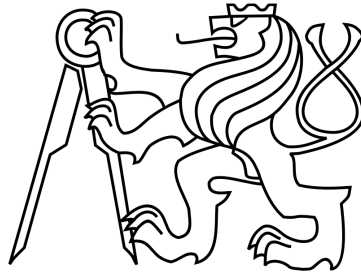


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra speciální geodézie



**GEODETICKÁ DOKUMENTACE PRAVÉHO  
PŘÍTOKU JILMOVÉHO POTOKA**

Bakalářská práce

JAROSLAV FAIFERLÍK

Studijní program: Geodézie a kartografie

Studijní obor: Geodézie, kartografie a geoinformatika

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jaroslav Braun, Ph.D.

květen 2018



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Faiferlík Jméno: Jaroslav Osobní číslo: 439265

Zadávací katedra: K154 - katedra speciální geodézie

Studijní program: Geodézie a kartografie

Studijní obor: Geodézie, kartografie a geoinformatika

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Geodetická dokumentace pravého přítoku Jilmového potoka

Název bakalářské práce anglicky: Survey Documentation of the Jilm Stream Right Inflow

Pokyny pro vypracování:

Proveďte polohopisné a výškopisné zaměření koryta pravého přítoku Jilmového potoka. Zpracujte geodetické měření a vyhotovte výkres ve vhodném měřítku. Z dat vytvořte digitální model terénu koryta potoka, podélný profil vedený korytem a příčné profily.

Seznam doporučené literatury:

[1] PACINA, J. - BREJCHA, M.: Digitální modely terénu. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně, Fakulta životního prostředí, 2014. ISBN 978-80-7414-848-4

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Jaroslav Braun, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 19.2.2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 27.5.2018

*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

19.2.2018  
Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s metodickým pokynem ČVUT 1/2009 „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

.....

.....

Místo zpracování, datum

Jaroslav Faiferlík

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval především panu Ing. Jaroslavu Braunovi, Ph.D. za odborné vedení této bakalářské práce, za jeho vstřícnost a trpělivost, kterou projevil a za jeho cenné rady a čas. Dále bych chtěl poděkovat Davidovi Juhárovi a Ondřejovi Šmolíkovi za pomocné měřičské práce.

## **Abstrakt**

Práce se zabývá vytvořením geodetické dokumentace pravého přítoku Jilmového potoka. Obsahem práce je zaměření lokality a vyhotovení situace, příčných a podélných profilů. V rámci práce je také zpracován digitální model terénu a jsou řešeny hladiny povodňových stavů.

**Klíčová slova:** výškopis, polohopis, DMT, Jilmový potok, Tachymetrie

## **Abstract**

This bachelor thesis is focused on the creation of Survey documentation of the right inflow of Jilm stream. The content of the thesis is the survey location and the elaboration of the situation, transverse and longitudinal profiles. The digital model of a terrain and model of flood levels are parts of the thesis as well.

**Keywords:** altimetry, planing, DMT, Jilm stream, tachymetry

# OBSAH

<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....</b>	<b>8</b>
<b>1. ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>2. ZÁJMOVÁ LOKALITA .....</b>	<b>10</b>
2.1 POPIS LOKALITY .....	10
2.2 DETAILNÍ POPIS LOKALITY DLE Ř. KM.....	11
<b>3. PLÁNOVANÉ STAVEBNÍ PRÁCE A JEJICH ÚČEL.....</b>	<b>13</b>
3.1 STAVEBNÍ PRÁCE .....	13
3.2 ÚČEL STAVEBNÍCH PRACÍ .....	13
<b>4. OBECNÝ POPIS MĚŘENÍ.....</b>	<b>14</b>
4.1 3D POLÁRNÍ METODA .....	14
4.2 METODA RTK .....	14
4.3 NEPOUŽITÉ ALTERNATIVNÍ METODY.....	14
<b>5. POUŽITÉ PŘÍSTROJE A JEJICH PARAMETRY .....</b>	<b>16</b>
5.1 PŘÍSTROJE.....	16
5.2 PŘÍSLUŠENSTVÍ.....	16
5.3 SOFTWARE.....	16
<b>6. ROZBOR PŘESNOSTI – ÚVAHA O PŘESNOSTI POŘÍZENÝCH DAT.....</b>	<b>18</b>
<b>7. MĚŘIČSKÉ PRÁCE .....</b>	<b>19</b>
<b>8. ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT .....</b>	<b>21</b>
8.1 METODA RTK .....	21
8.2 PROSTOROVÁ POLÁRNÍ METODA (TACHYMETRIE) .....	21
8.2.1 <i>Polygonový pořad oboustranně připojený a jednostranně orientovaný.....</i>	<i>22</i>
8.2.2 <i>Vetknutý polygonový pořad.....</i>	<i>22</i>
8.2.3 <i>Volné stanovisko .....</i>	<i>23</i>
8.2.4 <i>Rajon.....</i>	<i>23</i>
8.2.5 <i>Polární metoda dávkou .....</i>	<i>24</i>
<b>9. VÝPOČET VELKÝCH VOD .....</b>	<b>25</b>
9.1 HYDROLOGICKÉ A HYDROTECHNICKÉ PODKLADY .....	25
9.2 VÝPOČET PRŮTOKŮ $Q_{100}$ .....	25
9.3 VÝPOČET PRŮTOKŮ $Q_1, Q_2, Q_5, Q_{10}, Q_{20}$ A $Q_{50}$ .....	29
9.4 ZNÁZORNĚNÍ VELKÝCH VOD.....	29
<b>10. VÝKRESOVÁ ČÁST – ZPRACOVÁNÍ .....</b>	<b>32</b>

10.1	POLOHOPISNÉ A VÝŠKOPISNÉ ZAMĚŘENÍ .....	32
10.2	PODÉLNÝ PROFIL .....	32
10.3	PŘÍČNÉ PROFILY .....	34
10.4	ÚDOLNÍ PROFILY .....	35
10.5	DMT VIZUALIZACE VELKÉ VODY PRO PRŮTOKY $Q_5$ , $Q_{20}$ A $Q_{100}$ .....	35
<b>11.</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>36</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY .....</b>	<b>37</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>38</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>38</b>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Bpv – Balt po vyrovnání

DMR 5G – Digitální model reliéfu 5. generace

DMT – Digitální model terénu

DN 1000 – Vnitřní průměr potrubí v milimetrech

ETRS89 - European Terrestrial Reference System 1989

ETRF2000 - European Terrestrial Reference Frame 2000

GNSS - Global Navigation Satellite System

KMD - Katastrální mapa digitalizovaná

k. ú. – Katastrální území

PDOP - Position dilution of precision

Q10 – Označení průtoku v daném profilu vodního toku za jednotku času

RTK – Real Time Kinematic

ř. km – Říční kilometr

S-JTSK – Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

VFK – výměnný formát katastru nemovitostí

VRS - Virtual Reference Station

ZM10 – Základní mapa 1 : 10 000



## 1. ÚVOD

Polohopisné a výškopisné plány jsou stále nedílnou součástí oboru geodézie. Slouží především jako podklady pro studie a projekty a jejich následnou realizaci. I přes fakt, že poslední roky se silně rozmáhá metoda fotogrammetrie či laserového skenování, tak stále tyto techniky v určitých případech nedokážou plně nahradit metodu RTK či klasickou tachymetrii.

Předmětem této práce bylo vytvoření plnohodnotného podkladu pro vypracování kompletní projektové dokumentace na revitalizaci pravého přítoku Jilmového potoka s cílem opravy vodního koryta, úpravy vodního toku, výchovné probírky břehového porostu a opravy objektů na vodním toku. K těmto účelům bylo nutné vypracovat polohopisné a výškopisné zaměření podložené katastrální mapou daného území, podélný profil vodního toku, příčné a údolní profily. Součástí geodetické dokumentace bylo i vytvoření zjednodušené vizualizace velkých vod a jejich dopadu na okolí. Samotný výpočet a vizualizace byl pouze ukázkou toho, co lze z naměřených podkladů vytvořit, není to však předmětem bakalářské práce

Motivací pro výběr tohoto tématu byla především snaha o propojení geodézie a vodního hospodářství. Konkrétně snaha podílet se na obnově a revitalizaci krajiny, která se vlivem činnosti člověka v průběhu stovek let zásadně změnila. Tyto změny ovšem nebyly vždy změnou k lepšímu. Jilmový potok je ukázkovým příkladem, kde z důvodu zemědělské činnosti bylo koryto vodního toku vydlážděno a narovnáno. Tato skutečnost bohužel nejde ruku v ruce s přirozeným chováním vodního toku a zásadně zhoršuje dlouholeté dopady na okolí.

## 2. ZÁJMOVÁ LOKALITA

### 2.1 Popis lokality

Pravý přítok Jilmového potoka se nachází vzdušnou čarou zhruba 2,5 km jihovýchodně od Mariánských Lázní (viz Obr. 2.1) v katastrálním území Vlkovice u Mariánských Lázní [784117], Ovesné Kladruby [717134] a Martinov u Mariánských Lázní [784109]. Potok je součástí chráněné krajinné oblasti Slavkovský les a spadá do povodí Kosového potoka.



Obr. 2.1 Poloha pravého přítoku Jilmového potoka [1]

Vodní tok začíná pramenem nad propustkem pod silnicí č. 230 propojující Mariánské Lázně a Bečov nad Teplou a pokračuje jihovýchodním směrem pod kamenný železniční viadukt poblíž obce Vlkovice. Potok slouží jako zdroj vody pro vodní nádrž parc. č. 292/4 v k.ú. Vlkovice u Mariánských Lázní [784117]. Některé části vodního toku jižně od této nádrže jsou zatrubněné hrdlovou betonovou rourou DN 600. Po cca 2,8 km ústí vodní tok

do hlavního koryta Jilmového potoka. Území v okolí potoka je mírně svažité. Pouze v oblasti mezi železničním viaduktem a vodní nádrží parc. č. 292/4 tvoří vodní tok meandry a vlivem eroze se značně „zařezává“ do terénu. Místy jsou břehy až několik metrů nade dnem vodního toku.

Území bylo vymezeno na základě požadavků projekční kanceláře na podélný rozsah v rozmezí 0,000 až 2,950 ř. km. Příčné profily vodním tokem byly měřeny v rozmezí cca 20 – 30 m na rovných úsecích vodního toku nebo v objektech ležících na potoce. V případě meandrů a terénních nerovností byly profily měřeny hustěji v závislosti na povaze terénu. Rozsah zaměřeného území od břehů byl přibližně 10 m. V podmáčeném a zalesněném území byl rozsah rozšířen dle povahy okolního terénu.

## **2.2 Detailní popis lokality dle ř. km**

Zkratka ř. km udává vzdálenost určitého bodu na vodním toku od jeho ústí.

- ř. km 0,000 00 – Ústí do hlavního koryta Jilmového potoka (Obr. 2.2)
- ř. km 0,282 80 – 0,289 30 – Propust s betonovými čely, potrubí DN 1000 beton
- ř. km 0,585 20 – 0,591 30 – Propust s betonovými čely, potrubí DN 600 beton
- ř. km 0,752 50 – Počátek zatrubnění vodního toku, betonové čelo, potrubí DN 600 beton
- ř. km 0,839 20 – Konec zatrubnění vodního toku, betonové čelo, potrubí DN 600 beton
- ř. km 0,936 90 – 0,944 00 - Propust s betonovými čely, potrubí DN 600 beton
- ř. km 1,018 0 – Počátek zatrubnění vodního toku, betonové čelo, potrubí DN 600 beton
- ř. km 1,191 0 – Konec zatrubnění vodního toku, betonové čelo, potrubí DN 600 beton
- ř. km 1,138 80 – Počátek nefunkčního zatrubnění vodního toku, betonové čelo, potrubí DN 600 beton, soutok s přirozeným korytem
- ř. km 1,180 20 – Výústní objekt, potrubí DN 300 beton (Obr. 2.3)
- ř. km 1,194 20 – Konec nefunkčního zatrubnění vodního toku, betonové čelo, potrubí DN 600 beton, rozdělení vodního toku do přirozeného koryta
- ř. km 1,272 80 – 1,279 10 - Propust s betonovými čely, potrubí DN 1000 beton (Obr. 2.4)
- ř. km 1,287 50 – Výústní objekt, potrubí DN 300 beton
- ř. km 1,299 80 – Výústní objekt vodní nádrže parc. č. 292/4, potrubí DN 400 (Obr. 2.5)
- ř. km 1,417 90 – Betonový rozdělovací objekt, potrubí DN 150 PVC
- ř. km 1,652 60 – Soutok dvou přirozených koryt potoka (Obr. 2.6)
- ř. km 1,790 40 – Brod, rozdělení vodního toku (Obr. 2.7)
- ř. km 1,825 80 – 1,834 90 – Železniční viadukt (Obr. 2.7)



ř. km 1,951 90 – 1,957 90 – Propust s betonovými čely, potrubí DN 600 beton  
ř. km 2,402 50 – 2,408 70 – Propust s betonovými čely, potrubí DN 600 beton  
ř. km 2,747 10 – 2,753 30 – Propust s betonovými čely, potrubí DN 600 beton  
ř. km 2,924 70 – 2,949 10 – Propust s betonovými čely pod silnicí č. 230, potrubí DN 1000  
beton, počátek vodního toku



*Obr. 2.2 Ústí pravého přítoku do hlavního koryta Jilmového potoka*



*Obr. 2.3 Výústní objekt, potrubí DN 300 beton*



*Obr. 2.4 Propust s betonovými čely, potrubí DN 1000 beton*



*Obr. 2.5 Vodní nádrž parc. č. 292/4*



*Obr. 2.6 Erozi poničené břehy u soutoku*



*Obr. 2.7 Brod, železniční viadukt*

### **3. PLÁNOVANÉ STAVEBNÍ PRÁCE A JEJICH ÚČEL**

#### **3.1 Stavební práce**

V rámci stavby bude provedena demolice stávajícího betonového prahu v ř. km 1,306 60, stávajícího výústního objektu ve staničení ř. km 1,180 20, částečná demolice výtokového čela zatrubnění v ř. km 1,138 80 a demolice stávajícího opevnění toku. Na cestě pod železničním viaduktem ř. km 1,825 80 – 1,834 90 bude vybudována kamenná dlažba a ve staničení 1,790 60 provedena oprava stávajícího brodu taktéž kamennou dlažbou. Na ř. km 1,300 00 bude vybudován nový betonový práh. Jeho součástí bude nové vyústění z přilehlé vodní nádrže. Výústní objekty DN 300 na ř. km 1,173 20 a ř. km 1,287 70 budou opraveny a doplněny kamennou dlažbou respektující sklon břehu. Na v současnosti nefunkčním betonovém potrubí DN 600 na ř. km 1,138 80 – 1,193 90 bude vybudované nové betonové čelo. Stávající přirozené koryto bude zavezeno kamenným záhozem. Na ř. km 0,750 82, ř. km 0,837 45, ř. km 0,998 86 a ř. km 1,118 80 se provede kontrola a případná oprava betonových konstrukcí propustků. Dále pak budou provedeny výkopové práce za účelem vybudování meandrů na vodním toku. Získaný materiál z demolice stávajícího opevnění se použije na opevnění jiných částí vodního toku. Břehy vodního toku budou stabilizovány a rovnány do určitých výškových poměrů. Dalším předmětem úprav bude podchycení nalezených vývěřů a jejich svedení do vodního toku. V závěrečné fázi se provede výchovná probírka břehového porostu, odstranění naplavenin a padlých stromů. [2]

#### **3.2 Účel stavebních prací**

Cílem veškerých úprav má být především stabilizace vodního toku. Místy jsou břehy značně poničené erozí, která stále postupuje a prohlubuje koryto vodního toku. Naopak se v dané lokalitě nacházejí místa, kde koryto není téměř znatelné. Veškeré břehové úpravy, výstavba opevnění a tvorba meandrů by měla pomoci ke stabilizaci vodního toku, zvýšení jeho průtočné kapacity a ke snížení vlivu eroze na vodní tok a jeho okolí. Součástí sanace je také oprava objektů pro jejich plnou funkčnost. Výstavba nových objektů by měla dopomoci k lepšímu přístupu k vodnímu toku a jeho okolí. Výchovná probírka břehového porostu, odstranění naplavenin a padlých stromů by měla zlepšit průtok vody korytem. [2]

## **4. OBECNÝ POPIS MĚŘENÍ**

Pro polohopisné a výškopisné zaměření pravého přítoku Jilmového potoka byla zvolena tachymetrická metoda a metoda RTK. Důvodem volby těchto metod byla především jejich jednoduchost a rychlost měření, snadné zpracování naměřených dat a dostatečná přesnost vzhledem k účelu výsledného elaborátu. Alternativou těmto metodám by byla metoda 3D laserového skenování a fotogrammetrie.

### **4.1 3D polární metoda**

Použitá prostorová polární metoda (tachymetrie) je metodou, která na základě minimálně dvou známých bodů o známých souřadnicích YXZ umožňuje naměřit a následně vypočítat prostorové souřadnice dalších bodů. Tyto body jsou měřené a počítané pomocí šikmé délky, horizontálního úhlu, vertikálního úhlu, výšky totální stanice a výšky odrazného hranolu.

Výhody této metody jsou především v její jednoduchosti při měření a následném zpracování, přesnosti v řádech cm až mm, možnosti využití úhlových a délkových odsazení u nepřístupných objektů a důležitých prvků polohopisu a výškopisu.

### **4.2 Metoda RTK**

Metoda RTK (REAL TIME KINEMATIC) byla využita pro dané měření z důvodu její rychlosti a nenáročnosti. Je to GNSS metoda umožňující určování prostorových souřadnic YXZ v reálném čase za použití dat z pozorovatelných družic systémů GNSS a zpřesňujících korekcí pomocí mobilního internetu z referenční stanice.

Pro měření dané lokality je její přesnost 3–5 cm dostačující.

### **4.3 Nepoužité alternativní metody**

Pro zaměření daného území se nabízelo více alternativních metod jako například 3D laserové skenování nebo fotogrammetrie.

#### **3D laserové skenování**

3D laserové skenování je metoda, která podobně jako prostorová polární metoda (tachymetrie) získává YXZ souřadnice bodů. Na rozdíl od prostorové polární metody je 3D laserskener schopný získat až stovky tisíc bodů za minutu.

Objem naměřených dat by za použití této metody byl obrovský. Samotné zpracování by bylo také časově náročné oproti tachymetrii. Dalším důvodem k vyřazení této metody je skutečnost, že v okolí potoka se nachází značné množství vegetace. Vegetace vytváří v mračnech bodů nechtěný šum, a ne vždy se podaří tento šum dostatečně kvalitně odfiltrovat.

Značně problémové by bylo také získání dat v korytě potoka. 3D laserskener není schopen získat data pod vodní hladinou, různé tůně a zálivy by proto musely být doměřeny jinou metodou. Další nevýhodou je omezený dosah skeneru, který je řádově 10–100 m pro kvalitní pořízení dat.

### **Fotogrammetrie**

Fotogrammetrie je metoda, která vyhodnocuje fotografické snímky na základě parametrů fotoaparátu a naměřených veličin na místě měření. Výstupem této metody je pak 3D model objektu či terénu.

Přesnost a rychlost této metody by pro zaměření zadaného vodního toku byla vyhovující. Avšak obdobně jako u 3D laserového skenování se zde objevuje problém s vegetací. V případě této metody je ale mnohem obtížnější odstranit tento vliv na měření a získat data rostlého terénu.

Z těchto důvodů byla zvolena prostorová polární metoda v kombinaci s RTK.

## 5. POUŽITÉ PŘÍSTROJE A JEJICH PARAMETRY

### 5.1 Přístroje

#### **Totální stanice SOKKIA SET 2030R3 s. č. 143169 (Obr. 5.1)**

- Přesnost měření délek 2 + 2 ppm
- Přesnost měření úhlů 2 cc

#### **GNSS SOUTH S82-T s. č. S8295C117164448GSN (Obr. 5.2)**

- Přesnost horizontální 1 mm / 0,5 mm RTK / Statické měření
- Přesnost vertikální 2 mm / 1 mm RTK / Statické měření



*Obr. 5.1 SOKKIA SET 2030R3 [3]*



*Obr. 5.2 GNSS SOUTH S82-T [4]*

### 5.2 Příslušenství

Stativ, teleskopická výtyčka 1,68–5,1 m, odrazný hranol, značkovácí barva, dřevěné kolíky, pásmo 30 m

### 5.3 Software

- GNSS SOUTH S82-T využívá měřicí program Carlson SurvCE pracujícím v systému S-JTSK se schváleným globálním transformačním klíčem,

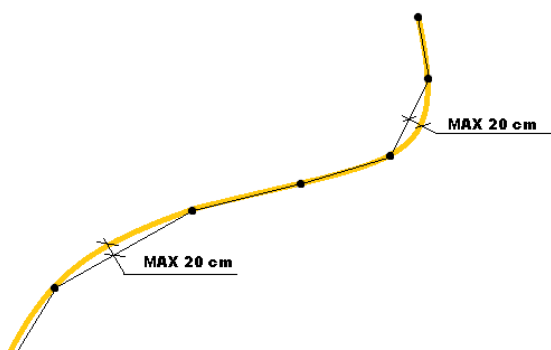


- TRANSFORM MAX verze 3 využitý pro zpracování naměřených GNSS dat globální transformací pomocí schváleného globálního klíče a vyhotovení protokolu o měření,
- GEUS 19.0 využitý pro výpočet polygonových pořadů, polární metody dávkou a vyhotovení částí výkresu polohopisného a výškopisného zaměření,
- ATLAS DMT využitý pro vytvoření digitálního modelu terénu z naměřených dat a z dat DMR - 5G, dále pro export vrstevnic polohopisného výškopisného zaměření, pro porovnání přesnosti modelů terénů a vyhotovení vizualizace zátopové oblasti,
- AutoCAD LT2010 pro dokončení polohopisného a výškopisného plánu a pro dokončení podélných a příčných řezů.

## 6. ROZBOR PŘESNOSTI – ÚVAHA O PŘESNOSTI POŘÍZENÝCH DAT

Přesnost použitých metod je obecně v řádech cm pro metodu RTK respektive tachymetrii. S ohledem na povahu zaměřovaného území se přesnost zaměření pohybuje spíše v desítkách cm. Důvodem tohoto zhoršení přesnosti je fakt, že krajina, popřípadě vodní tok se neustále mění. Tyto změny jsou způsobeny spoustou vlivů jako například eroze, činnost člověka a další. Dalším aspektem, který je poměrně zásadní při odhadování přesnosti tohoto zaměření, je zkušenost figuranta. Příkladem může být břehová linie mezi dvěma naměřenými profily. Břehová linie se různě vlní, mění svoji výšku, sklon a jiné parametry. Takové tvary nelze vystihnout několika málo body. Z tohoto důvodu, s přihlédnutím na výsledné parametry a účel díla, se musí vodní tok a jeho okolí zjednodušit. Po takovém zjednodušení vznikají místy poměrně veliké nepřesnosti. Cílem celého měření je za pomoci co nejmenšího počtu bodů vystihnout co nejlépe průběh terénu zaměřovaného území. Nepřesnosti vzniklé těmito vlivy mají povahu nahodilé chyby. Proto na případné výpočty průtoků a kubatur nemají tyto nepřesnosti zásadní vliv.

Jasně identifikovatelné body jako jsou rohy staveb a propustky byly zaměřovány s přesností cca 2 cm. Bodové objekty jako středy stromů a sloupů byly zaměřovány s přesností do 10 cm. Břehové linie byly generalizovány a byla snaha o co nejvěrnější vystižení skutečného stavu s uvažováním maximální příčné chyby cca 20 cm.



Obr. 6.1 Znárodnění maximální příčné chyby Obr. 6.2 Ukázka nejasné břehové linie

## 7. MĚŘIČSKÉ PRÁCE

Datum měření: duben 2017

Povětrnostní podmínky: jasno, polojasno, mírný vítr, 15–20°C

Souřadnicový systém použitý pro celou práci: S-JTSK, Bpv

Práce byly zahájeny rekognoskačí zájmového území, s vytipováním vhodných míst pro stanoviska, orientace a úseky, které byly následně zaměřené pomocí RTK.

První, přibližně kilometrový úsek, vodního toku vedoucí od silnice č. 230 byl zaměřen pomocí RTK. Na tomto úseku se nacházelo minimum vysoké vegetace, která by bránila připojení GNSS signálu. Číslování bodů bylo zvoleno od 1 až do 430.

V další etapě bylo započato tachymetrické měření od vodní nádrže parc. č. 292/4 v k.ú. Vlkovice u Mariánských Lázní [784117] směrem na sever [1]. Číslování podrobných bodů bylo zvoleno od 500 a číslování stanovisek a orientací od čísla 4001. Z důvodu zalesnění území v této části lokality byl veden polygonový pořad oboustranně připojený a jednostranně orientovaný. Připojení bylo provedeno na bodech 4002 a 4004 a orientace zvolena na bod 4001. Dále byl veden vetknutý polygonový pořad mezi body 4004 a 4007 s vetknutými stanovisky 4005 a 4006. Pro doměření vynechaných objektů a vzrostlých stromů na úseku měřeném pomocí metody RTK bylo zvoleno pevné stanovisko 4008 s orientací na bod 4009. Zaměření propustku pod silnicí č. 230 bylo provedeno z pevného stanoviska 4009 s orientací na bod 4008 a z volného stanoviska 4010 počítaného z orientací 4011 a 4012.

Poslední úsek vodního toku jižně od rybníka parc. č. 292/4 byl zaměřen z pevných stanovisek 4013, 4014, 4015, 4016. Z bodu 4016 byl určen rajon 4017.

Body měřičské sítě 4001, 4002, 4004, 4007, 4008, 4009, 4011, 4012, 4013, 4014, 4015 a 4016 byly měřeny metodou RTK v deseti vteřinových observacích opakovaných přibližně po jedné hodině.

Zaměřeno bylo celkem 2220 podrobných bodů. Podrobné body byly ukládány včetně kódů, které definují příslušnost bodu. Veškeré naměřené body vznikly metodou RTK nebo prostorovou polární metodou. Stromy, opěrné zídky a jiné prvky polohopisu s nepřístupnou patou byly měřeny pomocí metody úhlového odsazení. Při použití této metody byla nejprve zaměřena vzdálenost a vertikální úhel na odrazný hranol, který byl situován na patě kolmice mezi nepřístupným objektem a totální stanicí. Po zaměření těchto dvou veličin bylo přecíleno na střed (patu) objektu a byla naměřena poslední chybějící

veličina horizontálního úhlu. V případě nepřístupných objektů, které zároveň nejsou přímo viditelné od totální stanice, bylo použito délkové odsazení. Tato metoda využívá princip úhlového odsazení s rozdílem, že místo přecílení na patu nepřístupného objektu je do přístroje zadána odsazovaná vzdálenost tzn. vzdálenost mezi hranolem a patou objektu a směr k hranolu. Výhodou této metody je, že umožňuje zvolit směry dopředu a dozadu, což znamená, že hranol se může nacházet před objektem, nebo za ním.

## 8. ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT

### 8.1 Metoda RTK

Naměřená data pomocí systému GNSS byla zpracována v programu TRANSFORM MAX verze 3. GNSS aparatura pracuje se zabudovaným softwarem Carlson SurvCE, který mimo jiné automaticky generuje soubor s příponou \*.RW5. Do tohoto souboru jsou ukládány veškeré informace (souřadnice, čísla bodů, přesnosti, časy, počty satelitů atd.) nasbírané v průběhu měření. Tento soubor byl pomocí programu TRANSFORM MAX načten a byla provedena globální transformace naměřených dat do systému JTSK a Bpv. Program umožňuje data dále zpracovávat, upravovat a vytvářet protokoly pro různé obory geodézie. Pomocí již předdefinovaného formátu byl vygenerován protokol RTK měření. Část protokolu je uvedena níže pro pozdější návaznost se zpracováním tachymetrických dat. Kompletní protokol je součástí příloh.

Protokol je rozdělen na čtyři části. V první části jsou uvedeny souřadnice virtuální referenční stanice 502 VRS. Ve druhé části jsou uvedeny informace o observacích, kde se nachází čísla měřených bodů, počty odměrů (délka observace v sekundách), datum a čas. Dále je uveden počet satelitů, ze kterých byl proveden finální výpočet, přesnost PDOP a status řešení GPS při měření. Třetí část protokolu nese elipsoidické souřadnice v systému ETRF2000 a dosažené horizontální a vertikální přesnosti. V poslední části protokolu jsou uvedeny aritmetické průměry dvojích měření souřadnic stanovisek s časovým odstupem přibližně jedné hodiny. [5]

Přesnost měření v horizontálním a vertikálním směru dosahuje hodnot v řádech milimetrů. U bodu 4013 však přesnost byla nižší, horizontální přesnost dosáhla hodnoty 18 mm a vertikální přesnost 44 mm. Tato nepřesnost byla způsobena především množstvím vzrostlých stromů v blízkosti měření znemožňujících zahrnout do výpočtu další satelity a přiblížit se tak ideálnímu modelu řešení. Měření bylo do výpočtu zahrnuto po zvážení veškerých vlivů na výsledné zaměření. Vzhledem k povaze měřeného terénu tato chyba neovlivní výsledný projekt ani stavební práce. Více o přesnosti zaměření a chybách bylo sepsáno v kapitole 6. Protokol GNSS měření je součástí přílohy č. 1.

### 8.2 Prostorová polární metoda (Tachymetrie)

Zpracování tachymetrických dat bylo provedeno v programu GEUS 19.0. Měření bylo připojeno do systému S-JTSK a Bpv pomocí bodového pole určeného metodou RTK.

Vzhledem ke skutečnosti, že vodní tok je obklopen vzrostlými stromy, nemohla být tato metoda aplikována na všechny body měřičské sítě. Z tohoto důvodu byly aplikovány na některé body měřičské sítě polygonové pořady, rajon a volné stanovisko.

Vstupními daty pro níže uvedené výpočty byly souřadnice bodů měřičské sítě určené metodou RTK a surová data z totální stanice v souboru typu SDR33. Soubor typu SDR33 s příponou \*.SDR využívá totální stanice SOKKIA. SDR využívá kódy v podobě čísel a písmen na začátku každé řádky. Dle každého kódu lze rozpoznat, zda se jedná o podrobné měření, orientaci či stanovisko a jeho souřadnice. Toto kódování umožňuje výpočet polární metody dávkou s minimem zásahů do surových dat.

Veškeré chyby v níže uvedených protokolech vznikly nepřesným určením vstupních bodů měřičské sítě pomocí metody RTK, chybou v centraci a horizontaci přístroje, chybou v cílení, chybou z neurovnání latě do svislice a dalších nepříznivých vlivů vstupujících do měření. Vzhledem k povaze měřeného terénu, chyby uvedené ve výpočtech polygonových pořadů, volného stanoviska a rajonu neovlivní výsledný projekt ani stavební práce. Více o přesnosti zaměření a chybách bylo sepsáno v kapitole 6.

### **8.2.1 Polygonový pořad oboustranně připojený a jednostranně orientovaný**

Polygonový pořad oboustranně připojený a jednostranně orientovaný byl započat orientací na bod 4001 ze stanoviska 4002, pokračoval na neznámý bod 4003 a končil na známém bodě 4004. Výpočet polygonového pořadu byl proveden pomocí funkce výpočtu polygonových pořadů v programu GEUS. Pro výpočet byla zvolena metoda klasického vyrovnání. Tato metoda provádí souřadnicové vyrovnání na základě vypočtených souřadnicových odchylek  $O_y$  a  $O_x$ . Tyto odchylky byly rozděleny v závislosti na délce stran polygonového pořadu. [6]

Protokol o výpočtu oboustranně připojeného a jednostranně orientovaného polygonového pořadu včetně dosažených přesností je součástí přílohy č. 2.

### **8.2.2 Vetknutý polygonový pořad**

Vetknutý polygonový pořad byl vypočten opět v programu GEUS. Body 4004 a 4007 byly určeny metodou RTK a body 4005 a 4006 byly určeny výpočtem. Vypočteny byly nejprve souřadnice všech stanovisek polygonového pořadu v místním souřadnicovém systému. Dále byly vypočteny délky mezi počátečním a koncovým bodem ze vstupních souřadnic S-JTSK a místního souřadnicového systému. Rozdíl těchto délek je níže uveden jako rozdíl spojnic koncových bodů, který se rovná hodnotě 33 mm. Souřadnice v místním

systému byly přetransformovány lineární transformací do S-JTSK. Tato transformace počítá se změnou měřítka, úhlem stočení a posunem ve směru osy X a ve směru osy Y. [6]

Protokol o výpočtu vetknutého polygonového pořadu včetně dosažených přesností je součástí přílohy č. 2.

### **8.2.3 Volné stanoviško**

Stanoviško 4010 bylo měřeno a následně vypočteno jako volné. Orientace byly měřeny na body 4011 a 4012. Výpočet volného stanoviška o dvou orientacích je ve své podstatě stejný jako výpočet vetknutého polygonového pořadu. Nejprve byly vypočteny všechny body měřičské sítě v místním systému, který má počátek v bodě 4010. V dalším kroku byly ze souřadnic obou systémů vypočteny délky mezi orientacemi 4011 a 4012. Rozdíl ve vzdálenosti mezi body měřenými pomocí metody RTK a body získanými polární metodou činí 2 mm. Chyby ve výškách jednotlivých orientací činí  $\pm 1$  cm. Souřadnice v místním systému byly dále přetransformovány lineární transformací do systému JTSK. Tato transformace počítá se změnou měřítka, úhlem stočení a posunem ve směru osy X a ve směru osy Y. [6]

Protokol o výpočtu volného stanoviška včetně dosažených přesností je součástí přílohy č. 2.

### **8.2.4 Rajon**

Rajon je v programu GEUS počítán pomocí pevného stanoviška. Pevným stanoviškem byl bod 4016 s orientací na bod 4015. Výpočet byl proveden na základě vypočteného směrníku a měřené vzdálenosti na počítaný bod 4017. Rozdíl ve vzdálenosti a výšce mezi body 4015 a 4016 určenými metodou RTK a metodou polární je 3 mm respektive 8 mm. Vzhledem ke skutečnosti, že délka orientace je v poměru 1 : 1,16 k délce určovaného rajonu, byl zaměřen kontrolně roh betonového čela propustku s číslem 2010.

Kontrolní bod byl zaměřen z důvodu kontroly určení polohy bodu 4017. V případě, že by vznikla úhlová chyba při určování bodu 4017, nebylo by možné zjistit příčinu a správné souřadnice chybně určeného bodu. [6]

Rozdíl v souřadnicích určených ze stanoviška 4016 a 4017 dosáhl hodnot  $\Delta Y = 0,023$  m,  $\Delta X = - 0,015$  m a  $\Delta Z = 0,006$  m. Souřadnice bodu 2010 byly zprůměrovány.

Tab. 8.1 Porovnání kontrolně zaměřeného bodu 2010:

	Y [m]	X [m]	Z [m]
Z bodu 4016	863412,310	1041224,657	594,275
Z bodu 4017	863412,287	1041224,672	594,269
Průměr souřadnic	863412,299	1041224,665	594,272
Rozdíly $\Delta$	0,023	-0,015	0,006

Protokol o výpočtu rajonu včetně dosažených přesností je součástí přílohy č. 2.

### 8.2.5 Polární metoda dávkou

Souřadnice podrobných bodů měřených prostorovou polární metodou byly vypočteny v programu GEUS pomocí funkce polární metody dávkou. Program pracuje se surovými daty z totální stanice, které jsou ve formátu SDR33. Podmínkou pro výpočet je přítomnost souřadnic všech stanovisek a orientací v seznamu souřadnic. Kompletní vstupní seznam souřadnic stanovisek a orientací je uveden v Tab. 8.2. [6]

Nejprve byla provedena konverze surových dat, která kódování SDR souboru převede do čitelné podoby. Konvertovaná data byla následně zkontrolována, upravena a byla provedena oprava chyb (špatných kódů či výšek hranolu) vzniklých při měření. S takto upravenými daty byl proveden automatický výpočet.

Protokol z výpočtu polární metody dávkou je součástí přílohy č. 2.

Tab. 8.2 Přehled souřadnic stanovisek:

Číslo bodu	Y [m]	X [m]	Z [m]
4001	863896,859	1040456,346	628,437
4002	863915,561	1040392,493	633,642
4003	863956,028	1040283,021	637,341
4004	864026,884	1040182,841	642,050
4005	864035,933	1040096,982	644,828
4006	864063,337	1039985,369	649,129
4007	864095,784	1039804,164	657,590
4008	864287,071	1039436,452	673,156
4009	864407,062	1039059,977	689,870
4010	864449,593	1039033,806	692,138
4011	864448,925	1039068,907	693,278
4012	864409,502	1039025,667	695,308
4013	863801,304	1040707,177	616,923
4014	863786,844	1040926,112	610,234
4015	863620,573	1041006,694	604,425
4016	863479,373	1041126,550	600,291
4017	863317,311	1041267,188	590,047



## 9. VÝPOČET VELKÝCH VOD

Veškeré postupy a zpracování, výpočty a obrázky vycházejí ze skript [7].

### 9.1 Hydrologické a hydrotechnické podklady

Pravý přítok Jilmového potoka spadá do povodí Kosového potoka. Vzhledem k velikosti povodí Jilmového potoka, nejsou k dispozici žádná hydrologická data. Z tohoto důvodu byly jako vstupní data výpočtu použity průměry, částečné odhady a data pro Kosový potok. Pro účely technickobezpečnostního dohledu jsou vodní toky zařazeny do I. – IV. kategorie podle možných způsobených škod na území vodního toku v případě povodní. Jilmový potok spadá do IV. kategorie (třídy) technickobezpečnostního dohledu.

Velikost povodí pravého přítoku Jilmového potoka činí přibližně 3 km<sup>2</sup>. Hodnoty průměrných ročních srážek nad povodím Jilmového potoka jsou co do velikosti obdobné jako u sousedního Kosového potoka, proto byla tato data použita beze změn. Dlouhodobá průměrná roční výška srážek na povodí pravého přítoku Jilmového potoka, respektive potoka Kosového, činí 649 mm. Dlouhodobý průměrný denní průtok byl získán na základě odhadu a průměru okolních vodních toků o podobné rozloze povodí a velikosti toku. Hodnota dlouhodobého průměrného denního průtoku  $Q_a$  činí 20 l/s. Záplavové území Kosového potoka bylo v uvedeném úseku toku vyhlášeno Krajským úřadem Plzeňského kraje, odborem životního prostředí, Škroupova 18, 306 13 Plzeň.

### 9.2 Výpočet průtoků $Q_{100}$

Pro výpočet průtoků velké vody  $Q_{100}$  ( $Q_N$  znázorňuje průtok vody nejčastěji v m<sup>3</sup>, který dosahuje nebo přesahuje průtok vodního toku jednou za N-let) byl použit empirický vzorec podle Čerkašina pro povodí do 300 km<sup>2</sup>.

Výpočet byl proveden pro každý údolní profil zvlášť. Do výpočtu byly zahrnuty proměnné v podobě délky vodního toku  $L$  a plochy povodí  $F$  ke každému údolnímu profilu. Další použitou neznámou byla rychlost proudění  $v_s$  odečtena z Obr. 9.1. Výsledné proudění tedy závisí na sklonu vodního toku a ploše zalesnění. Pro celé povodí byl použit jednotný objemový součinitel odtoku povodňové vlny  $\beta$  odečtený z Obr. 9.3. Tato mapa znázorňuje linie spojující místa se stejnou hodnotou odtoku dešťových vod z daného území. Poslední ve vzorci použitá proměnná je koeficient  $\psi$ , který byl odečten z Obr. 9.2. Tento koeficient znázorňuje tvar povodí a umístění vodního toku v něm.

### Použité hodnoty a vzorce:

Vzorec podle Čerkašina:

$$Q_{100} = \frac{24.7 \times \beta \times v_s^{2/3} \times F}{\psi \times L^{2/3}} \text{ [m}^3\text{/s]}$$

kde:

L ... délka vodního toku k údolnímu profilu [km] (ze zaměření)

$v_s$  ... střední rychlost proudění vody [m/s] (Obr. 9.1)

$\psi$  ... koeficient vyjadřující tvar povodí (Obr. 9.2)

$\beta$  ... objemový součinitel odtoku,  $\beta = 0,6$  (Obr. 9.3)

F ... plocha povodí v km<sup>2</sup> (příloha č. 4)

Spád údolí toku:

$$S = \frac{Ha - Hb}{L}$$

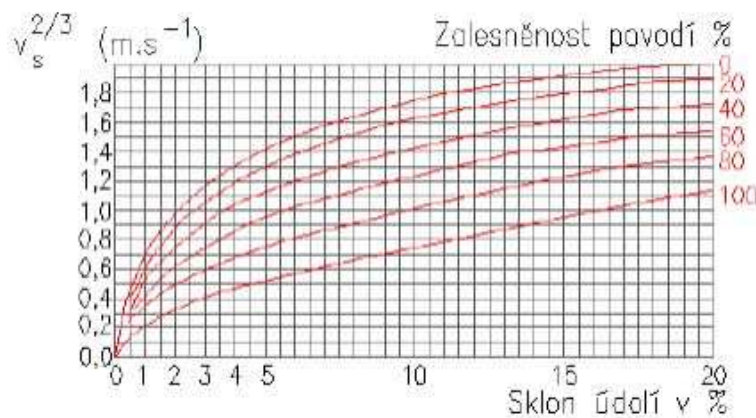
kde:

Ha ... nadmořská výška počátku vodního toku, Ha = 689 m (ze zaměření)

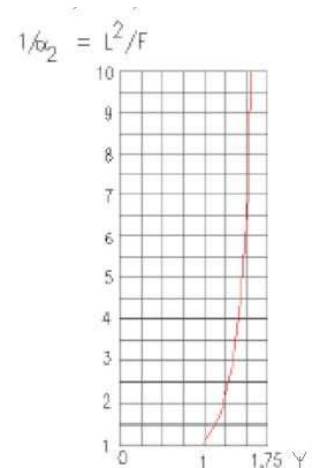
Hb ... nadmořská výška dna údolního profilu [m] (ze zaměření)

Koeficient tvaru povodí:

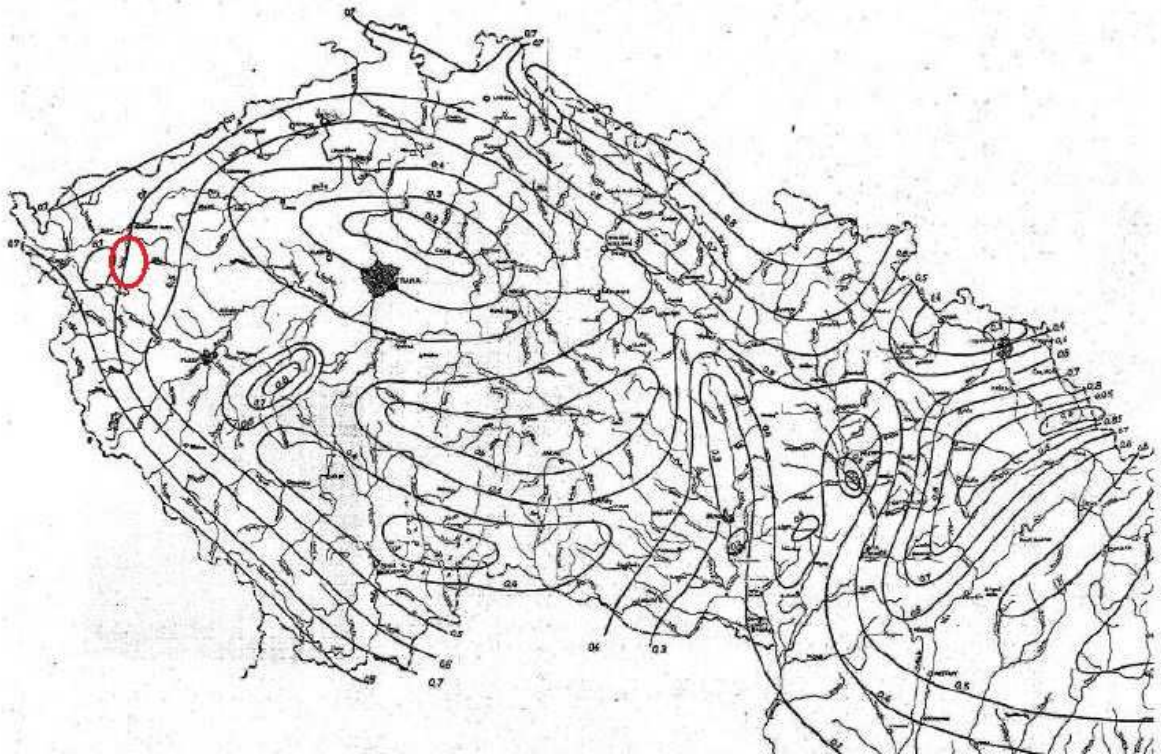
$$\psi \Rightarrow \frac{L^2}{F}$$



Obr. 9.1 Graf závislosti sklonu povodí a zalesněnosti pro určení střední rychlosti proudění vody



Obr. 9.2 Koeficient tvaru povodí  $\psi$



Obr. 9.3 Mapa izolinií objemového součinitele odtoku  $\beta$  povodňové vlny se stoletým kulminačním průtokem

V následujících tabulkách (Tab. 9.1, Tab. 9.2, Tab. 9.3, Tab. 9.4.) jsou přehledně zobrazeny výpočty pomocí předchozích vzorců a obrázků.

Tab. 9.1 Výpočet spádu údolí toku

Údolní profil	L [m]	Hb [m]	S [%]
ÚPF 01	2954	585	3,5
ÚPF 02	2554	595	3,7
ÚPF 03	2201	607	3,7
ÚPF 04	1952	617	3,7
ÚPF 05	1729	626	3,6
ÚPF 06	1464	636	3,6
ÚPF 07	999	648	4,1
ÚPF 08	654	663	4,0
ÚPF 09	254	677	4,7

Tab. 9.2 Střední rychlosti proudění vody  $v_s$

Údolní profil	S [%]	Zalesněnost povodí [%]	$v_s^{2/3}$ [m/s]
ÚPF 01	3,5	10	1,20
ÚPF 02	3,7	11	1,22
ÚPF 03	3,7	12	1,23
ÚPF 04	3,7	10	1,21
ÚPF 05	3,6	11	1,21
ÚPF 06	3,6	10	1,22
ÚPF 07	4,1	8	1,28
ÚPF 08	4,0	7	1,29
ÚPF 09	4,7	10	1,27

Tab. 9.3 Koeficienty tvaru povodí  $\psi$

Údolní profil	L [km]	F [km <sup>2</sup> ]	$L^2/F$	$\psi$
ÚPF 01	2,954	2,6	3,36	1,35
ÚPF 02	2,554	2,2	2,96	1,30
ÚPF 03	2,201	1,8	2,69	1,27
ÚPF 04	1,952	1,5	2,54	1,25
ÚPF 05	1,729	1,3	2,30	1,22
ÚPF 06	1,464	1,1	1,95	1,20
ÚPF 07	0,999	0,9	1,11	1,12
ÚPF 08	0,654	0,4	1,07	1,10
ÚPF 09	0,254	0,06	1,08	1,11

Tab. 9.4 Průtoky stoleté vody v jednotlivých údolních profilech

Údolní profil	Průtoky $Q_{100}$ [ $m^3/s$ ]
ÚPF 01	16,63
ÚPF 02	16,38
ÚPF 03	15,27
ÚPF 04	13,78
ÚPF 05	13,26
ÚPF 06	12,86
ÚPF 07	15,26
ÚPF 08	9,23
ÚPF 09	2,54

Dle normy ČSN 75 1400 o zařazení hydrologických údajů mají velké vody  $Q_1 - Q_{10}$  orientační hodnotu střední kvadratické chyby 40 % a velké vody  $Q_{20} - Q_{100}$  mají tuto hodnotu 60 %. S přihlédnutím k těmto chybám a z důvodu bezpečnosti byla jako vstupní hodnota do výpočtu velkých vod  $Q_1 - Q_{100}$  použita hodnota nejvyšší, tedy  $16,63 m^3/s$ .

### 9.3 Výpočet průtoků $Q_1, Q_2, Q_5, Q_{10}, Q_{20}$ a $Q_{50}$

Průtoky  $Q_1 - Q_{50}$  byly vypočteny přenásobením  $Q_{100}$  koeficientem  $k_N$ . Hodnoty jednotlivých průtoků jsou patrné z **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů..**

Vzorec pro výpočet výsledných průtoků velkých vod  $Q_N$ :

$$Q_N = 16,63 * k_N$$

Tab. 9.5 Výsledné průtoky pro jednotlivé vody  $Q_N$

N-letá voda $Q_N$	Koeficient $k_N$	Výsledný průtok [ $m^3/s$ ]
$Q_1$	0,10	1,66
$Q_2$	0,15	2,49
$Q_5$	0,23	3,82
$Q_{10}$	0,33	5,49
$Q_{20}$	0,47	7,82
$Q_{50}$	0,70	11,64
$Q_{100}$	1,00	16,63

### 9.4 Znázornění velkých vod

Vypočtené hodnoty v této kapitole byly zakresleny v údolních profilech pomocí kóty znázorňující maximální hladinu v daném profilu. Pro zobrazení maximální hladiny průtoků

byla vypočtena plocha  $F$ , kterou zabírá protékající voda v údolním profilu. Tato plocha byla spočtena jako podíl průtoku  $N$ -leté vody  $Q_N$  a rychlosti proudění  $v_s$ . Tato plocha byla následně promítnuta do údolního profilu nad úroveň terénu a tím byla zjištěna maximální nadmořská výška při určitém průtoku. U vodních toků s takto malým průtokem jsou v závěrečných výsledcích uváděny velké vody o průtocích  $Q_5$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{100}$ .

Vzorec pro výpočet plochy  $F$ :

$$F = \frac{Q_N}{V_S}$$

kde:

$Q_N$  ... velikost proudění  $N$ -leté vody [ $m^3/s$ ]

$V_s$  ... průměrná rychlost proudění vody [ $m/s$ ]

Rychlost proudění vody byla spočtena jako aritmetický průměr všech rychlostí proudění na vodním toku v jednotlivých údolních profilech.

$$V_S = \frac{\sqrt[3]{1,20^2} + \sqrt[3]{1,22^2} + \sqrt[3]{1,23^2} + \sqrt[3]{1,21^2} + \sqrt[3]{1,21^2} + \sqrt[3]{1,22^2} + \sqrt[3]{1,28^2} + \sqrt[3]{1,29^2} + \sqrt[3]{1,27^2}}{9}$$

$$V_s = 1,15 \text{ m/s}$$

Tab. 9.6 Výpočet plochy průtoku  $F$

N-letá voda	Průtok $Q_N$ [ $m^3/s$ ]	Plocha průtoku $F$ [ $m^2$ ]
$Q_1$	1,66	1,44
$Q_2$	2,49	2,17
$Q_5$	3,82	3,32
$Q_{10}$	5,49	4,77
$Q_{20}$	7,82	6,80
$Q_{50}$	11,64	10,12
$Q_{100}$	16,63	14,46

Tab. 9.7 Nadmořské výšky maximálních hladin při průtoku  $Q_N$

Údolní profil	Nadmořská výška [m] při průtoku $Q_5$	Nadmořská výška [m] při průtoku $Q_{20}$	Nadmořská výška [m] při průtoku $Q_{100}$
ÚPF 01	585,50	585,69	585,98
ÚPF 02	596,03	596,14	596,31
ÚPF 03	607,94	608,02	608,12
ÚPF 04	618,36	618,43	618,54
ÚPF 05	627,16	627,27	627,44
ÚPF 06	636,31	636,42	636,60
ÚPF 07	649,62	649,75	649,90
ÚPF 08	663,79	663,93	664,07
ÚPF 09	677,42	677,67	677,86

V Tab. 9.6 je ke každému z průtoků vypočtena průtočná plocha v profilu. V Tab. 9.7 je ke každému údolnímu profilu vypočtena úroveň maximální hladiny.

## 10. VÝKRESOVÁ ČÁST – ZPRACOVÁNÍ

### 10.1 Polohopisné a výškopisné zaměření

Výkresová část (příloha č. 7) polohopisného a výškopisného zaměření je rozdělena na 11 výkresů v měřítku 1 : 250. Polohopisné a výškopisné zaměření obsahuje 3 základní složky: katastrální mapu, polohopis a výškopis. Výkresová část je v maximální možné míře vyhotovena dle normy ČSN 01 3410 [8].

Katastrální mapa znázorňuje umístění parcel v nejbližším okolí vodního toku. Stavba leží v katastrálním území Vlkovice u Mariánských Lázní [784117], Ovesné Kladruby [717134 ] a Martinov u Mariánských Lázní [784109]. K. ú. Vlkovice u Mariánských Lázní [784117] je tvořeno rastrovou mapou. Části mapových listů GUST2880,Z.S.XIV-17-15, GUST2880,Z.S.XIV-17-16, GUST2880,Z.S.XIV-17-19 a GUST2880,Z.S.XIV-17-20 byly zvektorizovány v programu Geus. Jako podklad sloužily georeferencované rastrové podklady ve formátu \*.CIT. K. ú. Ovesné Kladruby [717134 ] a Martinov u Mariánských Lázní [784109] jsou tvořeny mapou KMD (katastrální mapa digitální). Tyto mapy byly vytvořeny pomocí souborů ve formátu \*.VFK (výměnný formát katastru nemovitostí), které jsou aktuální k dubnu roku 2017. [1]

Druhou složkou zaměření je polohopis. V této složce se nachází veškeré objekty, terénní šrafy a hrany, stromy, potrubí, komunikace atd.

Poslední složkou je výškopis obsahující kóty, výšky naměřených bodů a vrstevnice. Vrstevnice byly vytvořeny v programu Atlas DMT kombinací naměřených dat a dat DMR5G [9]. Normální vrstevnice mají interval 1 m a hlavní 5 m.

### 10.2 Podélný profil

V programu ATLAS DMT byl pro vyhotovení podélného profilu použit již vytvořený model terénu. Do modelu terénu byla zakreslena osa vodního toku lomenou čarou. Zakreslenou osou vodního toku byl proložen podélný profil (PPF) za pomoci nadstavbového modulu Řezy programu ATLAS DMT.

Pro vyhotovení podélného profilu bylo nutné zadat několik parametrů. Nejprve bylo zadáno měřítko. Měřítko bylo zvoleno s hodnotou 1 : 1000/500 z důvodu délky vodního toku. Dále pak byly nastaveny parametry a intervaly staničení a kót. Výškové kóty byly do podélného profilu vloženy v intervalu 20 m, v bodě umístění příčných profilů a údolních



profilů. Po vygenerování podélného profilu byl výkres upraven a doplněn v programu AUTOCAD LT 2010.

Součástí výkresu je také přehled dotčených katastrálních území a parcel včetně druhů pozemků a staničení. Přehledné shrnutí je uvedeno v Tab. 10.1 přehled dotčených parcel.

*Tab. 10.1 Přehled dotčených parcel*

Katastrální území	Parcelní číslo	Druh pozemku
Ovesné Kladruby [717134]	973/1	Ostatní plocha
	2710/1	Vodní plocha
Martinov u Mar. Lázní [784109]	509	Vodní plocha
	467/7	Vodní plocha
	451/3	Trvalý travní porost
	451/2	Vodní plocha
Vlkovice u Mar. Lázní [784117]	238/4	Vodní plocha
	238/11	Trvalý travní porost
	238/9	Trvalý travní porost
	238/1	Trvalý travní porost
	238/3	Vodní plocha
	238/1	Trvalý travní porost
	238/2	Vodní plocha
	1003/2	Ostatní plocha
	292/3	Trvalý travní porost
	292/8	Trvalý travní porost
	292/1	Ostatní plocha
	998/2	Ostatní plocha
	1019	Ostatní plocha
	1015	Ostatní plocha
	447	Ostatní plocha
	494/1	Trvalý travní porost
	990/2	Vodní plocha
	448/1	Ostatní plocha
	445/4	Vodní plocha
	1024	Ostatní plocha
445/3	Trvalý travní porost	

### 10.3 Příčné profily

Příčné profily (Tab. 10.2) byly vytvořeny v programu ATLAS DMT. Byl použit již vytvořený model terénu pro výškopisné zaměření. Celkem vyhotovených 38 profilů bylo vedeno v intervalech 100 m a ve všech objektech na vodním toku. Příčné profily byly vyhotoveny v měřítku 1 : 100/50. Délka profilů činí 20 m na každou stranu od osy vodního toku.

Příčné profily byly vyhotoveny nadstavbovým modulem řezy ATLASU DMT. K ose vodního toku byly vytvořeny kolmice znázorňující příčné profily. Dále pak byly nastaveny parametry a intervaly staničení a kót. Výškové kóty byly do podélného profilu vloženy v intervalu 5 m a v lomech terénu.

*Tab. 10.2 Přehled příčných profilů*

ř. km	Příčný profil	ř. km	Příčný profil
0.000 00	PF 01	1.400 00	PF 20
0.100 00	PF 02	1.490 00	PF 21
0.200 00	PF 03	1.575 00	PF 22
0.286 00	PF 04	1.715 00	PF 23
0.400 00	PF 05	1.830 00	PF 24
0.500 00	PF 06	1.900 00	PF 25
0.588 00	PF 07	1.955 00	PF 26
0.700 00	PF 08	2.000 00	PF 27
0.753 00	PF 09	2.100 00	PF 28
0.838 00	PF 10	2.200 00	PF 29
0.900 00	PF 11	2.300 00	PF 30
0.940 00	PF 12	2.405 00	PF 31
1.002 50	PF 13	2.500 00	PF 32
1.118 00	PF 14	2.600 00	PF 33
1.140 00	PF 15	2.700 00	PF 34
1.194 20	PF 16	2.750 00	PF 35
1.225 80	PF 17	2.800 00	PF 36
1.276 00	PF 18	2.900 00	PF 37
1.300 00	PF 19	2.938 00	PF 38

## 10.4 Údolní profily

Údolní profily (Tab. 8.2) byly vytvořené stejně jako profily příčné, viz Kap. 10.3.

V programu ATLAS DMT bylo vyhotoveno 9 údolních profilů v intervalu přibližně 400 m. Délka 50 m na každou stranu od osy vodního toku byla zvolena tak, aby bezpečně pokrývala celé záplavové území vodního toku. Interval výškových kót byl nastaven na 10 m. Dále byly vloženy výškové kóty na lomy terénu. Měřítko profilů bylo zvoleno na hodnotu 1 : 500/200.

Údolní profily byly doplněny o kóty velkých vod o průtocích  $Q_5$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{100}$ ,

Tab. 10.3 Přehled údolních profilů

ř. km	Údolní profil	ř. km	Údolní profil
0.000 00	ÚPF 01	1.490 00	ÚPF 06
0.400 00	ÚPF 02	1.955 00	ÚPF 07
0.753 00	ÚPF 03	2.300 00	ÚPF 08
1.002 50	ÚPF 04	2.700 00	ÚPF 09
1.225 80	ÚPF 05		

## 10.5 DMT vizualizace velké vody pro průtoky $Q_5$ , $Q_{20}$ a $Q_{100}$

Podkladem pro digitální model terénu vizualizace velké vody byl použit DMT vyhotovený pro vrstevnice, podélný profil a příčné profily. Na základě vypočtených průtoků  $Q_{100}$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_5$  byly vytvořeny 3 další modely terénu. [10]

Vstupem pro tvorbu těchto modelů byly souřadnice krajních bodů údolních profilů a vypočtené výšky povodňových hladin. Tyto 3 DMT byly vloženy do stávajícího modelu terénu vodního toku a pomocí funkce výpočet objemu byly získány 3 linie, ve kterých modely jednotlivých povodňových stavů protínají původní model vodního toku. Tato linie znázorňuje zatopenou plochu při povodňových stavech  $Q_{100}$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_5$ .

Pro vytvoření vizualizace bylo nutné přiřadit priority jednotlivým ploškám trojúhelníkové sítě. Na základě rozdílných priorit lze měnit parametry jednotlivých plošek např. barvu. Pro louku, zemědělskou půdu a trvalý travní porost byla zvolena světle zelená barva, pro zalesněná území tmavě zelená, pro komunikace šedá, pro železnice tmavě hnědá a pro betonové propustky tmavě modrá barva. Hladina potoka za normálního stavu byla znázorněna světle modrou barvou. Modely terénu znázorňující hladinu povodně byly na základě priorit obarveny modrou barvou se zhruba 60% průhledností a jejich překryvem bylo docíleno různých odstínů modré, která udává výslednou zatopenou oblast pro jednotlivé povodňové stavy.

## 11. ZÁVĚR

Cílem práce bylo vytvoření geodetické dokumentace zachycující současnou situaci v oblasti pravého přítoku Jilmového potoka. Vytvořená dokumentace se skládá z polohopisného a výškopisného zaměření, podélného profilu, příčných a údolních profilů, výpočtu velkých vod o průtoku  $Q_{100}$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_5$ , a digitálního modelu terénu znázorňujícího záplavová území. Dokumentace byla vytvořena v programu AutoCAD, Atlas DMT a GEUS. Celkový počet výkresů je 26. Kromě digitálních výstupů jsou vyhotoveny přehledové mapy v měřítku 1 : 2000, dále polohopisný a výškopisný plán v měřítku 1 : 250. Příčné profily jsou zobrazeny v měřítku 1 : 100/50, údolní profily v měřítku 1 : 500/200 a podélný profil v měřítku 1 : 1000/500. Dopad velkých vod byl znázorněn v DMT v měřítku 1 : 2000.

K zaměření celé práce byla použita prostorová polární metoda a metoda GNSS RTK. Použité metody byly voleny na základě povahy zaměřované lokality, jejich rychlosti a náročnosti. Celé měření proběhlo v dubnu 2017, kdy bylo využito období vegetačního klidu. Území o rozloze zhruba 8,5 ha bylo zaměřeno 2220 podrobnými body.

Polohopisné a výškopisné zaměření, podélný profil a profily příčné a údolní sloužily jako podklad pro vyhotovení projektové dokumentace na revitalizaci a úpravu vodního toku.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY

- [1] ČÚZK: Geoportál ČÚZK. Dostupné online z <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/> [cit 2018-05-23]
- [2] VODOPLAN s.r.o., PLZEŇ, 2017, 48/2017 DVT PP Jilmového potoka
- [3] Poin of beginning: Sokkia Introduced The Series 030R Reflectorless Total Station Models. Dostupné online z <https://www.pobonline.com/articles/88715-sokkia-introduced-the-series-030r-reflectorless-total-station-models> [cit 2018-05-23]
- [4] Horizon: South GNSS S82T RTK. Dostupné online z <http://www.horizonltda.com/produtos/vendas/Receptores-GPS---GNSS/South-GNSS-S82T-RTK/5> [cit 2018-05-23]
- [5] Kovář, P. : Družicová navigace – od teorie k aplikacím v softwarovém přijímači. České vysoké učení technické v Praze, 1.vyd, Praha, 2016. ISBN 978-80-01-05989-0
- [6] Ratiborský, J. : Geodézie 10. České vysoké učení technické v Praze, 2.vyd, 2005, ISBN 978-80-01-03332-6.
- [7] Kemel, M. : Klimatologie, meteorologie, hydrologie. České vysoké učení technické v Praze, 1.vyd, Praha 2000, ISBN 80-01-01456-8
- [8] ČSN 01 3410 : Mapy velkých měřítek – základní a účelové mapy. Český normalizační institut, Praha, 2014
- [9] ATLAS LTD: návody a odkazy. Dostupné online z <http://www.atlasltd.cz/navody-a-odkazy.html>
- [10] PACINA, J. - BREJCHA, M.: Digitální modely terénu. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně, Fakulta životního prostředí, 2014. ISBN 978-80-7414-848-4

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1 Poloha pravého přítoku Jilmového potoka [1].....	10
Obr. 2.2 Ústí pravého přítoku do hlavního koryta Jilmového potoka.....	12
Obr. 2.3 Výústní objekt, potrubí DN 300 beton.....	12
Obr. 2.4 Propust s betonovými čely, potrubí DN 1000 beton.....	12
Obr. 2.5 Vodní nádrž parc. č. 292/4.....	12
Obr. 2.6 Erozi poničené břehy u soutoku.....	12
Obr. 2.7 Brod, železniční viadukt.....	12
Obr. 5.1 SOKKIA SET 2030R3 [3].....	16
Obr. 5.2 GNSS SOUTH S82-T [4].....	16
Obr. 6.1 Znázornění maximální příčné chyby.....	18
Obr. 6.2 Ukázka nejasné břehové linie.....	18
Obr. 9.1 Graf závislosti sklonu povodí a zalesněnosti pro určení střední rychlosti proudění vody.....	26
Obr. 9.2 Koeficient tvaru povodí $\psi$ .....	26
Obr. 9.3 Mapa izolinií objemového součinitele odtoku $\beta$ povodňové vlny se stoletým kulminačním průtokem.....	27

## SEZNAM TABULEK

Tab. 8.1 Porovnání kontrolně zaměřeného bodu 2010:.....	24
Tab. 8.2 Přehled souřadnic stanovisek:.....	24
Tab. 9.1 Výpočet spádu údolí toku.....	27
Tab. 9.2 Střední rychlosti proudění vody $v_s$ .....	28
Tab. 9.3 Koeficienty tvaru povodí $\psi$ .....	28
Tab. 9.4 Průtoky stoleté vody v jednotlivých údolních profilech.....	29
Tab. 9.5 Výsledné průtoky pro jednotlivé vody $Q_N$ .....	29
Tab. 9.6 Výpočet plochy průtoků $F$ .....	30
Tab. 9.7 Nadmořské výšky maximálních hladin při průtoku $Q_N$ .....	31
Tab. 10.1 Přehled dotčených parcel.....	33
Tab. 10.2 Přehled příčných profilů.....	34
Tab. 10.3 Přehled údolních profilů.....	35

## SEZNAM PŘÍLOH

1. Protokol GNSS (pouze v digitální podobě)
2. Protokol polární metoda (pouze v digitální podobě)
3. Seznam souřadnic (pouze v digitální podobě)
4. Základní mapa 1 : 10 000
5. Přehled výkresů polohopisného a výškopisného zaměření
6. Měřičská síť
7. Polohopisné a výškopisné zaměření
  - 7.1 Polohopisné a výškopisné zaměření
  - 7.2 Polohopisné a výškopisné zaměření
  - 7.3 Polohopisné a výškopisné zaměření
  - 7.4 Polohopisné a výškopisné zaměření
  - 7.5 Polohopisné a výškopisné zaměření
  - 7.6 Polohopisné a výškopisné zaměření
  - 7.7 Polohopisné a výškopisné zaměření
  - 7.8 Polohopisné a výškopisné zaměření
  - 7.9 Polohopisné a výškopisné zaměření
  - 7.10 Polohopisné a výškopisné zaměření
  - 7.11 Polohopisné a výškopisné zaměření
8. Přehled profilů
9. Podélný profil
10. Příčné profily
  - 10.1 Příčný profil 01 – 08
  - 10.2 Příčný profil 09 – 14
  - 10.3 Příčný profil 15 – 20
  - 10.4 Příčný profil 26 – 33
  - 10.5 Příčný profil 34 – 38
11. Údolní profily
  - 11.1 Příčný profil 01 – 03
  - 11.2 Údolní profil 04 – 06
  - 11.3 Údolní profil 07 – 09
12. DMT dopadu velkých vod  $Q_{100}$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_5$