

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM GEODÉZIE A KARTOGRAFIE

STUDIJNÍ OBOR SPECIÁLNÍ GEODÉZIE



**GEODETICKÉ PRÁCE PŘI VÝSTAVBĚ
PLYNOVODU Z POHLEDU GEODETA
ZHOTOVITELE**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí diplomové práce: Ing. Tomáš Křemen, Ph.D.

Katedra speciální geodézie

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Nedbalová</u>	Jméno: <u>Tereza</u>	Osobní číslo: <u>468601</u>
Zadávací katedra: <u>Katedra speciální geodézie</u>		
Studijní program: <u>Geodézie a kartografie</u>		
Studijní obor: <u>Geodézie a kartografie</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Geodetické práce při výstavbě plynovodu z pohledu geodeta zhotovitele</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Geodetic Works During the Construction of the Gas Pipeline from the Point of View of the Contractor's Surveyor</u>	
Pokyny pro vypracování: Popis geodetických prací prováděných při výstavbě plynovodu z pohledu geodeta zhotovitele. Geodetické práce při přípravě stavby. Geodetické práce při projektování stavby. Geodetické práce při provádění stavby. Geodetické práce při dokumentaci a provozu stavby.	
Seznam doporučené literatury: Vyhláška č. 31/1995 Sb. Štroner, M. - Hampacher, M.: Zpracování a analýza měření v inženýrské geodézii. 1. vyd. Praha: CTU Publishing House, 2011. 313 s. ISBN 978-80-01-04900-6.	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing. Tomáš Křemen, Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>15.2.2021</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>16.5.2021</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
_____	_____
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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“.</i>	
_____	_____
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Geodetické práce při výstavbě plynovodu z pohledu geodeta zhotovitele vypracovala zcela samostatně pod odborným vedením vedoucího práce. Veškerá použitá literatura a další informační zdroje jsou uvedeny v seznamu literatury.

V Praze dne:

.....

Jméno Příjmení

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěla poděkovat mému vedoucímu práce Ing. Tomáši Křemenovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při zpracování diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat kolegům za předané zkušenosti a rady při měření. Firmě Hrdlička bych chtěla poděkovat za možnost pracovat na velké stavbě. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat všem, kteří mě podporovali v průběhu psaní diplomové práce a v průběhu celého mého studia. Děkuji mé rodině, mým blízkým, spolužákům a všem vyučujícím.

ABSTRAKT

Tato diplomová práce popisuje geodetické práce prováděné při výstavbě plynovodu z pohledu geodeta zhotovitele. Plynovod je rozsáhlá liniová stavba. Stavbu zadává investor a buduje zhotovitel. Oba subjekty mají na stavbě své geodety. Práce popisuje vztah mezi geodety jednotlivých subjektů. Geodetické práce jsou uspořádány dle vyhlášky č. 31/1995 Sb. a chronologicky seřazeny podle jednotlivých kroků výstavby plynovodu. Při výstavbě plynovodu byly prováděny práce vytyčovací, kontrolní, zaměřovací, sledovací a dokumentační. Na konci práce jsou popsány autorčiny osobní postřehy z rozsáhlé liniové stavby.

KLÍČOVÁ SLOVA

Plynovod, geodetické práce, liniová stavba, vytyčování, měření, GNSS

ABSTRACT

This diploma thesis describes surveying works completed by contractor's surveyor during gas pipeline construction. Gas pipeline is complex linear construction. The construction is requested by investor and made by contractor. Both subjects have their own surveyors during the construction. The thesis covers the relations and interaction between surveyors of both subjects. Surveying works are organized according to Order No. 31/1995 of the Collection., and those are chronologically sorted by individual steps of the gas pipeline construction. During the gas pipeline construction setting out, checking, mapping, monitoring and documenting works were performed. Final part of the thesis describes author's experiences from the complex linear construction.

KEYWORDS

Pipeline, survey works, line construction, setting out, measurement, GNSS

SEZNAM ZKRATEK

N4G – firma NET4GAS s.r.o.

SICIM – firma SICIM S.p.A.

Hrdlička – firma Hrdlička spol. s.r.o.

S-JTSK – Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

Bpv – Balt po vyrovnání

PKO – protikorozní ochrana

GNSS – Globální navigační satelitní systém

ZMZ – Základní mapa závodu

ŘSD – Ředitelství silnic a dálnic

mm – milimetry

m – metry

APK – absolutní poloha koleje

PDPS – projektová dokumentace pro provádění stavby

ZVS – základní vytyčovací síť

Obsah

1	ÚVOD.....	9
2	INFORMACE O STAVBĚ PLYNOVODU	11
2.1	PLYNOVOD ANTILOPA.....	11
2.2	FIRMA NET4GAS S.R.O.	13
2.3	FIRMA HRDLIČKA SPOL. S.R.O.....	14
2.4	STAVEBNÍ FIRMA SICIM S.p.A	14
2.4.1	BEZPEČNOST PRÁCE.....	14
2.5	ROZDĚLENÍ GEODETŮ	15
2.6	ZADÁNÍ ZAKÁZKY GEODETICKÝCH PRACÍ.....	17
2.7	STRUČNÝ POPIS VÝSTAVBY PLYNOVODU	20
2.8	POUŽITÉ PŘÍSTROJE A PŘÍSLUŠENSTVÍ	23
2.8.1	TOTÁLNÍ STANICE TRIMBLE S3	23
2.8.2	GNSS PŘIJÍMAČ TRIMBLE R8s.....	24
2.8.3	KONTROLNÍ JEDNOTKA TRIMBLE TSC3	25
2.8.4	DIGITÁLNÍ NIVELAČNÍ PŘÍSTROJ TRIMBLE DiNi 0.3	25
2.8.5	PŘÍSLUŠENSTVÍ.....	26
2.8.6	VYBAVENÍ PRO POHYB NA STAVBĚ	26
2.9	POUŽITÉ PROGRAMY	27
2.9.1	MGEO	27
3	GEODETICÉ PRÁCE PŘI VÝSTAVBĚ PLYNOVODU.....	28
3.1	GEODETICKÉ PRÁCE PŘI PŘÍPRAVĚ STAVBY.....	28
3.2	GEODETICKÉ PRÁCE PŘI PROJEKTOVÁNÍ STAVBY	29
3.2.1	VÝKRES PRO GNSS ZAŘÍZENÍ	30
3.2.2	VYHOTOVENÍ VÝKRESU KRITICKÝCH MÍST	30
3.2.3	MODEL TERÉNU	31
3.2.4	VÝKRES PRO ORIENTACI PO STAVBĚ	32

3.3	GEODETICKÉ PRÁCE PŘI PROVÁDĚNÍ STAVBY	33
3.3.1	VYTYČENÍ OBVODU STAVENIŠTĚ	33
3.3.2	VYTYČENÍ A ZAMĚŘENÍ INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ	35
3.3.3	VYTYČENÍ OSY PLYNOVODU.....	38
3.3.4	KONTROLA VÝKOPU	39
3.3.5	VYTYČENÍ OSY POTRUBÍ VE VÝKOPU	40
3.3.6	KONTROLA A ZAMĚŘENÍ POTRUBÍ ULOŽENÉHO VE VÝKOPU	41
3.3.7	ZAMĚŘENÍ BETONOVÝCH SEDEL	44
3.3.8	ZAMĚŘENÍ PANELŮ	45
3.3.9	ZAMĚŘENÍ DRENÁŽÍ.....	46
3.3.10	VYTYČENÍ A ZAMĚŘENÍ KATODOVÝCH OCHRAN.....	47
3.3.11	SLEDOVÁNÍ POSUNŮ POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ A ŽELEZNIC	48
3.3.12	BODOVÉ POLE NA VENTILOVÝCH STANICÍCH	52
3.3.13	VYTYČOVÁNÍ NA VENTILOVÝCH STANICÍCH	55
3.3.14	ZAMĚŘOVÁNÍ NA VENTILOVÝCH STANICÍCH	57
3.3.15	ZAMĚŘENÍ NOVÉHO TERÉNIHO STAVU	58
3.3.16	VYTYČENÍ A ZAMĚŘENÍ OCHRANNÝCH TYČÍ	59
3.3.17	VYTYČENÍ A ZAMĚŘENÍ PALISÁD	60
3.4	GEODETICKÉ PRÁCE PŘI DOKUMENTACI A PROVOZU STAVBY.....	61
3.5	ODEVZDÁVANÁ DOKUMENTACE.....	62
4	OSOBNÍ POSTŘEHY	63
5	ZÁVĚR.....	64
6	SEZNAM LITERATURY	65
7	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	67
8	SEZNAM TIŠTĚNÝCH PŘÍLOH	68
9	SEZNAM TABULEK	68
10	SEZNAM ELEKTRONICKÝCH PŘÍLOH	69

1 ÚVOD

Plynovod je rozsáhlá liniová stavba, která měří několik desítek kilometrů a obsahuje potrubí, kterým proudí zemní plyn, ventilové stanice, ochranné prvky, jako například ochranné tyče či katodové ochrany, bezpečnostní a ochranné pásmo a další plynárenská i neplynárenská zařízení. Investor stavby vybere stavební firmu, která výstavbu plynovodu realizuje. Tyto dva subjekty se musí domluvit na pravidlech průběhu celé výstavby. Stavbu plynovodu provází velké množství prací, které spolu musí vzájemně koordinovat. Mezi ně patří i geodetické práce, které jsou důležitou součástí při výstavbě plynovodu. Bez geodetických prací by stavba nemohla být realizována. Hlavní geodet stavby musí spolupracovat s investorem a zhotovitelem, aby byly správně splněny veškeré geodetické práce.

Hlavním geodetem na stavbě byl zástupce firmy Hrdlička spol. s.r.o., ve které pracuji. Měla jsem možnost být na stavbě plynovodu skoro od začátku až do jejího konce. Prošla jsem téměř všemi fázemi výstavby plynovodu z pohledu geodeta. Proto bych v této diplomové práci chtěla obecně popsat geodetické práce prováděné na velké liniové stavbě typu plynovod a přiblížit čtenáři, jak celá stavba z pohledu geodeta zhotovitele funguje. Kdo zodpovídá za běh stavby, kdo zodpovídá za výstavbu a kdo za lidi pohybující se po stavbě. Jak velká stavba funguje a jak fungují práce na ní prováděné. Geodetické práce jsou proto popsané obecně s příklady na konkrétní stavební práce na plynovodu.

Investorem na této stavbě je firma NET4GAS s.r.o., která zadala veškeré své požadavky na výstavbu plynovodu a požadavky na geodetické práce. Zhotovitelem je italská stavební firma SICIM S.p.A., která si na geodetické práce najala firmu Hrdlička spol. s.r.o. Na základě požadavků investora vznikly dokumenty, kterými se zhotovitel a geodet zhotovitele museli řídit. Tyto dokumenty jsou uvedeny v příloze této diplomové práce. Vztahy mezi jednotlivými subjekty a obecné informace o stavbě jsou uvedeny v první části této práce.

V druhé části jsou chronologicky popsány geodetické práce, jak byly prováděny na stavbě plynovodu. Nejprve jsou stručně popsány předprojektové a projektové práce, které realizovaly firmy NET4GAS a SICIM. Dále jsou uvedeny kancelářské práce firmy Hrdlička, které předcházely terénním pracím. Následuje popis jednotlivých měřických prací, které jsou popsány obecně a ukázány na konkrétních příkladech. Vybraná zajímavá měření jsou detailně popsána v přílohách. Kapitoly popisující geodetické práce při

výstavbě obsahují vytyčovací práce, kontrolní práce, zaměřovací práce a sledovací práce. Mezi tyto práce patří vytyčení staveniště a osy plynovodu, kontrola výkopu a v něm uloženého potrubí a zaměření všech plynárenských i neplynárenských objektů. V přílohách diplomové práce jsou uvedena a detailně popsána zajímavá měření.

V závěru práce je popsáno odevzdávání jednotlivých měření a popsána výsledná dokumentace skutečného provedení stavby. V kapitole osobní postřehy popisují mé zkušenosti ze stavby plynovodu z pohledu geodeta.

2 INFORMACE O STAVBĚ PLYNOVODU

V této kapitole jsou uvedeny obecné informace o stavbě plynovodu Antilopa. Investorem stavby je firma NET4GAS s.r.o., která sepsala požadavky na stavební a geodetické práce, podle nichž se musí stavební firma SICIM S.p.A a geodetická firma Hrdlička s.r.o. řídit. Tyto 3 zmíněné firmy jsou stručně popsány v této kapitole.

Kapitola pojednává i o rozdělení geodetů na stavbě, jelikož se na této stavbě pohybovali geodeti od tří různých firem. Dozvíme se i, jak zhruba probíhala výstavba plynovodu a jaká bezpečnostní opatření musela být dodržována.

Dále jsou uvedeny geodetické přístroje a příslušenství, programy, ve kterých bylo měření zpracováno a vyhotovena dokumentace stavby a vybavení pro pohyb po stavbě.

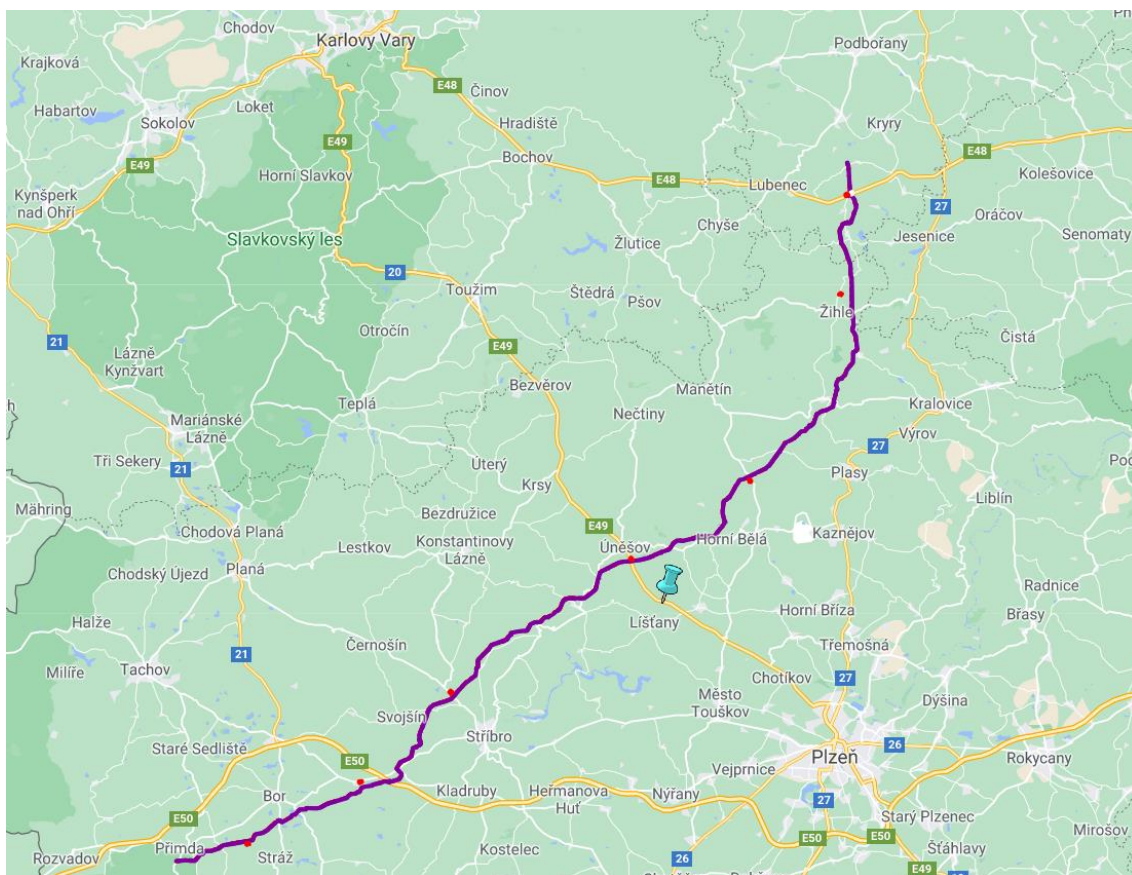
2.1 PLYNOVOD ANTILOPA

Plynovod Antilopa (jak se neoficiálně nazývá) je součástí ruského plynovodu Nord Stream2, který převádí zemní plyn z Ruska do Německa po dně Baltského moře Obr. 1. Antilopa měří 150 km a rozkládá se mezi Kateřinským potokem na Mostecku a Přimdou na Tachovsku. Plynovod Antilopa je rozdělen na dva LOTY (dvě části). LOT.1 staví firma Metrostav a LOT.2 staví italská firma SICIM. LOT.2 je část plynovodu, která je popsána v této diplomové práci a je zobrazena na Obr. 2. Část plynovodu Antilopa LOT.2 je dlouhá 87 km (staničení km 63+050 - km 149+919). Plynovod HP Pipeline DN 1400 se rozkládá v západních Čechách a vede přes Mladotice, Úněšov, Benešovice, Bor až po Přimdu. Výstavba plynovodu byla zahájena v listopadu v roce 2019 a byla dokončena v dubnu v roce 2021.



Obr. 1 Plynovod Antilopa součást ruského plynovodu Nord Stream 2
Zdroj: [11]

Potrubí plynovodu má průměr 1400 mm a je uložené pod zemí. V místech, kde se na povrchu rozkládají pole, musí být minimálně plynovod 1,10 m pod zemí, v zalesněných částech musí být plynovod pod zemí 0,90 m. Potrubí musí být uloženo do výkopu, vysypaného jemnou hlínou zbavenou kamenů a větších předmětů. Dále okolo každého plynovodu je ochranné pásmo, dle zákona č. 458/2000 Sb. §68 odst. 2 a 3 se ochranným pásmem rozumí souvislý prostor vymezený svislými rovinami vedenými ve vodorovné vzdálenosti od půdorysu plynárenského zařízení měřeno kolmo na jeho obrys. Ochranné pásmo u plynovodů je 1 m na obě strany od kraje potrubí v zastavěném území a 2 m na obě strany v nezastavěném území. Dle energetického zákona nesmí být do ochranného pásma nijak zasahováno. Nesmí být jednáno tak, aby došlo k poškození potrubí plynovodu. V případě tohoto plynovodu ochranné pásmo činilo 4 m na obě strany od okraje potrubí v extravilánu, intravilánem stavba plynovodu neprocházela. Kromě ochranného pásma je okolo plynovodu i bezpečnostní pásmo, které v našem případě měří 160 m od okraje potrubí. V bezpečnostním pásmu se smí stavět, ale pouze se souhlasem správce plynovodu. Bezpečnostní pásmo zaniká trvalým ukončením provozu plynového zařízení.



Obr. 2 Plynovod Antilopa – LOT.2, Zdroj: Autor, Podklad: Google Maps

Roli stavebního úřadu na stavbě tohoto plynovodu zastává Ministerstvo průmyslu a obchodu v Plzni. Stavba je národním zájmem, proto v období koronaviru, když byly zavřené hranice, stavební dělníci z ciziny mohli bez problému přicestovat do České republiky.

2.2 FIRMA NET4GAS S.R.O.

Investorem plynovodu Antilopa v České republice je společnost NET4GAS s.r.o. (dále jen N4G), která zajišťuje přepravu zemního plynu přes Českou republiku a vnitrostátní přepravu zemního plynu partnerům na území České republiky [5]. Firma N4G funguje v České republice 40 let. Firma se podílela na výstavbě mnoha plynovodů. Jedna z hlavních staveb, na kterých se firma podílela, byla stavba plynovodu Gazela, který se stal ve své době jednou z největších investic do energetické infrastruktury v České republice.

2.3 FIRMA HRDLIČKA SPOL. S.R.O.

Geodetická firma Hrdlička s.r.o. byla založena v roce 1991. Patří mezi největší geodetické firmy v České republice. Firma nabízí služby v oblastech geomatiky, inženýrské geodézie, BIM a v dalších odvětvích [6]. Firma Hrdlička má pobočky po celé republice i v zahraničí. Zakázku na stavbě plynovodu dostala na starost pražská pobočka.

Autorka této práce ve firmě pracuje od února 2020 jako brigádnice geodetka. Na stavbu plynovodu Antilopa začala jezdit od dubna, potom co absolvovala školení o bezpečnosti práce na plynovodu. Na stavbě plynovodu pracovala až do samého konce.

2.4 STAVEBNÍ FIRMA SICIM S.p.A

Italská společnost SICIM S.p.A. byla založena v roce 1962 rodinou Riccardi. Hlavním zaměřením firmy SICIM je strojírenství, nákup a výstavba v ropném a plynárenském sektoru. Firma SICIM zhotovila velké množství projektů po celém světě například v Kanadě, v Kazachstánu, v Mexiku, v Iráku, v Peru, v Kongu a v dalších zemích. Položili 13000 kilometrů potrubí. Italská firma má 26 mezinárodních poboček [4], v České republice plynovod staví italská pobočka.

2.4.1 BEZPEČNOST PRÁCE

Bezpečnost práce je nedílnou součástí velkých staveb, proto každý, kdo se pohybuje po stavbě, musí absolvovat školení o bezpečnosti práce. Školením prošli všichni geodeti od firmy Hrdlička, kteří na stavbě plynovodu pracovali. Na školení byl probrán bezpečný pohyb osob na stavbě, kde se pohybuje těžká stavební technika, například bagry, pokladače, rypadla a další. Osoby pohybující se na stavbě plynovodu musí být vybaveny pevnou obuví, dlouhými pracovními kalhotami, ochrannou přilbou, a především reflexní vestou. Geodeti vykonávající práci na stavbě, musí být vždy ve dvou. V rámci bezpečnosti práce se na stavbě nesmí: chodit po potrubí, lézt po stěnách výkopů, lézt do lžic bagrů, stát za automobily a stroji, jakoukoli činností ohrožovat svou bezpečnost nebo bezpečnost ostatních osob pohybujících se po stavbě a poškozovat potrubí nebo jiné zařízení.

Řidiči automobilů pohybující se v pracovním pásu musí být připoutáni bezpečnostním pásem a jsou povinni jezdit přiměřenou rychlostí, aby neohrozili chod

stavby a osoby na ní pracující. Automobil musí mít vždy rozsvícená světla. Po stavbě plynovodu se smí pohybovat osobní automobily pouze s náhonem.

2.5 ROZDĚLENÍ GEODETŮ

Na velké stavbě se pohybují geodeti investora a geodeti zhotovitele. Geodet investora je odpovědný za kvalitu geodetických prací na stavbě a za plnění prostorových parametrů projektové dokumentace pro provádění stavby (PDPS). Geodeti investora provádí kontrolní měření, kontrolují odevzdanou dokumentaci a výsledky geodetické činnosti geodeta zhotovitele. Důležitou prací geodeta investora je tvorba schvalovacích protokolů geodetické dokumentace skutečného provedení stavby a tvorba geodetických plánů pro dodatečné výkupy a věcná břemena. Geodeti zhotovitele zajišťují veškeré činnosti pro potřeby zhotovitele. Jejich náplní práce je tvorba mikrosítě, kontrola základní vytyčovací sítě ZVS, kontrola skutečného stavu vůči PDPS, vytyčování, zaměření a zpracování geodetické dokumentace skutečného provedení stavby, protokoly provedených geodetických prací a dokumentace výměr provedených stavebních prací [19]. Geodeti zhotovitele se zodpovídají geodetům investora.

Na stavbě plynovodu se pohybovali geodeti od tří firem, a to firmy Hrdlička, firmy Azimut, subdodavatele firmy N4G, a firmy SICIM. Geodeti firmy Azimut na stavbě prováděli kontrolu výkopu, kontrolu a zaměření položeného potrubí ve výkopu, zaměření svarů a lomových bodů a zaměření ochranných tyčí. Geodeti firmy Azimut jsou geodety investora.

Firma Hrdlička je subdodavatel firmy SICIM v roli geodeta zhotovitele. Dle smlouvy měla Firma Hrdlička na stavbě dvě čtyři geodety po dvou členech. Práce geodetů firmy Hrdlička je podrobně popsána v této diplomové práci. Jednou z podmínek firmy N4G bylo, že italská stavební firma SICIM si musí najít na geodetické práce české geodety s místním vzděláním a s místním oprávněním provádět a ověřovat vyhotovené geodetické práce. Hlavním geodetem na stavbě byl zástupce firmy Hrdlička.

Geodeti italské firmy SICIM dělali méně přesné geodetické práce, které nemusely být ověřené ÚOZI. Geodeti firmy SICIM například vytyčovali odsazenou osu pro pokládku potrubí, vytyčovali koleje pro stroj, který vyhotovuje protlak, vytyčení výkopů pro katodové ochrany a další vytyčovací práce.

Veškeré geodetické práce zadával vedoucí geodet firmy SICIM, každý den posílal denní plán geodetických prací pro geodety firmy Hrdlička a firmy SICIM. Vedoucí geodet musel mít přehled o dění na stavbě, aby mohl dobře organizovat provádění geodetických prací současně se stavbou. Vedoucí geodet byl Ital, proto bylo potřeba zajistit překladatele. V některých situacích byl trochu problém v komunikaci, jelikož překladatelé neuměli stoprocentně veškeré stavařské a geodetické pojmy. Občas také nastal problém v rychlé komunikaci, právě kvůli odlišné řeči.

Před zahájením stavby firma Hrdlička pomohla italským geodetům nastavit GNSS zařízení pro měření v České republice. Byl jim do GNSS zařízení nastaven místní transformační klíč pro měření v Křovákově zobrazení. Vedoucí geodet byl poučen o místních zákonech, vyhláškách a předpisech. Dále mu bylo ukázáno, jak se orientovat v katastru nemovitostí České republiky.

2.6 ZADÁNÍ ZAKÁZKY GEODETICKÝCH PRACÍ

Výstavba plynovodu a práce prováděné na ní musí být řízeny dle stanovených předpisů, kterými se obecně řídí veškeré stavby. Geodetické práce musí být rovněž prováděny dle stanovených předpisů Tabulka 1. Konkrétní stavba se dále řídí smluvními předpisy, na kterých se domluví subjekty podílející se na výstavbě. Těmito subjekty jsou investor a zhotovitel a jejich subdodavatelé.

Tabulka 1 Předpisy Zdroj: [20], [1]

ČÍSLO ZÁKONA/VYHLÁŠKY/NORMY	NÁZEV
Zákon č. 200/1994 Sb.	Zákon o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením
Vyhláška č.31/1995 Sb.	Vyhláška Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb.
Zákon č. 186/2001 Sb.	Zákon, kterým se mění zákon č. 200/1994 Sb.
Zákon č. 183/2006 Sb.	Zákon o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon)
Vyhláška č. 499/2006 Sb.	Vyhláška o dokumentaci staveb
Vyhláška č. 268/2009 Sb.	Vyhláška o technických požadavcích na stavbu
Vyhláška č. 526/2006 Sb.	Vyhláška, kterou se provádí některá ustanovení stavebního zákona ve věcech stavebního řádu
ČSN 01 3419	Výkresy ve stavebnictví – Vytyčovací výkres
ČSN 73 0202	Geometrická přesnost ve výstavbě – Základní ustanovení
ČSN 73 0401	Názvosloví v geodézii a kartografii
ČSN 73 0405	Měření posunů stavebních objektů
ČSN 73 0415	Geodetické body
ČSN 73 0420-1/-2	Přesnost vytyčování staveb – část 1: Základní požadavky/ část 2: Vytyčovací odchylky
ČSN 73 6133	Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
ČSN ISO 4463 (73 0411)	Měřicí metody ve výstavbě – Vytyčování a měření
ČSN ISO 7077 (73 0212)	Geometrická přesnost ve výstavbě. Měřické metody ve výstavbě. Všeobecné zásady a postupy pro ověřování správnosti rozměrů
ČSN ISO 7078 (73 0230)	Pozemní stavby – Postupy měření a vytyčování – Slovník a vysvětlivky
ČSN EN ISO 6284 (01 3405)	Výkresy ve stavebnictví – Předepisování mezních odchylek

V tabulce jsou uvedeny pouze vybrané nejdůležitější předpisy.

Veškeré požadavky na geodetické práce byly domluveny na schůzi mezi firmami SICIM, NET4GAS s.r.o. (N4G) a Hrdlička spol. s.r.o. Geodetické práce se řídí podle metodických pokynů firmy N4G [1] a dokumentem Survey Procedure [2], který byl sepsán po dohodě N4G a firmy SICIM. Zajištění všech geodetických prací na stavbě plynovodu Antilopa, zadaných firmou SICIM, realizovala firma Hrdlička. Podle požadavku firmy N4G si na geodetické práce musela firma SICIM najít subdodavatele z České republiky.

Dodavatel geodetických prací musí zajistit, aby veškeré geodetické práce byly vyhotoveny podle požadavků investora. Geodetické práce mají být realizovány v souřadnicovém systému S-JTSK a ve výškovém systému Bpv.

Veškerá měření prováděná na potrubí plynovodu musí být ověřena úředně oprávněným zeměměřickým inženýrem (ÚOZI) razítkem typu c. Měření prováděné přímo na potrubí (zaměření svarů a lomových bodů) se odevzdává každý den firmě N4G prostřednictvím programu GISA. Měření, která se netýkají přímo samotného potrubí, jsou ověřena ve výsledné dokumentaci, předávané na konci výstavby investorovi. Ventilové stanice jsou součástí výsledné dokumentace. Zaměřené potrubí se odevzdává v den měření.

Při zpracování dokumentace stavby nově budovaných liniových staveb je zapotřebí dbát na zaměření veškerého plynárenského i neplynárenského zařízení, ale i na samotný průběh trasy dle [1]. Potrubí plynovodu se měří zásadně před záhozem. Poruší-li se tato zásada, brání to převzetí stavby. Povinností dodavatele stavby je vyzvat geodeta k včasnému zaměření potrubí.

V případě potrubí se měří každý obvodový svar, polohově i výškově. Dále se měří orientační sloupky, chráničky, propojovací a spojovací objekty PKO, kontrolní vývody PKO, napojení kabelu PKO na plynovod, izolační spojky, katodové ochrany, pozemní komunikace, železnice, vodní toky, budovy, povrchové znaky plynovodů a jejich ochrany, povrchové znaky ostatních správců inženýrských sítí, zeleň a terénní stupně. Dále musí být zaměřeny veškeré inženýrské sítě křížící trasu nově budovaného plynovodu, vzájemné napojení plynovodů, napojení přípojky, čičačky, uzávěry, odvodňovače, izolační spoje, ventilové stanice (veškerá technologie, budovy, oplocení, kabelovody a další polohopis), trasa optických kabelů a související technologie, trasa metalických kabelů a elektropřípojky.

Grafické zpracování má být zpracováno v programu MicroStation v.8 nebo vyšší. Všechny grafické výstupy se odevzdávají ve formátu dgn.

Firma SICIM zadala firmě Hrdlička požadavky pro pohyb po stavbě. Firma Hrdlička musí mít na stavbě k dispozici dvě čety po dvou geodetech. Čety musí mít dva členy z důvodu bezpečnosti. Obě čety musí být vybaveny totální stanicí a GNSS systémem. Geodeti musí být na stavbě přítomni od 8 hodin ráno do 16 hodin odpoledne od pondělí do soboty. Všichni geodeti musí před vstupem na stavbu absolvovat školení o bezpečnosti práce.

Firma N4G požaduje každý týden kontrolní den, kde se sejdou zástupci geodetů firmy Hrdlička, firmy SICIM a firmy N4G. Na kontrolních dnech se domluví, co a jak má být zaměřeno, kdy se mají jednotlivé geodetické práce provádět a řeší se zde případné vzniklé problémy.

2.7 STRUČNÝ POPIS VÝSTAVBY PLYNOVODU

V této kapitole jsou popsány jednotlivé kroky výstavby plynovodu z pohledu geodeta pohybujícího se na stavbě. Je zde popsán stručný popis prací, které dělá stavební firma. S těmito pracemi úzce souvisí geodetické práce, které jsou popsány v této diplomové práci. Velké množství stavebních prací bez geodetických prací nemůže nebo dokonce nesmí proběhnout. Dále v některých případech geodeti kontrolují provedené stavební práce. Popis těchto prací je pouze stručný, pro ucelení informací k tomuto tématu.

Před samotným zahájením stavebních prací musí být v blízkosti plánované trasy plynovodu zřízena místa pro skladování veškerého materiálu, strojů a samotného potrubí. Z tohoto místa byly potrubí a stroje rozváženy po celé délce stavby.

Prvním krokem výstavby plynovodu je vytvoření pracovního pruhu neboli staveniště. Aby stavební firma mohla provést skrývku ornice pracovního pruhu, musí být geodety vytyčen obvod staveniště. Po skrytí ornice dělníci stavební firmy rozvezou jednotlivé kusy potrubí po stavbě (délka jednoho kusu činí 18 m), které byly následně svařeny do větších celků. Nejdelší takto svařená část potrubí měřila 1,3 kilometru. Před zahájením výkopových prací geodeti vytyčí veškeré inženýrské sítě zasahující do bezpečnostního pásu plynovodu, aby nedošlo k jejich poškození. Správci inženýrských sítí vyhledají konkrétní síť a geodeti je zaměří. Firma SICIM vyhloubí u každé inženýrské sítě hloubkovou sondu, která slouží k ověření hloubky uložení. Sonda se také geodeticky zaměří.

Dále se provede výkop pro uložení potrubí do země pomocí těžké techniky. Vyhloubení výkopu předchází vytyčení osy plynovodu. Před položením potrubí je výkop geodeticky zkontrolován. Do výkopu je nasypána jemná hlína, která slouží k ochraně potrubí před poškozením. Jemnou hlínu vytváří stroj mobilní třídička, který je ovládaný pomocí dálkového ovladače. Bagr nasype hlínu do třídičky a ta pomocí pohybujícího se pásu sype hlínu do výkopu. V některých případech je výkop zalit vodou, pro její odstranění se používají čerpadla. Následuje pokládka potrubí, pro položení potrubí do výkopu jsou použity pokladače, které zvednou potrubí nad výkop a následně postupným přesouváním položí potrubí do výkopu Obr. 3. Veškeré položené potrubí musí být před zasypáním zkontrolováno a zaměřeno. Po položení velkých kusů do výkopu se pokládají menší části, které jsou svařovány uvnitř výkopu. Svařováním jednotlivých kusů potrubí

vznikají svary. Na všech svarech musela být provedena rentgenová zkouška, která zajišťuje správnost a kvalitu svaru. Veškeré svary musí být izolovány izolační lepenkou. Každý svar má své kladečské číslo, které je zapsáno do kladečského deníku a do tabulky umístěné přímo na potrubí.



*Obr. 3 Pokládka potrubí do výkopu
Zdroj: Autor*

Na místech, kde křížuje pracovní pruh silnice nebo železnice, se provede překop nebo protlak. V případě menších silnic a cest se provádí překop. Silnice či cesta se na dobu provádění pokládky přeruší. Pro větší pozemní komunikace a železnice se realizuje protlak, který vzniká za dopravního provozu (u železnic se může omezit rychlost v daném úseku, ale provoz se nepřeruší). Pod tělesem vozovky či železnice je potrubí protlačeno pomocí vrtáku a železné konstrukce, která je společně s potrubím zasypana pod zem. Dále trasu plynovodu křížují potoky a řeky. Potoky se pomocí bagrů přeruší při tvorbě výkopu. Nad hotový výkop se umístí kus potrubí, kterým opět protéká voda z potoka. Voda, která při pokládání potrubí nateče do výkopu, musí být odčerpána. V případě velkých řek se dělá protlak jako u pozemních komunikací.

Potrubí položené ve výkopu je zasypáno opět jemnou hlínou, zbytek výkopu se zasype hrubou hlínou s kameny. Nad plynovod je umístěna ochranná fólie, asi metr pod zemí. Na místech, kde je potřeba zatížit potrubí, se používají sedla (betonové kusy, které slouží pro zatížení potrubí). Sedla se používají například tam, kde se sedla zvedají nad podloží. V některých místech se potrubí podkládá pytli s pískem. Na přerušené cesty nebo na místa, která jsou potřeba zpevnit, se umisťují betonové panely. Panely a sedla se na svá místa umisťují pomocí těžké techniky. V některých místech, například v řece, musel být plynovod zalit betonem, který potrubí zatíží, aby nemohlo dojít k jeho pohybu.

Součástí stavby plynovodu je 5 ventilových stanic. Pro tyto stanice je nejprve vystavěna základová deska, na které se vytyčují patky betonových sloupů. Dále jsou vystavěny betonové sloupy, na které se umisťují potrubí s ventily. Celá ventilová stanice se též musí geodeticky zaměřit. Ventilová stanice je celá oplocená a uzamčená. Na stanici je vystavěna i malá budova. Na každé ventilové stanici bylo vyhotoveno bodové pole pro vytyčování.

Před úplným zasypáním se nad plynovod umisťují drenáže pro odvodnění. Po zasypání výkopu je vrácena ornice a terén se srovná do původního stavu. Dále pro označení plynovodu jsou po celé délce rozmístěny ochranné tyče. V prudkých kopcích se umisťují palisády, které brání před sesuvem půdy.

2.8 POUŽITÉ PŘÍSTROJE A PŘÍSLUŠENSTVÍ

V této kapitole jsou popsány přístroje, které byly použity pro měření na stavbě plynovodu Antilopa. Jedna měřická četa musela být vybavena totální stanicí, GNSS přijímačem a v některých situacích nivelačním přístrojem. Firma Hrdlička má přístroje od firmy Trimble. Pro měření byla použita totální stanice Trimble S3, GNSS přijímač Trimble R8s a digitální nivelační přístroj Trimble DiNi 0.3. Veškeré přístroje firmy Hrdlička spol. s.r.o. jsou pravidelně kalibrovány.

Pro jednotlivá měření byl založen samostatný job v připravené složce SICIM. Job byl pojmenován dnem měření ve formátu rok, měsíc, den (např. 200826). Na stavbu jezdily dvě čety, proto pojmenování jobu bylo rozlišeno podtržítkem a číslem čety (např. 200826_1). Toto pojmenování jobu platí pro všechny přístroje.

2.8.1 TOTÁLNÍ STANICE TRIMBLE S3

Robotizovaná totální stanice Trimble S3 DR 5“ Obr. 4 byla použita pro vytyčování základových desek, betonových sloupů a výšek na ventilových stanicích Obr. 5 a k přesným pracím na celé stavbě plynovodu. Totální stanice bylo využito i v místech, kde GNSS přijímač nepřijímal signál z dostatečného počtu družic pro měření.



Obr. 4 Totální stanice Trimble S3



Obr. 5 Totální stanice Trimble S3

Totální stanice je vybavena servo pohonem s elektromagnetickou technologií MagDrive. Totální stanice má možnost bezhranolového měření. Přesnost měření délek na hranol je standard $2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$ a tracking $5 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$. U bezhranolového měření

(Direct Reflex) je přesnost standard $3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$ a tracking $10 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$. Dosah totální stanice Trimble S3 je při standardní viditelnosti 2500 m. Nejkratší možná viditelnost je 0,2 m. Optika totální stanice je od Carl Zeiss. Totální stanice Trimble S3 je vybavena funkcí Autolock, napevno připevněnou kontrolní jednotkou a polním softwarem Survey Controller [7].

2.8.2 GNSS PŘIJÍMAČ TRIMBLE R8s

GNSS přijímač Trimble R8s byl použit k většině zaměřovacích, kontrolních a vytyčovacích pracích, provedených při výstavbě plynovodu Obr. 6. Observace na jednom bodě trvala 5 sekund.

Přijímač Trimble R8s umožňuje přijímat signál na 440 kanálech. Přístroj je bezdrátový, používá technologii Bluetooth. Přijímač umožňuje neustálé připojení k internetu, k síti referenčních stanic Trimble VRS NOW CZECH. Přijímač sleduje satelitní systémy GPS a GLONASS [8].

V některých místech, především v zalesněných oblastech, byl problém s přesností a viditelností dostatečného počtu satelitů nezbytných pro měření s tímto přijímačem.



*Obr. 6 GNSS soustava
Zdroj: Autor*

2.8.3 KONTROLNÍ JEDNOTKA TRIMBLE TSC3

Kontrolní jednotka Trimble TSC3 byla použita k GNSS systému Trimble R8s. Kontrolní jednotka komunikuje prostřednictvím Bluetooth. Jednotka je vybavena USB, Mini-USB klient, 9-pin seriálem, WiFi 802.11 b/g a volitelným 2.4.GHz rádiem pro Robotic. V kontrolní jednotce je procesor 800 MHz Cortex-A8, operační paměti RAM 256 MB a 8 GB interní paměti. Kontrolní jednotka obsahuje Windows Mobile (OS Windows Mobile 6.5.3). Jednotka je vybavena SIM kartou a SD kartou. Displej 4.2“ VGA kontrolní jednotky je vodotěsný a prachotěsný. Rozlišení displeje 640x480 pixelů. Hmotnost kontrolní jednotky včetně baterie činí 1,04 kg. Kontrolní jednotka je odolná vůči pádu z výšky 1,2 m na beton [9].

2.8.4 DIGITÁLNÍ NIVELAČNÍ PŘÍSTROJ TRIMBLE DiNi 0.3

Digitální nivelační přístroj Trimble DiNi 0.3 Obr. 7 byl použit pro sledování poklesů na železnicích a silnicích důsledkem prováděné stavby. Nivelačním přístrojem byla prováděna technická nivelace ze středu.

Nivelační přístroj je vybaven optikou Carl Zeiss, kompenzátorem a vnitřní pamětí s USB komunikací. Přesnost digitálního přístroje udává kilometrová směrodatná odchylka, která činí 0,3 mm [10]. Digitální nivelační přístroj využívá k určování hodnot na nivelační lati čtení pomocí CCD senzorů. Nivelační latě pro digitální nivelační přístroje jsou vybaveny čárovým kódem. Pro správné čtení na nivelační lati je potřeba viditelnost minimálně 30 cm čárového kódu.



Obr. 7 Digitální nivelační přístroj Trimble DiNi

2.8.5 PŘÍSLUŠENSTVÍ

Standartní stativy od firmy Trimble, které byly použity pro práce s totální stanicí a nivelačním přístrojem.

Teleskopická výtyčka od firmy Trimble, na kterou byla umístěna GNSS soustava.

Minihranol firmy Geoobchod byl používán pro vytyčovací práce na ventilových stanicích. Konstanta hranolu je 0.

Nivelační latě s čárovým kódem různých délek 3 a 4 metrové.

Pro stabilizaci bodů pro sledovací práce byly použity geodetické hřeby. Pro stabilizaci bodů bodového pole na ventilových stanicích byly použité nastřelovací hřebíky a odrazné štítky.

Na celé stavbě bylo použito velké množství dřevěných kolíků.

Dalšími důležitými pomůckami byly barevné spreje, bílé fixy (pro popis svarů na potrubí) a lihové fixy. Dále nářadí, kladiva na zatloukání dřevěných kolíků, vrtačky pro stabilizaci bodů a další.

2.8.6 VYBAVENÍ PRO POHYB NA STAVBĚ

Geodet pohybující se po stavbě musí být vybaven reflexní vestou, ochrannou přilbou, dlouhými kalhotami a pevnou obuví, jak bylo uvedeno v kapitole o bezpečnosti práce. Dalším velmi důležitým vybavením geodetů pro pohyb po stavbě je terénní automobil. Firma Hrdlička byla vybavena dvěma terénními automobily, Toyotou Hilux Obr. 8 a Nissanem Patrol.



Obr. 8 Terénní automobil Toyota Hilux
Zdroj: Autor

2.9 POUŽITÉ PROGRAMY

V této kapitole jsou popsány použité programy pro zpracování měření, vyhotovení výkresů a výpočty.

Většina výpočtů byla vyhotovena v programu Groma. Tento program byl použit především pro zpracování zápisníků měření a k jednoduchým výpočtům. Vyrovnání bodových polí bylo provedeno v programu Groma. Pro kontrolu výkopu byl zprvu vytvořen program, který dával informaci o správnosti výkopu. Tento program nebyl nakonec využíván, kontrola probíhala přímo v terénu v GNSS zařízení. Na velké množství výpočtů měření a jejich úprav byl použit program Excel. Veškeré výkresy byly zpracovány v programu MGEO.

2.9.1 MGEO

Program MGEO je geodetická nadstavba pro program MicroStation. MGEO je zaměřený na tvorbu geografických dat [15]. Jako například tvorbu a údržbu účelových map velkých měřítek, zpracování technické dokumentace inženýrských sítí, zpracování komplexních mapových děl, přípravu dat pro GIS, tvorbu územních plánů a mnoho dalších.

MGEO umožňuje práci podle směrnic klientů a tím umožňuje plnění jejich nejrůznějších požadavků. MGEO doplňuje základní grafické prostředí o rozsáhlý soubor nástrojů, který se používá pro zautomatizování řady rutinních činností.

Program umožňuje práci s geodetickými body (zajišťuje import a export bodů včetně vytvoření kresby na základě kódů v seznamu souřadnic, hromadné úpravy bodů například přechíslování), práce s daty katastru nemovitostí z internetu (zobrazení aktuálního stavu dat katastru nemovitostí pomocí WMS služeb a webového rozhraní ČÚZK), kontrolu a opravu čárové kresby (vytvoření topograficky čisté kresby), duplicity (odstranění duplicitních prvků na základě geometrie) a rozšíření MGEO pro tvorbu dokumentace železniční infrastruktury (doplnění o nástroje potřebné pro vytvoření železniční mapy).

3 GEODETICÉ PRÁCE PŘI VÝSTAVBĚ PLYNOVODU

V této kapitole jsou popsány geodetické práce prováděné při výstavbě plynovodu. Nejprve jsou popsány podklady pro zahájení prací na stavbě, příprava výkresů a seznamů souřadnic pro GNSS přijímače. Geodetické práce jsou popsány postupně, jak byly na stavbě prováděny. Dále je zde popsána odevzdaná dokumentace. Podkapitoly jsou uspořádány podle vyhlášky č. 31 [3].

3.1 GEODETICKÉ PRÁCE PŘI PŘÍPRAVĚ STAVBY

V této kapitole jsou nejprve stručně popsané geodetické práce při přípravě stavby, které realizovala firma NET4GAS. Tyto práce si firma N4G dělala sama, proto nejsou v této práci podrobně popsány.

Firma NET4GAS nejprve provedla předprojektové práce, rekognoskace terénu a hrubé trasovací práce. Firma N4G navrhla trasu stavby plynovodu. Následně proběhlo geodetické zaměření terénu v měřítku 1:2000. Z čehož vznikla dokumentace pro územní plánování. V místech křížení navržené trasy s železnicemi a pozemními komunikacemi bylo provedeno podrobné geodetické zaměření v měřítku 1:200. Firma NET4GAS se řídila dle vyhlášky č. 499 o dokumentaci staveb.

Bylo vyhotoveno věcné břemeno pro celou stavbu plynovodu. Byl udělán i plán, do kterých pozemků plynovod zasáhne. Plynovod není pouze samotné potrubí, ale i jeho ochranné a bezpečnostní pásmo. Proto bylo přesně dáno, do kterých pozemků zasáhne potrubí, do kterých zasáhne ochranné pásmo a do kterých zasáhne bezpečnostní pásmo.

Veškerá dokumentace byla předána firmě SICIM, která vyhotovila projekt viz kapitola 3.2.

Stavební firma SICIM musela před zahájením stavby obejít všechny vlastníky zasažených pozemků a domluvit s nimi vstup na jejich pozemky. Vyřizování trvalo poněkud delší dobu, jelikož na to nebyla firma z jiných zemí, kde stavěla, zvyklá. Najala si na tyto práce subdodavatele, který jí pomohl vstupy domluvit. Tento subdodavatel přebíral veškeré pozemky a následně bude zařizovat předání pozemků vlastníkům uvedených do původního stavu po dokončení stavby.

Před zahájením stavebních prací musel být vyhotoven seznam příjezdových cest. Tyto cesty musely být dostatečně široké a pevné na projetí těžké stavební techniky. Bylo tedy vybráno několik cest, na kterých byla pořízena videodokumentace, pro pozdější

uvedení do původního stavu a následného předání. Ukázka videodokumentace z příjezdové cesty je součástí elektronické přílohy č.10.

Stavební firma musela rovněž před zahájením stavebních prací zdokumentovat mosty v okolí stavby kvůli únosnosti těžké techniky elektronická příloha č.09.

3.2 GEODETICKÉ PRÁCE PŘI PROJEKTOVÁNÍ STAVBY

V této kapitole jsou popsány kancelářské a přípravné práce, které byly realizované před zahájením měřických prací. Jsou zde popsány výkresy, které byly potřebné pro pozdější měření a práci na stavbě. Výkresy a seznamy souřadnic s nadmořskými výškami, které byly vyhotoveny pro měření GNSS přijímačem. Veškeré výkresy byly převzaty z projektu stavby, který realizovala firma SICIM na podkladech od firmy N4G, jak je uvedeno v kapitole 3.1.

Italská stavební firma SICIM si nechala celé území letecky naskenovat (lidar). Letecké skenování vyhotovila firma Primis, která je subdodavatel pro firmu Hrdlička. Firma Primis je vybavena letadlem pro letecké skenování. Veškeré materiály z leteckého skenování byly předány firmě SICIM, která z něj vyhotovila projekt. V některých místech, kde byla hustá vegetace, nebylo možné vyhodnotit lidarové snímky, proto na těchto místech bylo nutné terestrické měření. Následně byla vyhotovena detailní dokumentace křížení plynovodu s pozemními komunikacemi a železnicemi. Firma SICIM z leteckého snímkování a terestrického měření vyhotovila výsledný projekt, který nebyl vyhotoven celý najednou, ale byl vypracován průběžně, jak postupovala stavba a jak projektanti vyhodnocovali jednotlivé snímky. Původní projekt byl vyhotoven pouze ve 2D a pomocí lidarových snímků byla do projektu zanesena výška. Celý projekt byl předán firmě Hrdlička, která z něj vypracovala výkresy a potřebné materiály pro geodetické práce viz. následující kapitoly.

3.2.1 VÝKRES PRO GNSS ZAŘÍZENÍ

Firma Hrdlička si z projektu stavby plynovodu vyhotovila výkres pro GNSS zařízení Příloha č. 3. Tento výkres byl využíván po celou dobu stavby a byl využíván pro většinu vytyčovací prací a jako poklad pro kontrolní a měřické práce. Z projektu byla převzata osa plynovodu se staničením, okraj pracovního pruhu a souřadnice s výškami po 25 m. Výkres byl vyhotoven pro celou délku stavby (87 km), proto musel být rozdělen do 4 souborů, aby kontrolní jednotka GNSS zařízení tento objem dat zvládla zpracovat. Seznam souřadnic byl rovněž rozdělen do 4 souborů. Výkres byl vyhotoven v programu MGEO ve formátu dgn.

K tomuto výkresu byly přidávány další vrstvy a tím byl výkres využíván pro různá měření. Jedna z vrstev byla vrstva s kódy mocnosti ornice. Mocnost ornice byla převzata z podélných profilů projektu. Geodeti v terénu při vytyčování obvodu staveniště viděli hodnoty mocnosti, které následně psali na dřevěné kolíky viz. kapitola 3.3.1. Stavební firma podle vytyčených kolíků provedla skrývku ornice staveniště.

3.2.2 VYHOTOVENÍ VÝKRESU KRITICKÝCH MÍST

Plánovaná trasa plynovodu zasahuje do pozemků různých vlastníků. Firma N4G zhotovila věcné břemeno na celý průběh stavby plynovodu. Jak bylo zmíněné v kapitole 2.1, plynovod obsahuje ochranné a bezpečnostní pásmo. Každá z těchto částí plynovodu zasahuje do různých cizích pozemků. Některými pozemky prochází potrubí, některými ochranné pásmo a některými bezpečnostní pásmo. V některých pozemcích je více těchto částí, a naopak v některých je pouze jedna část podle věcného břemene.

V případě našeho plynovodu byla místa, kde bylo zapotřebí ohlídat, aby se do cizích pozemků nedostala jiná než plánovaná část plynovodu. Proto byl vyhotoven seznam kritických míst a jejich výkresy Příloha č. 4, které sloužily k ohlídání těchto pozemků. Mezní polohová odchylka potrubí plynovodu je 28 cm [2], která nesmí být překročena. V GIS byly vybrány veškeré pozemky, které byly ve vzdálenosti 0 až 2 m od okraje potrubí, od kraje ochranného pásma a od kraje bezpečnostního pásma. Pozemky, které zasahovaly do tohoto pásma, byly označeny za kritická místa. Byl vyhotoven výpis kritických parcel a výkres kritických míst. Takto připravený výkres kritických míst byl nahrán do GNSS. Pomocí tohoto výkresu byla kritická místa ohlídána, aby potrubí či nějaké pásmo nezasahovalo do cizích pozemků. Stavební firma byla na kritická místa

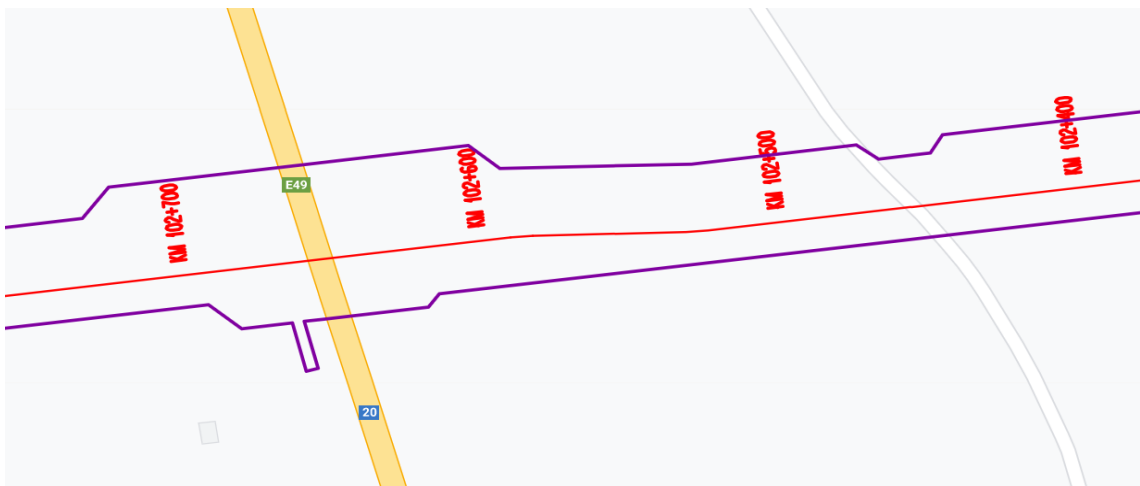
upozorněna, aby ohlídalí správné uložení potrubí podle projektu. V některých případech nebylo potrubí uloženo správně a mezní polohová odchylka nebyla dodržena. V těchto situacích stavební firma přizvala investora, který rozhodl, zda musí být poloha potrubí opravena, nebo to není potřeba a může zůstat na místě s překročenou mezní odchylkou. V některých případech na místech, kde dle projektu potrubí a ochranné a bezpečnostní pásmo ležely na jednom pozemku, investor povolil uložení potrubí s překročenou mezní odchylkou. V takové situaci nebylo nic porušeno a špatná poloha potrubí nevádí. Na naší stavbě plynovodu byla veškerá kritická místa ohlídána.

3.2.3 MODEL TERÉNU

Firma SICIM nám poskytla body modelu terénu vyhotovené z laserového skenování. Geodeti firmy Hrdlička si z bodů modelu terénu vyhotovili trojúhelníkovou síť, která následně byla vyexportována do Trimble teren model (model pro GNSS zařízení od firmy Trimble). Tento model byl vložen do kontrolní jednotky GNSS zařízení. V tomto modelu byla prováděna kontrola dostatečného krytí nad potrubím. V modelu terénu se zaměřují svary a lomové body potrubí. Měření se provádí v modelu terénu, jelikož se pak přehledně zobrazuje v protokolu měření, který se následně odevzdává viz. kapitola 3.3.6.

3.2.4 VÝKRES PRO ORIENTACI PO STAVBĚ

Důležitým výkresem, který byl vyhotoven před zahájením geodetických prací na stavbě plynovodu, byl výkres pro navigace do automobilů Obr. 9. Geodeti se potřebují rychle orientovat na stavbě měřící 87 km a k tomu jim slouží mobilní navigace. Plynovod však v mobilních aplikacích není vyobrazen, proto byl vyhotoven výkres do Google maps. V programu MGEO byl vyhotoven výkres obsahující osu plynovodu, obvod pracovního pruhu a staničení. Výkres byl uložen ve formátu dgn, ze kterého byl vyhotoven formát kml, který bylo možné nahrát do Google maps. Geodeti si takto vyhotovený výkres otevřeli ve svých mobilních telefonech, jimiž jsou všichni vybaveni. Tento výkres velmi usnadnil a urychlil pohyb geodetů po stavbě plynovodu.



Obr. 9 Ukázka výkresu plynovodu v online mapě

3.3 GEODETICKÉ PRÁCE PŘI PROVÁDĚNÍ STAVBY

V této kapitole jsou obecně popsány vytyčovací a zaměřovací práce, kontrolní měření a sledování posunů při výstavbě plynovodu. V jednotlivých kapitolách jsou nejprve v úvodu obecně popsány jednotlivé geodetické práce, které se provádí na stavbě plynovodu. Dále jsou v kapitole popsány požadavky na měření dle [2]. V třetí části jsou konkrétně popsány geodetické práce prováděné na stavbě plynovodu Antilopa, zajišťované firmou Hrdlička.

Dle metodických pokynů firmy N4G [1] mají být vytyčeny obvod staveniště, inženýrské sítě, osa plynovodu, osa plynovodu ve výkopu, ochranné tyče, palisády a katodové ochrany. Na ventilových stanicích má být provedeno přesné vytyčení základové desky, betonových bloků a následně jejich výšek.

Dále má být zaměřen průběh plynovodu před záhozem, svary, veškeré plynárenské a neplynárenské zařízení, pozemní komunikace, vodní toky, inženýrské sítě, chráničky, číchačky, uzávěry, izolační spoje, orientační sloupky, odvodňovače, prvky katodové ochrany, trasy optických kabelů, trasy metalických kabelů, elektropřípojky k objektům, křížení a další objekty.

3.3.1 VYTYČENÍ OBVODU STAVENIŠTĚ

Obvodem staveniště se rozumí okraj pracovního pruhu, který obsahuje těleso stavby, v našem případě potrubí plynovodu s výkopem, místa okolo stavby pro pohyb stavební techniky a místa pro odkládání materiálu a deponii skřívky ornice. Dle zákona č. 183/2006 Sb., § 3 [17] staveniště je místo, na kterém se provádí stavební práce nebo udržovací práce na stávající stavbě. Staveniště liniové stavby je tvořeno pásem podél budované stavby. Objekty zařízení staveniště jsou soustředěny na jednom místě tzv. stavební dvůr, odtud jsou objekty rozváženy do jednotlivých částí stavby. Sídli zde i vedení stavby v tzv. buňkovišti. Staveniště musí oddělit stavební provoz od okolí a zabránit vniknutí cizích osob. Dále zajistit vjezd a výjezd na místní komunikace. Staveniště musí zajistit bezpečné uložení stavebního materiálu, odvoz a sběr odpadu, bezpečný pohyb po stavbě a podmínky pro ochranu životního prostředí.

Šířka staveniště je 70-100 m, z toho šířka výkopu je okolo 3 m a délka staveniště 87 km. Na stavbě plynovodu Antilopa byl jeden hlavní sklad veškerého materiálu, na

kterém bylo i tzv. buňkoviště a 6 menších, na které byl materiál rozvážen z hlavního skladu. Některé sklady nebyly vůbec využity.

Vytyčení obvodu staveniště se provádí po 20 metrech nebo podrobněji. Body se stabilizují dřevěnými kolíky. Po vytyčení obvodu stanoviště stavební firma provede skrývku ornice (vrstva úrodné zeminy, která je pomocí techniky odhrnuta na okraje pracovního pruhu).

Vytyčení obvodu staveniště bylo provedeno GNSS přijímačem s přesností 14 cm. Do kontroléru byl nahrán výkres se souřadnicemi pracovního pruhu s osou. Pro měření byla vybrána síť VRS NOW. V kartě vytyčování bylo zvoleno vytyčování linie. Byly vytyčovány body na linii po 20 metrech a byly stabilizovány dřevěnými kolíky. V kódu u každého vytyčovaného bodu byla napsána hodnota, kolik půdy má být skryto. Na dřevné kolíky bylo napsáno staničení a hodnota skrývky ornice. Vytyčování bylo prováděno po ucelených úsecích, podle toho, jak postupovala stavba. Měřené úseky byly dlouhé v řádu metrů až kilometrů, záleželo na rychlosti geodeta, na čase, který měl na měření, na průběhu stavby a důležitosti ostatních geodetických prací. V některých případech byli geodeti odvoláni na jiné geodetické práce, které byly v danou chvíli potřeba udělat přednostně. Některé úseky měřily například pouze 300 m a naopak některé byly dlouhé 2,5 km.

V definici staveniště se píše, že by stavba měla být zajištěna před vniknutím cizích osob. Naše stavba nebyla po celé délce zajištěna, jelikož měřila 87 km, a proto není možné celou stavbu uzavřít. Některé části zajištěné byly, a to ty, u kterých hrozilo větší nebezpečí úrazu. Stavba byla po celé délce označena cedulemi, které zakazovaly vstup či vjezd na stavbu nepovoleným a neproškoleným osobám.

3.3.2 VYTYČENÍ A ZAMĚŘENÍ INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ

Podle metodických pokynů [1] a [2] mají být veškeré inženýrské sítě, které křížují stavbu plynovodu, vytyčeny a zaměřeny. Nejčastěji vytyčované inženýrské sítě jsou vodovody, plynovody, elektřina, kanalizace a datové kabely (internet, telefon). Inženýrské sítě se vytyčují před zahájením výkopových prací kvůli předejití havárií způsobených poškozením kabelu či potrubí stavební technikou. Stavební firma musí poškozenou inženýrskou síť opravit na vlastní náklady. Vyhotovuje se výkres, který obsahuje veškeré zaměřené inženýrské sítě, pro orientaci stavebních dělníků v terénu.

Pro výkres inženýrských sítí se jednotlivé inženýrské sítě buď vytyčují z projektů a následně zaměřují geodetem, nebo je správci konkrétních inženýrských sítí vyhledají přímo v terénu a geodet je s nimi zaměřuje.

V našem případě byly inženýrské sítě zaměřovány ve spolupráci se správci společností konkrétních inženýrských sítí. Správci vyhledali danou inženýrskou síť pomocí speciálních zařízení lokátorů nebo detektorů. Správce vyhledal přibližně polohu kabelu či potrubí. Geodeti je následně zaměřili a stabilizovali dřevěnými kolíky, které byly označeny názvem kabelu či potrubí a přibližnou hloubkou, ve které je kabel uložen dle požadavků [2]. V ojedinělých případech byly sítě vytyčeny podle projektů, převzatých od správců daných kabelů. Inženýrské sítě vytyčované z projektů byly v terénu následně i zaměřeny kvůli zmiňovanému výslednému výkresu inženýrských sítí. Inženýrské sítě byly zaměřovány také kvůli tomu, aby později nemuseli být opět zváni správci inženýrských sítí, ale aby si je geodeti mohli sami vytyčit. Toto bylo potřeba například v případech, kdy stavební technika jinými pracemi zničila dřevěné kolíky. Inženýrské sítě byly vytyčovány a zaměřovány GNSS přijímačem.

Stavební firma SICIM po vytyčení inženýrských sítí vykope sondu, která slouží jako kontrola hloubky uloženého kabelu či potrubí. Sondy se též geodeticky zaměřují. Výkopu těchto sond se říká test pit Obr. 10.



*Obr. 10 Sonda – test pit
Zdroj: Autor*

Po provedení výkopu je velké množství inženýrských sítí odkryto Obr. 11, a právě tyto sítě musí být zaměřeny dle [1]. Při kontrole položeného potrubí se současně odkryté inženýrské sítě zaměřují a do kódu se zapíše přibližné určení, o jakou síť jde. V dokumentaci jsou tyto sítě zobrazeny ve formě samostatného výkresu Příloha č. 5.



*Obr. 11 Obnažené inženýrské sítě křižující plynovod
Zdroj: Autor*

Při zasypání potrubí plynovodu museli být přítomni správci inženýrských sítí, aby zkontrolovali správné zakrytí jejich kabelů či potrubí. Při zakrytí musí být dodrženy postupy pro správné uložení a bezpečnost. Musí být dodrženy správná hloubka uložení, správné zakrytí dané sítě (například obsypání pískem či obalení textilií), ochranné pásmo, dovolené vzdálenosti při souběhu podzemních sítí a další.

Stavební firma zahájila výkopové práce před vytyčením inženýrských sítí, což vedlo k poškození dvou kabelů. Poničené sítě na vlastní náklady nechala opravit. Dále již bez výkresu inženýrských sítí nepokračovala a veškeré sítě si nechala v terénu označit dřevěnými kolíky. Po těchto dvou nehodách již nebyla žádná jiná síť poničena.

3.3.3 VYTYČENÍ OSY PLYNOVODU

Osa plynovodu se vytyčuje po skrytí ornice. Vytyčují se body osy plynovodu s hloubkou pro výkop. Osa je vytyčována po 20 m v rovných úsecích a po 10 m v obloucích (někdy i po kratších vzdálenostech, pro větší přesnost). Vytyčují se i hlavní body oblouku, začátek, vrchol a konec oblouku. Vytyčování se provádí s přesností $m_{xy}=5$ cm.

Po vytyčení osy plynovodu stavební firma provede výkop pro uložení potrubí. Hloubku výkopu převezme obsluha stavební techniky právě z vytyčených bodů s danou hloubkou. Proto jsou body stabilizovány kolíky, na kterých je napsána hloubka, která má být vykopána. Pracovní pruh byl buď úplně prázdný, nebo na něm již bylo připraveno svařené potrubí Obr. 12.



*Obr. 12 Pracovní pruh před vytyčením osy plynovodu
Zdroj: Autor*

Vytyčení osy plynovodu bylo provedeno GNSS přijímačem. Body osy plynovodu byly stabilizovány dřevěnými kolíky, označenými výrazným barevným sprejem. Na kolíky byla napsána hloubka výkopu.

3.3.4 KONTROLA VÝKOPU

Kontrola výkopu se provádí bezprostředně po jeho vykopání Obr. 13, před položením potrubí plynovodu. Kontroluje se správná hloubka výkopu a poloha výkopu (vzdálenost okraje výkopu od osy plynovodu).

Hloubka výkopu musí být minimálně 1,10 m na poli a 0,90 m v lese. Mezní polohová odchylka výkopu nesmí být menší než 0,80 m na obě strany od osy. Dodržení mezní odchylky je důležité především u kritických míst viz. kapitola 3.2.2.



Obr. 13 Výkop, Zdroj: Autor

Geodeti se museli pohybovat uvnitř výkopu, což nebylo někdy úplně jednoduché. Uvnitř výkopu byly velké kameny a velké hroudy bahna, v deštivém období byly výkopy velmi podmáčené a bahnité, což v některých případech znemožňovalo vstup do výkopu. Výkopy se někdy naplnily vodou Obr. 14, která musela být odčerpána čerpadly. Potrubí nesmělo být položeno do vody.

V našem případě byla kontrola výkopu prováděná GNSS přijímačem. Pomocí vytyčení linie a vytyčení oblouku byl výkop kontrolován a zaměřován. Z výkresu (mapy) byla vybrána linie nebo oblouk. Linie či oblouk byly vybírány pro konkrétní staničení daného úseku stavby, ve kterém se kontrolovaný výkop nacházel. Po vybrání dané křivky byla vidět vzdálenost od osy, podle které byl výkop kontrolován. GNSS systém byl nejprve přiložen k jednomu okraji výkopu, kde byla provedena kontrola. Dále byl GNSS systém přesunut na druhý okraj a byl proveden stejný postup. Kontrola a následné zaměření bylo prováděno v profilech po 20 m. Pokud byla vzdálenost od osy menší než

0,80 m, musel být výkop opraven. Geodeti na stěnu výkopu udělali sprejem křížek a napsali, o kolik má být výkop opraven. Firma SICIM provedla opravu výkopu ihned po naší kontrole.

Pro kontrolu výkopu byl vytvořen jednoduchý program, který po vložení měření ukáže, zda je výkop v pořádku, či nikoli. Program byl vytvořen pro tuto zakázku IT specialisty firmy Hrdlička, ale nakonec nebyl využíván, jelikož kontrola probíhala přímo v terénu. Stavba plynovodu je neustále v pohybu a není na ni moc času, proto nebylo možné program využívat. Geodeti potřebovali rozhodnout o správnosti výkopu přímo v terénu, když u výkopu byly ještě bagry, které mohly výkop opravit.



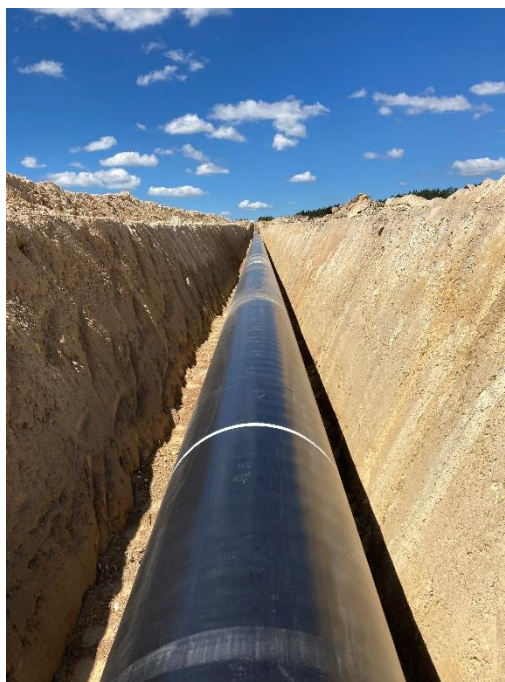
*Obr. 14 Výkop plný dešťové vody
Zdroj: Autor*

3.3.5 VYTYČENÍ OSY POTRUBÍ VE VÝKOPU

Osa potrubí ve výkopu byla vytyčena geodety stavební firmy SICIM. Osa byla vytyčena s odsazením na okraj potrubí pro snadnější položení potrubí do výkopu. Odsazená osa byla stabilizována dlouhými dřevěnými kolíky, pomocí kterých se pokladači orientovali, zda potrubí pokládají správně.

3.3.6 KONTROLA A ZAMĚŘENÍ POTRUBÍ ULOŽENÉHO VE VÝKOPU

Stavební firma SICIM svařuje potrubí na povrchu a pokládá jej do výkopu po větších celcích, jak můžeme vidět na Obr. 15. Vždy po uložení potrubí do výkopu je provedena kontrola polohy potrubí a hloubky. Po svaření dvou částí potrubí vznikne svar, jehož poloha musí být zaměřena. Svar musí být dle [1] polohově i výškově zaměřen včetně hloubky uložení, resp. výšky terénu. Svar se měří jedním bodem na vrcholu potrubí. Kontrola polohy ve výkopu se provádí GNSS přijímačem. Při kontrole musí být dodržena mezní polohová odchylka potrubí ve výkopu a správná hloubka. Mezní polohová odchylka nesmí být větší dle [2] než 28 cm na obě strany od osy. V případě překročení mezní polohové odchylky stavební firma polohu potrubí opraví. V místech, kde se nachází kritická místa viz kapitola 3.2.2, musí být zvýšen důraz na přesnost uložení potrubí ve výkopu. V místech, kde nejsou kritická místa, může být tolerováno překročení mezní polohové odchylky po konzultaci s investorem.



*Obr. 15 Položené potrubí ve výkopu
Zdroj: Autor*

Musely být zaměřeny veškeré svary po celé délce stavby. Jeden kus potrubí má 18 m a stavba měří 68 km, bylo zaměřeno cca 3500 svarů. Byly 3 druhy svarů. První jsou svary provedené na povrchu, druhé jsou svary svařované uvnitř výkopu tzv. Tie-in. Tyto svary byly prováděny tam, kde byly delší, již svařené kusy potrubí svařovány k sobě a v místech napojení na protlaky. Tato místa se doměřovala po svaření. Třetím druhem

svaru byly tzv. Golden welds, které byly zhotoveny po provedení hydrotestů Obr. 16, které se dělaly po položení všech částí potrubí. Potrubí uložené ve výkopu se rozřízne, nasadí se na ně speciální (žluté) konce a provede se hydrotest. Rozříznutím se změnila již zaměřená poloha potrubí, proto je nutné potrubí zaměřit znovu po provedení hydrotestu a následném svaření. Zaměří se nový svar a dva staré před a dva staré za novým svárem.



Obr. 16 Hydrotest, Zdroj: Autor

Zaměření svarů ve výkopu bylo často zdrženo kontrolami pomocí rentgenu. V průběhu této kontroly se v daném úseku nesměl nikdo pohybovat. Tyto kontroly trvaly několik hodin, a proto byla práce geodetů zdržena.

Pro kontrolu hloubky potrubí byl vytvořen model terénu, který byl vložen do GNSS systému. Kontrola potrubí byla prováděna ihned po provedení pokládky. Pro kontrolu hloubky byl vytvořen model terénu, který byl vložen do GNSS přijímače. V terénu se vždy nejprve provedla kontrola hloubky v modelu terénu viz. kapitola 3.2.3 a kontrola polohy trubky ve výkopu. Následně byl svar zaměřen v modelu terénu. Na potrubí byly měřeny i lomové body vertikálních a horizontálních změn. Lomové body byly měřeny 3 body (hlavní body oblouku) cca po 5 m. Bylo měřeno i křížení s inženýrskými sítěmi. Svary byly označeny křížkem a číslem svaru dle kladečského deníku, které měl každý svar napsané v tabulce umístěné na potrubí. Při zaměření svaru bylo dle požadavků [1] napsáno do kódu číslo svaru (např. SVAR64L1, 64 je staničení v km, L nebo T je označení, zda byl svar svařen venku L nebo uvnitř výkopu T a 1 číslo svaru. Za číslem bylo někdy písmeno R, které označuje opakovanou rentgenovou kontrolu).

Kontrolu polohy potrubí prováděl i geodet investora firma Azimut, se kterým jsme se při zaměření potrubí nesměli lišit o více než 8 cm.

Měření potrubí někdy bylo zkomplikováno strmostí terénu, kterým potrubí vede. Ve velmi prudkých kopcích bylo pracné zaměřit položené potrubí Obr. 17.



*Obr. 17 Potrubí ve strmém kopci
Zdroj: Autor*

3.3.7 ZAMĚŘENÍ BETONOVÝCH SEDEL

Betonová sedla slouží k zatížení a stabilizaci potrubí, jak můžeme vidět na Obr. 18. Na místech, kde potrubí například visí nad zemí ve výkopu, musí být zatíženo betonovými sedly. Betonová sedla musí být dle [1] zaměřena. Měří se všechny 4 rohy sedel. Zaměřování se provádí pro výslednou dokumentaci stavby.

Sedla byla zaměřována pomocí GNSS přijímače v měření bodů. Byly zaměřeny všechny čtyři rohy sedel. Zaměřeno bylo každé sedlo samostatně. V místech, kde se sedla vzájemně dotýkala, byly rohy sousedících sedel měřeny jedním společným bodem.



*Obr. 18 Betonová sedla
Zdroj: Autor*

3.3.8 ZAMĚŘENÍ PANELŮ

Panely jsou betonové bloky Obr. 19, které se pokládají na místa, přerušných pozemních komunikací a na místa v pracovním pruhu, která je potřeba zpevnit. Panely slouží ke zpevnění přerušných cest. Zaměřují se rohy betonových panelů. Zaměřování se provádí pro výslednou dokumentaci stavby. Zaměření se provádí dle [1].



Obr. 19 Betonové panely, Zdroj: Autor

Panely byly měřeny pomocí GNSS přijímače v měření bodů. Byly zaměřeny všechny čtyři rohy panelů. Každý panel byl zaměřen zvlášť. V případě, že se panely dotýkaly, měřily se rohy těchto panelů jedním společným bodem.

3.3.9 ZAMĚŘENÍ DRENÁŽÍ

Drenáže jsou trubky Obr. 20, které na stavbě plynovodu slouží k odvádění vody. Měří se dvěma body začátek a konec. Drenáže se měří pro výslednou dokumentaci stavby, jelikož křížují porubí plynovodu. Drenáže jsou instalovány cca 1 m pod povrchem. Drenážní trubky se měří dle [1].



Obr. 20 Drenáž, Zdroj: Autor

Drenáže byly měřeny pomocí GNSS systému v měření bodů. Pro snadnější vykreslení drenáží ve výkresu byly při měření voleny kódy #RX na začátku a RX na konci pro jednu trubku. Tyto kódy nám ve výkresu spojí dva bodu čarou. Usnadňuje to vykreslení velkého množství takto zaměřených trubek drenáží. Na některých místech se zaměřovalo až 50 trubek.

3.3.10 VYTYČENÍ A ZAMĚŘENÍ KATODOVÝCH OCHRAN

Katodová ochrana je dle [12] systém protikorozní ochrany ocelových potrubí vloženým proudem cizího zdroje napětí nebo galvanickými anodami. Vytváří se elektrický proud, jehož katodou je ocelové potrubí a anodou jsou pomocné elektrody v různém provedení připojené na usměrňovač (zdroj), nebo použitím galvanických anod, které ve spojení s potrubím vytváří galvanický článek.

Podle metodických pokynů [1] mají být vytyčeny a zaměřeny veškeré katodové ochrany. Vytyčení výkopu pro kabel katodové ochrany prováděli geodeti firmy SICIM. V některých případech vytyčení prováděla firma Hrdlička.

Zaměření katodových ochran dělali geodeti firmy Hrdlička. Nejprve byl zaměřen kabel navařený přímo na potrubí plynovodu. Měření bylo prováděno současně s kontrolou polohy potrubí nebo samostatně před zasypáním potrubí.

Po zasypání potrubí byl na povrchu vytyčen výkop a následně do něj položen kabel katodové ochrany. Kabel vedl od potrubí plynovodu, kde byl navařen svým výkopem ke skříni katodové ochrany. Takto uložený kabel byl zaměřen několika body GNSS zařízením. Byly měřeny body počátku, konce a lomové body. Dále byla zaměřena i skříň katodové ochrany, která byla vždy na konci výkopu.

3.3.11 SLEDOVÁNÍ POSUNŮ POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ A ŽELEZNIC

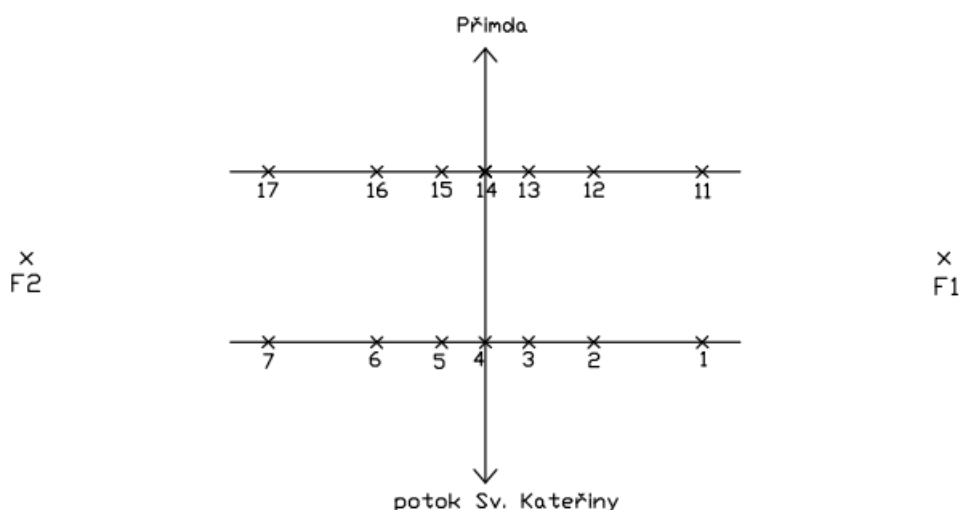
Stavbu plynovodu na mnoha místech křížují pozemní komunikace a železnice. V tomto případě je potřeba potrubí vést pod jejich tělesy, aby nebyly poškozeny a nebyl na nich omezen provoz. Pod železnicemi a většími silnicemi byl proveden protlak potrubí, který je vidět na Obr. 21. Při zhotovení protlaku stavební firma nijak nezasáhne do tělesa železnice nebo silnice, jelikož potrubí plynovodu vede pod nimi. Stavební firma protlačí potrubí vrtákem pod tělesem železnice či pozemní komunikace. Nevýhodou protlaku může být sedání půdy pod železnicemi a silnicemi v místech protlaků, proto je potřeba zajistit sledování posunů na pozemních komunikacích a železnicích. Sledování posunů bylo provedeno na všech železnicích a pozemních komunikacích křížujících potrubí, kromě dálnice, kterou si Ředitelství silnic a dálnic (ŘSD) hlídalo samo, a silnic, které byly přerušeny.



*Obr. 21 Protlak pod železnici
Zdroj: Autor*

Pro sledování posunů jsou zřízeny na každé pozemní komunikaci a železnici pozorované body dle normy [18]. Do míst, která nemohou být ovlivněna sedáním podloží, se umisťují pevné body na začátek a konec měřeného úseku.

Na pozemních komunikacích se pevné body stabilizují měřickými hřeby do asfaltu. Pozorované body se stabilizují měřickými hřeby do asfaltu na okraje pozemní komunikace. V našem případě bylo na většině silnic zřízeno 14 pozorovaných bodů, 7 po jednom okraji a 7 po druhém okraji Obr. 22 (F1, F2 – pevné body, 1-7 a 11-17 pozorované body). Na malých silnicích bylo zřízeno jen 7 bodů uprostřed. Měření posunů probíhalo v místech křížení pozemní komunikace se stavbou plynovodu, proto byl ve většině případů v těchto místech zřízen výjezd vozidel ze stavby. V některých místech stavební technika silnici přejížděla z jedné strany stavby na druhou, proto jsme před každým měřením posunů museli všechny body zkontrolovat, zda nebyly poničeny, nebo dokonce vytrženy. Poškozené body byly vyměněny za nové měřické hřeby.



Obr. 22 Schéma situace pozorovaných a pevných bodů (pevné body – F_i , pozorované body - 1- n)
Zdroj: Autor

Na železnicích byly pevné body stabilizovány měřickými hřeby umístěnými do soklů sloupů či návěstidel a pozorované body byly šrouby na kolejích označené barevným sprejem. Pozorovaných bodů na železnicích bylo 14, 7 na vnějších šroubech jedné kolejnice a 7 na vnějších šroubech druhé kolejnice.

Všem bodům byly určeny souřadnice pomocí GNSS systému. Souřadnice byly určeny kvůli případnému vyhledání bodů, zničení bodů a kvůli přibližnému určení výšky.

Pro měření posunů byla zvolena metoda geometrické nivelace ze středu, body byly měřeny bočně. Nivelace byla měřena pomocí digitálního nivelačního přístroje Trimble DiNi 0.3 a nivelační latí s čárovým kódem. Při měření nivelace tam a zpět musí být dodržen mezní uzávěr 1 mm, pokud nebyl dodržen, nivelace byla provedena znova. Mezní uzávěr si firma Hrdlička určila sama, dle svého uvážení. Měření se provádí etapově, každá etapa byla zaměřena jedenkrát.

Sledování posunů na pozemních komunikacích si vyžádala firma SICIM jako dokumentaci. Krajská správa a údržba silnic si sledování posunů nevyžádala. Požadavkem firmy SICIM bylo zaměření 3 etap (0,1,2). Na pozemních komunikacích byla před protlakem zaměřena nultá etapa. První etapa byla zaměřena po vyhotovení protlaku. Poslední etapa byla provedena po jednom měsíci od protlaku. Firma Hrdlička pouze zprostředkovala měření.

V případě této stavby nebyl vyhotoven projekt sledování posunů, ale pouze byly zaměřeny 3 etapy. Nebyly stanoveny žádná kritéria. V případě vyhotovení řádného projektu sledování posunů by se postupovalo dle normy [18]. V normě [18] je přesnost měření posunů stavebních objektů charakterizována hodnotou mezní odchylky určení délky výsledného vektoru posunu nebo jeho složky. Hodnota mezní odchylky δ_1 v mm se určí hodnotou:

$$\delta_1 \leq \frac{2}{5} \rho, \quad (1)$$

kde ρ je očekávaný celkový posun nebo jeho složka v mm. Hodnota mezní odchylky nemá překročit hodnotu $\delta \leq 2$ mm pro písčité, hlinité a jiné stlačitelné zeminy a zhuštěné násypy.

Na železnicích firma Hrdlička pouze zprostředkovala měření, které následně odevzdala firmě SICIM. Firma SICIM předala měření správě konkrétní trati, která rozhodla, zda na železnici dochází k posunu, či nikoli. Veškerá komunikace mezi správou trati a firmou Hrdlička byla zprostředkována firmou SICIM, čímž byla celá situace velmi ztížená. Správa trati neposkytla firmě Hrdlička žádná stanovená kritéria mezního posunu, proto je v této práci neuvádím.

Na železnici, rozhodovala o počtu měřených etap a o jejich realizaci správa trati. Nultá etapa byla zaměřena před provedením protlaku. První etapa byla měřena v průběhu protlaku. Druhá etapa byla měřena po jednom měsíci. V případech, kde nedošlo

k poklesu, byly měřeny pouze 3 etapy, na místech, kde k poklesu došlo, bylo měřeno etap více.

V našem případě nastal pokles u dvou železnic, proto musely být opraveny. K opravě železnice byla použita podbíječka. Pro měření pro podbíječku byla použita metoda APK (absolutní poloha koleje). Správa železnic nám poskytla projekt s body železničního bodového pole, na které jsme se mohli připojit. Při měření APK se nejprve musí přeměřit bodové pole a doplnit o zajišťovací značky. Kontroluje se poloha i výška. Poloha se měří pomocí trojpodstavcové soupravy a výška nivelací. Zajišťovací značky se měří z volných stanovisek nejméně třikrát. Absolutní poloha koleje se měří z volného stanoviska, minimálně na 4 orientace. Na začátku měření se určí kontrolní směr, který se v průběhu kontroluje. Při měření musí být realizovány identické body, kvůli transformaci jednotlivých stanovisek na sebe. Měří se pomocí totální stanice od firmy Topcon a měřicího vozíku GG-05. Pomocí tohoto systému se měří prostorová poloha koleje. Výsledkem měření jsou body osy koleje. Dále systém měří rozchod koleje a převýšení mezi kolejnicemi. Měřené body se porovnají s naprojektovanou osou koleje. Ve speciálním programu se vypočítají odchylky po 5 m, které se předají podbíječce a ta kolej posune.

Tabulky posunů na železnicích a pozemních komunikacích jsou uvedeny v elektronické příloze. Ukázka tabulky posunů Příloha č. 9 a ukázka tabulky posunů na železnici, na které byly pozorovány velké posuny Příloha č. 10.

3.3.12 BODOVÉ POLE NA VENTILOVÝCH STANICÍCH

Ventilové stanice jsou součástí potrubí plynovodu a řídí průtok a tlak plynu uvnitř. Fungují jako kontrolní systém. Ventilové stanice jsou vybudovány v blízkosti pozemních komunikací, aby k nim byl rychlý a snadný přístup v případě hrozícího nebezpečí nebo k jejich obsluze. Ventilové stanice lze ovládat na dálku. Komunikační systém je používán ke komunikaci mezi ostatními stanicemi v systému plynovodu. Ventilové stanice slouží především k uzavírání jednotlivých segmentů potrubí. Možnost uzavírání jednotlivých částí plynovodu je potřeba především při údržbě nebo opravě potrubí [13].

Ventilových stanic je po celé délce tohoto úseku plynovodu rozmístěno 5 (Bor, Přimda, Hubenov, Sviňomazy a Mladotice). Všechny stanice jsou stávající, jsou součástí plynovodu Gazela z roku 2010, vedoucího souběžně s plynovodem Antilopa. Stanice byly rozšířené o novou část s ventily a potrubím. Bylo vybudováno i nové oplocení a osvětlení. Nová část ventilové stanice musela být vytyčena a po vybudování i zaměřena. Na stanicích musela být dodržena mezní polohová odchylka 1 cm. Proto muselo být vybudováno na ventilových stanicích vytyčovací bodové pole.

Bodové pole vytyčovací sítě bylo vybudováno na všech pěti stanicích. Podle velikosti stanice byl zvolen vhodný počet bodů. Body byly rozmístěny tak, aby při postavení stroje v různých částech stanice bylo vidět nejméně na 3 z nich. Body bodového pole byly stabilizovány odraznými štítky umístěnými na lampy (Obr. 23) nebo na kovové

sloupy a nastřelovacími hřebíky umístěnými do betonových soklů lamp a sloupů či jiných konstrukcí nebo šrouby na soklech lamp Obr. 24.



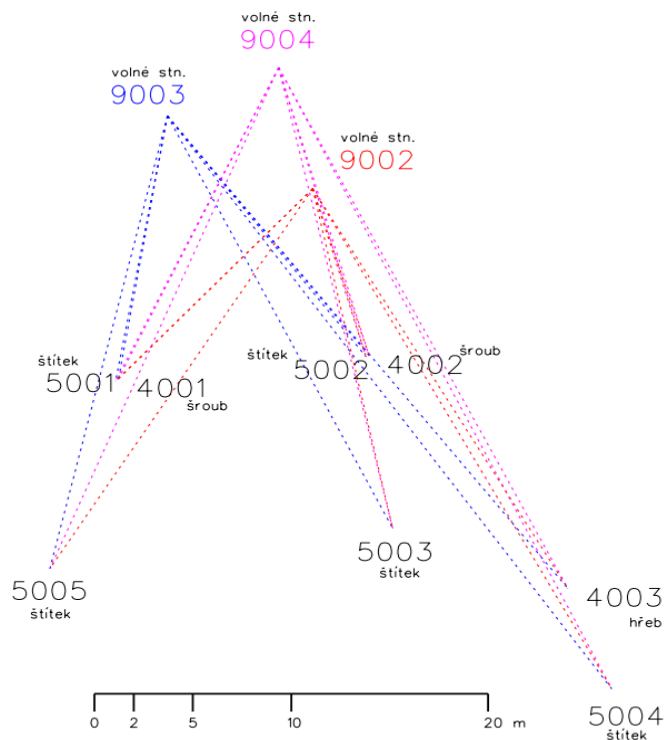
Obr. 24 Bod na šroubu, Zdroj: Autor



Obr. 23 Odrazný štítek na konstrukci
Zdroj: Autor

Body umístěné na soklech či sloupech byly zaměřeny metodou GNSS s připojením na referenční síť permanentních stanic Trimble VRS Now Czech, 2x nezávisle s minimálním časovým odstupem 1 hodiny, dle [14]. Pro transformaci do JTSK a připojení na výškový systém Bpv byl použit globální transformační klíč: transformační modul zpřesněné globální transformace Trimble 2018 verze 1.0 schválený ČÚZK pro měření od 1.1.2018. Body vytyčovací sítě byly měřeny totální stanicí ve 3 skupinách ze 3 volných stanovišek Obr. 25. Měření bylo provedeno ve 3 skupinách, z důvodu vyloučení nežádoucích vlivů probíhající stavby (průjezd těžké stavební techniky v blízkosti geodetického přístroje) na měření. V případě, že byla jedna ze skupin ovlivněna nežádoucími vlivy, byla z měření vyloučena, to nám právě usnadnilo zaměření 3 skupin. Souřadnice bodů byly spočítány vyrovnáním sítě pomocí metody nejmenších čtverců (MNČ). Síť byla počítána Helmertovou transformací (volně). Vyrovnání bylo provedeno v programu Groma.

Vytyčovací síť byla vyhotovena na všech stanicích s vyšší přesností, než bylo požadováno. Směrodatná odchylka nepřekročila 1 mm a střední chyba vyrovnaných výšek rovněž nepřekročila 1 mm.



Obr. 25 Konfigurace sítě, Zdroj: Autor

3.3.13 VYTYČOVÁNÍ NA VENTILOVÝCH STANICÍCH

Vytyčování na ventilových stanicích probíhalo po terénních úpravách. Stavební firma vykopala v místě budoucí ventilové stanice velkou jámu, do které byl nalit podkladní beton, čímž na jejím dně vznikla rovina. Stavební jáma byla vytyčena firmou SICIM. Na podkladní beton byly vytyčeny rohy základové desky a patky betonových pilířů Obr. 26. Vytyčování bylo vyhotoveno firmou Hrdlička na základě projektu, který poskytla firma SICIM. Vytyčené body byly stabilizovány nastřelovacími hřebíky a zvýrazněny barevnými křížky. Mezní odchylka polohová pro vytyčování nesměla být větší než 1 cm.



*Obr. 26 Vytyčování základové desky na podkladní beton
Zdroj: Autor*

Stavební firma následně osadila na podkladním betonu bednění pro základovou desku a pilíře. Na bednění byly vytyčeny výšky základové desky a pilířů Obr. 27. Výšky byly stabilizovány hřebíky a označeny přímo na bednění hodnotou dané výšky.

Firma SICIM po vytyčení vystavěla základovou desku a betonové pilíře. Základová deska a betonové pilíře musely být následně zaměřeny pro výslednou dokumentaci stavby. Stavební firma osadila na betonové pilíře potrubí s ventily, které muselo být také zaměřeno. Deska s pilíři byla po usazení potrubí zasypána.



Obr. 27 Betonové pilíře, Zdroj: Autor

Přímo na stavbě se stavbyvedoucímu předalo vytyčení ve formě papíru se zakroužkovanými body, které jsme vytyčili, a samotné vytyčení na podkladním betonu. Po měření byl vyhotoven protokol o vytyčení, který byl odevzdán firmě SICIM.

3.3.14 ZAMĚŘOVÁNÍ NA VENTILOVÝCH STANICÍCH

V metodických pokynech [1] firmy N4G je uvedeno, že nová část ventilové stanice musí být zaměřena pro výslednou dokumentaci. Zaměřit se mají veškeré nové prvky, jako jsou základová deska, betonové pilíře, potrubí, uzemnění, chodníky, obrubníky, nové budovy, terén, ploty a vše ostatní nové Obr. 28. Potrubí bylo zaměřeno stejně jako ostatní potrubí (sváry a lomové body), ventily byly na potrubí dokonstruovány na střed potrubí. Základová deska, pilíře, uzemnění a další podzemní objekty byly zaměřeny před zasypáním. V průběhu výstavby ventilové stanice byli geodeti osloveni pro zaměření doplňujících objektů, například chráničky, inženýrské sítě či jiných předmětů, které jsou uloženy trvale v zemi. Hotová ventilová stanice Obr. 29 byla následně celá zaměřena se všemi novými objekty i terény Příloha č. 6.



*Obr. 28 Betonové pilíře s osazeným potrubím
Zdroj: Autor*



*Obr. 29 Nově vybudovaná ventilová stanice
Zdroj: SICIM*

3.3.15 ZAMĚŘENÍ NOVÉHO TERÉNNÍHO STAVU

Po zakrytí potrubí musí být opět navrácena skrývka ornice. Pomocí těžké techniky je ornice finálně upravena a srovnána do roviny. Firma SICIM musí celý pracovní pruh navrátit do původního stavu. Následně po této úpravě geodeti zaměří finální stav terénu.

Měření byl prováděno v profilech po 25 m, vždy byl změřen bod na ose a dva body 5 m od osy na obě strany. V místech, kde se nacházely výrazné terénní zlomy, vertikální nebo horizontální byly profily měřeny podrobněji, aby byl vystihnout detailně terén. Současně s profily byly zaměřené i veškeré cesty a silnice křižující plynovod.

Profily byly měřeny pomocí GNSS zařízení. Měření probíhalo ve vytyčení linie, ve kterém je vidět osa plynovodu. Zároveň je v kontroléru vidět staničení, pomocí kterého byla dodržena vzdálenost 25 m. Geodeti při těchto měřeních nachodili hodně kilometrů, jelikož po upraveném pracovním pruhu se nesmí jezdit automobilem. Takto musí být zaměřeno celých 87 km stavby.

Po zaměření se kontrolovalo minimální krytí nad potrubím, tam kde bylo zeminy málo musela být doplněna.

Porovnání skutečného stavu po dokončení stavby si dělá firma N4G sama. Firma Hrdlička k těmto informacím nemá přístup.

3.3.16 VYTYČENÍ A ZAMĚŘENÍ OCHRANNÝCH TYČÍ

Tato kapitola navazuje na předchozí kapitolu a úzce s ní souvisí. Při samotném měření terénu v profilech se vytyčují ochranné tyče. Tyče jsou rozmístěny po celé délce plynovodu Obr. 30. Slouží k označení průběhu plynovodu na povrchu a k jeho ochraně. Ochranné tyče musí být po osazení zaměřeny.

Ochranné tyče byly vytyčovány a zaměřovány pomocí GNSS zařízení současně s měřením profilů. Vytyčené body byly stabilizovány pomocí dřevěných kolíků, které byly označeny staničením a symbolem T1 nebo T2. Označení T1 je ochranná tyč se skruží a T2 je označení ochranné tyče bez skruže. Stavební firma SICIM umístila ochranné tyče místo dřevěných kolíků. Geodeti je následně po jejich osazení zaměřili pro výslednou dokumentaci.



*Obr. 30 Ochranná tyč (větší) a číhačka (menší)
Zdroj: Autor*

Číhačky nebyly vytyčovány, ale byly zaměřovány pro výslednou dokumentaci. Stavební firma číhačky umístila na konec chráničky dle projektu, proto nebylo potřeba je vytyčit.

3.3.17 VYTYČENÍ A ZAMĚŘENÍ PALISÁD

Palisády jsou dřevěné kůly sloužící k zajištění sesouvání svahu Obr. 31. V případě stavby plynovodu slouží k zajištění sesuvu půdy ve strmých svazích. Palisády se musí nejprve vytyčit a následně po výstavbě zaměřit.

Palisády byly vytyčovány a zaměřovány pomocí GNSS zařízení.



Obr. 31 Palisády, Zdroj: Autor

3.4 GEODETICKÉ PRÁCE PŘI DOKUMENTACI A PROVOZU STAVBY

Na závěr výstavby byla vyhotovena Dokumentace skutečného provedení stavby. Firma N4G detailně popisuje požadavky na předávanou dokumentaci v metodických pokynech [1] (citace):

Součástí předávané geodetické dokumentace skutečného provedení stavby je výsledný elaborát, který obsahuje tyto podklady:

- *technickou zprávu s podpisem, ověřovacím razítkem úředně oprávněného zeměměřického inženýra a pořadovým číslem ověření,*
- *kontrolní tisky situace ve vhodném měřítku opatřené podpisem, ověřovacím razítkem úředně oprávněného zeměměřického inženýra a pořadovým číslem ověření (pokud nebude při zadání zakázky s oddělením DS domluveno jinak),*
- *průběh trasy nově budovaných plynovodů bude podle zaměření skutečného provedení stavby zobrazen do mapových listů SMO-5 v měřítku 1:5 000, nebo do mapy v měřítku 1:50 000, kde bude zakreslen průběh plynovodu fialovou barvou. Každý mapový list doplněný o průběh plynovodu bude opatřen razítkem a podpisem úředně oprávněného zeměměřického inženýra a firmy, jejíž pracovníci zakreslení provedli (pokud nebude domluveno jinak),,*
- *digitální zpracování dat podle tohoto metodického pokynu (výkresové soubory, seznamy souřadnic),*
- *vyplněný protokol o předání a převzetí geodetické dokumentace (viz příloha P6).*

Všechny předávané papírové materiály elaborátu musí být ověřeny úředně oprávněným zeměměřickým inženýrem v souladu s požadavky zákona č.200/1994 Sb.

V metodických pokynech [1] jsou uvedeny jednotlivé části odevzdávané dokumentace, včetně zpracování dat. Grafické zpracování geodetických měření má být provedeno v programu MicroStation v.8 nebo ve vyšší, mezi které patří i nadstavba MGEO ve formátu dgn. V pokynech jsou uvedeny části stavby, které mají být odevzdány v samostatných souborech. Dále v metodických pokynech je uvedeno, jaké náležitosti má obsahovat kresba (tloušťka čáry, bodové značky, popisy, velikost značek a textu a další). Struktura souborů se seznamy souřadnic bodového pole a soubory se zaměřenými

podrobnými body je rovněž popsána a ukázána na příkladech v pokynech. Je zde uvedeno, jak mají vypadat grafické výstupy, digitální výstupy a případně tištěné výstupy.

V případě plynovodu Antilopa byla dokumentace rovněž zpracována podle metodických pokynů firmy N4G. Nastal zde problém, že nebylo od začátku stavby jasné, kdo bude výslednou dokumentaci zpracovávat. Ke konci stavby bylo rozhodnuto, že dokumentaci rovněž vyhotoví firma Hrdlička. Vyhotovení dokumentace z veškerého měření najednou je velmi náročné, časově i z hlediska zpracování.

3.5 ODEVZDÁVANÁ DOKUMENTACE

V průběhu stavby byl každý měřický den odevzdán firmě N4G Protokol provedených prací, který obsahuje měřené potrubí. Protokol provedených prací Příloha č. 1 byl elektronicky ověřen Úředně oprávněným zeměměřickým inženýrem razítkem typu c. V případě překročení mezní polohové odchylky byl vyhotoven Kontrolní protokol, který byl rovněž ověřen Příloha č. 2. Kontrolním protokolem potvrzujeme, že při překročení mezní polohové odchylky stavba ani její pásma nezasáhnou do cizích pozemků. Kontrolní protokol se odevzdával v papírové formě. V případě překročení mezní polohové odchylky více jak o 75 cm, musela stavba doložit důvod, proč byla překročena. Stejně protokoly byly odevzdávány firmě SICIM. Ostatní měření bylo na konci dne odevzdáno firmě SICIM ve formě reportu. Report obsahoval měření z jednoho dne a popis případných problémů, které se v měřickém dnu naskytly (například: nebyl nám povolen vstup na pozemek). Firma SICIM následně tento report používala pro přehled, které práce jsou hotové a které se musí ještě udělat. Firma SICIM nepožadovala ověření.

Pro Ministerstvo průmyslu a obchodu v roli stavebního úřadu byla vyhotovena zjednodušená dokumentace. Tato dokumentace byla zpracována pro kolaudaci stavby. Detailní popis dokumentace MPO je uveden v Příloha č. 11.

Poslední bude odevzdána výsledná dokumentace skutečného provedení stavby firmě N4G, detailně popsána v kapitole 3.4. Na této dokumentaci se v momentu odevzdání diplomové práce stále pracuje.

Zanesení do katastru nemovitostí si firma N4G řeší sama. Před zahájením stavby vytvořila věcné břemeno a geometrický plán pro celou stavbu a provedla majetkoprávní vyrovnání.

4 OSOBNÍ POSTŘEHY

V této kapitole bych chtěla předat postřehy a zkušenosti geodeta z výstavby plynovodu. Zamyslet se na přínosy a zajímavými pracovními zkušenostmi.

Hlavní problematika na stavbě plynovodu byla komunikace. Firma SICIM je z Itálie, proto komunikují pouze v italštině nebo angličtině, což byl zásadní problém celé stavby. Komunikace s geodety firmy SICIM byla zprostředkována překladateli. Překladatelé ale neznají veškeré stavařské názvy a výrazy, proto bylo velmi důležité vyjadřovat se přesně a mluvit v odborných výrazech. Náročnost celé komunikace spočívala v tom, že nejprve jsme museli vysvětlit překladatelům, co daným výrazem myslíme či co chceme italským geodetům říct, a oni teprve potom mohli danou problematiku přeložit. Bylo důležité si ověřit, zda překladatelé rozumí dané situaci, a i jim třeba položit kontrolní otázky. Velké množství informací se ztrácelo v překladu, proto byla komunikace velmi ztížená.

V případě malé stavby se většina věcí řeší po telefonu, na velké stavbě rovněž bylo velké množství věcí řešeno po telefonu, ale zároveň vše, co se komunikovalo a domluvilo prostřednictvím mobilního telefonu muselo být napsáno (archivováno) do emailu. Jednak kvůli přehlednosti, a jednak kvůli zpětnému doložení komunikace. Celou komunikaci je potřeba dokladovat kvůli případným neshodám.

Další z důležitých věcí na velké stavbě je organizace osob pohybujících se na ní, v našem případě dva týmy geodetů, které se vždy neskládaly ze stejných členů. Z mého pohledu je velice důležité, aby jedna osoba rozhodla a přesně určila, jak se co bude měřit, označovat, zapisovat, zpracovávat, a celkově nastavila pravidla pro veškeré práce na stavbě. Každý geodet má svůj osobitý styl vypracování geodetických úloh, a toho je potřeba se vyvarovat a držet se jedněch předem nastavených podmínek. V případě, že se nedodrží jednotné podmínky, je z toho při zpracování zmatek a práce navíc.

5 ZÁVĚR

V této diplomové práci jsem popsala geodetické práce prováděné při výstavbě plynovodu z pohledu geodeta zhotovitele. Chtěla jsem se podělit o zkušenosti z velké liniové stavby typu plynovod.

V první části diplomové práce jsem popsala obecné informace o stavbě plynovodu. Jsou zde uvedeny tři hlavní firmy, které se podílely na výstavbě plynovodu geodetickými pracemi. Investorem byla firma NET4GAS s.r.o. a její geodeti v roli geodetů investora. Zhotovitelem byla firma SICIM se svými geodety v roli geodetů zhotovitele, kteří byli doplněni geodety firmy Hrdlička. Firma SICIM je zahraniční společnost, která nemůže provádět přesné práce na území České republiky, proto geodetem zhotovitele byla primárně firma Hrdlička a geodeti firmy SICIM jí pomáhali v méně přesných pracích.

Obecné požadavky investora na geodetické práce jsou sepsány v metodických pokynech firmy N4G [1], uvedených v elektronické příloze 02, a konkrétní požadavky na geodetické práce domluvené mezi výše uvedenými firmami jsou sepsány v dokumentu Survey Procedure [2] uvedeném v elektronické příloze 03. V této části práce jsou rovněž popsány vztahy geodetů pohybujících se na stavbě plynovodu.

Geodetické práce jsou v diplomové práci uspořádány podle Vyhlášky č. 31 [3] a jsou seřazeny chronologicky, jak byly na stavbě plynovodu prováděny. Nejprve jsou uvedeny práce prováděné při přípravě stavby, které realizovala firma N4G a částečně firma SICIM. Dále jsou popsány práce při projektování stavby. Projektovou část vyhotovila firma SICIM. Z projektu si geodeti firmy Hrdlička vypracovali vytyčovací výkresy a potřebné podklady pro měření a geodetická zpracování. Následně jsou obecně popsány geodetické práce prováděné při výstavbě plynovodu. Mezi tyto práce se řadí práce vytyčovací, kontrolní, zaměřovací a sledovací.

Ve třetí části jsou uvedeny geodetické práce prováděné při dokumentaci a provozu stavby. Byla vypracována Dokumentace skutečného provedení stavby, která bude předána investorovi stavby, firmě N4G.

Na konci práce popisují své postřehy z pohledu geodeta při výstavbě plynovodu.

6 SEZNAM LITERATURY

- [1] Metodický pokyn - Geodetické zaměření a zpracování geodetické dokumentace, NET4GAS, s.r.o., 2018
- [2] C4G-HPPL-ILF-GENER-GEN-SPC-800-001 Survey Works, NET4GAS, s.r.o., 2018
- [3] Vyhláška č. 31/1995 Sb. v plném znění.
- [4] SICIM. [Online]. [Cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <https://www.sicim.eu/en/>
- [5] NET4GAS. [Online]. [Cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <https://www.net4gas.cz/cz/o-spolecnosti/profil-spolecnosti/>
- [6] Hrdlička spol. s.r.o. [Online]. [Cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <https://www.hrdlicka.cz/>
- [7] PROFIGEO., Trimble S3 [Online]. [Cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <http://www.profigeo.info/down/trimble-s3.pdf>
- [8] Geotronics Praha., Trimble R8s [Online]. [Cit. 2021-04-12]. Dostupné z: https://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/022516-130-CZE_TrimbleR8s_DS_A4_0415_LR_Geotronics.pdf
- [9] Geotronics Praha., Trimble TSC3 [Online]. [Cit. 2021-04-12]. Dostupné z: https://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/022543-512A-CZ_TSC3System_DS_0111_LR.pdf
- [10] Geotronics Praha., Trimble DiNi [Online]. [Cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <https://geotronics.cz/geodezie/nivelace/digitalni-nivelacni-pristroje/trimble-dini/>
- [11] Česká televize – ct24. [Online]. [Cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/ekonomika/2787848-v-krusnych-horach-hloubi-antilopu-ktera-zdvoji-gazelu-a-napoji-cesko-na-nord>
- [12] Aktualizovaná metodická pomůcka pro oblast výkladu pojmů v plynárenství a vztahu mezi zákonem č. 458/2000 Sb., energetický zákon a zákonem č. 183/2006 Sb. stavební zákon., 2014
- [13] Trenchless pedia [Online]. [Cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://www.trenchlesspedia.com/definition/3400/valve-station>
- [14] Výklad „Pravidel ČÚZK pro přejímání a hodnocení výsledků určení bodů podrobného polohového bodového pole a podrobných bodů technologií GPS“, Praha, 2004

- [15] GISOFT, MGEO [Online]. [Cit. 2021-04-22]. Dostupné z:
<http://www.gisoft.cz/MGEO/MGEO>
- [16] Zákon č. 131/2015 Sb., kterým se mění zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), 2015
- [17] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), 2006
- [18] Měření posunů stavebních objektů. ČSN 73 0405, Český normalizační institut, Praha, 1997
- [19] Činnosti geodeta v investiční výstavbě a využití nových technologií, Geodezie 18.0, Ing. Zbyněk Kugler, GRID, a. s., 2008
- [20] Syllabus přednášek č. 1 až 3 z ING3, Legislativa v IG, Ing. Petr Polák, Praha, 2015

7 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Plynovod Antilopa součást ruského plynovodu Nord Stream 2	12
Obr. 2 Plynovod Antilopa – LOT.2, Podklad: Google Maps.....	13
Obr. 3 Pokládka potrubí do výkopu	21
Obr. 4 Totální stanice Trimble S3	23
Obr. 5 Totální stanice Trimble S3	23
Obr. 6 GNSS soustava.....	24
Obr. 7 Digitální nivelační přístroj Trimble DiNi	25
Obr. 8 Terénní automobil Toyota Hilux.....	26
Obr. 9 Ukázka výkresu plynovodu v online mapě	32
Obr. 10 Sonda – test pit	36
Obr. 11 Obnažené inženýrské sítě křižující plynovod	36
Obr. 12 Pracovní pruh před vytyčením osy plynovodu.....	38
Obr. 13 Výkop	39
Obr. 14 Výkop plný dešťové vody	40
Obr. 15 Položené potrubí ve výkopu.....	41
Obr. 16 Hydrotest	42
Obr. 17 Potrubí ve strmém kopci	43
Obr. 18 Betonová sedla	44
Obr. 19 Betonové panely	45
Obr. 20 Drenáž	46
Obr. 21 Protlak pod železnicí	48
Obr. 22 Schéma situace pozorovaných a pevných bodů	49
Obr. 23 Odrazný štítek na konstrukci.....	53
Obr. 24 Bod na šroubu	53
Obr. 25 Konfigurace sítě	54
Obr. 26 Vytyčování základové desky na podkladní beton.....	55
Obr. 27 Betonové pilíře	56
Obr. 28 Betonové pilíře s osazeným potrubím.....	57
Obr. 29 Nově vybudovaná ventilová stanice.....	58
Obr. 30 Ochranná tyč (větší) a čichačka (menší)	59
Obr. 31 Palisády	60

8 SEZNAM TIŠTĚNÝCH PŘÍLOH

Příloha č. 1 Protokol provedených prací	71
Příloha č. 2 Kontrolní protokol.....	72
Příloha č. 3 Výkres pro GNSS zařízení	73
Příloha č. 4 Výkres kritických míst	74
Příloha č. 5 Výkres inženýrských sítí	75
Příloha č. 6 Ventilová stanice Hubenov - situace.....	76
Příloha č. 7 Ventilová stanice Hubenov – potrubní část	77
Příloha č. 8 Ventilová stanice Hubenov - foto z dronu Zdroj: SICIM	78
Příloha č. 9 Sledování posunů na pozemní komunikaci č. 2042 - DS-041	79
Příloha č. 10 Sledování posunů na železnici u Mladotic.....	81
Příloha č. 11 Dokumentace pro MPO	84

9 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Předpisy Zdroj: [20], [1].....	17
--	----

10 SEZNAM ELEKTRONICKÝCH PŘÍLOH

01_kalibracni_protokoly

- 1_GNSS
- 2_nivelacni_pristroj
- 3_totalni_stanice

02_metodicke_pokyny

- Metodický pokyn – N4G – Geodetické zaměření a zpracování geodetické dokumentace (citace [1])
- Survey Procedure (citace [2])

03_protokoly_provedenych_praci

- ověřený protokol provedených prací
- protokol GNSS (RTK) měření a vytyčování

04_kontrolni_protokoly

05_protokol_mereni_totalni_stanice

06_validation_checklist

07_posuny

- 1_pozemni_komunikace
- 2_zeleznice
- vypocet_zapisniku_nivelace

08_ventilove_stanice

- 1_Bor
 - projekt_vytyceni_body
 - protokol vyhotoveného bodového pole
- 2_Hubenov
 - projekt_vytyceni_body
 - protokol vyhotoveného bodového pole
- 3_Mladotice
 - projekt_vytyceni_body
 - protokol vyhotoveného bodového pole
- 4_Primda
 - projekt_vytyceni_body

- protokol vyhotoveného bodového pole
- 5_Svinomazy
- projekt_vytyceni_body
- protokol vyhotoveného bodového pole

09_dokumentace_mosty

- fotky
- Google_maps_mosty
- objects

10_videodokumentace_cest

- 1_cesta
- 2_cesta
- 3_cesta
- 4_cesta

11_dokumentace_pro_MPO Příloha č. 11

12_vykresy

- 1_vykres_pro_GNSS_detail (+ dgn)
- 2_vykres_kritickych_mist (+ dgn)
- 3_vykres_ing_siti (+ dgn)

13_podklady_pro_GNSS

- 1_ss
- 2_vykresy

Příloha č. 1 Protokol provedených prací

Protokol provedených prací

HRDLIČKA
spol. s r. o.

08.05.2020

128

Typ provedených prací:	zaměření		
Název akce	HP PIPELINE DN1400, NODE KP – NODE PŘIMDA		
Císlo zakázky objednatele		Císlo zakázky zhotovitele	
OBJEDNATEL		ZHOTOVITEL	
Název firmy:	SICIM S.p.A.		Název firmy:
	Via Consolatice Superiore 96/98		Realizující pracoviště:
	Busseto(PR), 43011, Itálie		Zpracovatel:
			Ing. Martin Podlaha
Objekt/lokality:	Vytyčená osa		
	od	do	celkem KM
Staničení KM			0.000
Popis provedených prací:			
Vytyčené body byly stabilizovány dřevěnými kolíky s popisem staničení a hodnoty podornice v [cm].			
Objekt/lokality:	Kontrola výkopu		
	od	do	celkem KM
Staničení KM	121.690	122.810	1.120
	122.920	123.240	0.320
	123.290	123.420	0.130
	123.810	123.840	0.030
Popis provedených prací:			
Byla zkontrolována vzdálenost paty výkopu od osy. Minimální vzdálenost je 80 cm.			
Objekt/lokality:	Zaměření potrubí		
	od	do	celkem KM
Staničení KM	125.340	125.905	0.565
	140.810	140.950	0.140
	141.195	141.290	0.095
Popis provedených prací:			
Byly zaměřeny sváry potrubí a výškové a polohové lomové body. Potrubí 125.340-125.905 a 140.810 a 140.950 je na několika místech mimo mezní odchylky.			
Vzhledem k tomu, že došlo k překročení mezní polohové odchylky, dodavatel tímto potvrzuje, že nedojde k zasažení nových resp. jiných pozemků dle vydaného Rozhodnutí Ministerstva průmyslu a obchodu, Společné povolení pro stavební záměr "VTL Plynovod DN 1400 RU Kateřinský potok - RU Přimda", č.j.: MPO 19324/19/442-SÚ MIPOX02J4YYJ ze dne 17.9. 2019, které nabyto právní moci dne 25.10.2019. Nové pozemky nebudou dotčeny umístěním stavby, ochranným a bezpečnostním pásmem, jak vyplývá z grafického informačního systému GISA, kde jsou tyto skutečnosti protokolovány, vyznačeny a archivovány.			
Další informace:	ÚOZI:		Ing. Martin Podlaha
Polohový systém:	S-JTSK	číslo ověření:	282/2020
Výškový systém:	Bpv	datum ověření:	08.05.2020
Přístrojové vybavení:	viz příložený protokol		
Zhotovitel prací:	Mašek, Podlaha		
Datum vyhotovení:	08.05.2020		
Předal	Ing. Martin Podlaha		
			Martin Podlaha Digitálně podepsal Martin Podlaha Datum: 2020.05.08 18:07:16 +02'00'

/ geodézie
v souvislostech

HRDLIČKA spol. s r. o.

Sídlo: náměstí 9. května 45, 286 01, Tetín
Pracoviště Praha: Za Lužinami 1084/33, 155 00 Praha 5 – Stodálky
IČ: 18601227 DIČ: CZ18601227
Tel.: 235 521 822-5 e-mail: praha@hrdlicka.cz
www.hrdlicka.cz

Příloha č. 2 Kontrolní protokol

Kontrolní protokol

HRDLIČKA
spol. s r. o.

04.05.2020 P016

Typ provedených prací:	Zaměření osy potrubí		
Název akce	HP PIPELINE DN1400, NODE KP – NODE PŘIMDA		
Číslo zakázky objednatele		Číslo zakázky zhotovitele	19.1956
OBJEDNATEL		ZHOTOVITEL	
Název firmy:	SICIM S.p.A.	Název firmy:	HRDLIČKA spol. s r. o.
	Via Consolatice Superiore 96/98	Realizující pracoviště:	Pracoviště Praha
	Busseto(PR), 43011, Itálie	Zpracovatel:	Ing. Martin Podlaha

Staničení KM	Zaměření potrubí		
	od	do	celkem KM
	126.665	127.250	0.585
	127.390	127.980	0.590
			0.000

Popis provedených prací:

Byly zaměřeny sváry a lomové body na potrubí. Následně byla určena polohová odchylka osy položeného potrubí, která nesmí být větší než 28 cm dle C4G-HPPL-ILF-GENER-GEN-SPC-800-001 Survey Works.

Staničení KM	Úseky s překročenou mezní polohovou odchylkou			
	od	do	celkem KM	max. odchylka [cm]
	126.760	126.765	0.005	35
	127.880	127.885	0.005	48
			0.000	
			0.000	

Vzhledem k tomu, že došlo k překročení mezní polohové odchylky, dodavatel tímto potvrzuje, že nedojde k zasažení nových resp. jiných pozemků dle vydaného *Rozhodnutí Ministerstva průmyslu a obchodu, Společné povolení pro stavební záměr "VTL Plynovod DN 1400 RU Kateřinský potok - RU Přimda"*, č.j.: MPO 19324/19/442-SÚ MIPOX02J4YYJ ze dne 17.9. 2019, které nabylo právní moci dne 25.10.2019. Nové pozemky nebudou dotčeny umístěním stavby, ochranným a bezpečnostním pásmem, jak vyplývá z grafického informačního systému GISA, kde jsou tyto skutečnosti protokolovány, vyznačeny a archivovány.

Další informace:	
Zhotovitel prací:	Khisiameddinov, Rejzek
Datum vyhotovení:	04.05.2020
ÚOZI:	Ing. Martin Podlaha
číslo ověření:	268/2020
datum ověření:	01.05.2020
Náležitosti a přesnosti odpovídá právním předpisům a podmínkám písemně dohodnutým s objednatelem	



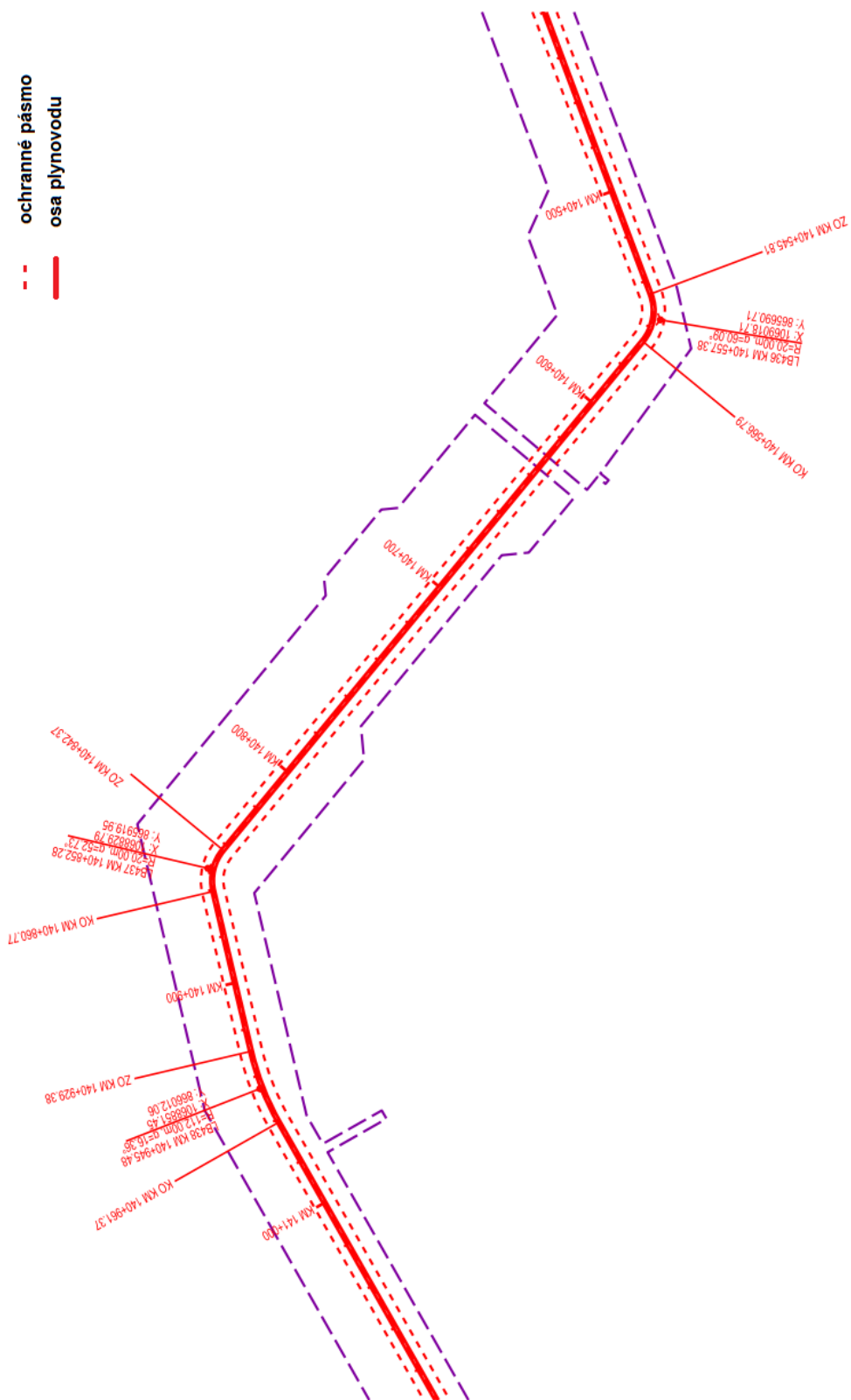
**/geodézie
v souvislostech**

HRDLIČKA spol. s r. o.
Sídlo: náměstí 9. května 45, 266 01, Tetín
Pracoviště Praha: Za Lužinami 1084/33, 155 00 Praha 5 – Stodůlky
IČ: 18601227 DIČ: CZ18601227
Tel.: 235 521 822-5 e-mail: praha@hrdlicka.cz
www.hrdlicka.cz

Příloha č. 3 Výkres pro GNSS zařízení

Výkres pro GNSS zařízení

- pracovní pruh
- ochranné pásmo
- osa plynovodu



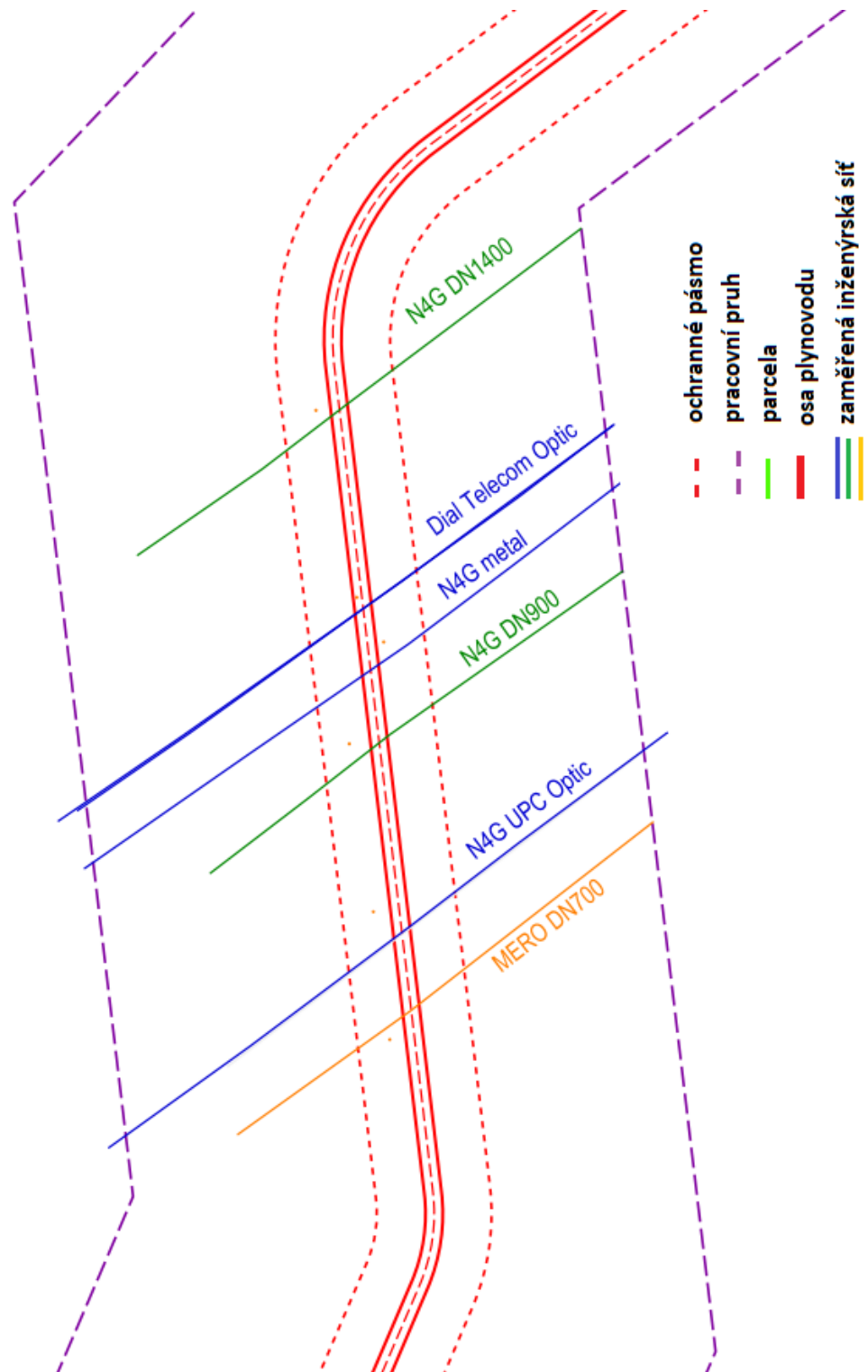
Příloha č. 4 Výkres kritických míst

Výkres kritických míst

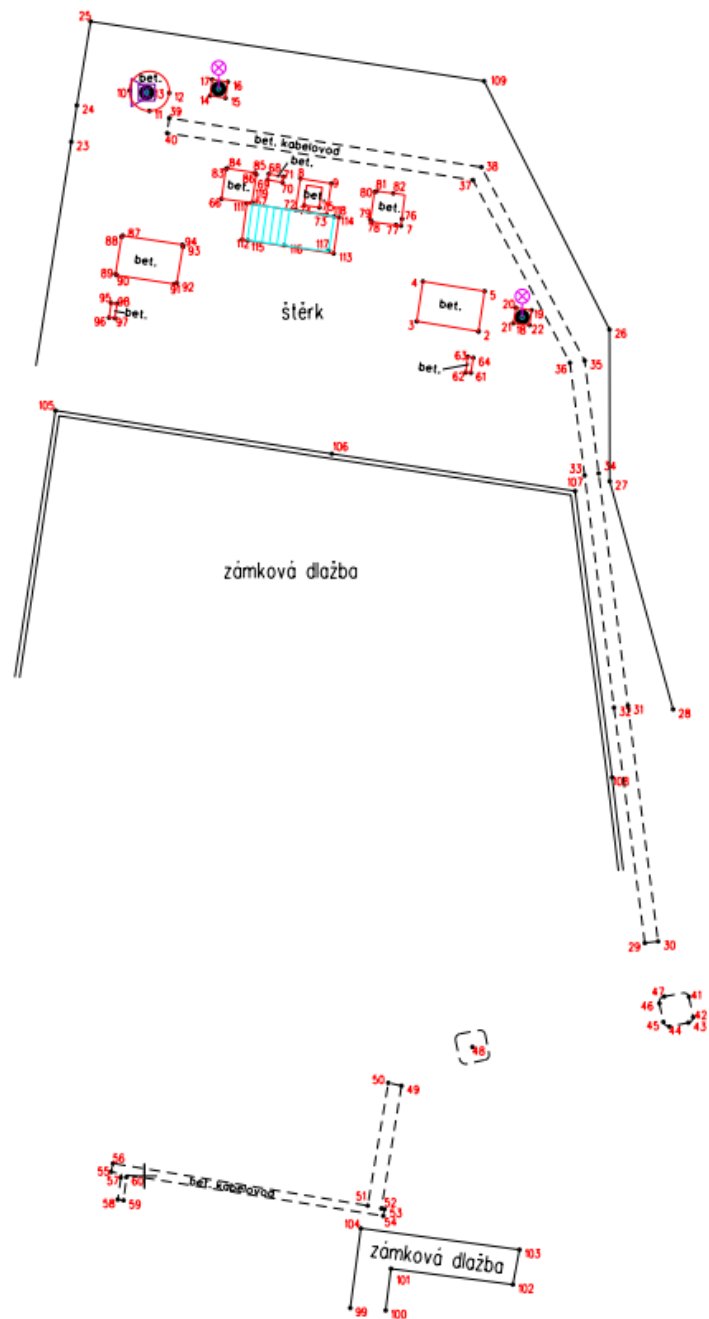


Příloha č. 5 Výkres inženýrských sítí

Výkres zaměřených inženýrských sítí

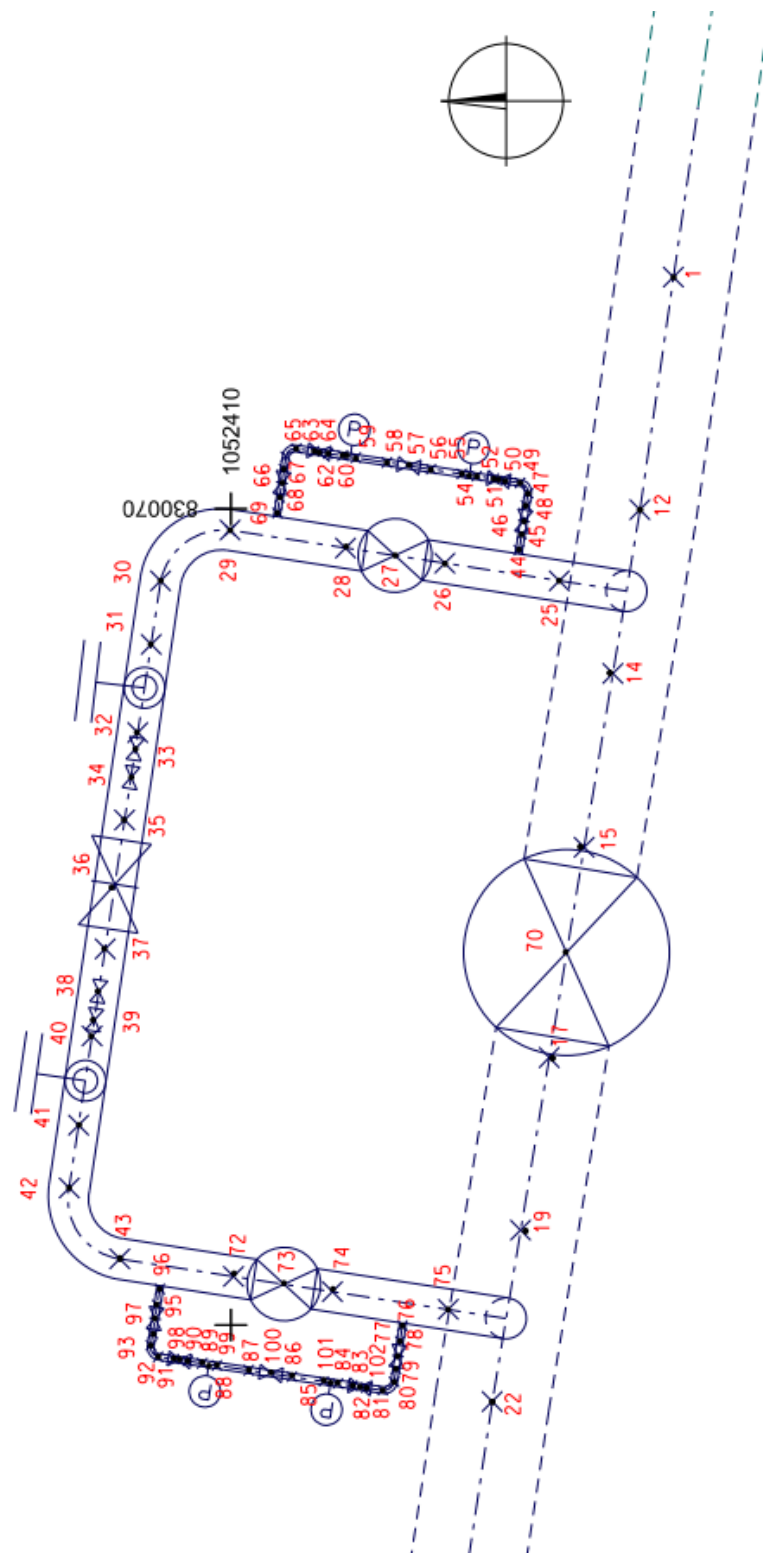


Příloha č. 6 Ventilová stanice Hubenov - situace

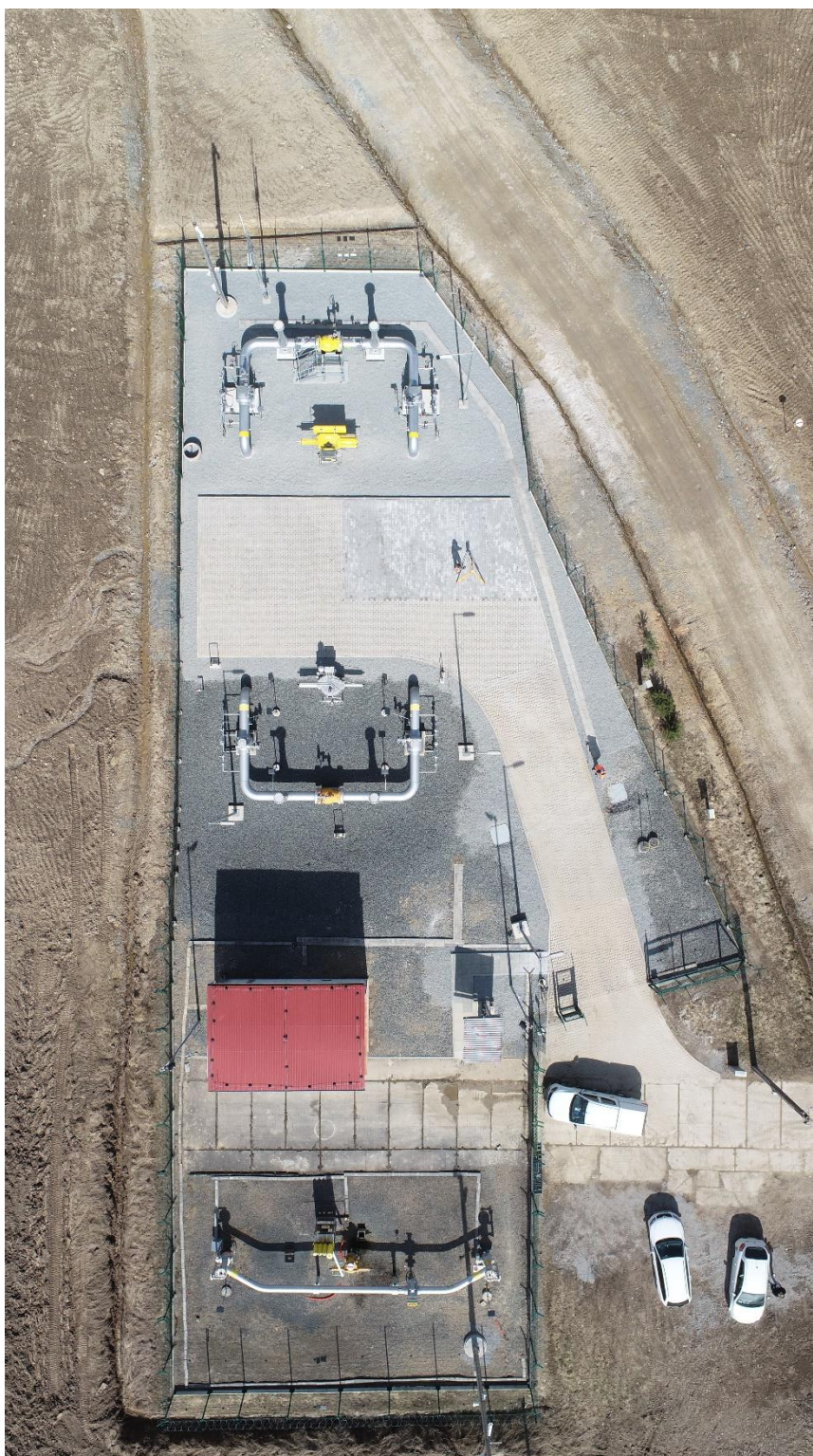


Ostatní stanice viz. elektronická příloha.

Příloha č. 7 Ventilová stanice Hubenov – potrubní část



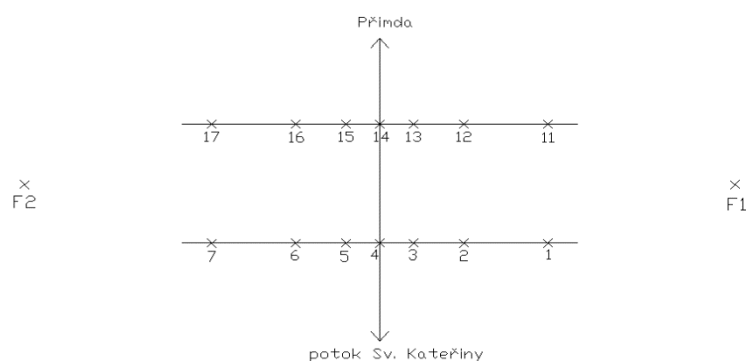
Příloha č. 8 Ventilová stanice Hubenov - foto z dronu Zdroj: SICIM



Příloha č. 9 Sledování posunů na pozemní komunikaci č. 2042 - DS-041

Sledování posunů bylo realizováno na všech pozemních komunikacích křižujících potrubí plynovodu, pod kterými byl vyhotoven protlak. Sledování posunů bylo požadavkem firmy SICIM. Krajská správa a údržba silnic o sledování posunů neměla zájem. Firma SICIM si sledování posunů vyžádala z důvodu dokumentace. Firma Hrdlička pouze zprostředkovala měření. Nebyly nastaveny žádná kritéria mezního posunu. Požadavkem firmy SICIM bylo zaměření 3 etap (0, 1, 2) viz. Tab. 1.

Na pozemní komunikaci č. 2042 s označením DS-041 byly stabilizovány dva pevné body F1 (ze kterého se vycházelo) a F2 uprostřed pozemní komunikace a 14 pozorovaných bodů (1-7 a 1-17) na okrajích komunikace Obrázek 1. Jeden bod je vždy umístěn na ose plynovodu, další body jsou 2 m od osy, další o 5 m od osy a nejbzdálenější body jsou 10 m od osy plynovodu.



Obrázek 1 Schéma pozorovaných a pevných bodů


Dne 1. 8. 2020 byla na této pozemní komunikaci zaměřena nultá etapa, která byla měřena geometrickou nivelací ze středu. Pozorované a pevné body byly měřeny bočně. Nejprve byl zaměřen bod F1, pak následovali pozorované body 1-17, dále byl zaměřen bod F2, poté opět všechny pozorované body 1-17 a měření bylo zakončeno opět na bodě F1. Pro etapové měření byl použit digitální nivelační přístroj Trimble DiNi 0.3 a jedna nivelační lať.

Po zaměření nulté etapy byl proveden protlak, u kterého dochází k narušení půdy pod tělesem pozemní komunikace. Protlak byl vyhotoven stavební firmou SICIM.

Po uplynutí jednoho měsíce byla dne 29. 8. 2020 zaměřena první etapa. Následně byla zaměřena druhá etapa dne 21. 10. 2020. Po zaměření druhé etapy nebyl pozorován větší posun, proto bylo etapové měření ukončeno. Výsledky měřených posunů byly zapsány do příslušné tabulky posunů Tab. 1. Nebyla stanovena žádná mezní hodnota pro

posuny. V případě větších hodnot posunů firma SICIM rozhodla, o přidání dalších etap měření.

Tab. 1 Sledování posunů na pozemní komunikaci č. 2042 - DS-041

KP / Km	No.	Type / Typ		Drawing No.									
90+391	DS-041	Road / Komunikace											
Distance from center line / Vzdálenost od osy	Point No. / Číslo bodu	Y (S-JTSK)	X (S-JTSK)	Z (local/místní) [m]					Differences / Rozdíly [mm]				
				0.	1.	2.	3.	4.	1. - 0.	2 - 0.	3. - 0.	4. - 0.	
				phase/fáze	phase/fáze	phase/fáze	phase/fáze	phase/fáze					
		[m]	[m]	01.08.2020	29.08.2020	21.10.2020							
10 m	1	826564.36	1048496.32	99.324	99.324	99.324				0	0		
5 m	2	826566.85	1048500.74	99.008	99.008	99.008				0	0		
2 m	3	826568.35	1048503.27	98.823	98.822	98.823				-1	0		
center line/osa	4	826569.30	1048505.05	98.692	98.691	98.691				-1	-1		
2 m	5	826570.31	1048506.78	98.573	98.573	98.573				0	0		
5 m	6	826571.82	1048509.35	98.398	98.397	98.398				-1	0		
10 m	7	826574.34	1048513.65	98.109	98.109	98.109				0	0		
10 m	11	826569.27	1048496.83	99.080	99.079	99.078				-1	-2		
5 m	12	826571.84	1048501.11	98.770	98.770	98.770				0	0		
2 m	13	826573.33	1048503.68	98.577	98.576	98.576				-1	-1		
center line/osa	14	826574.44	1048505.40	98.452	98.450	98.450				-2	-2		
2 m	15	826575.47	1048507.13	98.336	98.335	98.335				-1	-1		
5 m	16	826576.98	1048509.68	98.162	98.162	98.162				0	0		
10 m	17	826579.57	1048514.01	97.880	97.880	97.879				0	-1		
	FIX 2	826560.67	1048485.69	97.289	97.289	97.289				0	0		

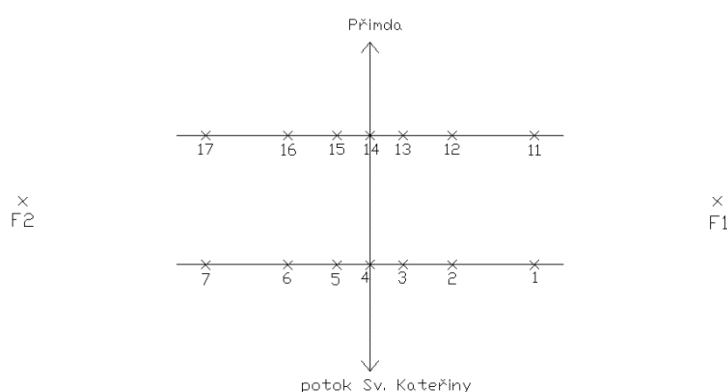
V tabulce je uvedeno staničení, ve kterém se pozemní komunikace nachází a její označení. Dále jsou uvedeny souřadnice pozorovaných bodů, vzdálenosti od osy a čísla bodů. Nejdůležitější částí tabulky jsou sloupce s vypočteným měřením jednotlivých etap a z něj vypočtené posuny oproti nulté etapě. V tomto konkrétním případě byly pozorovány minimální posuny (max. 2 mm).

Měření vyhotovili geodeti firmy Hrdlička.

Příloha č. 10 Sledování posunů na železnici u Mladotic

Sledování posunů bylo realizováno na všech železnicích křižující potrubí plynovodu. Sledování posunů na železnicích si řídila Správa železnic sama, firma Hrdlička pouze vyhotovila měření.

Na železniční trati Praha – Žihle u obce Mladotice byly stabilizovány body pro sledování posunů. Dva pevné body F1 a F2 byly stabilizovány měřickými hřeby do soklů železničních sloupů. Pozorované body byly stabilizovány, jako vnější šrouby, které uchycují kolejnice k pražcům, označené barevným sprejem. Pozorovaných bodů bylo celkem 18 (1-9 a 11-19) Obrázek 2.



Obrázek 2 Schéma pozorovaných a pevných bodů

Pozorované a pevné body byly měřeny geometrickou nivelací ze středu s bočními záměrami. Pro měření byl použit digitální nivelační přístroj Trimble DiNi 0.3 a nivelační lať. Měření vycházelo z pevného bodu F1.

Nultá etapa byla zaměřena 27. 7. 2020 před vyhotovením protlaku. Následovala první etapa 1. 8. 2020, která byla měřena v průběhu prováděného protlaku, jak požadovala Správa železnic. Druhá etapa byla měřena po 3 dnech 4. 8. 2020, kde byly pozorovány posuny (např. 8 mm). Další etapy byly měřeny po 2 až 3 dnech. Veškerá měření byla zaznamenávána do tabulky posunů Tab. 2. Dne 9. 9. 2020 byla provedena 14. etapa, kde byly pozorovány posuny až 48 mm. V průběhu měření 14 etap se posuny neustále zvětšovaly, proto 11. 9. 2020 došlo k podbití koleje v místě protlaku. Při opravě koleje byla podbita i část koleje, kde byly umístěny pevné body. Proto v případě zaměřených etap 15 a 16 vypočtené posuny s 0 etapou nemají žádný význam. Lze pozorovat převýšení mezi pravou a levou kolejnicí a dále relativní rozdíly mezi

sousedními body. Tím bylo porovnáno jak relativní převýšení kolejnic Tab. 3, tak podélný sklon Tab. 4 při 0. a 15. etapě.

Tab. 2 Sledování posunů na železnici u Mladotic – DZ-010

Kp / Km	No.	Type / Typ	Railway / Železnice		Differences / Rozdíly [mm]																		
			Y (S-ITSK) [m]	X (S-ITSK)	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	
83+359	DZ-010				Z (local/místní) [m]																		
Distance from center line / Vzdálenost od osy	Point No. / Číslo bodu				0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	
12 m	1	820701.54	1045148.41	99.668	99.667	99.666	99.665	99.664	99.662	99.659	99.655	99.653	99.652	99.651	99.651	99.651	99.650	99.650	99.649	99.688	99.684		
6	2	820699.01	1045153.93	99.594	99.593	99.590	99.584	99.578	99.572	99.565	99.562	99.561	99.560	99.559	99.558	99.557	99.557	99.557	99.630	99.625			
4	3	820698.27	1045155.37	99.571	99.570	99.567	99.559	99.551	99.545	99.537	99.534	99.531	99.531	99.531	99.530	99.530	99.530	99.529	99.610	99.605			
2	4	820697.24	1045157.77	99.547	99.546	99.542	99.533	99.524	99.517	99.510	99.506	99.504	99.504	99.504	99.502	99.502	99.502	99.501	99.591	99.587			
center line/osa	5	820696.59	1045159.43	99.521	99.520	99.519	99.515	99.506	99.496	99.489	99.482	99.478	99.476	99.475	99.474	99.474	99.473	99.569	99.564				
2	6	820695.69	1045161.13	99.498	99.498	99.497	99.492	99.484	99.474	99.467	99.456	99.454	99.453	99.453	99.452	99.451	99.547	99.542					
4	7	820694.69	1045163.33	99.476	99.476	99.474	99.471	99.463	99.455	99.448	99.441	99.437	99.436	99.434	99.433	99.433	99.521	99.517					
6	8	820693.91	1045170.56	99.457	99.456	99.452	99.446	99.439	99.434	99.428	99.424	99.422	99.421	99.421	99.420	99.420	99.419	99.500	99.496				
12 m	9	820693.14	1045170.56	99.402	99.401	99.400	99.399	99.398	99.396	99.394	99.392	99.391	99.391	99.391	99.389	99.389	99.389	99.435	99.432				
6	10	820703.28	1045149.23	99.671	99.670	99.669	99.667	99.661	99.662	99.658	99.656	99.655	99.654	99.654	99.653	99.653	99.652	99.691	99.686				
4	11	820700.77	1045154.74	99.597	99.597	99.595	99.592	99.585	99.579	99.574	99.568	99.565	99.564	99.563	99.562	99.561	99.560	99.633	99.628				
2	12	820700.04	1045156.33	99.575	99.575	99.573	99.569	99.561	99.554	99.548	99.543	99.537	99.536	99.536	99.535	99.534	99.533	99.533	99.533	99.610			
center line/osa	13	820698.99	1045158.53	99.548	99.547	99.545	99.540	99.531	99.523	99.517	99.510	99.507	99.506	99.505	99.505	99.504	99.502	99.591	99.586				
4	14	820698.25	1045160.21	99.523	99.523	99.521	99.515	99.506	99.498	99.492	99.485	99.481	99.480	99.479	99.478	99.478	99.477	99.571	99.566				
6	15	820697.45	1045161.30	99.499	99.499	99.497	99.491	99.483	99.475	99.469	99.462	99.458	99.457	99.455	99.454	99.454	99.548	99.543					
12 m	16	820696.46	1045164.13	99.478	99.477	99.475	99.470	99.462	99.455	99.449	99.442	99.439	99.437	99.436	99.435	99.435	99.434	99.523	99.519				
4	17	820695.68	1045165.78	99.458	99.458	99.456	99.451	99.445	99.438	99.433	99.427	99.424	99.422	99.421	99.421	99.420	99.419	99.501	99.497				
6	18	820695.16	1045171.35	99.400	99.399	99.398	99.397	99.396	99.394	99.392	99.390	99.388	99.387	99.386	99.385	99.385	99.434	99.430					
12	19	820693.16	1045184.10	99.273	99.273	99.272	99.272	99.273	99.273	99.273	99.272	99.272	99.272	99.272	99.271	99.272	99.273	99.295	99.292				
	FIX2																						

Dne 11.09.2020 došlo k podbití koleje v místě protáku. Při opravě koleje byla podbita i část koleje kde jsou umístěny oba fixní body. Z tohoto důvodu nemá porovnání 15. etapy s 0. etapou tak, jak bylo počítáno doposud, prakticky žádný význam. Lze porovnat převýšení mezi pravou a levou kolejnicí a dále relativní rozdíly mezi sousedními body. Tím se porovná jak relativní převýšení kolejnic, tak podélný sklon při 0. a 15. etapě.

Tab. 3 Příčný sklon

Distance from center line / Vzdálenost od osy	Point No. / Číslo bodu	příčný sklon [mm]					Rozdíly [mm]			
		0.	15.	16.	17.			15.-0.	16.-0.	17.-0.
		phase/fáze	phase/fáze	phase/fáze	phase/fáze					
		28.07.2020	14.09.2020	15.10.2020						
12 m	1-11	-3	-3	-2				0	1	
6	2-12	-3	-3	-3				0	0	
4	3-13	-4	-5	-5				-1	-1	
2	4-14	-1	0	1				1	2	
CL/osa	5-15	-2	-2	-2				0	0	
2	6-16	-1	-1	-1				0	0	
4	7-17	-2	-2	-2				0	0	
6	8-18	-1	-1	-1				0	0	
12	9-19	2	1	2				-1	0	

Tab. 4 Podélný sklon

Point No. / Číslo bodu	podélný sklon [mm]					Rozdíly [mm]			
	0.	15.	16.	17.			15.-0.	16.-0.	17.-0.
	phase/fáze	phase/fáze	phase/fáze	phase/fáze					
		28.07.2020	14.09.2020	15.10.2020					
1-2	74	58	59				-16	-15	
2-3	23	20	20				-3	-3	
3-4	24	19	18				-5	-6	
4-5	26	22	23				-4	-3	
5-6	23	22	22				-1	-1	
6-7	22	26	25				4	3	
7-8	19	21	21				2	2	
8-9	55	65	64				10	9	
11-12	74	58	58				-16	-16	
12-13	22	18	18				-4	-4	
13-14	27	24	24				-3	-3	
14-15	25	20	20				-5	-5	
15-16	24	23	23				-1	-1	
16-17	21	25	24				4	3	
17-18	20	22	22				2	2	
18-19	58	67	67				9	9	

Příloha č. 11 Dokumentace pro MPO – obsah a struktura elektronické přílohy

11_dokumentace_MPO

- 1_liniova_cast
 - technická zpráva – TZ_liniova cast
 - Geodetické zaměření skutečného provedení stavby – výkresy
 - Seznam souřadnic – As_built_ss
- 2_ventilove_stanice (Bor, Hubenov, Mladotice, Přimda, Sviňomazy)
 - Potrubní část (výkres, seznam souřadnic, protokol přečíslování)
 - Situace (výkres situace, seznam souřadnic, protokol přečíslování)
 - technická zpráva – TZ

Technická zpráva obsahuje základní informace o daném objektu, který byl zaměřen. Dále jakými metodami bylo měření provedeno a jaké byly na měření použity geodetické přístroje. V technické zprávě jsou uvedeny náležitosti, jako kdo měřil zakázku, kdo ji zpracoval, kontroloval a ověřoval. Dále jsou uvedeny všechny přílohy.

Výkresy obsahují geodetické zaměření skutečného provedení stavby. Celá stavba je obsažena ve 26 výkresech, které mají své náležitosti: samotnou kresbu plynovodu, podkladem katastrální mapu, legendu, přehledku, severku, čtvercovou síť se souřadnicemi a číslo a datum ověření. Totéž platí pro ventilové stanice (situace a potrubní část).

Seznam souřadnic podrobných bodů obsahuje číslo bodu, souřadnice Y, X, Z a popis (kód). V tomto seznamu jsou veškeré souřadnice bodů zaměřených při měření skutečného provedení stavby. Seznamy jsou rozděleny zvlášť pro liniovou část a zvlášť pro ventilové stanice. V případě ventilových stanic jsou pro každou stanicí vyhotoveny dva seznamy souřadnic, a to pro potrubní část a pro situaci.