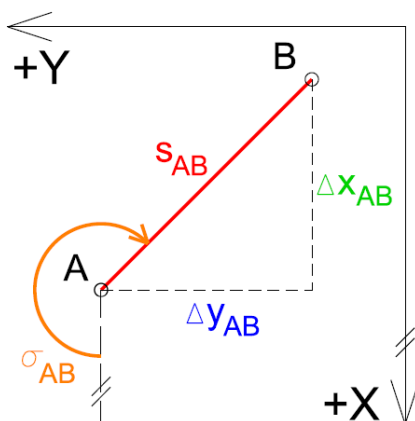
Pro prostudování následující kapitoly byste měli znát:

- Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
- rovinnou úhlovou jednotku – gon
- základní matematické operace na kalkulačce
- nakreslení vzájemné polohy dvou bodů pomocí souřadnic



Geodetické souřadnicové systémy jsou pravotočivé. V České republice je používán Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK). Souřadnice jednotlivých bodů jsou vyjadřovány pravoúhlými rovinnými souřadnicemi Y a X, pro každý bod platí že Y-ová souřadnice je vždy menší než X-ová souřadnice.

Základními prvky souřadnicových výpočtů jsou souřadnicové rozdíly, délka a směrník.



Obrázek 2 Souřadnicové rozdíly, délka a směrník

**Směrník  $\sigma$**  je orientovaný úhel, který svírá spojnice dvou bodů s rovnoběžkou s kladnou osou X souřadnicové soustavy. Jestliže osa +X směřuje k jihu, nazýváme tento směrník jižníkem. Směrník může nabývat hodnot od 0 do 4R. Může tedy ležet v prvním až čtvrtém kvadrantu.

Známe-li souřadnice dvou bodů A a B, můžeme z jejich souřadnic (Y, X) spočítat délku a směrník. Obě tyto hodnoty spočítáme ze **souřadnicových rozdílů** těchto bodů. U rozdílu souřadnic dbáme na jejich pořadí, které je závislé. Tedy záleží, jestli je počítán souřadnicový rozdíl z bodu A na bod B a nebo naopak (výsledek se bude lišit znaménkem). Pořadí bodů určují dolní indexy, kde první je vždy stanovisko a druhý je cíl.

$$\begin{aligned} \Delta x_{AB} &= X_B - X_A, & \Delta y_{AB} &= Y_B - Y_A \\ \Delta x_{BA} &= X_A - X_B, & \Delta y_{BA} &= Y_A - Y_B \end{aligned}$$

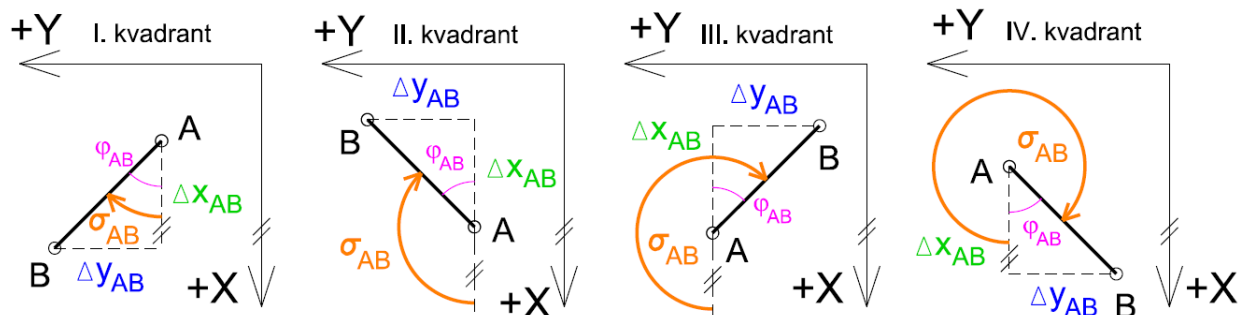
**Délka** mezi body A a B je přeponou v pravoúhlém trojúhelníku, kdy odvěsny jsou příslušné souřadnicové rozdíly. Vypočtená délka je vodorovná. Výsledná délka se uvádí v metrech na 3 desetinná místa.

$$s_{AB} = \sqrt{\Delta x_{AB}^2 + \Delta y_{AB}^2}$$

**Směrník** strany  $s_{AB}$  se vypočte pomocí následujícího základního vzorce. Výsledný směrník se uvádí v gonech na 4 desetinná místa.

$$\tan \sigma_{AB} = \frac{\Delta y_{AB}}{\Delta x_{AB}}$$

Základní vzorec může být použit, jestliže souřadnicové rozdíly vycházejí kladné (směrník je v prvním kvadrantu).



Obrázek 3 Směrníky v jednotlivých kvadrantech

Pokud některý ze souřadnicových rozdílů vychází záporný, je nutné výpočetní postup upravit. Nejprve se vypočte úhel  $\varphi_{12}$  a následně se podle znamének souřadnicových rozdílů určí kvadrant (Tab. 9)

$$\tan \varphi_{AB} = \frac{|\Delta y_{AB}|}{|\Delta x_{AB}|}$$

Tabulka 9 Určení kvadrantu pro výpočet směrníku

Kvadrant	I.	II.	III.	IV.
$\Delta y_{AB}$	+	+	-	-
$\Delta x_{AB}$	+	-	-	+
$\sigma_{AB}$	$\varphi_{AB}$	$200 \text{ gon} - \varphi_{AB}$	$200 \text{ gon} + \varphi_{AB}$	$400 \text{ gon} - \varphi_{AB}$

Kdybychom chtěli opačný směrník z bodu B, lze využít tento vztah:

$$\sigma_{BA} = \sigma_{AB} \pm 2R$$



### Řešený příklad:

Vypočtete směrník z bodu A na bod B a délku mezi těmito body, jsou-li dány souřadnice:

A [749 816,730; 1 030 155,333]

B [749 814,991; 1 030 153,974]

a) nejprve vypočteme souřadnicové rozdíly:

$$\begin{aligned}\Delta y_{AB} &= Y_B - Y_A = 749814,991 - 749816,730 = -1,739 \text{ m} \\ \Delta x_{AB} &= X_B - X_A = 1030153,974 - 1030155,333 = -1,359 \text{ m}\end{aligned}$$

b) délku vypočteme ze souřadnicových rozdílů:

$$s_{AB} = \sqrt{\Delta x_{AB}^2 + \Delta y_{AB}^2} = \sqrt{(-1,359)^2 + (-1,739)^2} = 2,207 \text{ m}$$

c) vypočteme pomocný úhel k výpočtu směrníku

$$\tan \varphi_{AB} = \frac{|\Delta y_{AB}|}{|\Delta x_{AB}|} = \frac{|-1,739|}{|-1,359|} = 1,27961737$$

$$\varphi_{AB} = \arctan 1,27962 = 57,76995 \text{ gon}$$

d) dopočetí výsledného směrníku

- nejprve je nutné určit kvadrant ze znamének souřadnicových rozdílů

- protože jsou oba souřadnicové rozdíly záporné, tak podle Tab. 9 můžeme vyhodnotit, že je směrník ve třetím kvadrantu

$$\sigma_{AB} = 200 \text{ gon} + \varphi_{AB} = 200 + 57,76995 = 257,7700 \text{ gon}$$



### Procvičovací příklady

1. Vypočtete a nakreslete směrník a délku z bodu A na bod B, jsou-li dány souřadnice:

203 [731 660,857; 1 029 473,005]

206 [731 651,184; 1 030 008,343]

2. Vypočtete a nakreslete směrnik a délku z bodu A na bod B, jsou-li dány souřadnice:

109 [738 255,900; 1 044 879,013]

28 [738 293,670; 1 043 739,145]

3. Vypočtete a nakreslete směrnik a délku z bodu A na bod B, jsou-li dány souřadnice:

401 [748 705,978; 1 045 542,569]

402 [748 994,822; 1 046 124,485]

4. Vypočtete a nakreslete směrnik a délku z bodu A na bod B, jsou-li dány souřadnice:

15 [746 311,656; 1 046 871,872]

37 [745 767,549; 1 047 006,718]

5. Vypočtete a nakreslete směrnik a délku z bodu A na bod B, jsou-li dány souřadnice:

148 [748 508,122; 1 043 263,120]

142 [747 915,637; 1 043 404,998]

6\*. Vypočtete a nakreslete směrnik a délku z bodu A na bod B, jsou-li dány souřadnice:

5 [749 505,704; 1 041 800,064]

6 [750 159,210; 1 041 800,064]

## Souhrn



Směrnik a délka jsou nejzákladnější geodetické výpočty, které vycházejí z rovinných souřadnic bodů. U souřadnicových rozdílů dbáme na pořadí bodů z důvodu správného určení znamének, které jsou důležité pro výpočet směrniku. První pozice v indexu je číslo stanoviska a druhá pozice je číslo cíle.



### Klíč k procvičovacím příkladům

1.  $s_{203,206} = 535,425$  m;  $\sigma_{A03,206} = 398,8498$  gon

2.  $s_{109,28} = 1140,494$  m;  $\sigma_{109,28} = 197,8913$  gon

3.  $s_{401,402} = 649,659$  m;  $\sigma_{401,402} = 29,3314$  gon

4.  $s_{15,37} = 560,567$  m;  $\sigma_{15,37} = 315,4657$  gon

5.  $s_{148,142} = 609,236$  m;  $\sigma_{148,142} = 314,9629$  gon

6\*.  $s_{5,6} = 653,506$  m;  $\sigma_{5,6} = 100,0000$  gon (když vyjde rozdíl x-ových souřadnic nula, je potřeba si uvědomit, že body leží na stejné rovnoběžce s osou Y a směrnik se určuje podle rozdílu y-nových souřadnic, kdy kladný rozdíl znamená hodnotu směrniku 100,0000 gon a záporný rozdíl znamená hodnotu směrniku 300,0000 gon; pomocí může být nakreslení dané situace)

## 4.4 Rajón – polární metoda

### Studijní cíle



Po prostudování této kapitoly budete schopni:

- určit souřadnice nového bodu z měřených hodnot – vodorovný směr a vodorovná délka

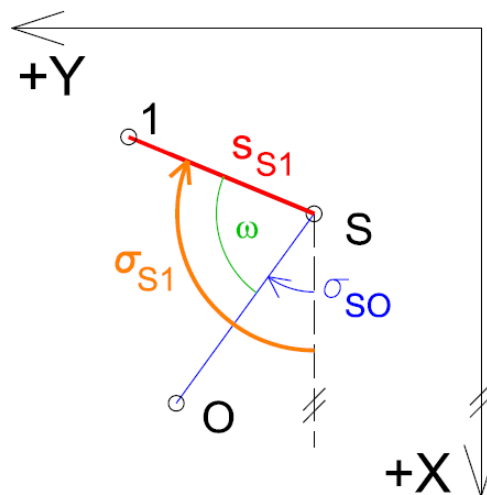
### Požadované vstupní znalosti

Pro prostudování následující kapitoly byste měli znát:

- výpočet vodorovné délky ze souřadnic
- výpočet směrníku ze souřadnic
- umět rozlišit vodorovný směr a vodorovný úhel



Metoda rajonu (polární metoda) je základní výpočetní metoda pro určení souřadnic bodu. Všechny další metody svým řešením spějí k použití rovnic polární metody. Pro určení souřadnic jednoho nového bodu je nutno znát alespoň dva výchozí body a dvě na sobě nezávislé veličiny (nejčastěji vodorovný úhel a délku nebo dvě délky nebo dva vodorovné úhly), které popisují polohu nového bodu. Souřadnice se obvykle uvádějí v metrech na 3 desetinná místa.



Obrázek 4 Určení souřadnic bodu polárním metoda

Pro výpočet souřadnic Y, X nového bodu se využívají tyto rovnice:

$$\begin{aligned} Y_1 &= Y_S + s_{S1} \cdot \sin \sigma_{S1} \\ X_1 &= X_S + s_{S1} \cdot \cos \sigma_{S1} \end{aligned}$$

$Y_S$  a  $X_S$  jsou souřadnice stanoviště, ze kterého je nový bod zaměřován

$s_{S1}$  je vodorovná délka mezi stanoviskem a určovaným bodem (měřená v terénu a opravená o matematické korekce)

$\sigma_{S1}$  je směrnik ze stanoviska na nový určovaný bod, který je nutno vypočítat

$$\sigma_{S1} = \sigma_{SO} + \omega$$

$\sigma_{SO}$  je směrnik ze stanoviska na orientaci (vypočítaný ze souřadnic)

$\omega$  je vodorovný úhel mezi orientací a určovaným bodem, který je spočítán z měřených vodorovných směrů



### Řešený příklad:

Vypočtete souřadnice bodu 1, jestliže známe souřadnice stanoviska (S) a orientace (O) a je změřen směr na orientaci, bod 1 a délka na bod 1.

Dáno: S [745 440,117; 1 042 003, 234]; O [745 191,143; 1 042 516, 781]

$\varphi_0 = 0,0020$  gon;  $\varphi_1 = 142,1264$  gon;  $s_{S1} = 55,404$  m

a) nejprve si vypočteme vodorovný úhel

$$\omega = \varphi_1 - \varphi_0 = 142,1264 - 0,0020 = \mathbf{142,1244 \text{ gon}}$$

b) dále je nutné spočítat si směrnik ze stanoviska na orientaci

$$\tan \varphi_{SO} = \frac{|\Delta y_{SO}|}{|\Delta x_{SO}|} = \frac{|-248,974|}{|-513,547|} = 0,48481249$$

$$\varphi_{SO} = \arctan 0,48481249 = 28,73854 \text{ gon}$$

$$\sigma_{SO} = 200 \text{ gon} + \varphi_{SO} = 200 + 28,73854 = \mathbf{228,7385 \text{ gon}}$$

c) spočítáme si směrnik ze stanoviska na určovaný bod

$$\sigma_{S1} = \sigma_{SO} + \omega = 228,7385 + 142,1244 = \mathbf{370,8629 \text{ gon}}$$

d) spočítáme souřadnice bodu 1

$$Y_1 = Y_S + s_{S1} \cdot \sin \sigma_{S1} = 745440,117 + 55,404 \cdot \sin 370,8629 = \mathbf{745\ 415,636 \text{ m}}$$

$$X_1 = X_S + s_{S1} \cdot \cos \sigma_{S1} = 1042003,234 + 55,404 \cdot \cos 370,8629 = \mathbf{1\ 042\ 052,936 \text{ m}}$$

$$\begin{array}{l} Y = ? \\ X = ? \end{array}$$

### Procvičovací příklady

1. Vypočtete souřadnice nového bodu 11, když máte zadány souřadnice stanoviště a orientace a měřené směry na orientaci a určovaný bod 11 a délku na tento bod.

4001 [745 846,294; 1 045 260,645] stanoviště

5001 [746 108,065; 1 045 751,218] orientace

$\varphi_{5001} = 0,0193$  gon;  $\varphi_{11} = 180,9264$  gon;  $s_{4001,11} = 30,325$  m

2. Vypočtete souřadnice nového bodu 12, když máte zadány souřadnice stanoviště a orientace a měřené směry na orientaci a určovaný bod 12 a délku na tento bod.

4002 [745 062,738; 1 044 744,989] stanoviště

5002 [745 535,408; 1 045 225,072] orientace

$\varphi_{5002} = 25,4791$  gon;  $\varphi_{12} = 290,1694$  gon;  $s_{4002,12} = 277,118$  m

3. Vypočtete souřadnice nového bodu 13, když máte zadány souřadnice stanoviště a orientace a měřené směry na orientaci a určovaný bod 13 a délku na tento bod.

4003 [744 829,706; 1 043 573,882] stanoviště

5003 [745 474,183; 1 043 670,728] orientace

$\varphi_{5003} = 14,9610$  gon;  $\varphi_{13} = 393,1543$  gon;  $s_{4003,13} = 69,180$  m

4. Vypočtete souřadnice nového bodu 14, když máte zadány souřadnice stanoviště a orientace a vodorovný úhel mezi orientací a určovaným bodem 14 a délku na tento bod.

4004 [744 660,541; 1 046 143,238] stanoviště

5004 [744 037,867; 1 046 014,957] orientace

$\omega = 152,9056$  gon;  $s_{4004,14} = 87,095$  m

5. Vypočtete souřadnice nového bodu 15, když máte zadány souřadnice stanoviště a orientace a vodorovný úhel mezi orientací a určovaným bodem 15 a délku na tento bod.

4005 [749 483,114; 1 047 669,092] stanoviště

5005 [749 992,806; 1 048 103,822] orientace

$\omega = 284,0513$  gon;  $s_{4005,15} = 148,875$  m

6\*. Vypočtete souřadnice nového bodu 16, když máte zadány souřadnice stanoviště a orientace a měřené směry na orientaci a určovaný bod 16 a délku na tento bod.

4006 [745 295,121; 1 044 099,583] stanoviště

5006 [744 792,456; 1 044 344,969] orientace

$\varphi_{5006} = 339,5981$  gon;  $\varphi_{16} = 45,3268$  gon;  $s_{4006,16} = 57,088$  m



## Souhrn



Polární metoda je nejpoužívanější metodou pro výpočet rovinných souřadnic bodu. Souřadnice bodu se obvykle uvádějí na 3 desetinná místa. Pro výpočet je nutno znát souřadnice stanoviště a orientace. Dále pak dvě nezávislé měřené hodnoty, nejčastěji je to vodorovný směr a vodorovná délka (po opravě matematických korekcí).



### Klíč k procvičovacím příkladům

1.  $Y_{11} = 745\,840,559$  m;  $X_{11} = 1\,045\,230,867$  m

2.  $Y_{12} = 744\,792,480$  m;  $X_{12} = 1\,044\,806,268$  m

3.  $Y_{13} = 744\,890,691$  m;  $X_{13} = 1\,043\,606,543$  m

4.  $Y_{14} = 744\,711,702$  m;  $X_{14} = 1\,046\,213,723$  m

5.  $Y_{15} = 749\,361,438$  m;  $X_{15} = 1\,047\,754,875$  m

6\*.  $Y_{16} = 745\,324,674$  m;  $X_{16} = 1\,044\,148,426$  m (u výpočtu vodorovného úhlu dojde po vypočtení rozdílu k záporné hodnotě (-294,2713 gon), tuto hodnotu je nutno upravit přičtením 400 gon)

## 4.5 Protínání vpřed z úhlů



### Studijní cíle

Po prostudování této kapitoly budete schopni:

- určit souřadnice nového bodu pouze z úhlového měření (nepřístupný bod)

### Požadované vstupní znalosti

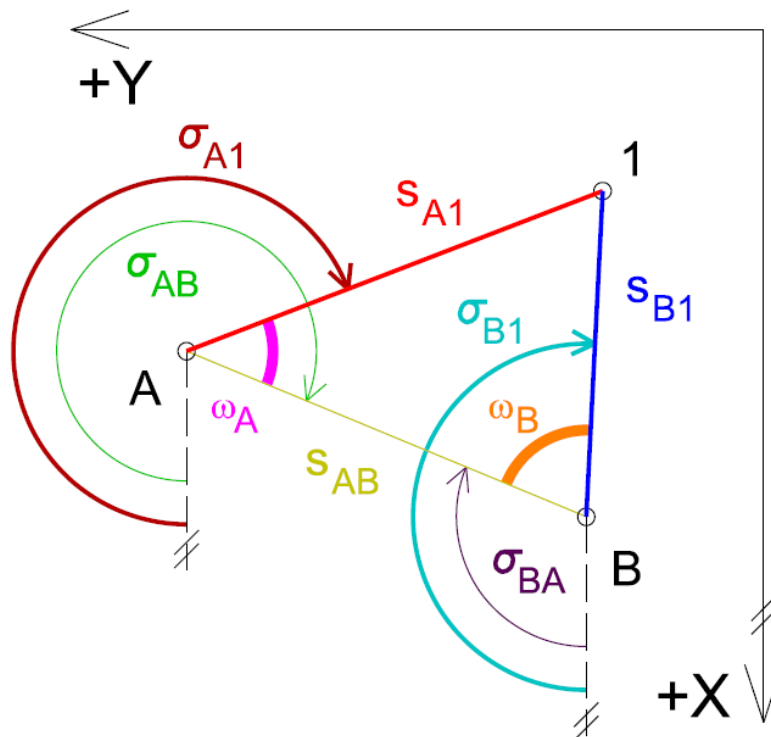
Pro prostudování následující kapitoly byste měli znát:

- výpočet vodorovné délky ze souřadnic
- výpočet směrníku ze souřadnic
- znát a umět aplikovat rovnice polární metody
- znát a umět aplikovat sinovu větu



Protínání vpřed z úhlů se využívá, jestliže zaměřovaný bod není přístupný. Bod je změřen ze dvou stanovišť A a B, kdy na každém stanovišti je změřen směr na určovaný bod a směr na druhé stanoviště. Pro výpočet je nutné znát souřadnice (Y, X) obou stanovišť. Výpočet souřadnic z druhého stanoviště je kontrolou a ověřením výpočtu souřadnic nového bodu. Pro výpočet se využívá rovnic polární metody, kdy je nutno do vzorců dopočítat vodorovnou délku mezi stanovištěm a určovaným bodem. Tuto délku dopočítáme pomocí sinovy věty. Úloha nemá řešení při velikosti

obou úhlů  $\omega_A$  a  $\omega_B$  rovno 0 gon nebo 100 gon. Pro úspěšné řešení je nutné znát rozložení bodů, zda je určovaný bod vlevo nebo vpravo od orientované spojnice AB.



Obrázek 5 Určení souřadnic bodu protínáním vpřed z úhlů

**Sinová věta** v základním tvaru:

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$$

Upravená sinová věta pro výpočet vodorovných délek:

$$s_{A1} = s_{AB} \cdot \frac{\sin \omega_B}{\sin(\omega_A + \omega_B)}$$

$$s_{B1} = s_{AB} \cdot \frac{\sin \omega_A}{\sin(\omega_A + \omega_B)}$$

Rovnice pro polární metodu:

$$Y_1 = Y_A + s_{A1} \cdot \sin \sigma_{A1}, \text{ resp. } Y_1 = Y_B + s_{B1} \cdot \sin \sigma_{B1}$$

$$X_1 = X_A + s_{A1} \cdot \cos \sigma_{A1}, \text{ resp. } X_1 = Y_B + s_{B1} \cdot \cos \sigma_{B1}$$



### Řešený příklad:

Vypočtete souřadnice bodu 1, jestliže známe souřadnice stanoviska A a stanoviska B a jsou změřeny směry z A na určovaný bod 1 a protější stanovisko B a dále jsou změřeny směry ze stanoviska B na určovaný bod 1 a na druhé stanovisko A.

Dáno: A [782 122,498; 1 036 897,115]; B [781 826,619; 1 036 604,321]

ze stanoviska A byly naměřeny tyto hodnoty:  $\varphi_{A-1} = 88,6003$  gon;  $\varphi_{A-B} = 140,7814$  gon

ze stanoviska B byly naměřeny tyto hodnoty:  $\varphi_{B-1} = 87,1670$  gon;  $\varphi_{B-A} = 35,7836$  gon

a) vypočtení směrníku a délky z bodu A na bod B

$$\tan \varphi_{AB} = \frac{|\Delta y_{AB}|}{|\Delta x_{AB}|} = \frac{|-295,879|}{|-292,794|} = 1,01053642$$

$$\varphi_{AB} = \arctan 1,01053642 = 50,33362 \text{ gon}$$

$$\sigma_{AB} = 200 \text{ gon} + \varphi_{AB} = 200 + 50,33362 = \mathbf{250,3336 \text{ gon}}$$

$$s_{AB} = \sqrt{\Delta x_{AB}^2 + \Delta y_{AB}^2} = \sqrt{(-292,794)^2 + (-295,879)^2} = \mathbf{416,260 \text{ m}}$$

b) ze směrů vypočítáme úhly  $\omega_A$  a  $\omega_B$  (pro lepší přehlednost, je vhodné nakreslit si náčrt situace)

$$\omega_A = \varphi_{A-B} - \varphi_{A-1} = 140,7814 - 88,6003 = \mathbf{52,1811 \text{ gon}}$$

$$\omega_B = \varphi_{B-1} - \varphi_{B-A} = 87,1670 - 35,7836 = \mathbf{51,3834 \text{ gon}}$$

c) následně se vypočtou délky mezi stanovisky a určovaným bodem, pomocí sinové věty

$$s_{A1} = s_{AB} \cdot \frac{\sin \omega_B}{\sin(\omega_A + \omega_B)} = 416,260 \cdot \frac{\sin 51,3834}{\sin(52,1811 + 51,3834)} = \mathbf{301,138 \text{ m}}$$

$$s_{B1} = s_{AB} \cdot \frac{\sin \omega_A}{\sin(\omega_A + \omega_B)} = 416,260 \cdot \frac{\sin 52,1811}{\sin(52,1811 + 51,3834)} = \mathbf{304,727 \text{ m}}$$

d) dále je nutné spočítat směrníky na bod 1 z obou stanovisek

$$\sigma_{A1} = \sigma_{AB} - \omega_A = 250,3336 - 52,1811 = \mathbf{198,1525 \text{ gon}}$$

$$\sigma_{B1} = \sigma_{BA} + \omega_B = 50,3336 + 51,3834 = \mathbf{101,7170 \text{ gon}}$$

e) souřadnice nového bodu 1, spočítáme pomocí rovnic polární metody z obou stanovisek

$$Y_1 = Y_A + s_{A1} \cdot \sin \sigma_{A1} = 782122,498 + 301,138 \cdot \sin 198,1525 = \mathbf{782\ 131,236 \text{ m}}$$

$$Y_1 = Y_B + s_{B1} \cdot \sin \sigma_{B1} = 781826,619 + 304,727 \cdot \sin 101,7170 = \mathbf{782\ 131,236 \text{ m}}$$

$$X_1 = X_A + s_{A1} \cdot \cos \sigma_{A1} = 1036897,115 + 301,138 \cdot \cos 198,1525 = \mathbf{1\ 036\ 596,104 \text{ m}}$$

$$X_1 = X_B + s_{B1} \cdot \cos \sigma_{B1} = 1036604,321 + 304,727 \cdot \cos 101,7170 = \mathbf{1\ 036\ 596,103 \text{ m}}$$

**Y = ?**  
**X = ?**

### Procvičovací příklady

**1.** Vypočtete souřadnice bodu 101, jestliže známe souřadnice stanoviska 4001 a stanoviska 4002 a jsou změřeny směry z 4001 na určovaný bod 101 a protější stanovisko 4002 a dále jsou změřeny směry ze stanoviska 4002 na určovaný bod 101 a na druhé stanovisko 4001.

Dáno: 4001 [782 123,795; 1 036 899,271]; 4002 [781 829,995; 1 036 609,311]

ze stanoviska **4001** byly naměřeny tyto hodnoty:  $\varphi_{4001-101} = 90,6862 \text{ gon}$ ;  $\varphi_{4001-4002} = 143,1843 \text{ gon}$

ze stanoviska **4002** byly naměřeny tyto hodnoty:  $\varphi_{4002-101} = 76,5571 \text{ gon}$ ;  $\varphi_{4002-4001} = 25,0922 \text{ gon}$

**2.** Vypočtete souřadnice bodu 102, jestliže známe souřadnice stanoviska 4021 a stanoviska 4022 a jsou změřeny směry z 4021 na určovaný bod 102 a protější stanovisko 4022 a dále jsou změřeny směry ze stanoviska 4022 na určovaný bod 102 a na druhé stanovisko 4021.

Dáno: 4021 [782 131,747; 1 036 911,783]; 4022 [781 839,732; 1 036 618,564]

ze stanoviska **4021** byly naměřeny tyto hodnoty:  $\varphi_{4021-102} = 77,9194 \text{ gon}$ ;  $\varphi_{4021-4022} = 130,2604 \text{ gon}$

ze stanoviska **4022** byly naměřeny tyto hodnoty:  $\varphi_{4022-102} = 257,9462 \text{ gon}$ ;  $\varphi_{4022-4021} = 206,5960 \text{ gon}$

**3.** Byl zaměřen bod č. 17 na fasádě domu. Vypočítejte jeho souřadnice, jestliže znáte souřadnice stanovisek 4015 a 4019. Na každém stanovisku byl změřen úhel mezi protilehlým stanoviskem a určovaným bodem. Souřadnice spočítejte i z druhého stanoviska kontrolně. Bod od spojnice 4015,4019 leží vpravo.

Dáno: 4015 [773 104,202; 1 027 180,630]; 4019 [773 404,202; 1 026 880,630]

ze stanoviska **4015** byl změřen vnitřní úhel:  $\omega_{4015} = 49,7298 \text{ gon}$

ze stanoviska **4019** byl změřen vnitřní úhel:  $\omega_{4019} = 74,1101 \text{ gon}$

4. Byl zaměřen bod č. 25 na fasádě domu. Vypočítejte jeho souřadnice, jestliže znáte souřadnice stanovisek 4006 a 4007. Na každém stanovisku byl změřen úhel mezi protilehlým stanoviskem a určeným bodem. Souřadnice spočítejte i z druhého stanoviska kontrolně. Bod od spojnice 4006,4007 leží vlevo.

Dáno: 4006 [774 198,133; 1 030 909,967]; 4007 [774 264,720; 1 030 897,555]

ze stanoviska **4006** byl změřen vnitřní úhel:  $\omega_{4006} = 30,5873$  gon

ze stanoviska **4007** byl změřen vnitřní úhel:  $\omega_{4007} = 82,1914$  gon

5. Byla zaměřena makovice kostela, která má číslo 37. Vypočítejte její souřadnice, jestliže znáte souřadnice stanovisek 4010 a 4012. Na každém stanovisku byl změřen úhel mezi protilehlým stanoviskem a určeným bodem. Souřadnice spočítejte i z druhého stanoviska kontrolně. Bod od spojnice 4010,4012 leží vlevo.

Dáno: 4010 [731 135,260; 1 043 637,542]; 4012 [731 043,022; 1 043 318,000]

ze stanoviska **4010** byl změřen vnitřní úhel:  $\omega_{4010} = 42,3119$  gon

ze stanoviska **4012** byl změřen vnitřní úhel:  $\omega_{4012} = 68,1051$  gon

6\*. Byla zaměřena makovice kostela, která má číslo 48. Vypočítejte její souřadnice, jestliže znáte souřadnice stanovisek 5001 a 5002. Na každém stanovisku byl změřen směr na makovici kostela a protilehlé stanovisku. Souřadnice spočítejte i z druhého stanoviska kontrolně.

Dáno: 5001 [733 782,540; 1 044 658,734]; 5002 [733 777,109; 1 044 666,215]

ze stanoviska **5001** byly naměřeny tyto hodnoty:  $\varphi_{5001-48} = 66,8469$  gon;  $\varphi_{5001-5002} = 115,4363$  gon

ze stanoviska **5002** byly naměřeny tyto hodnoty:  $\varphi_{5002-48} = 30,4246$  gon;  $\varphi_{5002-5001} = 379,4218$  gon

## Souhrn



Metoda protínání vpřed z úhlů se používá při určování souřadnic nepřístupných bodů (např. body na fasádě, makovice kostela apod.). Pro kontrolu souřadnic se využívá výpočtu souřadnic z druhého stanoviska. K výpočtu se využívá sinovy věty.



### Klíč k procvičovací příkladům

1.  $Y_{101} = 782\,133,543$  m;  $X_{101} = 1\,036\,600,305$  m

2.  $Y_{102} = 782\,143,364$  m;  $X_{102} = 1\,036\,612,748$  m

3.  $Y_{17} = 773\,105,979$  m;  $X_{17} = 1\,026\,761,958$  m

4.  $Y_{15} = 774\,261,674$  m;  $X_{15} = 1\,030\,959,357$  m

5.  $Y_{37} = 731\,245,920$  m;  $X_{37} = 1\,043\,363,369$  m

6\*.  $Y_{48} = 733\,776,008$  m;  $X_{48} = 1\,044\,659,920$  m (u výpočtu úhlu na stanovisku 5002 je nutné dopočítat od směru na 5001 zbytek do 400 gon a k této hodnotě přičíst směr na bod 48)

## 4.6 Protínání vpřed z délek

### Studijní cíle



Po prostudování této kapitoly budete schopni:

- určit souřadnice nového bodu pouze z délkového měření (nepřístupný bod)

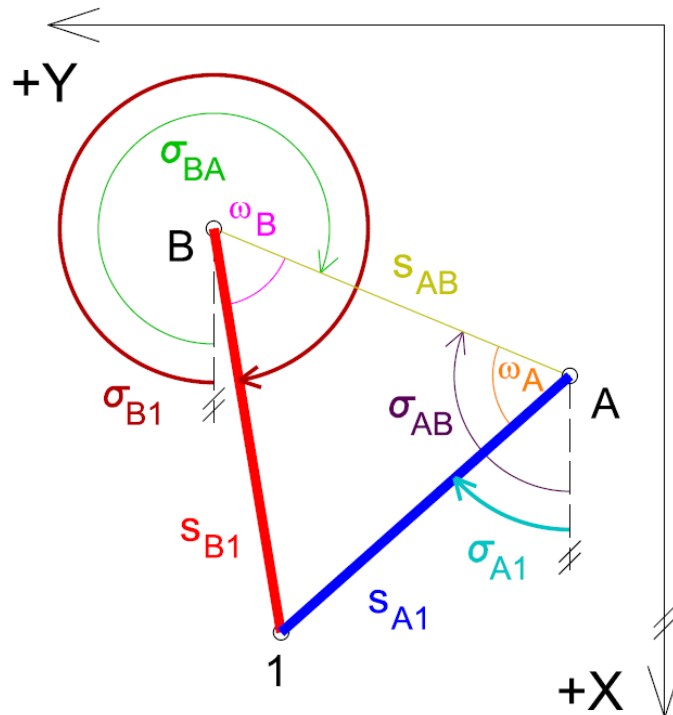
### Požadované vstupní znalosti

Pro prostudování následující kapitoly byste měli znát:

- výpočet vodorovné délky ze souřadnic
- výpočet směrníku ze souřadnic
- znát a umět aplikovat rovnice polární metody
- znát a umět aplikovat cosinovu větu



Protínání vpřed z délek se využívá v případech, kdy by úhlové měření bylo příliš komplikované a bod lze zaměřit délkově ze dvou známých bodů. Bod je změřen ze dvou stanovisek A a B, kdy na každém stanovisku je změřena délka na určovaný bod a může být změřena délka i na druhé stanovisko. Pro výpočet je nutné znát souřadnice (Y, X) obou stanovisek. Výpočet souřadnic z druhého stanoviska je kontrolou a ověřením výpočtu souřadnic nového bodu. Pro výpočet se využívá rovnic polární metody, kdy je nutno do vzorců dopočítat směrníky mezi stanoviskem a určovaným bodem. Směrník získáme pomocí směrníku na protilehlé stanovisko a vnitřního úhlu. Jeden vnitřní úhel získáme pomocí cosinovy věty. Ostatní vnitřní úhly můžeme dopočítat pomocí sinovy věty. Úloha nemá řešení při velikosti obou úhlů  $\omega_A$  a  $\omega_B$  rovno 0 gon nebo 100 gon. Pro úspěšné řešení je nutné znát rozložení bodů, zda je určovaný bod vlevo nebo vpravo od orientované spojnice AB.



Obrázek 6 Určení souřadnic bodu protínáním z délek

**Cosinová věta** v základním tvaru:

$$\begin{aligned}
 a^2 &= b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos \alpha \\
 b^2 &= c^2 + a^2 - 2ca \cdot \cos \beta \\
 c^2 &= a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \gamma
 \end{aligned}$$

Upravená cosinová věta pro výpočet vnitřního úhlu:

$$\cos \omega_A = \frac{s_{A1}^2 + s_{AB}^2 - s_{B1}^2}{2 \cdot s_{A1} \cdot s_{AB}}$$

Rovnice pro polární metodu:

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= Y_A + s_{A1} \cdot \sin \sigma_{A1}, \quad \text{resp.} \quad Y_1 = Y_B + s_{B1} \cdot \sin \sigma_{B1} \\
 X_1 &= X_A + s_{A1} \cdot \cos \sigma_{A1}, \quad \text{resp.} \quad X_1 = Y_B + s_{B1} \cdot \cos \sigma_{B1}
 \end{aligned}$$



### Řešený příklad:

Vypočtete souřadnice bodu 1, jestliže známe souřadnice stanoviště A a stanoviště B a je změřena vodorovná délka z A na určovaný bod 1 a dále je změřena vodorovná délka ze stanoviště B na určovaný bod 1.

Dáno: A [833 703,800; 1 044 008,640]; B [833 333,430; 1 043 895,170]

ze stanoviště **A** byly naměřeny tyto hodnoty:  $s_{A-1} = 422,037$  m

ze stanoviště **B** byly naměřeny tyto hodnoty:  $s_{B-1} = 490,573$  m

a) vypočtení směrníku a délky z bodu A na bod B

$$\tan \varphi_{AB} = \frac{|\Delta y_{AB}|}{|\Delta x_{AB}|} = \frac{|-370,370|}{|-113,470|} = 3,2640345$$

$$\varphi_{AB} = \arctan 3,2640345 = 81,07394 \text{ gon}$$

$$\sigma_{AB} = 200 \text{ gon} + \varphi_{AB} = 200 + 81,07394 = \mathbf{281,07394 \text{ gon}}$$

$$s_{AB} = \sqrt{\Delta x_{AB}^2 + \Delta y_{AB}^2} = \sqrt{(-370,370)^2 + (-113,470)^2} = \mathbf{387,362 \text{ m}}$$

b) pomocí cosinovy věty spočítáme vnitřní úhly  $\omega_A$  a  $\omega_B$

$$\cos \omega_A = \frac{s_{A1}^2 + s_{AB}^2 - s_{B1}^2}{2 \cdot s_{A1} \cdot s_{AB}} = \frac{422,037^2 + 387,362^2 - 490,573^2}{2 \cdot 422,037 \cdot 387,362} = 0,26762324$$

$$\omega_1 = \text{accos } 0,26762324 = \mathbf{82,75235 \text{ gon}}$$

$$\cos \omega_B = \frac{s_{B1}^2 + s_{AB}^2 - s_{A1}^2}{2 \cdot s_{B1} \cdot s_{AB}} = \frac{490,573^2 + 387,362^2 - 422,037^2}{2 \cdot 490,573 \cdot 387,362} = 0,55937667$$

$$\omega_2 = \text{accos } 0,55937667 = \mathbf{62,20811 \text{ gon}}$$

c) dopočítáme směrníky z obou stanovišť na určovaný bod

$$\sigma_{A1} = \sigma_{AB} - \omega_A = 281,07394 - 82,75235 = \mathbf{198,3216 \text{ gon}}$$

$$\sigma_{B1} = \sigma_{BA} + \omega_B = 81,07394 + 62,20811 = \mathbf{143,2820 \text{ gon}}$$

d) souřadnice nového bodu 1, spočítáme pomocí rovnic polární metody z obou stanovišť

$$Y_1 = Y_A + s_{A1} \cdot \sin \sigma_{A1} = 833703,800 + 422,037 \cdot \sin 198,3216 = \mathbf{833\ 714,925 \text{ m}}$$

$$Y_1 = Y_B + s_{B1} \cdot \sin \sigma_{B1} = 833333,430 + 490,573 \cdot \sin 143,2820 = \mathbf{833\ 714,925 \text{ m}}$$

$$X_1 = X_A + s_{A1} \cdot \cos \sigma_{A1} = 1044008,640 + 422,037 \cdot \cos 198,3216 = \mathbf{1\ 043\ 586,750 \text{ m}}$$

$$X_1 = X_B + s_{B1} \cdot \cos \sigma_{B1} = 1043895,170 + 490,573 \cdot \cos 143,2820 = \mathbf{1\ 043\ 586,750 \text{ m}}$$



$$Y = ?$$
$$X = ?$$

### Procvičovací příklady

1. Vypočtete souřadnice bodu 10, jestliže známe souřadnice stanoviště 5011 a stanoviště 5012 a je změřena vodorovná délka z 5011 na určovaný bod 10 a dále je také změřena vodorovná délka ze stanoviště 5012 na určovaný bod 10. Bod od spojnice 5011,5012 leží vpravo.

Dáno: 5011 [824 211,044; 1 072 053,308]; 5012 [824 307,047; 1 072 085,839]

ze stanoviště **5011** byly naměřeny tyto hodnoty:  $S_{5011 - 10} = 149,099$  m

ze stanoviště **5012** byly naměřeny tyto hodnoty:  $S_{5012 - 10} = 145,310$  m

2. Vypočtete souřadnice bodu 20, jestliže známe souřadnice stanoviště 5013 a stanoviště 5014 a je změřena vodorovná délka z 5013 na určovaný bod 20 a dále je také změřena vodorovná délka ze stanoviště 5014 na určovaný bod 20. Bod od spojnice 5013,5014 leží vlevo.

Dáno: 5013 [800 799,841; 1 063 545,181]; 5014 [801 006,639; 1 063 700,372]

ze stanoviště **5013** byly naměřeny tyto hodnoty:  $S_{5013 - 20} = 237,186$  m

ze stanoviště **5014** byly naměřeny tyto hodnoty:  $S_{5014 - 20} = 200,954$  m

3. Vypočtete souřadnice bodu 154, když známe souřadnice stanoviště 4001 a stanoviště 4002 a je změřena vodorovná délka z 4001 na určovaný bod 154 a dále je také změřena vodorovná délka ze stanoviště 4002 na určovaný bod 154. Bod od spojnice 4001,4002 leží vlevo.

Dáno: 4001 [733 556,768; 1 037 145,947]; 4002 [733 729,910; 1 037 708,930]

ze stanoviště **4001** byly naměřeny tyto hodnoty:  $S_{4001 - 154} = 519,183$  m

ze stanoviště **4002** byly naměřeny tyto hodnoty:  $S_{4002 - 154} = 524,774$  m

4. Vypočtete souřadnice bodu 243, když známe souřadnice stanoviště 4005 a stanoviště 4009 a je změřena vodorovná délka z 4005 na určovaný bod 243 a dále je také změřena vodorovná délka ze stanoviště 4009 na určovaný bod 243. Bod od spojnice 4005,4009 leží vpravo.

Dáno: 4005 [734 299,355; 1 035 770,178]; 4009 [734 216,409; 1 035 877,122]

ze stanoviště **4005** byly naměřeny tyto hodnoty:  $S_{4005 - 243} = 85,933$  m

ze stanoviště **4009** byly naměřeny tyto hodnoty:  $S_{4009 - 243} = 90,645$  m

5. Vypočtete souřadnice bodu 7, když známe souřadnice stanoviště 4010 a stanoviště 4011 a je změřena vodorovná délka z 4010 na určovaný bod 7 a dále je také změřena vodorovná délka ze stanoviště 4011 na určovaný bod 7. Bod od spojnice 4010,4011 leží vlevo.

Dáno: 4010 [722 186,485; 1 023 570,299]; 4011 [721 998,740; 1 023 569,884]

ze stanoviště **4010** byly naměřeny tyto hodnoty:  $S_{4010 - 7} = 152,115$  m

ze stanoviště **4011** byly naměřeny tyto hodnoty:  $S_{4011 - 7} = 160,803$  m

6\*. Vypočtete souřadnice bodu 100, když známe souřadnice stanoviště 4020 a stanoviště 4023 a je změřena vodorovná délka z 4020 na určovaný bod 100 a dále je také změřena vodorovná délka ze stanoviště 4023 na určovaný bod 100. Bod od spojnice 4020,4023 leží vlevo.

Dáno: 4020 [732 693,684; 1 014 688,420]; 4023 [732 495,888; 1 014 956,773]

ze stanoviště **4020** byly naměřeny tyto hodnoty:  $S_{4020-100} = 86,342$  m

ze stanoviště **4023** byly naměřeny tyto hodnoty:  $S_{4023-100} = 210,183$  m

## Souhrn



Metoda protínání vpřed z délek se používá při určování souřadnic bodů, na které je jednodušší a efektivnější měřit pouze délky. Využití této metody je také v mapování při dopočtu zakrytých rohů a nepřístupných bodů pro úhlové měření. Pro kontrolu výpočtu se využívá výpočtu souřadnic z druhého stanoviště. K výpočtu se využívá cosinovy a sinovy věty.



### Klíč k procvičovací příkladům

1.  $Y_{10} = 824\,308,580$  m;  $X_{10} = 1\,071\,940,537$  m

2.  $Y_{20} = 800\,822,685$  m;  $X_{20} = 1\,063\,781,264$  m

3.  $Y_{154} = 733\,227,743$  m;  $X_{154} = 1\,037\,556,561$  m

4.  $Y_{243} = 734\,214,984$  m;  $X_{243} = 1\,035\,786,488$  m

5.  $Y_7 = 722\,100,129$  m;  $X_7 = 1\,023\,445,073$  m

6\*. Úloha nemá řešení z důvodu špatně naměřených vodorovných délek. Součet libovolných dvou stran v trojúhelníku musí být větší než délka strany třetí.

## 5 Didaktický test – procvičovací

Datum:

Jméno a příjmení:

Dosažený počet bodů:

**Pečlivě si přečtěte zadání otázek. Test obsahuje 5 otázek. K vypracování budete potřebovat propisku, tužku, pravítko, kalkulačku. Odpovědi piště do volných částí pod otázkou nebo z druhé strany papíru.**

**1.** Nakreslete polohu dvou bodů, které jsou zadány souřadnicemi. Vyznačte v obrázku směrník z bodu 26 na bod 75. (5 minut) (1 bod)

26 [724 983,605; 1 023 889,215]

75 [724 661,324; 1 023 171,055]

**2.** Vysvětlete, podle čeho určujeme jednotlivé kvadranty při výpočtu směrníku. (5 minut) (1 body)

**3.** Vypočítejte směrník a délku z bodu 523 na bod 525. (10 minut) (2 body)

523 [733 089,047; 1 015 162,577]

525 [732 728,705; 1 015 236,222]

4. Spočítejte souřadnice Y, X bodu 5, jestliže znáte souřadnice stanoviště 4001 a orientace 5001.

Dále je změřen směr na orientaci a na bod 5 a vodorovná délka na určovaný bod. (15 minut)

$\varphi_{5001} = 25,7803$  gon;  $\varphi_5 = 100,7152$  gon;  $s_{4001,5} = 50,183$  m

(3 body)

4001 [750 060,054; 1 050 321,010]

5001 [750 153,976; 1 050 355,204]

5. Byla měřena délka z bodu 582 na bod 3 a dále byla měřena délka z bodu 504 na bod 3. Bod 3 leží nalevo od spojnice 504,582. Nakreslete obecnou situaci a v bodech uveďte postup řešení pro určení souřadnic bodu 3. Bod 504 má souřadnici X a Y větší než bod 582. (10 minut) (2 body)

## 6 Dodatek k učebnímu textu

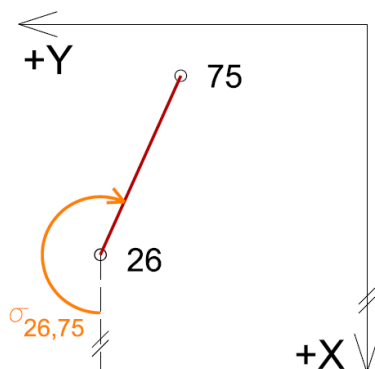
### 6.1 Pokyny k práci se sbírkou úloh

Sbírka úloh je tvořena základními příklady k vybraným vyučovaným tématům. Pro každé téma je uveden jeden ukázkový příklad s úplným řešením a dále je uvedeno šest příkladů pro samostatnou práci, přičemž šestý příklad (označován hvězdičkou) je koncipován jako problémová úloha. Problémové úlohy vyžadují mezipředmětové propojení (matematika, geodézie).

Při řešení úloh by žáci měli vždy kreslit schématické obrázky, pomocí kterých dospějí k řešení. Příložený didaktický test je koncipován jako cvičný s ukázkovými příklady. V závorkách u zadání je uveden doporučený čas na zpracování dané otázky. Kurzívou pak počet bodů za danou otázku. Daná látka je dostatečně procvičena a zafixována, pokud student získá 5 a více bodů.

Výsledky testu:

1.

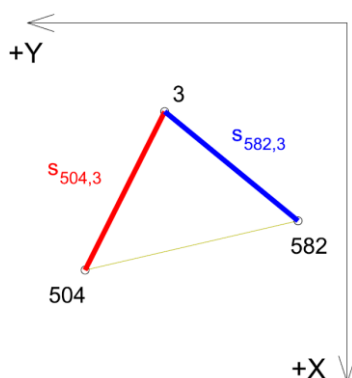


2. Záleží na znaménkách souřadnicových rozdílů. Při výpočtu souřadnicových rozdílů je nutno dodržovat pořadí bodů.

3.  $\sigma_{523,525} = 312,8342$  gon;  $s_{523,525} = 367,791$  m

4.  $Y_5 = 750,093,998$  m;  $X_5 = 1\,050\,284,049$  m

- 5.
- spočítáme si směrník a délku mezi body 504 a 582
  - pomocí cosinovy věty spočítáme úhly  $\omega_A$  a  $\omega_B$
  - dopočítáme směrníky na určovaný bod z 504 i 582
  - spočítáme pomocí rovnic polární metody souřadnice bodu 3 z obou bodů 504 i 582
  - porovnáme výsledné souřadnice mezi sebou – musí se shodovat



## 6.2 Posouzení od odborného učitele

Sbírka příkladů byla prezentována před vyučujícími základního kurzu Stavební geodézie na Katedře Speciální geodézie Fakulty stavební ČVUT v Praze. Dle vyjádření vyučujících je sbírka dobře organizována a podchycuje všechny základní geodetické výpočty. Použité rovnice a obrázky jsou správné a vhodně ilustrují předkládanou problematiku. Rozsah a složitost příkladů je odpovídající středoškolskému učivu. Prezentované problémové úlohy vhodně podchycují nejčastější problémy, které se ve výpočtech objevují. Drobné nedostatky jsou v definicích jednotlivých pojmů. Tyto nedostatky, ale pramení z toho, že je u uživatelů sbírky již předpokládána znalost základních pojmů z ostatních odborných předmětů a nebylo tedy účelné rozepisovat všechny možné definice, které by se v textu mohly objevit.

## Závěr

Cílem bakalářské práce bylo sestavit stručnou sbírku příkladů pro základní geodetické výpočty. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část je tvořena třemi kapitolami. V první kapitole je popsán středoškolský učební vzdělávací program Geodézie a katastr nemovitostí spolu s charakteristikami Rámcového vzdělávacího programu, Školního vzdělávacího programu a charakteristikou předmětu, pro který je sbírka vytvářena. Další kapitola je věnována teoretickému popisu tvorby učebního textu, kde jsou zdůrazněny zejména vlastnosti, jaké by učební text měl mít a didaktické požadavky na něj kladené. Součástí je také analýza dostupných učebnic k předmětu Geodetické výpočty. Pro tento předmět nejsou veřejně dostupné aktuální učebnice, což bylo také motivací k této práci. Třetí kapitola je zaměřena na popis didaktického testu, jeho funkce, vlastností a zásad pro jeho tvorbu.

Praktická část práce je tvořena samotnou sbírkou příkladů, ve které je navrženo nové uspořádání obsahu učiva tak, aby byly seskupeny jednotlivé případy výpočtů více k sobě a logicky na sebe navazovaly složitější příklady na jednodušší. Sbíрка má strukturovaný obsah, kde na začátku jsou uvedena pravidla pro práci se sbírkou a jednotlivé základní pojmy. Sbíрка obsahuje čtyři výpočetní témata, konkrétně výpočet směrníku a délky, polární metody v rovině, protínání vpřed z úhlů a protínání vpřed z délek. V každém výpočetním tématu je uveden schématický obrázek a rovnice výpočetního postupu, dále je představen ukázkový příklad s podrobným řešením, procvičovací příklady a problémová úloha. Ke všem příkladům jsou vždy uvedeny výsledky, aby studenty měli okamžitou zpětnou vazbu ke svým výsledkům. K problematice uvedené ve sbírce byl připraven didaktický test, který bohužel nebyl zatím realizován a ozkoušen ve výuce. Nedílnou součástí je i doplňkový text pro učitele, aby měli návod, jak se sbírkou pracovat a měli k dispozici výsledky testu.

Sbíрка příkladů vytvořená v rámci této bakalářské práce je v základní formě a do budoucna může být rozšířena o další geodetické postupy a výpočty.

# Seznam použité literatury

- [1] HÁNEK Pavel. 250 století zeměměřictví (Data z dějin oboru). První vydání. Praha: Klaudian, 2000. 72.s. ISBN 80-902524-0-0. S.5
- [2] Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání 36-46-M/01 Geodézie a katastr nemovitostí [online]. Praha: MŠMT, 2009 [cit. 2021-04-09]. Dostupné z: [http://zpd.nuov.cz/RVP\\_3\\_vlna/RVP%203646M01%20Geodezie%20a%20katastr%20nemovitosti.pdf](http://zpd.nuov.cz/RVP_3_vlna/RVP%203646M01%20Geodezie%20a%20katastr%20nemovitosti.pdf)
- [3] VANĚČEK, David. Didaktika technických odborných předmětů. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05991-3.
- [4] ŠVARCOVÁ, Iva. Základy pedagogiky. Druhé vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2008. ISBN 978-80-7080-690-6
- [5] Střední průmyslová škola zeměměřická v Praze. Učební plán pro zaměření Geodézie. [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://spszem.cz/denni-studium>
- [6] Směrnice náměstka ministra pro vzdělávání ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy k postupu a stanoveným podmínkám pro udělování a odnímání schvalovacích doložek učebnicím a učebními textům a k zařazování učebnic a učebních textů do seznamu učebnic, MSMT - 34616/2013.
- [7] SKALKOVÁ Jarmila. Obecná didaktika. Druhé vydání. Praha: Grada Publishing a.s., 2007. ISBN 978-80-274-1821-7.
- [8] PRŮCHA, Jiří, MÍKA Jiří. Jak psát učební texty pro dospělé. Praha, 2003.
- [9] SIGMUNDOVÁ, Alena. Příčiny neporozumění učebnímu textu ve vyučovacím předmětu Český jazyk. Praha, 2013. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, Vedoucí práce doc. PhDr. Martina Šmejkalová, Ph.D.
- [10] SLOŽILOVÁ Eva. Koherence a koheze v mluveném a písemném projevu. Brno: Centrum jazykového vzdělávání Masarykovy univerzity, 2013. [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/do/cjv/impact/obsah/ka4/seminare/20130215/Prezentace-15\\_2.pdf?lang=cs](https://is.muni.cz/do/cjv/impact/obsah/ka4/seminare/20130215/Prezentace-15_2.pdf?lang=cs)
- [11] HÖFLEROVÁ, Eva. Elektronický učební text. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2011. ISBN 978-80-248-2472-7.
- [12] LEPIĽ, Oldřich. Teorie a praxe tvorby výukových materiálů. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2489-7.
- [13] Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. Schvalovací doložky učebnic. [cit. 2021-04-17]. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/schvalovaci-dolozky-ucebnic?lang=1>
- [14] Zákon č. 561/2004 Sb. Zákon o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon).



- [15] CHRÁSKA Miroslav. Metody pedagogického výzkumu. Vydání první. Praha: Grada Publishing a.s., 2007. ISBN 978-80-247-1369-4.
- [16] BURŠÍK A., PROCHÁZKA F. Geodetické počtářství. Vydání druhé. Kartografie Praha, 1979.
- [17] HÁNEK Pavel, HÁNEK Pavel jr., KOZA Petr. Geodézie pro SPŠ stavební. Vydání čtvrté. Praha: Sobotáles, 2010.
- [18] MANSFELDOVÁ Jana, MLČKOVÁ Danuše. Geodetické výpočty 1. část a 2. část. Střední průmyslová škola zeměměřická v Praze, 2008. [cit. 2021-04-18] Dostupné z: <https://spszem.cz/storage/files/56/Geodetick-vpoty-1-25-6-13.pdf> a <https://spszem.cz/storage/files/2257/Geodeticke-vypocty-2-05-10-15.pdf>
- [19] CHRÁSKA, Miroslav. Didaktické testy. Brno: Paido, 1999. ISBN 80-85931-68-0.

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Vodorovné a svislé úhly .....	27
Obrázek 2 Souřadnicové rozdíly, délka a směrník .....	28
Obrázek 3 Směrníky v jednotlivých kvadrantech .....	29
Obrázek 4 Určení souřadnic bodu polárním metoda.....	32
Obrázek 5 Určení souřadnic bodu protínáním vpřed z úhlů .....	36
Obrázek 6 Určení souřadnic bodu protínáním z délek.....	41

# Seznam tabulek

Tabulka 1 Školní vzdělávací program: učební plán [5] .....	10
Tabulka 2 Školní vzdělávací program: Geodetické výpočty pro oborová zaměření Geodézie a Geografické informační systémy – Základní souřadnicové výpočty .....	23
Tabulka 3 Školní vzdělávací program: Geodetické výpočty pro oborová zaměření Geodézie a Geografické informační systémy – Polygonové pořady.....	23
Tabulka 4 Školní vzdělávací program: Geodetické výpočty pro oborová zaměření Geodézie a Geografické informační systémy – Protínání vpřed.....	24
Tabulka 5 Školní vzdělávací program: Geodetické výpočty pro oborová zaměření Geodézie a Geografické informační systémy – Protínání zpět .....	24
Tabulka 6 Školní vzdělávací program: Geodetické výpočty pro oborová zaměření Geodézie a Geografické informační systémy – Základní souřadnicové výpočty – návrh .....	25
Tabulka 7 Školní vzdělávací program: Geodetické výpočty pro oborová zaměření Geodézie a Geografické informační systémy – Metody protínání – návrh .....	25
Tabulka 8 Školní vzdělávací program: Geodetické výpočty pro oborová zaměření Geodézie a Geografické informační systémy – Polygonové pořady – návrh.....	25
Tabulka 9 Určení kvadrantu pro výpočet směrníku .....	30

# Evidence výpůjček

Prohlášení:

Dávám svolení k půjčování této bakalářské práce. Uživatel potvrzuje svým podpisem, že bude tuto práci řádně citovat v seznamu použité literatury.

Jméno a příjmení: Hana Braunová

V Praze dne: 13. 05. 2021

Podpis:

Jméno	Oddělení/ Pracoviště	Datum	Podpis