

Sem vložte zadání Vaší práce.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA SPECIÁLNÍ GEODÉZIE



Bakalářská práce

Zaměření kanalizace v katastrálním území Ptýrov

Kateřina Zimmerhaklová

Vedoucí práce: Ing. Lenka Línková, Ph.D.

24. května 2020

Poděkování

Děkuji Ing. Lence Línkové za odborné konzultace a vedení této práce.

Děkuji Václavu Bičíšovi za možnost provést praktickou část této práce v jeho firmě.

Děkuji Zdeňku Bičíšovi za přínosné konzultace ohledně měření.

Děkuji Ing. Janu Štainerovi za pomoc při měření.

Děkuji Ing. Pavlu Zimmerhaklovi za konečnou korekturu práce.

Děkuji Ing. Lukáši Hortovi za podnětné připomínky ke struktuře textu.

Děkuji Ing. Tomáši Zimmerhaklovi za zasvěcení do tvorby této práce v programu \LaTeX .

Děkuji Lence Zimmerhaklové za přínosné nápady v teoretické části a hlavně morální podporu.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona, ve znění pozdějších předpisů. V souladu s ust. § 46 odst. 6 tohoto zákona tímto uděluji nevýhradní oprávnění (licenci) k užití této mojí práce, a to včetně všech počítačových programů, jež jsou její součástí či přílohou a veškeré jejich dokumentace (dále souhrnně jen „Dílo“), a to všem osobám, které si přejí Dílo užít. Tyto osoby jsou oprávněny Dílo užít jakýmkoli způsobem, který nesnižuje hodnotu Díla, avšak pouze k nevýdělečným účelům. Toto oprávnění je časově, teritoriálně i množstevně neomezené.

V Praze dne 24. května 2020

.....

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

© 2020 Kateřina Zimmerhaklová. Všechna práva vyhrazena.

Tato práce vznikla jako školní dílo na Českém vysokém učení technickém v Praze, Fakultě stavební. Práce je chráněna právními předpisy a mezinárodními úmluvami o právu autorském a právech souvisejících s právem autorským. K jejímu užití, s výjimkou bezúplatných zákonných licencí, je nezbytný souhlas autora.

Odkaz na tuto práci

Zimmerhaklová, Kateřina.: *Zaměření kanalizace v katastrálním území Ptýrov*. Bakalářská práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, 2020.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá úlohou geodeta při pokládání nového kanalizačního potrubí v katastrálním území Ptýrov. Nejprve jsou popsány pomůcky použité při měření, směrnice a normy, ze kterých bylo vycházeno při měření a zpracování měření, a dále program, který byl použit pro zpracování dat. Ve druhé části je popsána lokalita, postupy při měření a následném zpracování dat. Výstupem jsou souřadnice zaměřených bodů a výkres, na kterém je vyobrazena položená a zaměřená část kanalizačního potrubí s body, u kterých je uvedena nadmořská výška.

Klíčová slova úloha geodeta, zaměření kanalizačního potrubí, katastrální území Ptýrov, výkres, nadmořská výška

Abstract

This bachelor's thesis address the role of a surveyor in laying a new sewer pipe in the cadastral area of Ptýrov. First, the tools used in the measurement are described, the guidelines and standards are mentioned which where considered for the measurement. The program used for the data processing is explained as well. The second part describes the location, procedures for measurement and subsequent data processing. The output are the coordinates of the located points and a drawing, which shows the placed and located part of the sewer pipe with points for which the altitude is indicated.

Keywords role of a surveyor, measuring of sewer pipes, the cadastral area Ptýrov, drawing, altitude

Obsah

Úvod	1
1 Teoretická část	3
1.1 Použité pomůcky	3
1.2 Směrnice - Geodetické zaměření liniových staveb	7
1.3 Gravitační kanalizace	9
1.4 Použitý software	12
2 Praktická část	13
2.1 Zadání zakázky	13
2.2 Lokalita	13
2.3 Měřické práce	14
2.4 Práce s daty v programu Kokeš	16
2.5 Úvaha o přesnosti změřených bodů	20
Závěr	23
Literatura	25
A Tištěné přílohy	27
B Elektronické přílohy	29

Seznam obrázků

1.1	Odrazný hranol [1]	3
1.2	Dřevěný stativ [2]	4
1.3	Totální stanice [3]	6
1.4	Gravitační kanalizace [4]	9
1.5	Šachta [4]	11
1.6	Přesná lokalita stavby v programu ArcGIS Pro	12
2.1	Lokalita	14
2.2	Měření potrubí na hrdle [4]	14
2.3	Měření šachty (pohled shora) [4]	15
2.4	Výpočet nadmořské výšky Z_1	17
2.5	Výpočet souřadnic Y_i, X_i	18
2.6	Program Kokeš	19

Seznam tabulek

1.1	Technické parametry - Sokkia SET4000 [5]	5
2.1	Přehled kódů	15

Úvod

V této práci se zabývám úlohou geodeta při pokládání nové kanalizace v katastrálním území Ptýrov. Cílem této práce je zaměřit souřadnice (Y, X, Z) nově položeného kanalizačního potrubí, následně z naměřených dat vytvořit výkres obsahující linii, která bude zobrazovat potrubí, šachty, křížení dalších vedení a výšky zaměřených bodů. Naměřené výšky budou dále sloužit k výpočtu sklonu potrubí, tedy ke zhodnocení, zda je dodržen maximální a minimální sklon položené kanalizace. Tyto výpočty ale již nejsou cílem ani obsahem této práce.

Zadání práce vychází ze skutečné zakázky pro firmu *První Geodetická, spol. s.r.o.*, u které od března 2019 pracuji. Proto chci v práci dodržovat pracovní postupy, upravené pro účely této práce, podle reálného zpracování od uvedené firmy. Vzhledem k tomu, že je práce součástí skutečného projektu, který by měl dle smlouvy trvat 19 měsíců a celková délka projektované kanalizace by měla být 5,2 km, je cílem této práce zpracovat data přibližně za jeden rok měření v celkové délce potrubí cca 3,3 km.

Práce je rozdělena na dvě části. První část je teoretická a zabývá se pomůckami, které jsou při měření použity. Dále pak směrnici a normami, které se musí při měření a následném zpracování dat dodržovat. A nakonec programy, které jsou použity pro výpočty a kresbu výkresů.

Druhá polovina práce je zaměřena na praktickou část, tedy na měření výšek kanalizačního potrubí a tvorbu výkresu. Je zde popsáno zadání zakázky podle reálné smlouvy. Dále je znázorněna lokalita, ve které je měřeno, popis měřických prací v terénu a zpracování veškerých dat v programu Kokeš. Nakonec je provedena úvaha o výškové a polohové přesnosti zaměřených bodů.

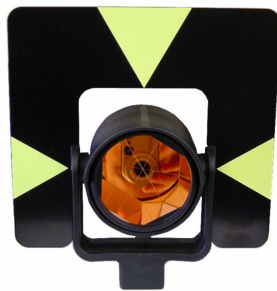
Teoretická část

1.1 Použité pomůcky

V úvodu teoretické části se zabývám pomůckami, které byly použity při měření, a jejich stručným popisem. Jedná se o totální stanici Sokkia SET4000, dřevěný stativ a odrazný hranol na výtyčce. Jsou zde uvedeny technické parametry totální stanice, obrázky s popisem a použití všech pomůcek.

1.1.1 Odrazný hranol

Odrazný hranol je koutový odražeč zasazený v ochranném pouzdře – viz obrázek 1.1. Vrací laserový paprsek zpět do dálkoměru totální stanice. Umožňuje přesné cílení pomocí vyznačených rysek. Při měření je umístěn na výtyčku, která je vybavena kruhovou libelou.



Obrázek 1.1: Odrazný hranol [1]

1.1.2 Stativ

Totální stanice se před měřením připevňuje na stativ. Stativ, který se používá k zaměřování inženýrských staveb, musí být vyroben ze dřeva - viz obrázek

1. TEORETICKÁ ČÁST

1.2. Kvůli lepší viditelnosti má stativ žlutou nebo oranžovou barvu. Skládá se ze tří noh mající na konci hroty se zarážkou, které umožňují pevné zašlápnutí do země. Přístroj se ke stativu připěvní pomocí šroubu umístěného v hlavě stativu. Díky šroubu lze před úplným dotažením provádět centraci mírným pohybem přístroje po hlavě stativu. To znamená dostat svislou osu přístroje do jedné přímky se středem stabilizační značky, která má přesné souřadnice.

K měření se užívá stativ se zasouvacími nohami. Nohy lze nastavit na potřebnou výšku od 1 do 2,3 m. Výšku stativu volíme tak, aby byl přístroj ve výšce očí. Hlava stativu by měla být vodorovná kvůli jednodušší centraci. Před jakoukoliv manipulací se stativem je třeba pevně zašlápnout nohy stativu do země. Přibližná váha skládacího stativu je 5–6 kg. [6]



Obrázek 1.2: Dřevěný stativ [2]

1.1.3 Totální stanice

Totální stanice je přístroj pro měření a vytyčování vodorovných směrů, zenitových úhlů a šikmých délek. Obsahuje displej a mikropočítač pro registraci zakázek a výpočetní úlohy. Je možné volit různé úhlové jednotky nebo sklon záměry v procentech. Automaticky zavádějí korekce úhlů ze sklonu alhidádové osy¹, z kolimační chyby² a korekce vertikálních úhlů ze sklonu indexů u vertikálního kruhu. V totální stanici jsou ukládány databáze souřadnic bodů nebo

¹vertikální osa přístroje

²nekolmost záměrné přímky dalekohledu k točné ose dalekohledu

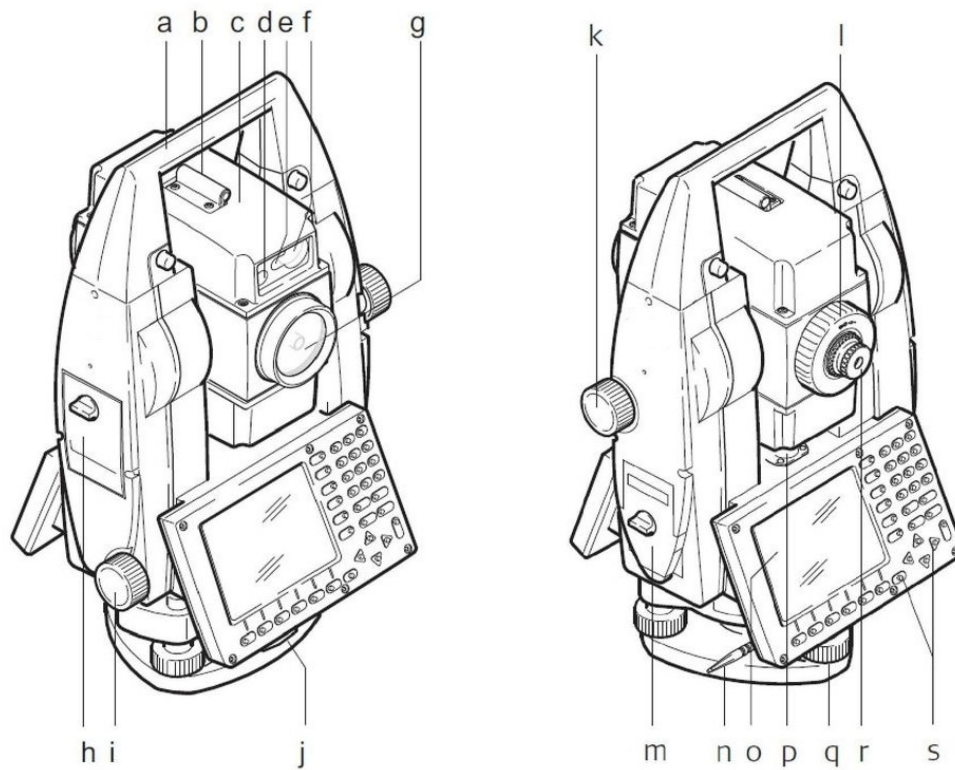
jiných údajů a různé výpočetní programy (např. k výpočtu volného stanoviska, směrniců a délek ze souřadnic bodů, souřadnic bodů protínáním vpřed a zpět, směrodatných odchylek, měřených směrů a úhlů atd.). Pomocí kódů lze k měřeným veličinám připojovat různé poznámky, např. čísla bodů, údaje o výškách přístroje a odrazných hranolů, podmínkách měření a další.

Pro tuto práci byla použita totální stanice Sokkia SET4000 (v.č. 17227). Jedná se o repasovaný přístroj. Složení přístroje je popsáno na obrázku 1.3. Technické parametry jsou uvedeny v tabulce 1.1

Tabulka 1.1: Technické parametry - Sokkia SET4000 [5]

Dalekohled	
velikost	165 × 62 × 80 mm
zvětšení	30×
zorné pole	1°30'(26 m/1000 m)
minimální vzdálenost zacílení	1 m
Úhlové měření	
jednotky	360° / 400 gon
rozlišení displeje	5"/1 mgon10"/2 mgon
přesnost	5"/1,5 mgon
čas měření	< 0,5 s
Délkové měření	
jednotky	metry/stopy
přesnost s cílením na odrazný hranol	2400 m(±2 + 2 ppm)mm
přesnost s cílením na reflexní cíl	80 m(±4 + 3 ppm)mm
teplotní rozptyl	-30° až +60°
tlakový rozptyl	500 hPa až 1400 hPa
Software a přenos dat	
vnitřní paměť	128 kB
operační systém	DR DOS
Obecné informace	
rozměry	188 × 165 × 345 mm
váha	5,6 kg
jednotky	metry/stopy

1. TEORETICKÁ ČÁST



- a) transportní držadlo
- b) kolimátor
- c) dalekohled s integrovaným dálkoměrem, ATR, EGL, PS
- d) vytyčovací světlo EGL – žluté a červené
- e) vysílač PowerSearch
- f) přijímač PowerSearch
- g) koaxiální optika pro délkové a úhlové měření (výstup laserového paprsku u TCR)
- h) držák paměťové karty CompactFlash
- i) vodorovná ustanovka
- j) zámek trojnožky
- k) svislá ustanovka
- l) zaostřovací šroub
- m) držák baterie
- n) „stylus“ pro ovládání dotykového displeje
- o) dotykový displej
- p) krabicová libela
- q) stavěcí šroub trojnožky
- r) okulár
- s) klávesnice

Obrázek 1.3: Totální stanice [3]

1.2 Směrnice - Geodetické zaměření liniových staveb

Při práci musely být dodrženy všechny požadavky na zaměření vedení a na výkres dle směrnice [7]³. V následujících podkapitolách je uveden souhrn podstatných požadavků.

1.2.1 Požadavky na zaměření vedení

- Zaměření musí proběhnout před zahrnutím zaměřovaného zařízení na základě výzvy zhotovitele stavby do 48 hodin od této výzvy. Nelze-li tuto podmínku splnit, musí být v technické zprávě a na výkresu výslovně uvedeno, že zaměření bylo provedeno po záhozu.
- Zaměření musí být provedeno digitálně s připojením do S-JTSK s výškovým systémem BALT po vyrovnání (BPV).
- Zaměření musí být provedeno ve 3D souřadnicích (X, Y, Z1, Z2).
- Vzhledem k požadavku na vysokou výškovou přesnost při zaměření podrobných bodů na podzemních objektech a podrobných bodů na vedení před záhozem (souřadnice Z1) není dovoleno používat GNSS přijímače (metoda Real Time Kinematic). Zmíněné podrobné body musí být zaměřeny tachymetrickou metodou.
- V případě pochybností o přesnosti zaměření bude zhotovitel vyzván k poskytnutí zápisníků podrobného měření a výpočetních protokolů.
- Veškerá polohopisná měření musí být vztažena pouze k ose potrubí, ke středům armatur, ke středům poklopů, k oběma koncům chrániček.
- Přímé úseky potrubí vodovodu a kanalizace musí být geodeticky zaměřeny těsně za každým hrdlem nebo svárem.
- U vodovodního a kanalizačního potrubí musí být geodeticky zaměřeny všechny výškové a směrové lomy.
- U vodovodního potrubí a u tlakového kanalizačního potrubí musí souřadnice Z1 udávat nadmořskou výšku vrchu potrubí geodeticky změřenou v terénu, tedy hodnotu přímo naměřenou.
- U gravitačního kanalizačního potrubí musí souřadnice Z1 udávat nadmořskou výšku dna potrubí v místě měření. Hodnota výšky vrchu potrubí změřená v terénu musí být tedy přepočtena podle průměru potrubí a tloušťky jeho stěny.
- Souřadnice Z2 musí udávat nadmořskou výšku povrchových znaků měřeného vedení.

³V&KMB (Vodovody a kanalizace Mladá Boleslav)

1.2.2 Požadavky na výkres

- Pokud bylo zaměření potrubí provedeno po záhozu, musí linie spojovat bloky (buňky) představující průběh vedení vyznačený v terénu dodavatelem.
- Data musí být rozčleněna do hladin (vrstev).
- Barva všech objektů ve výkresech musí být nastavena na hodnotu DLEHLAD, tj. číslo 256 (platí pro uživatele AutoCADu). Hladinám (vrstvám) jednotlivých témat musí být přiřazeny tyto barvy:
 - situace: černá (č. 7)
 - vodovod: modrá (č. 5)
 - kanalizace: hnědá (č. 32)
 - kóty: zelená (č. 3)
 - NN (nízké napětí): červená (č. 1)
- Výška textu musí být zvolena s ohledem na čitelnost textu v grafickém výstupu. Nejmenší výška vytištěného textu smí být 1,5 mm.
- Kótovací jednotkou musí být metr; přičemž přesnost musí být nastavena na dvě desetinná místa (tj. v řádu centimetrů).
- Typ čáry:
 - Pro vedení zaměřené před záhozem: plná
 - Pro vedení zaměřené po záhozu: čárkovaná
- Popiska (rozpiska) musí být nedílnou součástí výkresu. Kromě standardních údajů zde musí být výslovně uvedeno, zda sít byla zaměřena před záhozem nebo po záhozu, a zda kóta Z1 udává výšku vrchu vedení (vodovod, tlaková kanalizace, kabel) nebo výšku dna potrubí (gravitační kanalizace).
- Ve výkresu musí být okótovány:
 - **stoky** (kótují se kolmo k uliční čáře v místě hranic nemovitostí nebo stavebních objektů. Nekótuje se ke sloupům pouličního osvětlení, stromům apod.),
 - **poklopy šachet** (kótují se kolmo k uliční čáře),
 - **zaústění přípojky do stoky** (kótuje se dvěma kótami k hranicím pozemku nebo stavebního objektu napojených touto přípojkou na kanalizaci),
 - **místo vstupu přípojky na nemovitost** (kótuje se od hranice pozemku nebo líce budovy souběžně s uliční čarou nebo hranicí pozemku),
 - **poklopy uličních vpustí** (kótují se kolmo k uliční čáře).

1.3 Gravitační kanalizace

V normě ČSN 75 6101 (Stokové sítě a kanalizační přípojky) [8] jsou popsány nejdůležitější informace týkající se gravitační kanalizace, t.j. především její tvar, rozměry, materiál, vedení nebo objekty, které obsahuje.

Jedná se o tradiční typ kanalizace. Funguje na základě gravitace, kde splašky putují do obecních kanálů vlastní tíhou. Sklon potrubí závisí na použitém potrubí. Pro potrubí DN 150 (průměr 150 mm) je zapotřebí sklonu 2 %, u potrubí DN 200 s průměrem 200 mm stačí sklon 1 % . V případě pozemku na kopci je výhodnější použít tlakovou kanalizaci, protože jinak by musela být použita drahá čerpací stanice. Není proto výhodné používat gravitační kanalizaci v lokalitě s členitějším terénem a nevhodným sklonem. Kanalizační potrubí se šachtou je vyfoceno na obr. 1.4.



Obrázek 1.4: Gravitační kanalizace [4]

1.3.1 Tvary a rozměry

Pro stoky se doporučuje používat přednostně tyto tvary příčných profilů:

- kruhový
- vejčitý
- tlamový

Pro kanalizační přípojky se doporučuje užívat kruhový tvar příčného profilu. Výběr tvaru závisí na posouzení hydraulických, provozních, stavebních, ekonomických, geologických a jiných požadavků a podmínek. Kruhový tvar příčného profilu je obvykle definován jmenovitou světlostí DN nebo vnitřním průměrem D , který se zpravidla uvádí v mm. Za nejmenší průlezný průtočný průřez

stok se pokládá profil s nejmenší výškou 800 mm a s nejmenší šířkou 600 mm. Za nejmenší průchozí průtočný průřez se pokládá profil s nejmenší výškou 1500 mm a s nejmenší šířkou 600 mm.

1.3.2 Materiál

Materiál stok je potřeba volit podle účelu a životnosti stokové sítě. Musí být vodotěsný a odolný proti mechanickým, chemickým, biologickým a jiným vlivům protékajících odpadních vod. Současně má umožňovat bezpečné čištění stok. Vyhovující materiály pro trubní stoky jednotné a oddílné soustavy jsou: kamenina, čedič, šedá litina, tvárná litina, prostý beton, polymerbeton, železobeton, vláknocement, vhodné plasty, sklolaminát a kombinace uvedených materiálů. Naprosto nevyhovujícím materiálem je ocel, která se využívá především pro provizorní stoky, provizorní obtoky nebo chráničky.

1.3.3 Zakládání stok

Před návrhem stokové sítě je nutno splnit zásady navrhování podle kapitoly 8 ČSN EN 752:2008 [9] Je nutno zjistit a vyhodnotit tyto údaje:

- složení a vlastnosti odpadních vod
- zatížení stoky nadložími a nahodilým zatížením povrchu
- hydrostatický tlak protékajících odpadních vod a případný vztlak vody
- druh a vlastnosti základové vody
- složení a vlastnosti podzemní vody
- možnost nerovnoměrného sedání

Je nutné zjistit maximální polohu hladiny podzemní vody s ohledem na nebezpečí vztlaku a průsaku podzemní vody spoji trub, spárami ve stokách a objektech stokové sítě. Statický návrh stoky se provede v souladu s požadavky platné soustavy norem pro spolehlivost a dalších norem, např. ČSN EN 1295-1 [10].

1.3.4 Směrové a výškové vedení stok

Stoky se vedou mezi sousedními revizními a vstupními šachtami nebo jinými objekty na stokové síti v přímé trase, s výjimkou úseků se změnou směru u průlezných a průchodných stok.

Stoky pro veřejnou potřebu se situují do veřejných ploch a pozemních komunikací v souladu s ČSN 73 6005 [11] a příslušnými právními předpisy. Mimo veřejné plochy je možné umístit stoky po dohodě s provozovatelem nebo vlastníkem stokové sítě.

V komunikacích s velkou šířkou by se mělo posoudit vedení dvou souběžných stok v závislosti na počtu a poloze kanalizačních přípojek, ostatních

podzemních a nadzemních vedení technického vybavení. Při umístění stok v jízdnicích pruzích komunikací se doporučuje umístit kanalizační šachty tak, aby nedocházelo k soustavnému přejíždění poklopů šachet koly vozidel.

Pokud vede stoka v nezpevněných částech, je vhodné zřídit k revizním a vstupním šachtám zpevněnou přístupovou komunikaci a manipulační plochu, umožňující bezpečnou mechanizovanou obsluhu a údržbu stok. Uložení stok v korytě nebo pod koryty toků je v podélném směru nepřípustné. Stoky nemohou být jedna nad druhou.

Hloubkové uložení stok mimo zastavěné území se řeší s ohledem na nezámraznou hloubku, na hospodárnost stavby a na podmínky dané křížením ostatních podzemních vedení technického vybavení, pozemních komunikací a drah. Doporučená minimální výška krytí stoky pod silniční komunikací je 1,8 m. Doporučená maximální hloubka dna uliční stoky je 6,0 m. V chodníku a ve všech pásech přídružného prostoru pozemní komunikace doporučuje ČSN 73 6005 [11] minimální výšku krytí 1,0 m. Při křížení dráhy a pozemní komunikace doporučuje ČSN 75 6230 [12] minimální výšku krytí 1,5 m. Při souběžném vedení srážkové i splaškové stoky se hlouběji umísťuje zpravidla splašková stoka.

1.3.5 Kanalizační šachty

Revizní a vstupní šachty (obr.1.5) se navrhují všude tam, kde se mění směr nebo sklon přímých úseků stok, příčný profil nebo materiál stoky. Dále pak na horním konci každé stoky a v místě spojení dvou nebo více stok, pokud v těchto místech nejsou nahrazeny jiným objektem, který splňuje současně účel revizní nebo vstupní šachty.



Obrázek 1.5: Šachta [4]

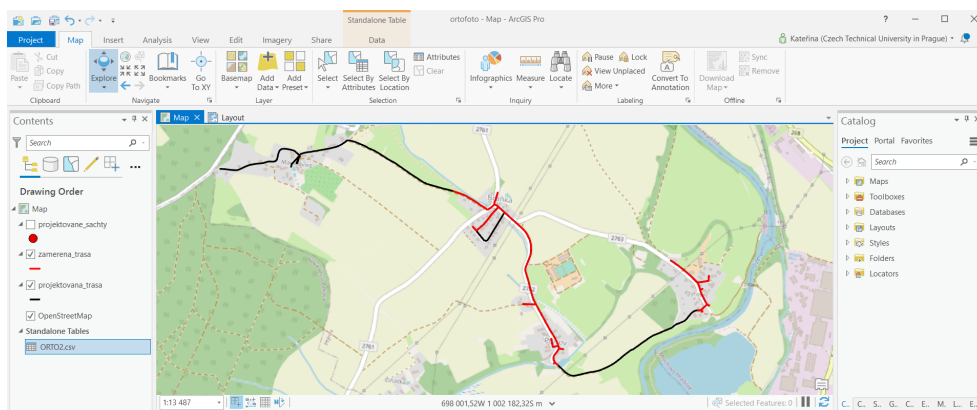
1. TEORETICKÁ ČÁST

Vstupní šachta se skládá z manipulační části a ze šachtového komínu (vstupní části). Šachtový komín může mít příčný, kruhový, eliptický, čtvercový, vyjimečně obdélníkový profil. Ukončuje se přechodovou skruží (kónusem), nebo při mělkém uložení stoky přechodovou zákrytovou deskou. Vstup se obvykle řeší stupadly, vyjimečně pevně zabudovaným žebříkem. V případě výšky nad 10 m se řeší vstup do šachty individuálně, např. točitým schodištěm nebo osazením podesty (odpočívadlo).

Vzdálenost dvou revizních a vstupních šachet v přímé trase průlezných a neprůlezných stok má být nejvýše 50 m. Betonové revizní a vstupní šachty musí odpovídat ČSN EN 1917 [13]

1.4 Použitý software

Pro tuto práci byly použity 3 programy. Jedná se o program \LaTeX [14], ve kterém byla tato práce napsána. Pro tvorbu obrázku ?? byl použit program ArcGIS Pro [15] (obr 1.6). Jako poslední byl pro výpočty souřadnic a kresbu výkresů použit program Kokeš [16].



Obrázek 1.6: Přesná lokalita stavby v programu ArcGIS Pro

1.4.1 Program pro výpočty a kreslení výkresů - Kokeš

Software Kokeš vyvinula společnost GEPRO spol. s.r.o. Jedná se o nástroj používaný pro všechny běžné geodetické práce a pro tvorbu a údržbu mapových děl. Zahrnuje výkonný editor rozsáhlých geografických dat uložených souborově ve výkresech a nejružnějších rastrových podkladech a geodetických údajů o bodech uložených v seznamech souřadnic. Lze pomocí něj zpracovávat měření z terénu, provádět geodetické a konstrukční výpočty nebo kontroly a topologické úpravy dat. Všechny operace a výpočty jsou ukládány do protokolů. [17]

Praktická část

2.1 Zadání zakázky

Data, která byla použita v této práci, byla naměřena v rámci zakázky pro firmu *První Geodetická, spol. s.r.o.*, u které pracuji.

2.1.1 Výňatek ze smlouvy

Název projektu: Ptýrov – odkanalizování obce

Předmět díla: Geodetické práce – zaměření trasy kanalizace, zaměření přípojek, vytyčení, vybudování měřické sítě (výškových fixů), vypracování a předání geometrického zaměření skutečného stavu položené kanalizace, vše dle technických podmínek společnosti Vodovody a kanalizace Mladá Boleslav, a.s.

Místo provádění díla: Obec a k.ú.⁴ Ptýrov, místní části Ptýrovec, Braňka, Maníkovice, HGR 4410 Jizerská křída pravobřežní, hydrologické povodí Jizery, č.h.p. 1-05-02-0600 a č.h.p. 1-05-02-0580

Objednatel: POHL cz, a.s., odštěpný závod Roztoky

Termín zahájení díla: 21. 2. 2019

Termín dokončení a předání díla: 30. 9. 2020

2.2 Lokalita

Na obrázku 2.1 je znázorněna lokalita měření, která se nachází v katastrálním území Ptýrov ležícím poblíž města Mnichovo Hradiště. V k.ú. Ptýrov bylo naplánováno položit kanalizaci v obcích Ptýrov, Ptýrovec, Braňka a Maníkovice, které jsou i s černě vyznačenou projektovanou trasou znázorněny na obrázku 1.6. Z důvodu velkého časového rozsahu zakázky neobsahuje práce kompletní

⁴katastrální území

2. PRAKTICKÁ ČÁST

data z měření. Byla zpracována ta měření, která proběhla do 28. 2. 2020. Za dobu jednoho roku se stihla položit a zaměřit kanalizace v obcích Ptýrov, Ptýrovec a Braňka. Ta je na obrázku 1.6 vyznačena červenou barvou. Celková délka projektované trasy činí 5226,69 m. Délka trasy již zaměřené kanalizace je 2279,52 m, z čehož je 548,88 m v obci Ptýrovec a 1730,64 m v obcích Ptýrov a Braňka. Doposud bylo změřeno 1117 bodů.



Obrázek 2.1: Lokalita

2.3 Měřické práce

V této kapitole se věnuji měření v terénu, t.j. jak často probíhalo, po jakých úsecích a jakým způsobem bylo měření prováděno.



Obrázek 2.2: Měření potrubí na hrdle [4]

Měření bylo prováděno cca 2–3x týdně. Před měřením bylo zhotoveno bodové pole se sítí stanovisek podle projektu, přibližně po 100 m tak, aby bylo co

nejlépe vidět na co největší část zaměřované trasy. V případě, že nebylo možno na některý bod zacílit, bylo na místě vytvořeno další pomocné stanovisko pomocí rajónu. Stanoviska byla v terénu zaměřena 2x pomocí technologie GNSS – jednou ráno a podruhé večer. Následně byla stanoviska výškově vyrovnána pomocí technické nivelace. Přístroj byl zhorizontován a zcentrován na nejbližším stanovisku. Teplota a tlak byly před měřením zapsány do totální stanice. Na potrubí byl odrazný hranol ustavován vždy na každém spoji dvou kusů potrubí za hrdlem, jak je vyznačeno na obrázku 2.2.

Šachty byly měřeny před a za vstupem do šachty, na středu, a stejně tak před výstupem a za výstupem ze šachty (viz obr. 2.3). Šachty byly projek-



Obrázek 2.3: Měření šachty (pohled shora) [4]

továny na lomových bodech trasy kanalizace. Délka jednoho kusu potrubí je 2,52 m. Na každém nebo každém druhém hrdle potrubí byla měřena nadmořská výška. Dále byla měřena křížení vodovodních potrubí a podzemního elektrického vedení. V průměru bylo při každém měření zaměřeno 10–30 bodů na 20 m trasy. Pro lepší přehlednost při následném zpracování byl každý bod označen určitým kódem. Přehled používaných kódů je uveden v tabulce 2.1.

Tabulka 2.1: Přehled kódů

kód	význam
1	střed šachty
2	vstup do šachty
22	vodovodní potrubí
23	podzemní elektrické vedení
100	kanalizační potrubí
106	odbočka na kanalizačním potrubí

Výšky Z2 (tzn. nadmořské výšky šachet na povrchu) nejsou obsahem této práce, protože budou měřeny až na konci projektu. To nastane až po dokončení celé projektované trasy kanalizačního potrubí v délce 5,2 km.

2.4 Práce s daty v programu Kokeš

V následujících kapitolách je vysvětlen postup při zpracování naměřených dat v SW Kokeš:

- a) výpočet souřadnic podrobných bodů a jejich výšek Z1⁵
- b) tvorba výkresu
- c) tisk výkresu

2.4.1 Princip zpracování dat a výpočtů v programu Kokeš

Veškeré zpracování naměřených dat bylo provedeno v programu Kokeš. Celkově se pracovalo se sadou 59 měření, kde v každém měření bylo cca. 10–30 měřených bodů. Nejprve byla jednotlivá měření postupně importována pomocí funkce „Zpracování měřených dat“ ve formátu (*.sdr) do programu. Poté byl zvolen výpočet dávkou a vybrán soubor se souřadnicemi stanovisek, ze kterých byly vypočteny souřadnice bodů (Y, X, Z). Tento výpočet je založen na prostorové polární metodě, viz kapitolu 2.4.2. Výpočet byl opakován se všemi 59 měřeními. Dalším úkolem s vypočtenými body bylo opravit nadmořské výšky o výšku stroje, cíle a průměr kanalizačního potrubí. Jednotlivé veličiny výpočtu jsou schématicky zakresleny na obrázku 2.4.

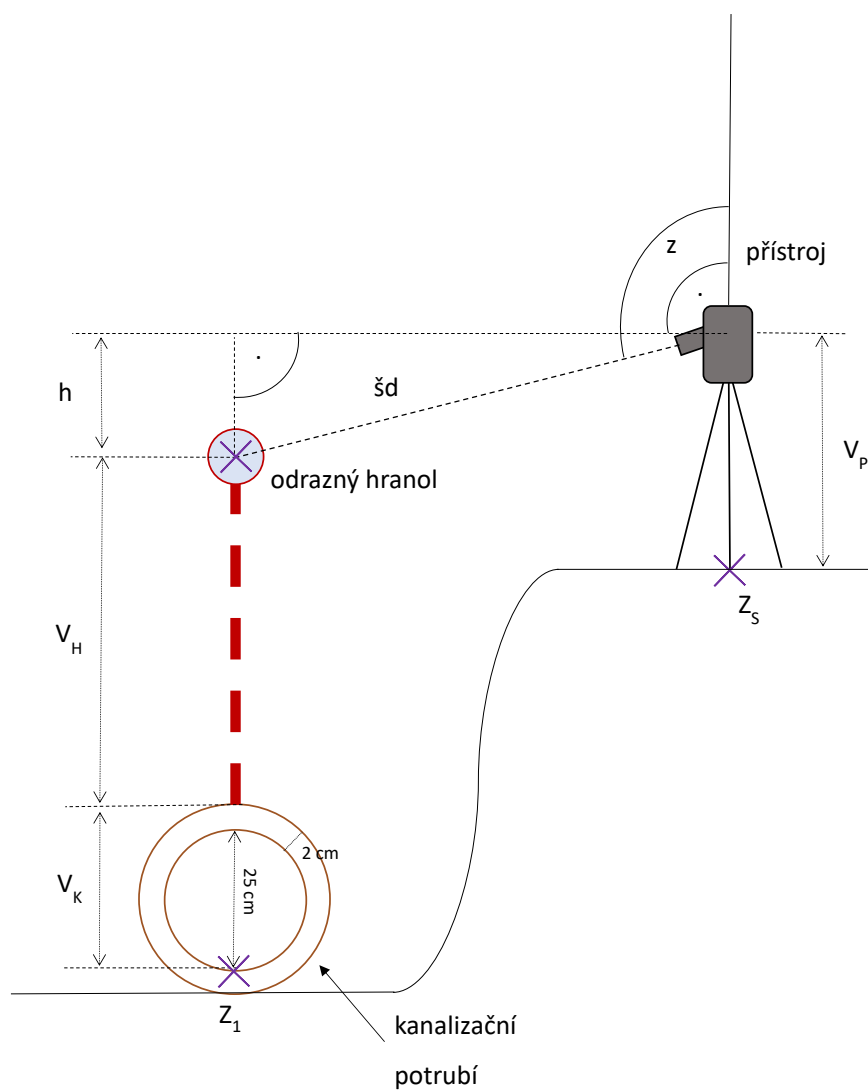
$$Z1 = Z_S + V_P + \text{š}d \cdot \cos(z) - V_H - V_K,$$

- Z1 ... nadmořská výška dna potrubí
- Z_S ... nadmořská výška stanoviska
- V_P ... výška přístroje
- V_H ... výška hranolu
- V_K ... výška kanalizačního potrubí
- šd ... šikmá délka
- z ... zenitový úhel
- h ... převýšení

Podle obrázku 2.4 lze tento vzorec jednoduše odvodit. Vycházíme ze známé nadmořské výšky stanoviska Z_S, k níž byla připočtena výška přístroje V_P, která byla změřena před každým měřením pomocí pásma a zapsána do poznámky. Poté bylo přičteno převýšení h, které plyne ze vztahu: $h = \text{š}d \cdot \cos(z)$ a následně byla odečtena výška hranolu V_H a průměr potrubí. Průměr však nebyl odečítán celý, protože dle směrnice [7] bylo potřeba zjišťovat výšky Z1

⁵nadmořská výška na dně kanalizačního potrubí

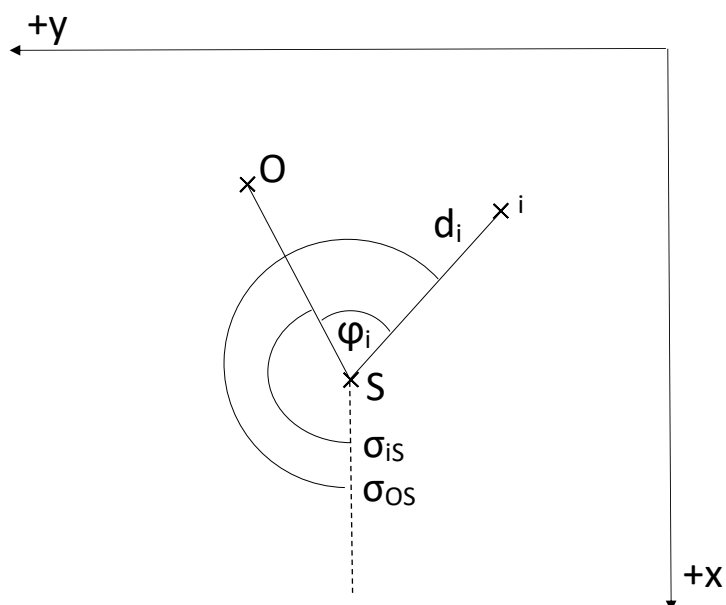
na dně potrubí. To má průměr 29 cm, z kterých je 2 + 2 cm tloušťka stěny. Z toho vyplývá, že V_K je 27 cm. Tímto výpočtem bylo dosaženo nadmořské výšky měřeného bodu Z_1 .



Obrázek 2.4: Výpočet nadmořské výšky Z_1

2.4.2 Prostorová polární metoda

Prostorová polární metoda je založena na měření vodorovných směrů (ϕ_i), zenitových úhlů (z_i) a šikmých délek ($šd_i$). Jsou známy souřadnice stanoviška (Y_S, X_S, Z_S) a orientace (Y_O, X_O, Z_O). Na obrázku 2.5 je schématicky zobrazena situace, kde je znázorněno stanoviško, orientace, počítaný bod a naměřené hodnoty.



Obrázek 2.5: Výpočet souřadnic Y_i, X_i

Nejprve je třeba vypočítat směrnik σ_{SO} , ze vzorce:

$$\sigma_{SO} = \operatorname{arctg} \cdot \frac{\Delta Y_{OS}}{\Delta X_{OS}},$$

rozdíly souřadnic ΔY_{OS} a ΔX_{OS} vychází z rovnic:

$$\Delta Y_{OS} = Y_O - Y_S$$

$$\Delta X_{OS} = X_O - X_S,$$

dále musíme vypočítat směrnik σ_{iS} :

$$\sigma_{iS} = \sigma_{SO} + \phi_i$$

Výsledné souřadnice podrobných bodů získáme ze vzorců:

$$Y_i = Y_S + sd_i \cdot \sin(\sigma_{iS})$$

$$X_i = X_S + sd_i \cdot \cos(\sigma_{iS}),$$

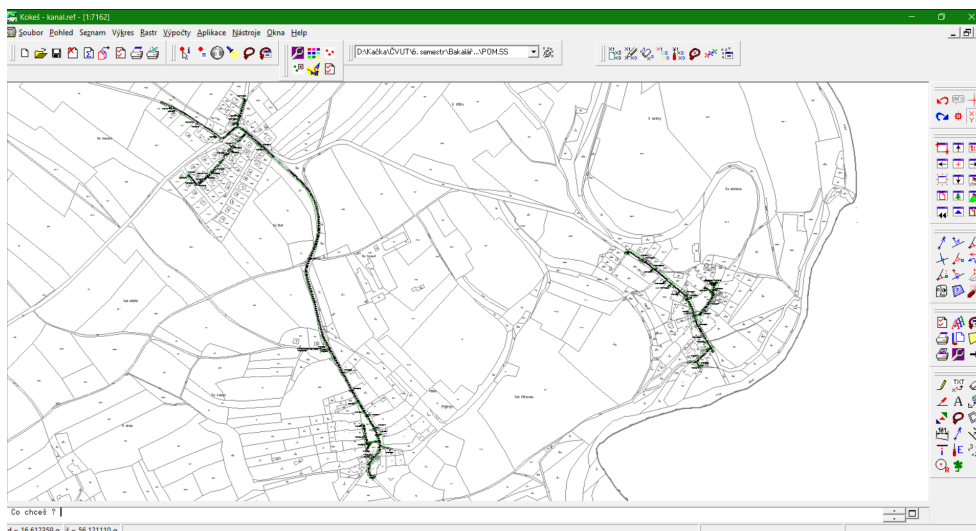
nakonec zjistíme výšky (Z_i):

$$Z_i = Z_S + sd_i \cdot \cos(z_i)$$

2.4.3 Tvorba výkresu

Po dokončení všech nezbytných výpočtů bylo v programu Kokeš založeno 6 výkresů: *kanalizace*, *sachty*, *vysky*, *elektrika*, *voda*, *koty*. Ukázka z programu kokeš je na obrázku 2.6. Do výkresu *kanalizace* bylo kresleno černou linií pouze potrubí. Stejně tak ve výkresu *sachty* jsou pouze šachty. Ve výkresech *elektrika* a *voda* bylo zakresleno křížení elektrického podzemního vedení a vodovodního potrubí. V posledním výkresu *koty* byla okótována celá kanalizační síť včetně přípojek. Dle směrnice [7] byly vhodně voleny barvy jednotlivých prvků. Nakonec byl výsledný výkres doplněn katastrální mapou, která byla převzata z ČÚZK⁶. Kanalizace nemohla být vytištěna na jeden list papíru z důvodu velkého množství malého textu a špatné čitelnosti. Proto byla vytištěna v měřítku 1:850 na 5 listů formátu A3, které jsou součástí elektronických příloh, viz přílohu [B]. V této práci je přiložen jeden list A3 znázorňující pravou větev kanalizace v obci Ptýrovec (viz přílohu [A]). Další elektronická příloha [B] obsahuje výkres s odchylkami od původního projektu. Na výkresu je zobrazena

⁶Český úřad zeměměřický a katastrální



Obrázek 2.6: Program Kokeš

projektovaná trasa a zaměřená trasa. V místech s většími odchýlenými jsou změřeny jejich hodnoty. Největší naměřená chyba je 4,77 m.

Při tvorbě výkresu byly dodržovány směrnice [7] jen částečně. Pro potřeby této práce bylo voleno jiné měřítko, barvy objektů a velikosti písma z důvodu lepší přehlednosti a čitelnosti tak, aby byl výkres co nejlépe uzpůsoben možností čtenáře a formátu této práce. Vzhledem k velkému množství dat, které čítá 1117 bodů, bylo celému výkresu včetně výpočetních a kresličských prací věnováno několik desítek hodin.

2.5 Úvaha o přesnosti změřených bodů

V této kapitole je vysvětlena úvaha o přesnosti zaměřených bodů, známe-li délkovou a úhlovou přesnost přístroje. Na vzorec byl aplikován zákon hromadění směrodatných odchylek.

Pokud by bylo vycházeno ze základního vzorce pro výpočet souřadnic Y_P, X_P , kde není započten vliv pokladu, tedy daných veličin:

$$\begin{aligned} Y_P &= Y_S + \text{š}d \cdot \sin(\sigma_{S0} + \phi_{OP}) \\ X_P &= X_S + \text{š}d \cdot \cos(\sigma_{S0} + \phi_{OP}), \end{aligned}$$

potom by rovnice pro skutečné odchylky měly tvar:

$$\begin{aligned} \varepsilon Y_P &= \varepsilon \text{š}d \cdot \sin(\sigma_{SP}) + \text{š}d \cdot \cos(\sigma_{SP}) \cdot \varepsilon \phi_{OP} \\ \varepsilon X_P &= \varepsilon \text{š}d \cdot \cos(\sigma_{SP}) - \text{š}d \cdot \sin(\sigma_{SP}) \cdot \varepsilon \phi_{OP}. \end{aligned}$$

A vzorec pro výslednou směrodatnou odchylku by vypadal takto:

$$\begin{aligned} \sigma Y_P &= \sqrt{(\sigma \text{š}d \cdot \sin(\sigma_{SP}))^2 + (\text{š}d \cdot \cos(\sigma_{SP}) \cdot \sigma \phi_{OP})^2} \\ \sigma X_P &= \sqrt{(\sigma \text{š}d \cdot \cos(\sigma_{SP}))^2 + (\text{š}d \cdot \sin(\sigma_{SP}) \cdot \sigma \phi_{OP})^2}. \end{aligned}$$

Za předpokladu, že byla průměrná délka mezi stanoviskem a bodem 57,069 m, a směrník σ_{SP} měl 215,8650 gon. Pak by při známé délkové přesnosti 2 + 2 ppm a úhlové přesnosti 1,5 mgon byla polohová chyba bodu 2,0 mm. Stejný postup by mohl být použit podle [18] na směrodatnou odchylku převýšení:

$$h = \check{s}d \cdot \cos(z)$$

$$\epsilon h = \epsilon \check{s}d \cdot \cos(z) - \check{s}d \cdot \sin(z) \cdot \epsilon z$$

$$\sigma h = \sqrt{\left(\sigma \check{s}d \cdot \cos(z)\right)^2 + \left(\check{s}d \cdot \sin(z) \cdot \frac{\sigma z}{\rho}\right)^2}$$

V tomto případě bylo počítáno se stejnou průměrnou délkou a zenitovým úhlem 103,4250 gon. Směrodatná odchylka převýšení by tak vyšla 2,1 mm.

Při započítání vlivu podkladu bylo počítáno podle [18] z těchto rovnic:

$$\sigma Y_P = \sigma_{XY_S} \sqrt{1 + \left(2 \cdot \frac{d_{SP} \cdot d_{OP}}{s_{SO}^2} \cdot \cos(\sigma_{SP}) \cdot \cos(\sigma_{OP})\right)}$$

$$\sigma X_P = \sigma_{XY_S} \sqrt{1 + \left(2 \cdot \frac{d_{SP} \cdot d_{OP}}{s_{SO}^2} \cdot \cos(\sigma_{SP}) \cdot \cos(\sigma_{OP})\right)}$$

Pokud by bylo vzato jedno z měření kde $d_{SP} = 9,690 \text{ m}$, $d_{OP} = 25,990 \text{ m}$, $s_{SO} = 16,419$, $\sigma_{SP} = \sigma_{OP} = 188,4000 \text{ gon}$ a $\sigma_{XY_S} = 2,5 - 5 \text{ cm}$, které vychází z polohové přesnosti zaměření metodou GNSS [19], pak by polohová odchylka bodu vyšla v rozpětí 4,2 – 8,4 cm.

Pro výpočet směrodatné odchylky nadmořské výšky bodu byl použit tento vzorec:

$$\sigma_{Z1} = \sqrt{\sigma_{ZS}^2 + \sigma_{Vp}^2 + \sigma_{d0}^2 \cdot \cotg^2(z) + \frac{d_0^2 \cdot \sigma_z^2}{(\sin^2 z \cdot \rho)^2} + \sigma_{VH}^2 + \sigma_{VK}^2}$$

Při zadání $\sigma_{ZS} = 5 \text{ mm}$, $\sigma_{Vp} = 1 \text{ mm}$, $\sigma_{d0} = 2 + 2 \text{ ppm}$, $z = 103,4250 \text{ gon}$, $d_0 = \check{s}d \cdot \sin(z)$, $\check{s}d = 57,069 \text{ m}$, $\sigma_z = 1,5 \text{ mgon}$, $\sigma_{VH} = 1 \text{ mm}$ a $\sigma_{VK} = 12 \text{ mm}$, kde směrodatná odchylka σ_{ZS} vychází z přesnosti technické nivelace [20], σ_{VH} z technických parametrů odrazného hranolu a σ_{VK} z materiálu potrubí, který je uveden ve smlouvě. Pak vyjde směrodatná odchylka nadmořské výšky bodu 1,3 cm. Vzhledem k požadavkům na 3. třídu přesnosti, kde je výšková přesnost 6 cm a polohová přesnost 14 cm, byly body zaměřeny s dostačující přesností.

Závěr

Cílem této práce bylo zaměřit nově položenou kanalizaci v katastrálním území Ptýrov a vypracovat výkres změřené trasy potrubí v délce cca. 3,3 km. Tento cíl byl splněn z větší části. Měření byla opravdu použita z časového úseku jednoho roku, ale délka zaměřeného potrubí je 2,2 km, a to z důvodu zpoždění celého projektu o cca. 4 měsíce ze strany stavebních dělníků.

V průběhu praktické části bylo po dobu jednoho roku zaměřováno potrubí a byla shromažďována data pro další použití. Data byla následně zpracována tak, že byly pomocí programu vypočteny souřadnice zaměřených bodů a z těchto bodů byl vytvořen výkres. Ten byl kreslen se všemi náležitostmi dle směrnic, s menšími úpravami kvůli lepší přehlednosti pro účely této práce. V praktické části bylo také zvažováno, s jakou přesností byly body zaměřeny, a zda splnily předepsnou přesnost 3. třídy. Této přesnosti bylo dosaženo.

Teoretická část práce byla zaměřena na pomůcky, které byly použity, na směrnice a normy, které musely být při měření a zpracování dat dodrženy a na program, ve kterém byla data zpracována.

Práce obsahuje i vlastní fotodokumentaci, na které je pro lepší představu čtenáře přiblíženo, jak bylo potrubí zaměřováno. Z důvodu délky trasy potrubí byla přiložena pouze jedna tištěná příloha, kterou je výkres s jednou částí položené kanalizace na listu papíru s formátem A3. Všechny ostatní výstupy praktické části této bakalářské práce jsou přiloženy v elektronické formě na CD. Patří mezi ně souřadnice všech naměřených bodů, samotná měření v nezpracovaném stavu, výkresy celé kanalizace, souřadnice šachet, výkres s odchylkami od projektu a ukázka protokolu o výpočtu souřadnic bodů.

Literatura

- [1] Bohemia G Shop: Sada Leica - odrazný hranol, držák, terč. [online], 2020, [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <https://bohemiagshop.cz/hranoly-geodeticke-odrazne/563-sada-leica-odrazny-hranol-drzak-terc.html>
- [2] GEFOS a.s.: Lehký dřevěný stativ GST05. [online], 2011, [cit. 2020-04-21]. Dostupné z: https://www.gefos-leica.cz/e-shop/prislusenstvi-geodeticke/stativy/gst05__399244
- [3] GEFOS a.s.: TPS1200 - profesionální totální stanice. [online], [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: https://www.gefos-leica.cz/ftp/Totalni_stanice/Navody/CZ_Rychlonavody/TPS1200_rychlonavod.pdf
- [4] Zimmerhaklová, K.: Fotografická dokumentace kanalizačního potrubí Maníkovice. [osobní návštěva], [2020-05-06].
- [5] Sokkia Co., Ltd: POWERSET SERIES TOTAL STATION. [online], [cit. 2020-05-06]. Dostupné z: <http://www.geoaxis.de/manuals/powerset2000.pdf>
- [6] Ratiborský, J.: *Geodézie 1*. nakladatelství ČVUT, 2011, ISBN 978-80-01-04788-0.
- [7] Loučová, A.: Geodetické zaměření liniových staveb. Standard, Vodovody a kanalizace Mladá Boleslav, a.s., Mladá Boleslav, CZ, 2007.
- [8] ČSN 75 6101 - Stokové sítě a kanalizační přípojky. Standard, Český normalizační institut, Praha, CZ, 1995.
- [9] ČSN EN 752:2008 - Odvodňovací systémy vně budov. Standard, Český normalizační institut, Praha, CZ, 2008.

- [10] ČSN EN 1295-1 - Statický návrh potrubí uloženého v zemi pro různé zatěžovací podmínky - Část 1: Všeobecné požadavky. Standard, Český normalizační institut, Praha, CZ, 1997.
- [11] ČSN 73 6005 - Prostorové uspořádání sítí technického vybavení. Standard, Český normalizační institut, Praha, CZ, 1994.
- [12] ČSN 75 6230 - Podchody stok a kanalizačních přípojek pod dráhou a pozemní komunikací. Standard, Český normalizační institut, Praha, CZ, 1998.
- [13] ČSN EN 1917 - Vstupní a revizní šachty z prostého betonu, drátkobetonu a železobetonu. Standard, Český normalizační institut, Praha, CZ, 2004.
- [14] TeX Users Group: *LaTeX*. [software]. [přístup 24. května 2020]. Dostupné z: <http://www.latex-project.org/ftp.html>
- [15] Esri: *ArcGIS Pro*. [software]. [přístup 1. února 2020]. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/produkty/arcgis/desktopovy-gis/arcgis-pro>
- [16] GEPRO spol. s.r.o.: *Kokeš*. [software]. [přístup 14. května 2020]. Dostupné z: <http://www.gepro.cz/produkty/kokes/>
- [17] GEPRO spol. s.r.o.: KOKEŠ. [online], 2013-2020, [cit. 2020-04-18]. Dostupné z: <http://www.gepro.cz/produkty/kokes/>
- [18] Zdeněk, N.; Procházka, J.: *Inženýrská Geodézie 10*. nakladatelství ČVUT, 1998, ISBN 80-01-01446-0.
- [19] Štroner, M.: Geodetické technologie. [online], [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: http://k154.fsv.cvut.cz/~stroner/SGE/pred_8_Geodeticke_technologie.pdf
- [20] Procházka, J.: SYLABUS 1.-3. PŘEDNÁŠKY Z GEODÉZIE 2 (Určování výšek). [online], [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: http://k154.fsv.cvut.cz/vyuka/geodezie_geoinformatika/ged2/prednaska_gd2_1_3.pdf

Tištěné přílohy

1. Výtisk výkresu části kanalizace v obci Ptýrovec ve formátu A3 (přiložen v zadních deskách)

Elektronické přílohy

Nezpracovaná_data_z_měření.....	naměřená data v nezpracované formě
Odchyly_od_projektu..	odchyly měřených bodů od projektované trasy
├─ odchylky.ref	
text_práce.....	elektronická verze bakalářské práce
├─ src.....	zdrojová forma práce ve formátu L ^A T _E X
├─ Zadání_bakalářské_práce_Kateřina_Zimmerhaklová.pdf ...	zadání práce ve formátu PDF
├─ Zaměření_kanalizace_v_kú_Ptýrov.pdf .text	práce ve formátu PDF
Výkres_kanalizace.....	výkres kanalizace
├─ A3_1.pdf	
├─ A3_2.pdf	
├─ A3_3.pdf	
├─ A3_4.pdf	
├─ A3_5.pdf	
Zpracovaná_data_z_měření.....	souřadnice změřených bodů
Souřadnice_stanoviska.stx.....	souřadnice stanovišek
Souřadnice_šachty.pdf.....	souřadnice projektovaných šachet
Ukázka_protokolu_o_výpočtu_souřadnic_bodů.txt	ukázka protokolu z programu Kokeš o výpočtu souřadnic bodů