



Zemědělská  
fakulta  
Faculty  
of Agriculture

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

# **JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH** **ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Katedra Krajinného managementu

## **Diplomová práce**

Zaměření a dokumentace části rozvodné sítě elektrické energie

Autor práce: Bc. Adam Smetana

Vedoucí práce: Ing. Pavel Hánek, Ph.D.

České Budějovice  
2021

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne .....

.....  
Podpis

## **Abstrakt**

Tématem této diplomové práce je zaměření a dokumentace části rozvodné sítě elektrické sítě. Hlavním cílem práce je provedení zaměření a vyhotovení dokumentace venkovního vedení velmi vysokého napětí 110 kV podle požadavků provozovatele rozvodné sítě. V diplomové práci jsou popsány základní požadavky správce rozvodné sítě na zpracování dokumentace. Dále jsou v práci popsány geodetické referenční systémy v České republice, geodetické metody měření a GNSS.

**Klíčová slova:** dokumentace, elektrická síť, geodetické metody, GNSS, souřadnicové systémy

## **Abstract**

The topic of this diploma thesis is the focus and documentation of a part of the power grid. The main goal of the work is to perform the survey and preparation of documentation of rural lines very high voltage 110 kV according to the requirements of the distribution network operator. The diploma thesis describes the basic requirements of the distribution network administrator for the processing of documentation. Furthermore, the work describes geodetic reference systems in the Czech Republic, geodetic measurement methods and GNSS.

**Keywords:** documentation, power grid, geodetic methods, GNSS, coordinate systems

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Pavlu Hánkovi za odborné vedení diplomové práce, za podporu a trpělivost při jejím vytváření. Dále patří poděkování mé rodině a přátelům, kteří mě při zpracování této práce podporovali. A také bych chtěl poděkovat svým kolegům z TKP Geo s.r.o. za odborné rady.

## Obsah

1	Úvod.....	7
2	Literární rešerše.....	8
2.1	Distribuce elektrické energie v České republice .....	8
2.1.1	Rozdělení stožárů VVN podle výšky elektrického napětí .....	9
2.1.2	Rozdělení stožárů VVN podle způsobu namáhání a polohy.....	9
2.1.3	Základní součásti stožárů VVN .....	10
2.2	Pravidla pro tvorbu geodetické části dokumentace energetického zařízení pro elektro a zemní plyn .....	12
2.2.1	Stahování dat z Geoportálu EG.D.....	12
2.2.2	Výměnný formát geografických dat.....	13
2.2.3	Stavová logika mapových objektů .....	14
2.2.4	Geodetické referenční systémy .....	14
2.2.5	Charakteristika přesnosti určení bodu.....	15
2.2.6	Identické body.....	17
2.2.7	Volné body terénu .....	17
2.2.8	Zpracování polohopisu a inženýrských sítí.....	17
2.2.9	Seznam souřadnic a číslování bodů .....	18
2.2.10	Kontrola a předání dat.....	19
2.3	Geodetické referenční systémy na území České republiky .....	20
2.3.1	Světový geodetický systém 1984 (WGS84) .....	20
2.3.2	Evropský terestrický referenční systém (ETRS).....	21
2.3.3	Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální .....	21
2.3.4	Katastrální souřadnicový systém gusterbergský .....	23
2.3.5	Katastrální souřadnicový systém svatoštěpánský .....	23
2.3.6	Výškový systém Baltský – po vyrovnání (Bpv) .....	24
2.3.7	Tíhový systém 1955 (S-Gr95).....	24
2.3.8	Souřadnicový systém 1942 (S-42/83) .....	24
2.4	Metody měření .....	26
2.4.1	Ortogonální metoda.....	27
2.4.2	Polární metoda .....	28
2.4.3	Tachymetrická metoda .....	28
2.4.4	Trigonometrické určování výšek.....	29
2.5	Měření pomocí GNSS .....	30
2.5.1	Globální navigační satelitní systém .....	30
2.5.2	Hlavní zástupci globálních navigačních satelitních systémů.....	30
2.5.3	Dělení metod měření .....	35
2.5.4	Geodetické metody měření .....	36
2.5.5	Referenční stanice .....	37
2.6	Metoda laserového skenování .....	40
2.7	Podélné a příčné profily .....	41
2.7.1	Příčný profil .....	41
2.7.2	Podélný profil.....	41

2.8	Zpracovatelský software.....	42
2.8.1	MicroStation.....	42
2.8.2	MGEO.....	43
2.8.3	Groma.....	43
2.8.4	Kokeš .....	43
3	Cíl práce .....	44
4	Vlastní práce.....	45
4.1	Zájmové vedení VVN .....	45
4.2	Požadavky na zaměření .....	46
4.3	Použité vybavení .....	47
4.3.1	Totální stanice Leica TS16 R500.....	47
4.3.2	Leica GS08+ SmartAntena a polní kontroler CS10.....	49
4.4	Bodové pole.....	51
4.5	Postup zaměření .....	52
4.5.1	Postup zaměření polohopisu .....	52
4.5.2	Postup zaměření vedení VVN.....	54
4.6	Zpracování.....	57
4.6.1	Zpracování dokumentace v MGEO .....	57
4.6.2	Zpracování podélných profilů .....	58
5	Výsledky a diskuse.....	62
5.1	Dokumentace dle pravidel pro zpracování .....	62
5.2	Podélné profily a situace .....	62
5.3	Identické body .....	63
5.4	Výsledky zaměření stožárů.....	64
6	Závěr .....	68
	Seznam použité literatury.....	69
	Seznam obrázků .....	73
	Seznam tabulek .....	74
	Seznam zkratk .....	75
	Seznam příloh.....	77

---

# 1 Úvod

V dnešní době se stala elektrická energie nedílnou součástí lidského života. Elektrická energie se z výroben ke spotřebiteli dostává pomocí přenosové a distribuční sítě. Tato síť je tvořena převážně venkovním vedením, to je vystaveno namáhání a atmosférickým vlivům a postupem času chátrá a je u něj potřeba provádět údržbu, opravy a výměnu součástí. Před zahájením stavebních prací na přenosové a distribuční síti se vypracovává projektová dokumentace stavby. Jedním z podkladů k vypracování projektové dokumentace je předprojektové zaměření stavby (PZS).

Tématem této diplomové práce je zaměření a dokumentace části rozvodné sítě elektrické energie. Cílem práce je zaměření a vyhotovení dokumentace venkovního vedení velmi vysokého napětí (VVN) dle požadavků provozovatele distribuční sítě. Konkrétně se jedná o venkovní vedení VVN 110 kV V5521/5530 Dačice – Telč. Vedení je spravováno společností EG.D, a.s., která vyžaduje zpracování dokumentace podle předpisu: Pravidla pro tvorbu geodetické části dokumentace energetického zařízení pro elektro a zemní plyn.

Práce je rozdělena do několika kapitol. V literární rešerši jsou popsány základní parametry distribuční sítě, požadavky a pravidla na zpracování dokumentace energetického zařízení, které při zpracování dokumentace vyžaduje společnost EG.D. Dále jsou v první kapitole popsány závazné referenční systémy na území ČR a metody, které lze využít ke geodetickému zaměření. Mezi tyto metody patří metoda polární, ortogonální, tachymetrická, metoda trigonometrického určování výšek a metody využívající globální navigační satelitní systém (GNSS). U metody GNSS jsou popsány hlavní zástupci GNSS a základní parametry těchto sítí.

---

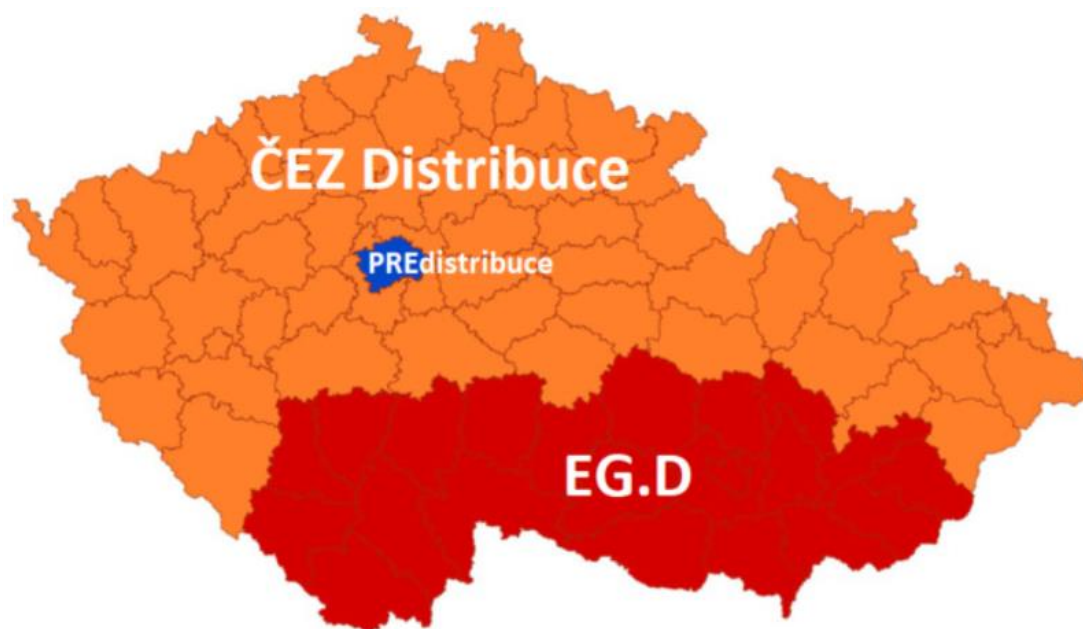
## 2 Literární rešerše

### 2.1 Distribuce elektrické energie v České republice

V České republice je elektrická síť rozdělena na přenosovou a distribuční síť. Přenosová síť tvoří kostru elektrického vedení a zařízení s napětím 400 kilovoltu (kV), 200 kV a některé vedení s napětím 110 kV. Účelem této sítě je přenos elektrické energie po celém území České republiky (ČR) a slouží k propojení se sítěmi okolních států (TOMAN et al., 2011).

Distribuční síť je tvořena vedením s napětím 110 kV a nižším, která slouží k distribuci elektřiny na vymezeném území. Distributorem elektrické energie je společnost, která se stará o systém elektrického vedení distribuční sítě. Zajišťuje přepravu elektrické energie po celém území republiky a je zodpovědná za spolehlivé dodávky elektrické energie a je povinna provádět pravidelnou kontrolu distribuční sítě. Distribuční síť je v České republice rozdělena do tří distribučních území (TOMAN et al., 2011).

Největší část území distribuční sítě spravuje společnost ČEZ, a.s. (ČEZ distribuce). Dalším distributorem na území ČR je společnost EG.D, a.s. (dříve E.ON distribuce) a společnost PREdistribuce, a.s. (Ceny energie, 2020). Území, které tyto společnosti spravují, je patrné z obrázku 2.1.



Obrázek 2.1: Distribuční síť ČR (Ceny energie, 2020)



---

Společnost EG.D, a.s. (EG.D) provozuje distribuční sítě v napěťové hladině velmi vysokého napětí (VVN) 110 kV, vysokého napětí (VN) 22 kV a nízkého napětí (NN) 0,4 kV. Distribuční síť je převážně napájena z přenosové soustavy společnosti ČEPS a.s. pomocí nadřazených transformací 400/220/110 kV. Síť je také částečně napájena z výroben EG.D, závodních elektráren a ostatních zdrojů (EG.D, a.s., 2020).

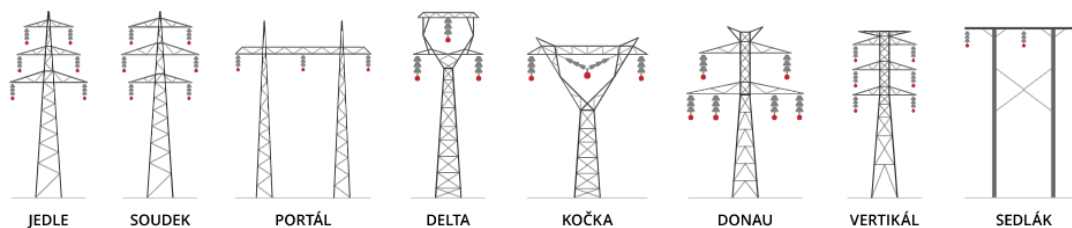
Důležitou částí rozvodné sítě jsou stožáry. Funkcí stožáru je udržovat vodiče v potřebných vzdálenostech mezi sebou, od konstrukce stožáru, od země a jiných objektů. Stožáry musí přenášet zatížení které působí na vodiče, stožár a jeho příslušenství. Stožáry elektrického vedení se rozlišují hlavně podle výšky napětí elektrického vedení a způsobu namáhání (KOZÁK, 1990; TOMAN et al., 2011).

### 2.1.1 Rozdělení stožárů VVN podle výšky elektrického napětí

Podle KOZÁK (1990) se stožáry velmi vysokého napětí dělí podle výšky napětí:

- pro napětí 110 kV se využívají relativně lehké konstrukce (nejčastěji stožáry typu Jedle, Soudek a Vertikál)
- pro napětí 220 kV se využívají tvarově podobné stožáry jako u napětí 110 kV
- pro napětí 400 kV se využívají robustní a velké stožáry (nejčastěji typu Donau, Kočka a Delta)

Nejčastěji využívané typy stožárů pro vedení s napětím 110 kV a vyšší jsou znázorněny na obrázku 2.2.



Obrázek 2.2: Typy využívaných stožárů VVN (KOZÁK, 1990)

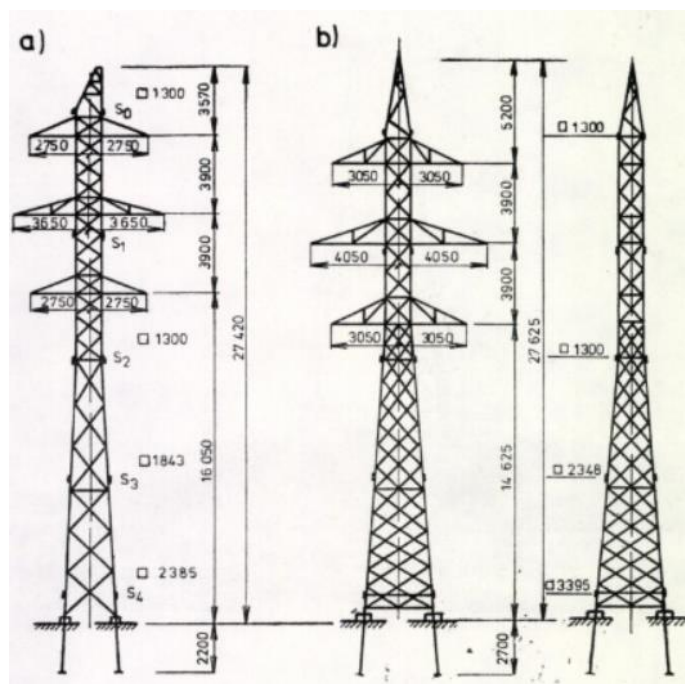
### 2.1.2 Rozdělení stožárů VVN podle způsobu namáhání a polohy

Podle způsobu namáhání se rozlišují stožáry na nosné, kotevní, rohové, koncové, odbočné, rozvodné a křižovatkové. Nejčastěji se využívají stožáry nosné, mezi které se po určité vzdálenosti vkládají kotevní stožáry (Kozák, 1990).

Nosný stožár (obrázek 2.3) je stožár přímé trasy, na kterém jsou fázové vodiče zavěšeny pomocí svislých izolátorových řetězců. U nosných stožárů je vodorovný tlak

vodičů vyrušen na izolátorech. Stožár ve směru vedení je namáhán vodorovnou silou pouze od tlaku větru na stožár. Převládajícím zatížením je zatížení silou větru působícího kolmo na směr vedení (Kozák, 1990).

Kotevní stožáry vytvářejí pevné body na trase. Fázové vodiče jsou ke stožáru připevněny pomocí kotevních izolátorových závěsů. Izolátorové závěsy jsou namáhány plnou silou vodičů. Fázové vodiče jsou přes izolátory vedeny tzv. přeponkou bez mechanického namáhání. Úsek mezi dvěma kotevními stožáry se nazývá kotevní úsek (Kozák, 1990).



Obrázek 2.3: Nosný stožár (a), Kotevní stožár (b) (KOZÁK, 1990)

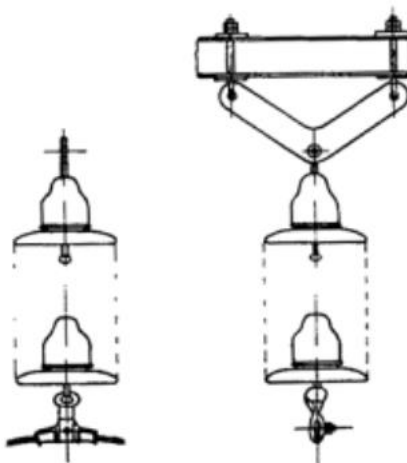
Rohové stožáry jsou umístěny v lomových bodech trasy vedení. Mohou být nosné nebo výstužné. Rohové stožáry přenášejí výslednici tahů ve vodičích (Kozák, 1990).

### 2.1.3 Základní součásti stožárů VVN

Stožáry elektrického vedení VVN se dělí na jednodřívkové a portálové. Jednodřívkové stožáry jsou složeny z dřívku, příhradové konzole a z izolátoru. Dřívko má nejčastěji čtvercový průřez, rozměr dřívku se směrem k základům rozšiřuje. Portálové stožáry mají dva dřívky, které jsou na vrcholu spojeny konzolí (ramenem). Konzole (rameno) slouží pro uchycení izolátorových závěsů jednotlivých fázových vodičů ([www.svetenergie.cz](http://www.svetenergie.cz)).

---

Isolátory a izolátorové závěsy slouží k mechanickému upevnění vodičů ke konstrukci a elektricky oddělují vodiče pod napětím od částí vedení, kde napětí být nesmí (TOMAN et al., 2011). Isolátory se dělí podle způsobu uchycení na podpěrné, závěsné a kotevní. Nejčastěji používaným podpěrným izolátorem je tzv. roubíkový izolátor (fázový vodič je uchycen nad konzolí). Závěsné a kotevní izolátory se využívají u vedení VVN. Fázový vodič je na závěsném izolátoru zavěšen a izolátor nese jen tíhu vodiče. Závěsné izolátory (obrázek 2.4) se využívají u nosných stožárů. Kotevní izolátor se využívá u kotevních stožárů (KOZÁK, 1990).



**Obrázek 2.4: Závěsný izolátor (KOZÁK,1990)**

Kotevní závěsný izolátor nese tíhu vodičů a působí na něj síla napnutého vodiče. K propojení dvou jednotlivých úseků slouží krátký vodič nazývaný přeponka (viz obrázek 2.5). Přeponka není mechanicky namáhána (KOZÁK, 1990; [www.svetenergie.cz](http://www.svetenergie.cz)).



**Obrázek 2.5: Kotevní izolátor s přeponkou (KOZÁK, 1990)**

---

## **2.2 Pravidla pro tvorbu geodetické části dokumentace energetického zařízení pro elektro a zemní plyn**

Společnost Elektriciry and Gas Distribution (EG.D, a.s.) vyžaduje při zpracování geodetické části dokumentace dodržování pravidel, která jsou definována ve směrnici Pravidla pro tvorbu geodetické části dokumentace energetického zařízení pro elektro a zemní plyn (PEDG21). Směrnice je platná od 1.1.2021 a nahrazuje předchozí směrnici – Pravidla pro tvorbu geodetické části dokumentace energetického zařízení pro elektro a zemní plyn (PECD19).

Směrnice PEGD21 stanovuje požadavky na způsob zpracování, obsah a datovou strukturu výkresů a dokumentů předprojektového zaměření stavby (PZS), dokumentace skutečného provedení stavby – geodetická část (DSPSg) a projektové dokumentace stavby (PD). Směrnice dále vymezuje vztahy a povinnosti investora, projektanta, realizační firmy a geodetické firmy (EG.D, a.s., 2021).

### **2.2.1 Stahování dat z Geoportálu EG.D**

Stahování dat z Geoportálu EG.D (GPE) provádí projektant. Data obsahují prvky polohopisu, výškopisu a povrchových znaků inženýrských sítí, vše bez bodů. Data jsou oříznuta podle uzavřeného polygonu, který je součástí dat. Všechny prvky vydané z Geoportálu EG.D mají stav „Stávající“ a mají přidělený jedinečný jednoznačný identifikátor mapového objektu ze systému externí mapové služby platné od 1.1.2021 do 31.12.2022 (EMS21+). Volba velikosti oříznutí dat se volí vždy podle pravidla 30 +30 metrů na každou stranu osy vedení. Geodetické firmě jsou předány data a protokol o stažení dat z GPE. Protokol o stažení dat je vždy součástí technické zprávy.

Pro zpracování geodetické dokumentace se musí využívat pouze aktuální data. Data vydaná z GPE musí být zpracována v co nejkratším intervalu mezi vydáním dat a odesláním na ostrou databázovou softwarovou kontrolu (DBSW KO). V případě, že interval je delší než 30 dní, musí být zažádáno o nový výdej dat z GPE. Ke každému dalšímu stažení dat z GPE je vyhotoven protokol o stažení dat, který nenahrazuje předchozí protokol o stažení. K technické zprávě se připojí všechny protokoly o stažení dat (EG.D, a.s., 2021).

---

### 2.2.2 Výměnný formát geografických dat

Pro geodetickou dokumentaci dle PEGD21 je struktura GML souboru definována schématem GML souboru pro EG.D (GML-EGD). Soubor používá specifikaci Geography Markup Language verze 3.2.1. dle mezinárodního standardu ISO 19100 (EG.D, a.s., 2021).

#### GML

Geographa Markup Language Encording Standard (GML) je jazyk založený na formátu dat XML. GML byl vytvořen za účelem popisu geografických objektů kolem nás. Umožňuje zachytit geometrii tak i vlastnosti (atributy) objektů, GML jazyk se skládá ze dvou částí. První částí je gramatika, která popisuje data, která je schopen dokument uchovávat. Pro zápis gramatiky se využívá standard XML Schema. Druhou částí jsou samotná data. Objekty reálného světa v jazyce GML nazýváme prvky (features), jsou to objekty jako jsou budovy, ulice, lesy, sloupy elektrického vedení a mnoho dalších (www.portal.ogc.org, 2007).

Značkovací jazyk GML je prvním známým značkovacím jazykem, který vytvořili Charles Goldfarb, Edward Mosher a Raymond Lorie (KOSEK, 2000).

#### XML

Formát XML je zkratka pro eXtensible Markup Language, neboli rozšiřitelný značkovací jazyk. XML je jednoduchý textový formát pro prezentaci strukturovaných informací jako jsou dokumenty, knihy, faktury a mnoho dalších dat. Slouží pro sdílení informací mezi programy, mezi lidmi a mezi počítači. Návrh XML vychází ze staršího a obecnějšího standardu Standard Generalized Markup Language (MLÝNKOVÁ et al., 2006).

Podle MLÝNKOVÁ et al. (2006) se každý XML dokument skládá z elementů. Elementy se v textu vyznačují pomocí takzvaných tagů. Ve většině případů odpovídají jednomu elementu dva tagy (počáteční a koncový).

```
<FeatureCollection>
  <FeatureMember>
    {element mapového objektu}
  </FeatureMember>
  <FeatureMember>
    {element mapového objektu}
  </FeatureMember>
  ...
</FeatureCollection>
```

Obrázek 2.6: Hierarchie XML elementů GML souboru (EG.D, a.s., 2021)

---

### 2.2.3 Stavová logika mapových objektů

Pravidla pro tvorbu geodetické části dokumentace energetického zařízení pro elektro a zemní plyn (PECZR18) zavedla stavy prvků pro kategorii polohopis a inženýrské sítě. Pro zpracování geodetické části dokumentace je nutné mít pro zpracování dat geodetickou nadstavbu pro CAD programy, která umí se stavovou logikou mapových objektů pracovat (E.ON, a.s., 2018).

Směrnice PECZR18 zavedla 4 stavy mapových objektů:

- Stávající
- Nový
- Měněný
- Zrušený

Stávající stav je přidělen jen mapovému objektu, který byl vydán v GML z Geoportálu EG.D a nebyl měněn z hlediska geometrie, typu prvku a hodnot atributů. Prvky se stavem stávající mají přidělený EMSID (EG.D, a.s., 2021; EO.N, a.s., 2018).

Stav nový je přiřazen mapovým objektům, které byly nově vytvořeny, ale nevznikly úpravou stávajícího mapového objektu (např. nové měření). Mapové objekty se stavem nový nemají přidělený EMSID, tento kód je prvku přidělen až při vkladu do databáze. Při smazání mapového objektu se stavem nový dojde k úplnému smazání prvku (není přesunut do zrušených) (EG.D, a.s., 2021; EO.N, a.s., 2018).

Mapový objekt se stavem měněný je prvek, který vznikl úpravou alespoň jednoho atributu prvku se stavem stávající. U mapových objektů měněných, které vznikly rozdělením prvku se stavem stávající, mohou mít prvky stejné EMSID, u ostatních stavů je to zakázáno (EG.D, a.s., 2021; EO.N, a.s., 2018).

Zrušený stav je charakterizován mapovými objekty, které byly vydány z Geoportálu ED.G a během zpracování byly odstraněny (nebyly odstraněny z dat, ale byl jim změněn stav na zrušený). Prvky se stavem zrušený musí při předání zpracované dokumentace odpovídat prvkům, které byly předané z GML z GPE. Tyto prvky budou mít shodné EMSID, geometrii a hodnotu atributů, jen se bude lišit jejich stav (EG.D, a.s., 2021; EO.N, a.s., 2018).

### 2.2.4 Geodetické referenční systémy

Podle směrnice EG.D, a.s. (2021) se pro vyhotovení geodetické části dokumentace používá souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) a výškový systém baltský – po vyrovnání (Bpv).

---

### 2.2.5 Charakteristika přesnosti určení bodu

Při tvorbě geodetické části dokumentace je kritériem přesnosti určení podrobných bodů základní střední souřadnicová chyba  $m_{xy} = \pm 0,14 [m]$  a kritériem určení nadmořské výšky podrobných bodů (na zpevněném povrchu) je základní střední výšková chyba  $m_h = \pm 0,12 [m]$  (EG.D, a.s., 2021).

Podle katastrální vyhlášky je charakteristikou přesnosti určení souřadnic podrobných bodů polohopisu střední souřadnicová chyba  $m_{xy}$ , která je vztažena k nejbližším bodům polohového pole. Souřadnice podrobných bodů polohopisu se určují s přesností, která je charakterizována základní střední souřadnicovou chybou  $m_{xy} = \pm 0,14 m$ . Základní střední souřadnicová chyba  $m_{xy}$  se vypočte ze vztahu:

$$m_{xy} = \frac{m_x^2 + m_y^2}{2}, \quad (2.1)$$

Pro posouzení dosažené přesnosti souřadnic nově určovaného podrobného bodu polohopisu nebo ověření souřadnic stávajícího podrobného bodu se dle katastrální vyhlášky využije:

- a) kontrolních oměrných měř nebo kontrolního zaměření délek přímých spojnic podrobných bodů a jejich porovnání s délkami, které byly vypočteny ze souřadnic. Přesnost určení souřadnic je vyhovující, když rozdíl kontrolně zaměřené délky a délky vypočítané ze souřadnic je menší než mezní rozdíl  $u_d$ . Mezní rozdíl délky  $u_d$  je stanoven vztahem:

$$u_d = 2 * m_d, \quad (2.2)$$

U souboru, který obsahuje více než 20 rozdílů délek nově určovaných podrobných bodů musí být alespoň 60 % rozdílů menších než základní střední chyba délky  $m_d$ . Základní střední chyba délky je dána vztahem:

$$m_d = k * \left( \frac{d+12}{d+20} \right), \quad (2.3)$$

*d = větší z porovnávaných délek*

*k = násobek základní souřadnicové chyby stanovené podle kódu kvality bodu s nižší přesností*

- b) nezávislé kontrolní zaměření souřadnic podrobných bodů polohopisu a jejich porovnání se souřadnicemi, které byly určeny prvně. Přesnost určení souřadnic se považuje za vyhovující v případě, že je výběrová střední souřadnicová chyba vypočtená metodou nejmenších čtverců menší než mezní souřadnicová chyba  $u_{xy}$ , nebo že je výběrová střední souřadnicová chyba vypočtená z dvojice měření menší než mezní souřadnicová chyba  $u_{xy}$ . V případě souboru, který obsahuje více než 20 podrobných bodů polohopisu, musí být nejméně 40 % výběrových středních souřadnicových chyb menších než základní střední souřadnicová chyba (katastrální vyhláška).

mezní souřadnicová chyba  $u_{xy}$  je dána vztahem:

$$u_{xy} = 2 * m_{xy}, \quad (2.4)$$

mezní polohová chyba je dána vztahem:

$$u_p = \sqrt{2 * u_{xy}}, \quad (2.5)$$

Kód kvality podrobných bodů (viz tabulka 2.1), které byly určeny geodetickými metodami, se určí podle hodnoty výběrové střední souřadnicové chyby v závislosti na základní střední souřadnicové chybě  $m_{xy}$  (katastrální vyhláška).

**Tabulka 2.1: Charakteristika kvality bodu (Katastrální vyhláška)**

Kód kvality	Charakteristika kvality bodu podle	
	přesnosti: bod určený se střední souřadnicovou chybou	původu: bod digitalizovaný z grafické mapy v měřítku
3	0,14 m	-
4	0,26 m	-
5	0,50 m	-
6	0,21 m	1:1000
7	0,42 m	1:2000
8	více než 0,50 m	1:2880



---

### **2.2.6 Identické body**

Pro ověření správnosti katastrální mapy a stažených dat z Geoportálu EG.D (např. převzatého polohopisu) musí být zaměřeny identické body. Vždy musí být zaměřeny minimálně 3 identické body (EG.D, a.s., 2021).

Vyhodnocení odchylek identických bodů se musí popsat v technické zprávě. Identické body se mohou nacházet mimo polygon stažených dat z GPE.

### **2.2.7 Volné body terénu**

Na přání projektanta je možné provést zaměření a zpracování volných bodů terénu v místě, které určí projektant. Tyto body slouží k určení výškových poměrů terénu a objektů inženýrských sítí. Volné body terénu lze následně použít pro zpracování podélného nebo příčného řezu, lze pomoci nich vyjádřit výšku uchycení lan na stožáru a výšku lan nad terénem. V seznamu souřadnic se volné body terénu zobrazují jako běžné podrobné body. Volný bod terénu je takový bod, který neleží na žádném prvku polohopisu nebo INZ. Tento bod leží na terénu a slouží k výškovému určení povrchu terénu (EG.D, a.s., 2021).

### **2.2.8 Zpracování polohopisu a inženýrských sítí**

Pro kategorii polohopisu se měří jednoznačně identifikované objekty. Těmito objekty jsou myšleny především budovy a jiné stavební objekty, schodiště, obrubníky chodníků, ploty, ohrady, jednotlivé stromy, osy železničních kolejí, mosty, propustky a mnoho dalších prvků. Pro kategorii inženýrských sítí se zaměřují především viditelné povrchové znaky inženýrských sítí (šachty, vpusti, šoupata apod.), stávající venkovní vedení sítí (EG.D nebo cizí sítě) a stávající prvky objektů (podpěrné body, skříně).

Podle PEGD21 jsou přípustné tři způsoby zpracování dat kategorie polohopisu (POL) a inženýrských sítí (INZ). Prvním způsobem je aktualizace stávajících dat vymazáním neexistujících bodových nebo liniových mapových objektů a doplnění stávajících dat o nově měřené objekty. Dalším způsobem je zaměření chybějících míst zájmového území a poslední možností je provedení nového měření.

Dle pravidel pro zpracování geodetické dokumentace se veškerá kresba vytváří v měřítku 1:500 (velikost textů a značek). Ke každému lomovému bodu musí být v seznamu souřadnic odpovídající bod. Popisy kresby se uvádějí v českém jazyce včetně diakritiky (EG.D, a.s., 2021; EO.N, a.s., 2018; EO.N, a.s., 2019).

---

### 2.2.9 Seznam souřadnic a číslování bodů

Seznam souřadnic se podle směrnice PEGD21 vyhotovuje ve formátu textového souboru v kódování Windows-1250 (CP1250). Seznam souřadnic se pro PZS, DSPSg a PD uloží v souborovém formátu textového souboru (txt) a Portable Document Format (PDF/A), který se opatří elektronickým podpisem (ELEP) úředně oprávněného zeměměřického inženýra (ÚOZI).

Hodnoty souřadnic se neredukují, pouze se souřadnice zaokrouhlí na dvě desetinná místa. Pro oddělení desetinných míst se využívá tečka. Jednotlivé položky musí být v seznamu souřadnic v samostatném sloupci. Hodnoty ve sloupcích se oddělují znakem tabulátoru (EG.D, a.s., 2021).

Pro číslování bodů základního polohového bodového pole (ZBPP) a podrobného polohového bodového pole (PPBP) se v seznamu souřadnic používá celé číslo bodů podle geodetických údajů. Pro číslování podrobných bodů se v SS využívá číslování v rozmezí 1 až 9000 v případě, že se jedná o rozsáhlou stavbu a nedostačovalo by rozmezí 1 až 9000, použije se číslování bodů od 10001. Pro pomocné měřičské body se v SS využívá číslování v rozmezí 9001 až 9999. U bodů výškového bodového pole se v seznamu souřadnic uvedou názvy bodů a sítě z nivelačních údajů (EG.D, a.s., 2021).

*Záhlaví stránky:*

1. řádek tabulky: #Seznam souřadnic a výšek v S\_JTSK a Bpv pro PZS/DSPSg  
2. řádek tabulky: #  
3. řádek tabulky: #Číslo stavby  
4. řádek tabulky: #Název stavby  
5. řádek tabulky: #  
6. řádek tabulky: #číslo bodu, Y, X, Z, popis

*číslo bodu = číslo bodu dle skutečné číselné řady (15 míst)*

*Y = hodnota souřadnice Y (včetně desetinné tečky) (9 míst)*

*X = hodnota souřadnice X (včetně desetinné tečky) (10 míst)*

*Z = hodnota nadmořské výšky (včetně desetinné tečky, u bodů výškových bodových polí se uvádí hodnota výšky v Bpv převzatá z nivelačních údajů zaokrouhlená na dvě desetinná místa)*

*popis = text popisu (například plot, kostel, komunikace, chodník, dopravní značka...)*

*Zápatí seznamu:* #Název GEOF:  
#Ověřil ÚOZI: titul, jméno a příjmení  
#Číslo pobočky ČÚZK:  
#Datum ověření:  
#Číslo ověření:  
#Náležitostmi a přesností odpovídá právním předpisům.  
razítko a podpis ÚOZI

**Obrázek 2.7: Vzorový seznam souřadnic (EG.D, a.s., 2021)**

---

### **2.2.10 Kontrola a předání dat**

Ke kontrole zpracování slouží databázová softwarová kontrola (DBSW KO). Pro úspěšné předání dokumentace je dle interních předpisů EG.D potřeba mít provedenou úspěšnou ostrou databázovou softwarovou kontrolu (OSK). Výstupem OSK je kontrolní protokol vyhotovený službou EMS21+, který je součástí předávaných dat. OSK je možné provést jednou bezplatně, každá další ostrá kontrola je zpoplatněna. Před OSK je možné využít zkušební databázovou softwarovou kontrolou. Tato kontrola slouží ke kontrole během zpracovávání dokumentace. Zkušební DBSW KO tvoří grafická kontrola (ZGK) a kompletní kontrola (ZKK). Ke grafické kontrole se předává seznam souřadnic a soubor GML, u kontroly kompletní je vyžadována technická zpráva se všemi povinnými přílohami. U kontroly ZGK a ZKK není omezen počet pokusů (EG.D, a.s., 2021; EO.N, a.s., 2019).

Předávanou dokumentaci PZS tvoří technická zpráva, která se uloží do formátu PDF a opatří se elektronickým podpisem ÚOZI. Do technické zprávy se pomocí příloh vloží soubor GML, specifikace k faktuře (SPEFA), seznam souřadnic (SS), výsledek DBSW KO, protokol o stažení dat z GPE a tiskové výstupy. Pro všechny předávané dokumenty je povinností využívat přesný název dokumentů (EG.D, a.s., 2021).

## 2.3 Geodetické referenční systémy na území České republiky

Dle nařízení vlády č. 430/2006 Sb. patří mezi závazné geodetické referenční systémy na území České republiky:

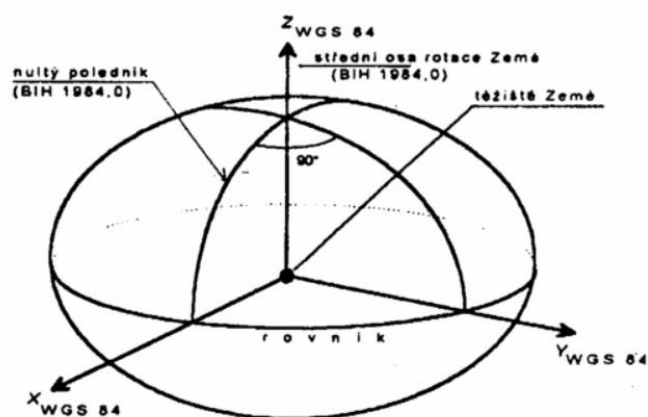
- a) Světový geodetický systém 1984 (WGS84)
- b) Evropský terestrický referenční systém (ETRS)
- c) Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK)
- d) Katastrální souřadnicový systém gusterberský
- e) Katastrální souřadnicový systém svatoštěpánský
- f) Výškový systém baltský – po vyrovnání (Bpv)
- g) Tíhový systém 1995 (S-Gr95)
- h) Souřadnicový systém 1942 (S-42/83)

Podle nařízení vlády č. 430/2006 Sb. lze využívat závazné geodetické systémy a) až g) na celém území ČR pro zeměměřičské činnosti ve veřejném zájmu a pro výsledky zeměměřičských činností využívaných ve veřejném zájmu.

Katastrální souřadnicový systém gusterberský a svatoštěpánský je možné využívat pouze při správě a vedení státního mapového díla, které bylo v jednom z těchto systémů vytvořeno. Souřadnicový systém 1942 (S42/83) lze využít pouze pro vyměřování, udržování a vedení dokumentárního díla státních hranic s Polskou republikou (nařízení vlády č. 430/2006 Sb.).

### 2.3.1 Světový geodetický systém 1984 (WGS84)

World Geodetic System 1984 je geodetický, geocentrický a globální prostorový souřadnicový systém, ve kterém pracuje globální systém určování polohy GPS. WGS84 je standardizovaný geodetický systém využívaný armádami NATO (MARŠA a DUŠÁTKO, 2006).



Obrázek 2.8: Schéma systému WGS84 ([www.gis.zcu.cz](http://www.gis.zcu.cz))

---

Pro mapovou tvorbu je referenční elipsoid rozdělen na šestistupňové poledníkové pásy. Každý šestistupňový pás je samostatně převeden do roviny kartografickým zobrazením Universal Transverse Mercator (UTM). Pro převod z elipsoidu WGS84 do roviny se využívá příčné válcové konformní zobrazení šestistupňových poledníkových pásů. Zobrazení je pojmenováno po nizozemském kartografovi z 16. století Mercatorovi (HÁNEK et al., 2007b).

Dle nařízení vlády 430/2006 Sb. je WGS84 na území České republiky určen technologiemi kosmické geodézie, které jsou součástí programů monitorovacího a zpracovatelského centra správce systému. Souborem souřadnic bodů, které jsou vztaženy k WGS84 a elipsoidem světového geodetického systému 1984, který je definovaný délkou hlavní poloosy  $a = 6378137$  m a zploštěním  $f = 1:298,257223563$ .

Podle HÁNEK et al. (2007b) se poloha v systému WGS84 udává:

- Zeměpisnými geodetickými souřadnicemi  $\varphi$ ,  $\lambda$  a nadmořskou výškou  $h$ .
- Prostorovými souřadnicemi  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$
- Rovinnými souřadnicemi  $E$  (East),  $N$  (North) zobrazení UTM.

### **2.3.2 Evropský terestrický referenční systém (ETRS)**

Dle nařízení vlády č. 430/2006 Sb. je Evropský terestrický referenční systém na území České republiky definován technologiemi kosmické geodézie a konstantami. Technologie a konstanty jsou součástí programů mezinárodních zpracovatelských center. Souborem geocentrických souřadnic vybraných geodetických základů. A elipsoidem geodetického referenčního systému 1980 (GRS80) s délkou hlavní poloosy  $a = 6378137$  a zploštěním  $f = 1:298,257222101$ .

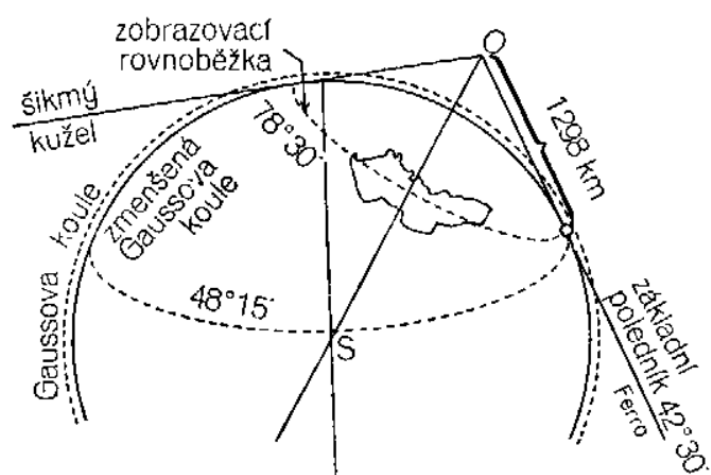
### **2.3.3 Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální**

Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) je dle nařízení vlády č. 430/2006 Sb. na území ČR definován:

- Besselovým elipsoidem s parametry  $a = 6\,377\,397,15508$  m (délka hlavní poloosy),  $b = 6\,356\,078,96290$  (délka vedlejší poloosy),  $i = 1:299,152813$  (zploštění)
- Křovákovým konformním kuželovým zobrazením v obecné poloze
- Souborem souřadnic bodů z vyrovnání trigonometrických sítí

Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) byl na našem území použit pro nově vytvářené katastrální mapy. Pro zobrazení do rovinných souřadnic bylo použito Křovákovo dvojité konformní kuželové zobrazení v obecné poloze (RATIBORSKÝ, 2002).

Křovákovo zobrazení je dle ŠVEC a HÁNEK (1994) konformní kuželové zobrazení v obecné poloze, které navrhl Ing. Josef Křovák pro území tehdejší Československé republiky. Zobrazení bylo navrženo tak, aby co nejvíce vystihovalo tehdejší tvar republiky a poskytovalo co nejmenší zkreslení na celém území státu.



Obrázek 2.9: Křovákovo zobrazení (www.gis.zcu.cz)

Výchozí referenční plochou je Besselův elipsoid. Elipsoid je nejprve konformně zobrazen na referenční kouli. Na té jsou definovány kartografické souřadnice, pomocí kterých je povrch koule natransformován do zobrazovací roviny konformním kuželovým zobrazením (obrázek 2.9). Následně je provedena transformace polárních souřadnic na souřadnice pravoúhlé (TALHOFER, 2007).

Pravoúhlá rovinná soustava je umístěna tak, že osu X tvoří přímý obraz základního poledníku ( $\lambda = 42^\circ 30'$  východně od Ferra) a její kladný směr je orientován k jihu. Počátek je vložen do obrazu vrcholu kužele. Osa +Y směřuje na západ. Tím byla celá republika vložena do 1. kvadrantu. Z toho vyplývá, že bod má obě souřadnice kladné a na území státu platí pravidlo, že hodnota souřadnice  $Y < X$  (MICHAL, 2005).

Nevýhodou systému S-JTSK je, že je využitelný pouze na území bývalého Československa a že nenavazuje na souřadnicové systémy okolních států (RATIBORSKÝ, 2002).

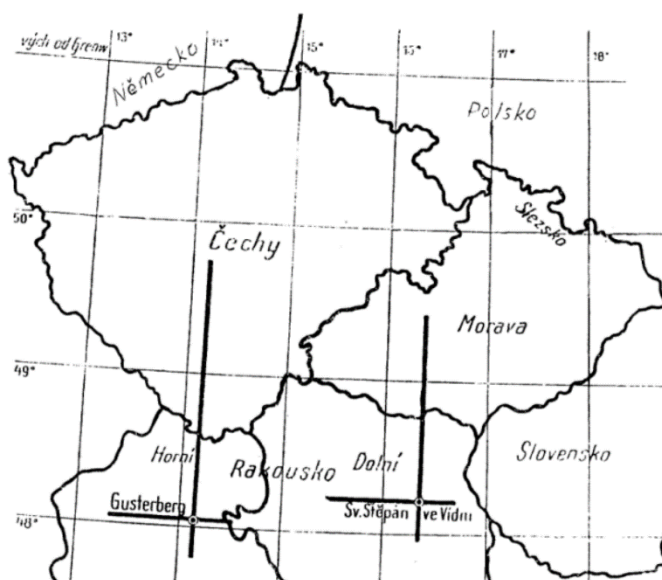
### 2.3.4 Katastrální souřadnicový systém gusterbergský

Katastrální souřadnicový systém gusterbergský je určen Cassiniovým nebo Cassiniho-Soldnerovým transverzálním válcovým zobrazením, délkojevným v hlavních kružnicích, s plochou válce dotýkající se konvenčního základního poledníku a s osou válce ležící v rovině konvenčního rovníku (nařízení vlády č. 430/2006 Sb.).

Počátek je určen trigonometrickým bodem gusterberg u obce Kremsmünster v Horním Rakousku viz (obrázek 2.10). Souřadnicový systém byl použit pro území Čech (PLÁNKA, 2004).

### 2.3.5 Katastrální souřadnicový systém svatoštěpánský

Katastrální souřadnicový systém svatoštěpánský je definován Cassiniovým nebo Cassiniho-Soldnerovým transverzálním válcovým zobrazením, délkojevným v hlavních kružnicích, s plochou válce dotýkající se konvenčního základního poledníku a s osou válce ležící v rovině konvenčního rovníku. Počátek je v trigonometrickém bodě ve věži chrámu sv. Štěpána ve Vídni (obrázek 2.10) (nařízení vlády č. 430/2006 Sb.). Souřadnicový systém byl použit pro území Moravy a Slezska (PLÁNKA, 2004).



Obrázek 2.10: Souřadnicový systém svatoštěpánský a gusterbergský (PLÁNKA, 2004)

---

### 2.3.6 Výškový systém Baltský – po vyrovnání (Bpv)

Výškový systém Baltský je používán na území České republiky od konce 50. let 20. století, kdy byl zaveden na území bývalého Československa. Od 1. 1. 2000 je na území ČR uznáván jako jediný výškový systém. Do té doby byl využíván i výškový systém Jadranský, který měl výchozí bod v Terstu a využíval normální ortometrické výšky (HÁNEK et al., 2007a).

Výškový systém je definován výchozím bodem (nula stupnice) mořského vodočtu v Kronštadu (Baltské moře) a použitím normálních Moloděnského výšek (nařízení vlády č. 430/2006 Sb.).

HAUF et al. (1982) uvádí, že Moloděnského výšky jsou vztaženy na nulovou plochu kvazigeoidu. Tato plocha se ztotožňuje s geoidem na hladině oceánu, pod pevninou již není hladinová plocha a stoupá nad geoid, v rovinách o několik centimetrů, v horách vysokých 4000 metrů až o 2 metry.

### 2.3.7 Tíhový systém 1955 (S-Gr95)

Tíhový systém 1955 je závazný geodetický referenční systém, definovaný hladinou a rozměrem sítě, které jsou odvozeny z absolutních tíhových měření v mezinárodní gravimetrické síti a souborem hodnot tíhového zrychlení z vyrovnání mezinárodní sítě (nařízení vlády č. 430/2006 Sb.).

### 2.3.8 Souřadnicový systém 1942 (S-42/83)

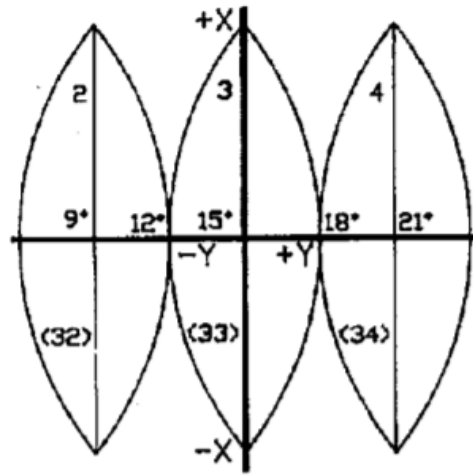
Na území ČR je dle nařízení vlády č. 430/2006 Sb. souřadnicový systém S-42 definován Krasovského elipsoidem s rozměry hlavní poloosy 6378245 metrů a zploštěním 1:298,3. Souborem souřadnic bodů z mezinárodního vyrovnání astronomicko – geodetických sítí (AGS) a Gaussovým příčným konformním válcovým zobrazením v 6° poledníkových pásech v Krügerově úpravě.

Každý pás má vlastní souřadnicový systém rovinných pravoúhlých souřadnic. Počátek je tvořen vždy průsečíkem základního poledníku s rovníkem. Osa X je obraz základního poledníku, kladný směr osy směřuje k severu (viz obrázek 2.11). Osa Y je obraz rovníku, kladný směr osy směřuje k východu (RATIBORSKÝ, 2002).



---

Počátek souřadné soustavy je v průsečíku poledníku s obrazem rovníku. Střední poledník každého šestistupňového pásu není zakreslen. Délkové zkreslení na okraji pásu dosahuje přibližně 1,00057 (HÁNEK et al., 2007b).



**Obrázek 2.11: Souřadnicový systém S42 (RATIBORSKÝ, 2002)**

System S-42 byl první souřadnicový systém na území Československa, jehož tvar, rozměr a orientace byly určeny prostřednictvím astronomicko-geodetické sítě (FIŠER a VONDRÁK, 2004).

---

## 2.4 Metody měření

Pro polohové zaměření je předmětem měření zemský povrch a objekty, které se nacházejí na, pod a nad zemským povrchem . Jsou to obvykle prvky, které jsou jednoznačně identifikovatelné (ŠVEC a HÁNEK, 1994).

- Pozemní stavební objekty
- Dopravní objekty a zařízení
- Vodstvo a vodohospodářské objekty a stavby
- Nadzemní vedení a související zařízení
- Povrchové znaky
- Rozhraní povrchů území (kultur, zpevněných ploch)
- Další předměty (podle požadavků na zaměření)

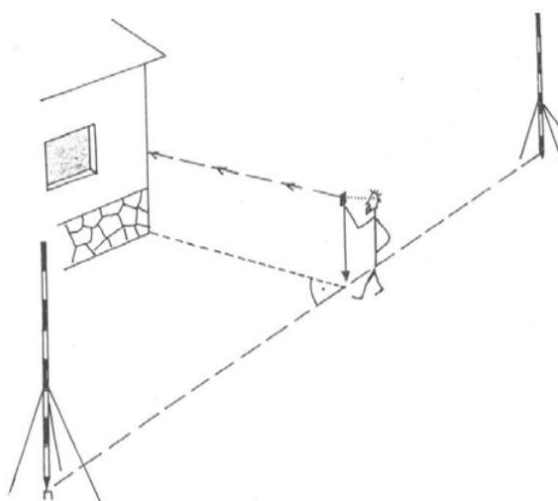
Pro mapování území je potřeba prvně vytvořit síť měřičských bodů (bodové pole) ze kterých se následně zaměřují body polohopisu a výškopisu (ŠVEC A HÁNEK, 1994). Měřičské body je potřeba zvolit tak, aby bylo možné provést zaměření v celém měřeném území. Pro určení souřadnic měřičských bodů se nejčastěji využívají polygonové pořady, metoda GNSS, metody protínání, rajony a plošné sítě s měřenými vodorovnými úhly a délkami. Podrobné body polohopisu se nejčastěji zaměřují pomocí prostorové polární metody s využitím totální stanice. Dalšími využívanými metodami je metoda GNSS, polární metoda, ortogonální metoda, metoda laserového skenování a další metody (CHAMOUT a SKÁLA, 2003; POKORA et al., 1984).

---

### 2.4.1 Ortogonální metoda

Podle RATIBORSKÝ (2002) je tato metoda vhodná do rovinatého a přehledného terénu a jako doplňující metoda polární metody.

Podrobné body se zaměřují pravouhlými souřadnicemi, které se určují z měřičské přímky (obrázek 2.12). Měřičská přímka je spojnice dvou bodů polohového bodového pole. Hodnoty měřené od počátku měřické přímky se nazývají staničení a délky měřené kolmo na měřickou přímku se nazývají kolmice (CHAMOUT a SKÁLA, 2003).



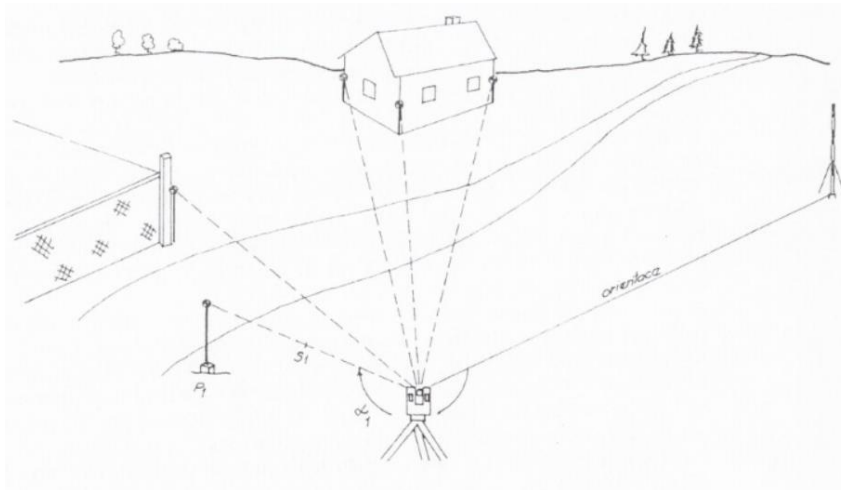
Obrázek 2.12: Princip ortogonální metody (CHAMOUT a SKÁLA, 2003)

Postup měření podrobných bodů je podle CHAMOUT a SKÁLA (2003) a RATIBORSKÝ (2002) následující:

- 1) Signalizace koncových bodů měřičské přímky pomocí výtyček umístěných ve stojácích.
- 2) Zařazení pásma do směru měřičské přímky. Počáteční bod by měl být ve výše položeném místě.
- 3) Přibližné nalezení paty kolmice
- 4) Určení paty kolmice na měřičské přímce pomocí optického hranolu
- 5) Měření staničení a kolmice pomocí pásma. Hodnoty se současně zapisují do zápisníku a do náčrtu.
- 6) Po změření všech podrobných bodů se provede zaměření kontrolních oměrných měř

### 2.4.2 Polární metoda

Podle DOUŠEK a MATĚJÍK (2005) je polární metoda jednou z nejpoužívanějších metod polohopisného měření. Poloha podrobných bodů je určena polárními souřadnicemi (vodorovný úhel, vodorovná délka) od stanoviště k měřenému bodu (obrázek 2.13). Výhodou této metody je její rychlost, dosah měření z jednoho stanoviště, prostupnost a přesnost. Polární metodu je možné použít i ve svažitém a zarostlém terénu (CHAMOUT a SKÁLA, 2003).



Obrázek 2.13: Polární metoda (CHAMOUT a SKÁLA, 2003)

Podle RATIBORSKÝ (2002) postupují práce na stanovišti takto:

- 1) postavení a urovnání přístroje
- 2) orientace na nejméně dva dané body, nejméně na jeden je měřena délka
- 3) zaměření podrobných bodů
- 4) kontrola orientace přístroje

RATIBORSKÝ (2002) uvádí, že u polární metody je možné použít dva druhy stanoviště. Prvním způsobem je pevné stanoviště a druhým způsobem je tzv. volné stanoviště. U pevného stanoviště jsou známy souřadnice bodu, přístroj se horizontuje a centruje nad bodem. U volného stanoviště nejsou známy souřadnice bodu, přístroj se pouze horizontuje a souřadnice jsou určeny během měření.

### 2.4.3 Tachymetrická metoda

Tachymetrie je geodetická měřičská metoda vhodná pro zaměrování terénního reliéfu zemského povrchu. Tato metoda dle DOUŠEK a MATĚJÍK (2005) umožňuje současné měření polohopisu a výškopisu. Tato metoda je kombinací polární metody a trigonometrického určování výšek označována jako prostorová polární metoda.

Při použití prostorové polární metody je třeba mít v měřeném území připravenou síť bodů (bodové pole), které umožní podrobné měření. Měří se šikmá délka  $d$ , vodorovný úhel  $\omega$  a zenitový úhel  $z$  (HÁNEK et al., 2007b).

V současné době se nejčastěji využívá metody elektronické tachymetrie s využitím totální stanice. Tato metoda umožňuje měření délek na odrazný hranol nebo měření délek s využitím bezhranolového měření. Totální stanice umožňují registraci dat a následné počítačové zpracování dat, což výrazně snižuje dobu zpracování dat. Další výhodou je velký dosah a vysoká přesnost měření (HÁNEK et al., 2007b).

Starší a méně přesnou metodou je metoda nitkové tachymetrie (CHAMOUT a SKÁLA, 2003).

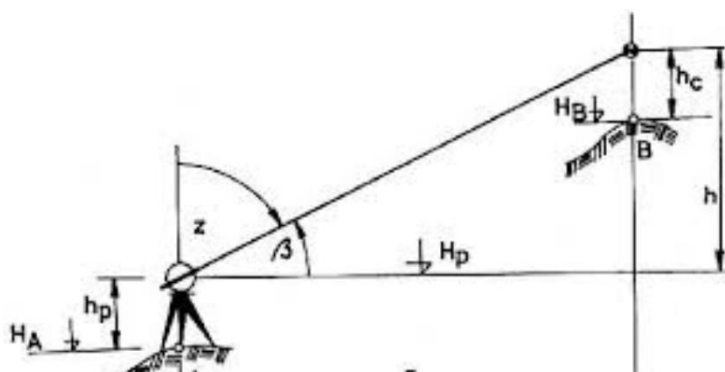
Podle (CHAMOUT a SKÁLA, 2003) postupují práce na stanovisku elektronické tachymetrie následovně:

- 1) postavení a urovnání totální stanice
- 2) orientace nejméně na dva body
- 3) měření podrobných bodů (registrace do paměti totální stanice)
- 4) export naměřených dat

#### 2.4.4 Trigonometrické určování výšek

Trigonometrické měření výšek se podle POKORA (1984) využívá pro měření výšek předmětů (věže, stožáry apod.), nebo bodů, které jsou od sebe vzdáleny, a použití nivelace by bylo neefektivní.

Převýšení dvou bodů se při použití trigonometrické metody určuje na základě řešení trojúhelníku (pravoúhlého nebo obecného). Měřenými hodnotami je délka (vodorovná nebo šikmá) a vertikální úhel. U měřených délek větších než 300 metrů musí být zavedena oprava ze zakřivení Země a z refrakce (CHAMOUT a SKÁLA, 2003).



Obrázek 2.14: Trigonometrické určování výšek (HÁNEK et al., 2007b)

---

## 2.5 Měření pomocí GNSS

### 2.5.1 Globální navigační satelitní systém

Globální navigační družicové systémy jsou dnes vnímány lidskou společností jako naprostou samozřejmostí. GNSS je spojena zejména s automobilovou navigací, veřejností známou jako tzv. „GPSka“ (RADA a PECINA, 2020).

Globální navigační satelitní systém (GNSS), dříve známý jako Globální poziční systém (GPS). Je to systém umělých družic Země, které neustále vysílají rádiové signály. Dále je tvořen systémem pozemních přijímacích stanic. Systém slouží k určování polohy, rychlosti a času pevných i pohyblivých objektů na zemském povrchu i v zemské atmosféře (MARŠÍKOVÁ a MARŠÍK, 2005).

Systém GNSS se v současnosti skládá z amerického systému GPS, ruského systému GLONASS, evropského systému Galileo a Čínského systému BeiDou-3. Celkem tvoří systém GNSS více než 100 družic (RADA a PECINA, 2020).

### 2.5.2 Hlavní zástupci globálních navigačních satelitních systémů

#### Globální navigační systém GPS

Global Positioning System zkráceně GPS je vojenský globální družicový polohový systém provozovaný Ministerstvem obrany Spojených států amerických. Původním názvem systému je NAVSTAR GPS (Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System). Vývoj systému byl zahájen 17. dubna 1973 na základě požadavku vojenského námořnictva a letectva Spojených států amerických (POSPÍŠIL a ŠTRONER, 2015).

Globální poziční systém GPS je pasivní družicový rádiový navigační systém pro určování polohy, rychlosti a času. Tyto údaje poskytuje v jakémkoliv čase, za každého počasí a kdekoliv na povrchu Země a v jeho blízkosti (HÁNEK et al., 2007a).

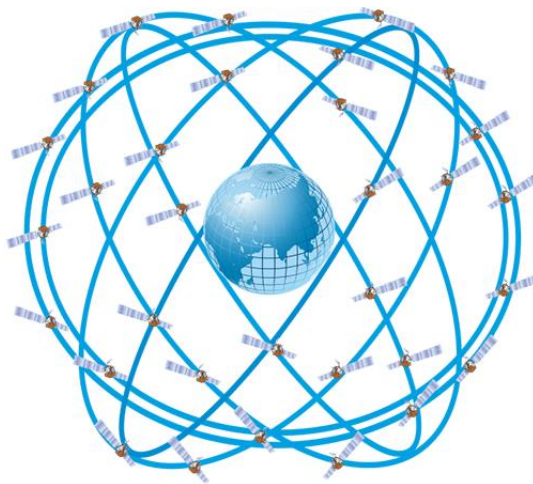
Systém GPS (NAVSTAR GPS) lze rozdělit na kosmický segment, řídicí segment a uživatelský segment (SCHENK, 2005). Uživatelský segment tvoří jednotlivé přijímače. Tyto přijímače dnes vyrábí řada firem. Přijímače jsou v různé velikosti, s různým vybavením, v různé cenové kategorii a s různou přesností o poloze a času (MARŠÍKOVÁ a MARŠÍK, 2005).

Geodetický GNSS přijímač se skládá z antény, přijímače a kontroleru. Kontroler je malý polní počítač sloužící pro nastavení, spuštění a ovládání měření. Při měření metodou RTK slouží také k registraci naměřených dat. V České republice se nejčastěji

---

využívají přístroje přijímající signál ze systémů GPS a GLONASS (POSPÍŠIL a ŠTRONER, 2015).

Kosmický segment je tvořen družicemi, původně jich bylo 24, nyní 32. Družice obíhají ve výšce 20200 kilometru nad povrchem Země na šesti oběžných drahách se sklonem k rovině rovníku  $55^\circ$  (obrázek 2.15). Dráhy jsou vzájemně posunuty o  $60^\circ$ . Na každé dráze byly původně 4 pravidelně, nyní však 5 až 6 nepravidelně rozmístěných pozic pro družice. Družice se pohybují rychlostí 3,8 km/s, s dobou oběhu kolem Země 11 hodin 58 minut (POSPÍŠIL a ŠTRONER, 2015).



**Obrázek 2.15: Orbitální konstelace systému GPS (www.glonass-iac.ru)**

Řídící a kontrolní segment tvoří celosvětová síť pozemních stanic, které monitorují stav kosmického segmentu, zasílají povely družicím, provádí korekce dráhy družic a údržbu atomových hodin. V případě zničení pozemních stanic řídicího a kontrolního segmentu přechází družice do režimu AUTONAV (Autonomous Navigation Mode). V tomto modu jsou schopné družice dále pracovat dalších 6 měsíců (MARŠÍKOVÁ a MARŠÍK, 2005; POSPÍŠIL a ŠTRONER, 2015).

Řídící a kontrolní segment tvoří:

- velitelské středisko (letecká základna v Los Angeles v Kalifornii)
- řídicí středisko (Schrieverova letecká základna USAF v Colorado Springs)
- 3 povelové stanice (základny USAF Kwajalein, Diego Garcia, Ascension Island případně i Cape Canaveral)
- 18 monitorovacích stanic

Řídící a kontrolní segment může aktivovat a deaktivovat opatření zabraňující plného využití systému GPS neautorizovanými uživateli (HÁNEK et al., 2010).

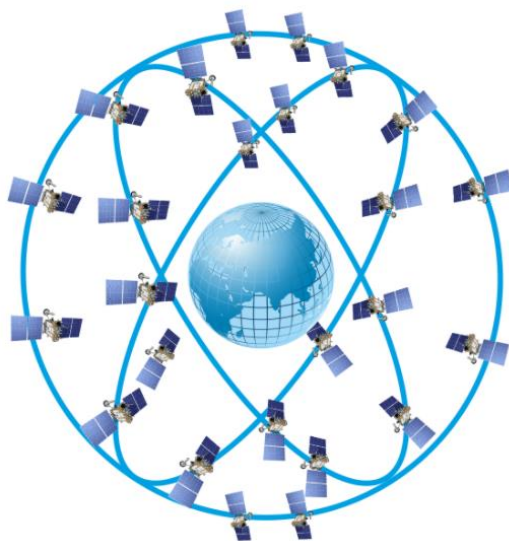
---

## Globální navigační systém GLONASS

Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistema (GLONASS) je globální družicový polohový systém vyvinutý v tehdejším Sovětském svazu a nyní provozován ruskou armádou. Vývoj systému byl zahájen v roce 1970 vytvořením dokumentu Ministerstva obrany SSSR, Sovětské akademie věd a Sovětského námořnictva o vývoji jednotného systému pro navigaci na zemi, na vodě i ve vzduchu (HÁNEK et al., 2007a).

Byl navržen obdobně jako GPS tak, aby poskytoval informace o čase a poloze na Zemi a v jejím blízkém okolí po celých 24 hodin (HÁNEK et al., 2010).

Systém GLONASS se podobně jako GPS skládá z kosmického, řídicího a uživatelského segmentu. Kosmický segment je tvořen 24 družicemi, které obíhají ve výšce 19100 km nad povrchem Země na 3 oběžných drahách se sklonem  $65^\circ$  (obrázek 2.16). Dráhy jsou vzájemně posunuty o  $120^\circ$ . Na každé dráze je 8 pravidelně rozmístěných pozic pro družice. V současné době využívané družice Uragan-M se pohybují rychlostí 3,9 km/s, s dobou oběhu kolem Země 11 hodin 15 minut (POSPÍŠIL a ŠTRONER, 2015; [www.glonass-iac.ru](http://www.glonass-iac.ru)).



**Obrázek 2.16: Orbitální konstelace systému GLONASS ([www.glonass-iac.ru](http://www.glonass-iac.ru))**

Řídicí a sledovací segment tvoří:

- řídicí středisko (Krasnoznamensk)
- 3 rozšířené stanice (Šelkovo, Jenisejsk, Komsomolsk na Amuru)
- 5 povelových stanic (Petrohrad, Ussurijsk, Šelkovo, Jenisejsk, Komsomolsk na Amuru)
- 10 monitorovacích stanic



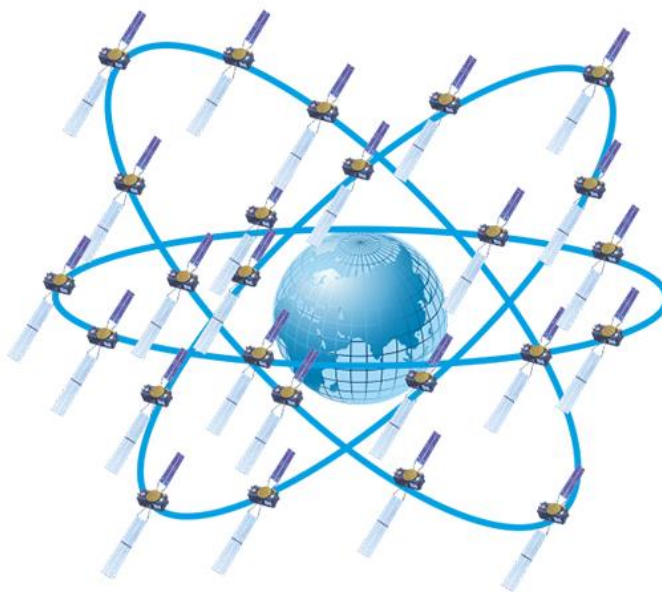
---

## Globální navigační systém Galileo

Galileo je evropský autonomní globální družicový polohový systém, který by po dokončení měl být nezávislou obdobou amerického systému GPS a ruského systému GLONASS. Vývoj systému zajišťují státy Evropské unie prostřednictvím Evropské kosmické agentury (ESA) (HÁNEK et al., 2007a; MARŠA, 2005).

Prohlášením o počátečních službách byla dne 15. prosince 2016 zahájena provozní fáze systému Galileo. Plný operační stav byl zahájen v roce 2019. Uvedení systému do plného provozu je plánováno na rok 2021 ([www.gsc-europa.eu](http://www.gsc-europa.eu)).

Kosmický segment má být tvořen 30 družicemi. Družice obíhají přibližně ve výšce 23222 km nad povrchem Země. Družice se pohybují po 3 drahách se sklonem  $56^\circ$  k zemského poledníku (obrázek 2.17). Dráhy jsou vzájemně posunuty o  $120^\circ$ , každá dráha bude mít 9 pozic pro družice a jednu pozici jako zálohu. Doba oběhu družice je 14 hodin 5 minut (RADA a PECINA, 2020).



Obrázek 2.17: Orbitální konstelace systému Galileo ([www.glonass-iac.ru](http://www.glonass-iac.ru))

### Pozemní segment systému Galileo tvoří:

- 2 řídicí stanice (Galileo Control System, Galileo Mission System)
- 5 stanic pro telemetrii, sledování a řízení
- 5 stanic pro komunikaci
- 20 sledovacích stanic (plánováno 29)

V roce 2010 bylo rozhodnuto, že Evropská agentura pro GNSS (GSA) bude sídlit v Praze. Sídlo GSA bylo uvedeno do provozu v roce 2012 ([www.gsc-europa.eu](http://www.gsc-europa.eu)).

---

## Globální navigační systém BeiDou (Compass)

BeiDou je družicový navigační systém vyvíjený Čínskou lidovou republikou. Prvně měl být tento systém používán jako regionální systém, později bylo rozhodnuto o rozšíření systému na úroveň globální (POSPÍŠIL a ŠTRONER, 2015).

BeiDou-1 je regionální navigační družicový systém, který funguje na území Číny. Systém byl uveden do provozu 30. října 2000. Byl tvořen pouze 4 družicemi na geostacionárních drahách, což mělo za vinu, že systém pokrýval jen omezenou oblast. Na konci roku 2012 byl systém BeiDou-1 nahrazen systémem BeiDou-2 (RADA a PECINA, 2020).

BeiDou-2 je regionální polohový družicový systém v asiopacifickém regionu (obrázek 2.18). Systém využívá zejména geostacionární a geosynchronní družice. Systém BeiDou-2 je využíván od prosince 2012 (POSPÍŠIL a ŠTRONER, 2015).

BeiDou-3 je globální polohový družicový systém provozovaný Čínou. Od listopadu roku 2017 bylo vypuštěno 30 satelitů a bylo postaveno více než 40 pozemních stanic. V srpnu roku 2020 byl systém uveden do provozu ([www.glonass-iac.ru](http://www.glonass-iac.ru); [www.beidou.gov.cn](http://www.beidou.gov.cn)).

Nevýhodou systému BeiDou je podle RADA a PECINA (2020) že:

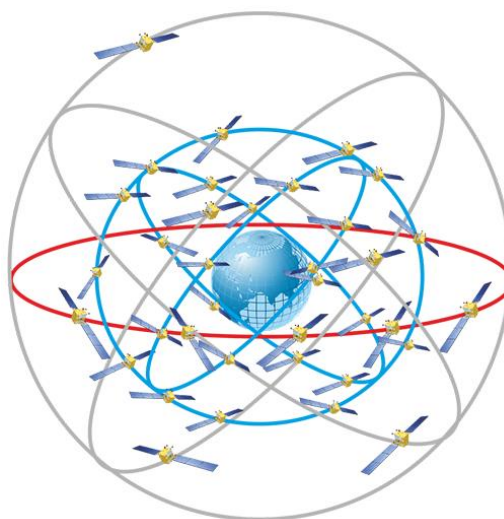
- nesplňuje požadavky NATO (pro použití v operacích),
- utajování systému včetně jeho chyb,
- zhoršená přesnost v oblasti Afriky a jiných regionů (přesnost pod 30 metrů).



Obrázek 2.18: Pokrytí systému BeiDou2 ([www.glonass-iac.ru](http://www.glonass-iac.ru))

---

Kosmický segment má po dokončení tvořit 35 družic, z toho je 5 navigačních družic umístěno na geostacionární dráze ve výšce 35 786 km nad zemským povrchem, 3 družice obíhají na šikmé geosynchronní dráze se sklonem  $55^\circ$  a výšce 35786 km nad zemským povrchem a 27 navigačních družic obíhajících ve třech drahách se sklonem  $55^\circ$  ve výšce 21528 km nad zemským povrchem (obrázek 2.19) a dobou oběhu kolem země 12 hodin 53 minut (RADA a PECINA, 2020).



Obrázek 2.19: Orbitální konstelace systému BeiDou ([www.glonass-iac.ru](http://www.glonass-iac.ru))

### 2.5.3 Dělení metod měření

Podle HÁNEK et al. (2007a) a SCHENK (2005) je možné metody měření GNSS rozdělit podle několika kritérií.

Podle měřených veličin:

- kódová měření – jsou založena na zpracování kódového měření stanovením vzdálenosti jako součinu doby a rychlosti šíření signálu mezi družicí a anténou (používá se převážně pro navigaci),
- fázová měření – vzdálenost mezi družicí a přijímačem je určována z měření nosné vlny signálu. využívají se pro tvorbu bodového pole a pro podrobné mapování všech měřítek,
- kombinace kódových a fázových měření.

Podle pohybu přijímače:

- statické – přijímač je v době měření v klidu,
- kinematické – přijímač se během měření pohybuje.

---

Podle doby získání výsledných souřadnic:

- metody s následným zpracováním (postprocessing) – výsledky měření nejsou známé okamžitě v terénu, měřená data se registrují a následně se dodatečně zpracovávají. Tuto metodu je možné použít pouze pro měření,
- metody v reálném čase (real-time processing) – výsledky měření jsou známé okamžitě v terénu. Tuto metodu je možné použít pro měření i pro vytyčování.

Podle počtu použitých přijímačů:

- autonomní (absolutní) metoda – využívá jeden přijímač,
- diferenční a relativní metody – využívá se minimálně dvou přijímačů.

#### **2.5.4 Geodetické metody měření**

Zpracování měření pro geodetické potřeby je náročnější. Největším rozdílem je, že se musí současně měřit nejméně se dvěma geodetickými přístroji. Jeden přístroj je umístěn na bodě, který má známé souřadnice. Druhý přístroj je používán k měření. V současné době se místo přístroje umístěného na bodu se známými souřadnicemi využívá síť referenčních stanic (POSPÍŠIL a ŠTRONER, 2015).

##### **Statická metoda a rychlá statická metoda**

U těchto metod se k měření využívá minimálně dvou aparatur. Obě metody patří mezi metody postprocesní. U metody statické bývá doba měření v rozmezí hodin až dnů podle požadované přesnosti. Dosažitelná přesnost statické metody je 3 až 5 mm. U rychlé statické metody je doba měření v řádu minut. Přesnost měření pomocí rychlé statické metody je 5 až 10 mm + 1 ppm (HÁNEK, et al., 2007a; POSPÍŠIL a ŠTRONER, 2015).

Při viditelnosti šesti a více družic je minimální doba měření jednoho bodu 8 minut. Doba měření výrazně ovlivňuje, zda je použit jednofrekvenční nebo dvoufrekvenční přístroj (HÁNEK et al., 2007a).

##### **Metoda Stop and Go**

Metoda Stop and Go je metoda založená na kombinaci statické a kinematické metody. Přijímač měří i při přesunu mezi body, díky tomu není nutné na určovaném bodě měřit dlouho. Doba měření na bodě bývá v rozmezí několika sekund. Během měření nesmí dojít ke ztrátě signálu, jinak je nutné měření opakovat (SCHENK, 2005).

Metoda Stop and Go je metoda postprocesní a přesnost metody je 10 až 20 mm + 1 ppm (POSPÍŠIL a ŠTRONER, 2015).

---

### **Kinematická metoda**

Metoda, která umožňuje rychlé měření. U této metody se využívá dvou přijímačů. Oba přijímače musí být připojeny na signál stejných družic. Měření vždy začíná na bodě o známých souřadnicích. Metoda dosahuje přesnosti 20 až 30 mm + 3ppm (SCHENK, 2005; POSPÍŠIL a ŠTRONER, 2015).

### **Metoda RTK (Real Time Kinematics)**

Metoda Real Time Kinematic zkráceně RTK je metoda měření v reálném čase. Korekce jsou vypočteny v reálném čase a pomocí GSM jsou vysílány z referenční stanice na přijímač, kterým je měřeno. To umožňuje určení souřadnic přímo v terénu. Dnes je možné přijímat korekce z tzv. virtuálních referenčních stanic (VRS), tím se zvětšil dosah až na 50 km. Tato metoda je v současné době nejpoužívanější (POSPÍŠIL a ŠTRONER, 2015).

Metodu RTK je možné využít pro budování podrobného bodového pole a zhušťovacích bodů, vytyčování objektů, ale i pro měření bodů pro katastrální mapy (HÁNEK et al., 2010).

### **2.5.5 Referenční stanice**

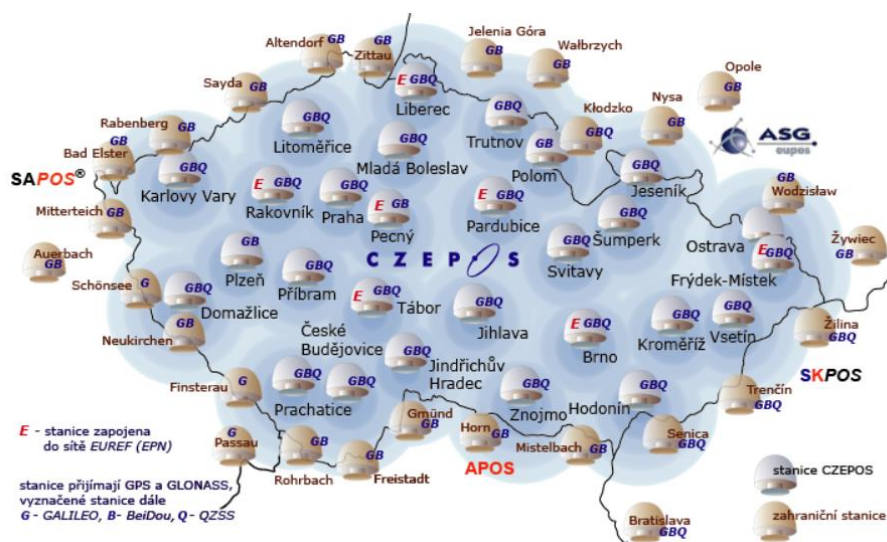
V současné době se využívá tzv. síť referenčních stanic. Tato síť se využívá k nahrazení přijímače na bodě o známých souřadnicích. Připojení k síti permanentních stanic se provádí prostřednictvím internetu za využití GSM. V České republice jsou nejvyužívanějšími tři sítě permanentních stanic a to CZEPOS (ČUZK), Trimble VRS NOW CZECH (Geotronics, spol. s.r.o., Trimble) a TOPnet (GB.geodezie, spol. s.r.o., Topcon). Využití sítě permanentních stanic je zpoplatněno (POSPÍŠIL a ŠTRONER, 2015).

Každá stanice sítě provádí 24 hodin denně přesná měření GNSS. Měření jsou zpracovávána a poskytována uživatelům formou korekčních dat ([www.geoport-tal.cuzk.cz](http://www.geoport-tal.cuzk.cz)).

### **Síť CZEPOS**

CZEPOS je Česká síť permanentních stanic pro určování polohy spravovaná Zeměměřickým úřadem (obrázek 2.20). Síť tvoří 28 permanentních stanic rovnoměrně rozmístěných na území České republiky a 27 stanic zahraničních sítí (Rakouská síť APOS, Německá síť SAPOS<sup>®</sup>, Polská síť ASG-EUPOS a Slovenská síť SKPOS<sup>®</sup>). Síť CZEPOS je v provozu od roku 2004 ([www.geoportal.cuzk.cz](http://www.geoportal.cuzk.cz)).

Sít' permanentních stanic GNSS CZEPOS je součástí geodetických základů České republiky. Sít' CZEPOS, pomocné stanice a vybrané body geodetických základů tvoří společně národní realizaci Evropského terestrického referenčního systému 1989 (ETRS89) vztaženému k Evropskému terestrickému referenčnímu rámci 2000 ([www.geoportal.cuzk.cz](http://www.geoportal.cuzk.cz)).



Obrázek 2.20: Sít' CZEPOS ([www.czeupos.cuzk.cz](http://www.czeupos.cuzk.cz))

### Sít' Trimble VRS NOW CZECH

Sít' Trimble VRS NOW CZECH je sít' referenčních stanic. Na území České republiky je rozmístěno 29 permanentních stanic (obrázek 2.21). Do sítě patří 9 stanic z Německa a 1 stanice z Rakouska, aby docházelo ke kvalitnímu pokrytí příhraničních oblastí ČR. Sít' je provozována společností Trimble Navigation Limited ([www.geotronics.cz](http://www.geotronics.cz)).

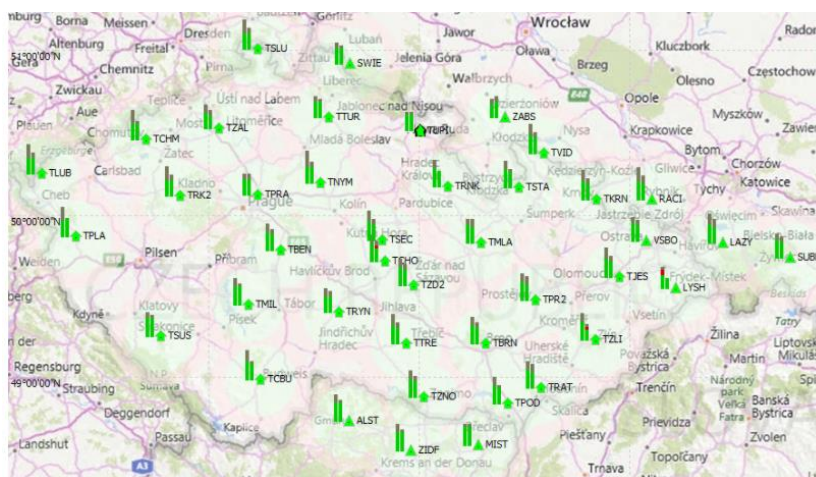


Obrázek 2.21: Sít' VRS NOW CZECH ([www.geotronics.cz](http://www.geotronics.cz))

## Sít' TopNET

Na celém území ČR je v síti pravidelně rozmístěno 32 stanic (obrázek 2.22). V síti jsou zapojeny také 3 stanice Rakouské sítě EPOSA a 4 stanice Polské sítě TPI NETpro. Průměrná vzdálenost stanic je 55 km. Sít' je spravována společností Topcon.

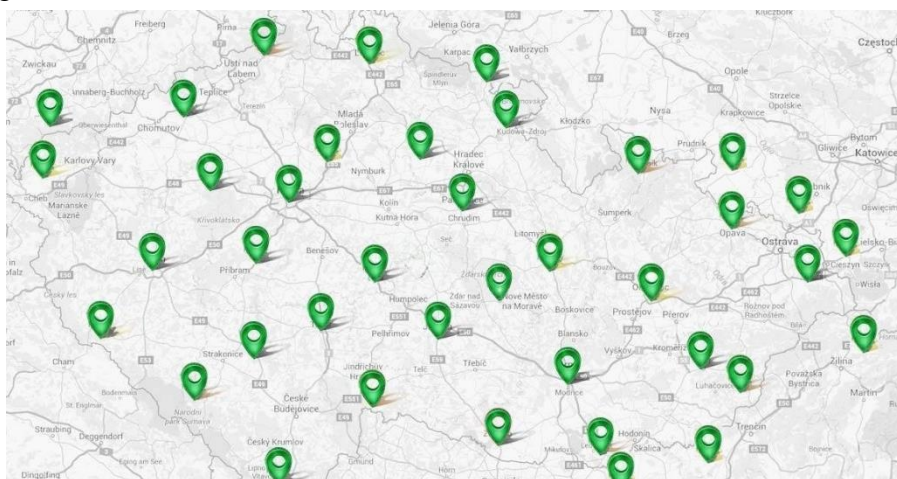
Sít' původně sloužila pouze pro zaměstnance společnosti, od roku 2007 je přístupná i pro veřejnost za úplatu ([www.topnet.gb-geodezie.cz](http://www.topnet.gb-geodezie.cz)).



Obrázek 2.22: Sít' TopNET ([www.topnet.gb-geodezie.cz](http://www.topnet.gb-geodezie.cz))

## Sít' GEOORBIT

GEOORBIT je sít' permanentních stanic, tato sít' je v plném provozu od roku 2015. Sít' je tvořena 30 referenčními stanicemi rozmístěných pravidelně na území ČR, dále tuto sít' tvoří 1 stanice německé sítě SAPOS, 4 stanice polské sítě NetPOL a 4 stanice slovenské sítě SmartNET. Od roku 2017 je sít' GEOORBIT monitorována nezávislým státním monitoringem ČUZK. Sít' je provozována společností geoobchod, s.r.o. ([www.georbit.cz](http://www.georbit.cz)).



Obrázek 2.23: Sít' GEOORBIT ([www.georbit.cz](http://www.georbit.cz))

---

## 2.6 Metoda laserového skenování

Technologie laserového skenování se dle KUDA et al. (2014) dělí na letecké laserové skenování (ALS – Airborn Laser Scanning) a pozemní laserové skenování (TLS – Terrestrial Laser Scanning).

Letecké laserové skenování je jednou z metod dálkového průzkumu země (DPZ). Metoda ALS je prováděna ze vzduchu, skenovací zařízení je umístěno na letadle nebo vrtulníku. Metoda slouží k 3D mapování a tvorbě výškopisného modelu z dat, která byla získána laserovým skenováním zemského povrchu z výšky (GOJDA et al., 2013).

Pozemní laserové skenování se dle POSPÍŠIL a ŠTRONER (2015) dělí na kinematickou a statickou metodu. Při kinematické metodě je skener připevněn k dopravnímu prostředku (auto, loď a další), měření probíhá v průběhu pohybu dopravního prostředku. Metoda statická je založena na principu, že skener je při měření umístěn na stativu a během měření se nepohybuje.

HÁNEK et al. (2007b) uvádí, že technologie pozemního laserového skenování je poměrně nová technologie. Pro měření se využívají tzv. laserové skenery, které umožňují neselektivní měření obrovského množství bodů. Přístroj je schopen zaměřit tisíce bodů za sekundu (tzv. mračno bodů).

Pozemní laserové skenování se využívá ve stavebnictví (3D modely budov a mostních konstrukcí, nebo zaměřování složitých energetických a průmyslových zařízení). Dále se TLS využívá k detailnímu zachycení historických budov, celých interiérů kostelů nebo katedrál a v mnoha dalších oborech jako jsou například archeologie, geologie a důlní činnost (GOJDA et al., 2013; KUDA et al., 2014).



---

## 2.7 Podélné a příčné profily

Podélný a příčný profil tvoří základní měřičský podklad pro projekci a výstavbu liniových staveb jako jsou komunikace, vodní toky, elektrické vedení, kanalizace a vodovody (DOUŠEK a MATĚJÍK, 2005).

### 2.7.1 Příčný profil

Příčný profil je řez terénem, který je nejčastěji kolmý na osu podélného profilu. Příčné profily se zobrazují bez převýšení (SCHENK, 2005).

Příčné profily se podle POKORA et al. (1984) zaměřují v různém rozsahu. Záleží především na druhu stavby a účelu, pro který má být profil zaměřen.

### 2.7.2 Podélný profil

Podélný profil je dle SCHENK (2005) svislý řez terénem vedený nejčastěji osou projektované nebo stávající stavby. FIŠER et al. (2003) uvádí, že podélný profil udává přehled o délkových a výškových poměrech. Podélný profil lze odvodit z příčných řezů (nejčastěji u vodních staveb) nebo přímo zaměřit v terénu.

Zobrazení podélného profilu se volí s převýšením, tak aby vynikl výškový průběh trasy. Převýšení se nejčastěji volí desetinásobné. Označení 1:1000/100 udává, že délkové údaje jsou v měřítku 1:1000 a výškové údaje jsou v měřítku 1:100 (FIŠER et al., 2003).

Podélný profil by podle HÁNEK et al. (2007b) měl obsahovat:

- srovnávací rovinu s uvedenou výškovou kótou
- staničení v kilometrech
- kóty terénu
- řez terénem
- měřítko

V podélném profilu se často navrhuje i průběh nové trasy. Nová trasa a výškové kóty nové trasy se v podélném profilu znázorňují červenou barvou (SCHENK, 2005).

---

## 2.8 Zpracovatelský software

### 2.8.1 MicroStation

MicroStation V8i je CAD software, který je vyvíjen společností Bentley Systems. Tato verze byla uvedena na trh v roce 2008. Je jedním z nejrozšířenějších grafických programů v oboru geodézie. Software je určen pro práci ve 2D a 3D. Je určen především pro architekturu, stavební inženýrství, dopravu, zpracovatelský průmysl, výrobní zařízení, státní správu a samosprávu a inženýrské a telekomunikační sítě. Základním formátem výkresů MicroStationu V8i je formát označovaný jako DGN, software také dokáže otevírat a ukládat formáty souborů DWG a DXF (SÝKORA 2001; [www.gissoft.cz](http://www.gissoft.cz)).

MicroStation V8 obsahuje MicroStation Development Language (MDL). MDL je nativní programovací prostředí, které umožňuje bezproblémové propojení aplikací s MicroStationem. MicroStation také podporuje aplikace napsané v jazycích C, C++ a Java ([www.gissoft.cz](http://www.gissoft.cz)).

**Tabulka 2.2: Srovnání formátu DGN V7 a DGN V8 ([www.gissoft.cz](http://www.gissoft.cz))**

Odlíšné vlastnosti	formát DGN V7	formát DGN V8
Maximální velikost výkresového souboru	32 MB	přes 4 GB
Počet vrstev	maximálně 63	více než 4 miliardy
Maximální počet připojených referenčních souborů	255	bez omezení
Modely (více nezávislých výkresů v jednom souboru)	ne (pouze 1 model)	ano
Možnost připojení výkresů DWG	ne	ano
Možnost připojení 3D k 2D	ne	ano
Maximální počet vrcholů v lomené čáře a útvaru	101	5000
Atributy Podle vrstvy	ne	ano
Historie změn ve výkresu	ne	ano
Digitální podpisy	ne	ano
Maximální počet grafických skupin	65535	více než 4 miliardy

DGN je datový formát pro uložení technické dokumentace výkresů, map, schémat, 3D modelů. V současné době existují dvě verze formátu DGN. První verzí je DGN V7,

---

který se využívá od první verze MicroStationu z poloviny 80. let minulého století. Druhou verzí formátu je DGN V8, tento formát byl uveden na trh současně s uvedením nové verze MicroStation V8. Formát byl navržen tak aby nebylo nutné jeho strukturu měnit po dobu minimálně patnácti let. Formát DGN V8 není kompatibilní se staršími verzemi MicroStationu (SÝKORA, 2001).

Nezávislá společnost OpenDesign označuje formát DGN V8 jako jeden z nejlépe navržených CAD formátů v historii ([www.gissoft.cz](http://www.gissoft.cz)).

### **2.8.2 MGEO**

MGEO je produkt s mnohostranným využitím v oblasti tvorby geografických dat. Je vyvíjen společností GISOFT, v.o.s.. MGEO je určen především pro tvorbu a údržbu účelových map velkých měřítek, zpracování komplexních mapových děl, přípravu dat pro GIS, tvorbu územních plánů a mnoho dalších úloh. Software MGEO je výhodný zejména díky možnosti zpracovávání zakázek podle požadavků směrnic různých správců sítí. Například MGEO EG.D, MGEO ČEZ nebo MGEO SŽ.

V současnosti jsou společností poskytovány rozšíření pro zpracování podle metody ČEZd\_ME\_0088 a PEGD21. Tato rozšíření obsahují předlohy pro zpracování dokumentace dle směrnice a podpůrné soubory jako jsou knihovny značek, stylů čar a další ([www.gissoft.cz](http://www.gissoft.cz)).

### **2.8.3 Groma**

Groma je geodetický výpočetní systém. Program pracuje v prostředí 32 a 64bitových MS Windows. V programu lze provádět veškeré základní geodetické úlohy, ke kterým se automaticky vyhotovuje výpočetní protokol a je možné zobrazit kontrolní kresbu. Dále výpočetní program Groma umožňuje přímé propojení se systémem MicroStation a PowerDraft, což umožňuje přímé přetahování bodů ze seznamu souřadnic do výkresu, odečítat souřadnice, export souřadnic a mnoho dalších možností ([www.groma.cz](http://www.groma.cz)).

### **2.8.4 Kokeš**

Geodetický systém Kokeš je vyvíjen společností Gepro s.r.o.. Systém umožňuje zpracování měření z terénu, geodetické a konstrukční výpočty. Kokeš zahrnuje výkonný editor geografických dat uložených souborově ve výkresech a nejrůznějších rastrových podkladech geodetických údajů o bodech uložených v seznamech souřadnic. Všechny operace prováděné v programu Kokeš jsou protokolovány a odpovídají požadavkům katastrálních úřadů ([www.gepro.cz](http://www.gepro.cz)).

---

### 3 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je zaměření a následné vyhotovení dokumentace části distribuční sítě společnosti EG.D (dříve E.ON). Cílem je zaměření stávajícího venkovního vedení VVN 110 kV V5521/5530 Dačice – Telč a vytvoření dokumentace PZS.

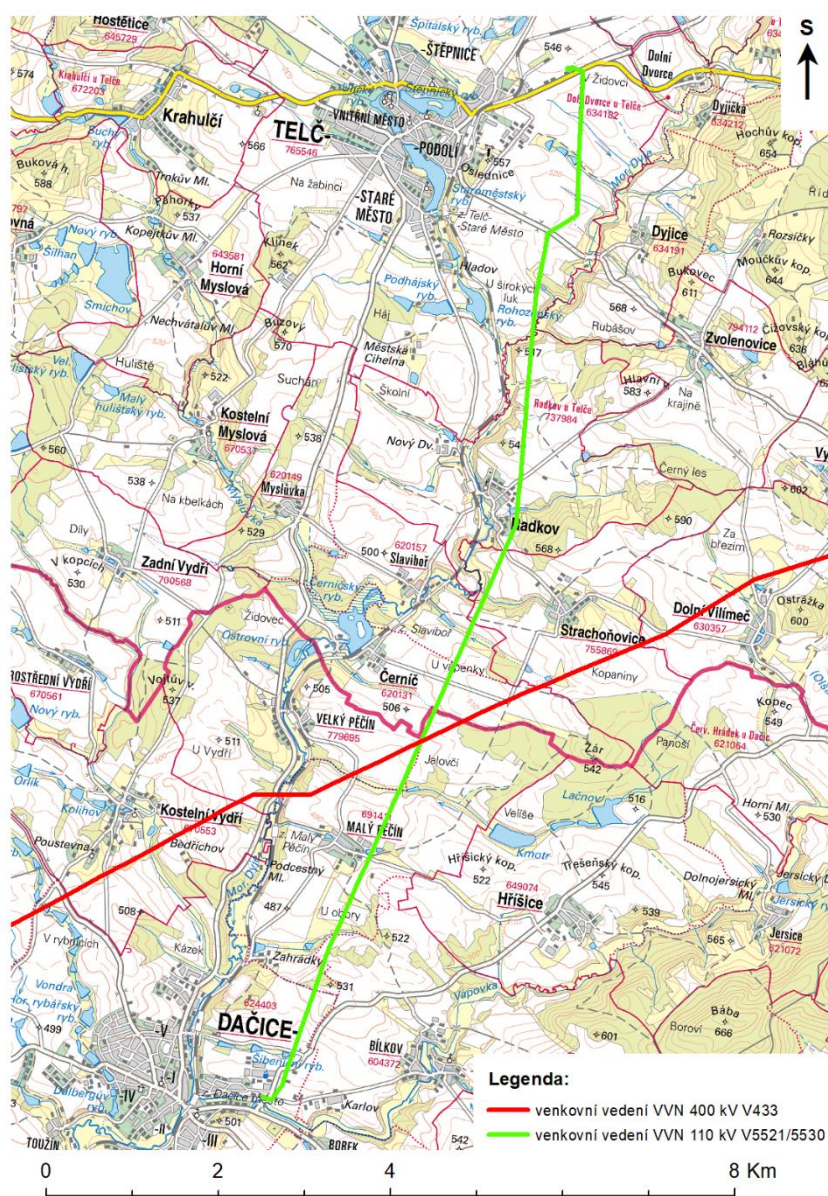
Cílem zaměření je provedení zaměření všech křížovaných objektů s trasou měřeného vedení VVN 110 kV, jako jsou dálnice, silnice, polní cesty, železnice, vodoteče, vodní plochy, příkopy, budovy, stromy a další objekty s výškou více než 1,3 m. Zaměření středů příhradových stožárů, zaměření výšek betonových patek k okolnímu terénu a zaměření prvků stožáru jako je špička, konzole a izolátory vedení.

Cílem zpracování zaměření je vyhotovení dokumentace dle požadavků provozovatele distribuční sítě a dle požadavků projektanta. Cílem je zpracování dokumentace vedení VVN, vyhotovení polohopisu a výškopisu v šířce ochranného pásma vedení VVN (15 metrů na každou stranu od krajních vodičů) a vypracování podélných profilů v ose vedení a pod krajními vodiči měřeného vedení.

## 4 Vlastní práce

### 4.1 Zájmové vedení VVN

Pro účel vyhotovení geodetické části dokumentace bylo zaměřeno stávající elektrické vedení VVN 110 kV V5521/5530 Dačice – Telč. Celková délka trasy elektrického vedení VVN 110 kV Dačice – Telč je přibližně 13 kilometrů. Vedení je ukotveno pomocí kovových příhradových stožárů typu Soudek. Na stožáru je zavěšeno šest vodičů a jedno zemnicí lano. Fázové vodiče jsou zavěšeny na izolátorových řetězcích. Celkovou trasu měřeného vedení tvoří celkem 56 stožárů. Vedení je rozděleno do 15 kotevních úseků. Trasa měřeného vedení VVN je patrná z obrázku 4.24.



Obrázek 4.24: Lokalita zájmového vedení (ZM50, ČÚZK (2021), zpracování vlastní)

---

## 4.2 Požadavky na zaměření

Provozovatelem distribuční sítě a zpracovatelem projektové dokumentace byly stanoveny následující požadavky na zaměření a zpracování předprojektové dokumentace.

- vypracování podélného profilu vedení pod středním a krajními vodiči (3x podélný profil), měřítko 1:1000/250
- zaměření všech křížovaných objektů – komunikace, vodoteč a vodní plocha, železnice včetně trakčních vedení, venkovní vedení včetně jejich podrobných bodů a průhybu vodiče v místě křížení se záznamem teploty při měření, zaměření případných budov a jiných překážek v trase
- zaměření všech souběžných linek a volně rostoucích stromů, včetně jejich výšky a obvodu ve výšce 130 cm nad terénem, pokud se nacházejí v ochranném pásmu vedení (15 metrů od krajního vodiče vedení 110 kV)
- zaměření středu stávajících stožárových míst a výšky nadzemní části betonového zahlaví vzhledem k okolnímu terénu
- zaměření výšky stávajících stožárů a výšky spodní konzole v místě uchycení izolátorového závěsu ke konstrukci
- zaměření řetězovky spodního fázového vodiče vedení 110 kV (vždy jeden systém), v každém rozpětí min. tři výšky, zaznamenání teploty
- zaměření řetězovky zemnicího lana, v každém rozpětí min tři výšky, zaznamenání teploty

---

### 4.3 Použité vybavení

Pro měření byla použita totální stanice Leica TS16 R500 (obrázek č. 4.25), GNSS Leica Viva GS08+ a polní kontroler Leica CS10 (obrázek 4.26). Jako další pomůcky pro měření byly použity teleskopická výtyčka roztažitelná až do výšky 3,65 metru s odrazným 360° hranolem Leica GRZ122, dvoumetrová výtyčka pro uchycení GNSS aparatury a dřevěný stativ. Dále byl použit teploměr, svinovací metr, barva ve spreji a lihový fix. Výrobní čísla přístrojů jsou uvedena v tabulce 4.3.

Technické údaje o totální stanici a GNSS byly získány z technických údajů poskytovaných společností Gefos a.s., která je v oblasti prodeje měřičského vybavení obchodním zástupcem švýcarského výrobce Leica Geosystems AG (gefos-leica.cz).

**Tabulka 4.13: Použité přístroje (vlastní)**

Přístroj	Výrobní číslo	Rok výroby
Totální stanice TS16 R500	3011430	2016
Leica Viva GS08+	1852030	2013
Leica CS10	2528258	2013

#### 4.3.1 Totální stanice Leica TS16 R500

Tato totální stanice je vyráběna švýcarskou společností Leica Geosystems AG a patří mezi jedny z nejvýkonnějších totálních stanic na trhu. Totální stanice umožňuje jak měření na hranol, tak i bezhranolové měření do vzdálenosti 500 metrů. Dále tento přístroj umožňuje automatické cílení na hranol, automatické hledání a následné sledování odrazného hranolu, což umožňuje ovládání totální stanice jen jedním pracovníkem. Dále je tato totální stanice vybavena přehledovou kamerou umístěnou v horní části dalekohledu. Tuto kameru lze využít pro asistenci při měření, pro dokumentaci a průsekovou fotogrammetrii ([www.gefos-leica.cz](http://www.gefos-leica.cz)).

#### Technické parametry Leica TS16 R500:

- Měření úhlů
  - přesnost Hz i V (standardní odchylka ISO 17123-3)
- Měření vzdáleností

Dosah měření:

- na hranol (GPR1, GPH1P) – od 0,9 až do 3500 metrů
- na 360° hranol (GRZ4, GRZ122) – od 0,9 až do 2000 metrů
- bez hranolu / libovolný povrch – od 0,9 až do 500 metrů

---

Přesnost/čas měření:

- jednou na hranol – 1 mm + 1,5 ppm / přibližně 2,4 s
- jednou rychle na hranol – 2 mm + 1,5 ppm / přibližně 1,5 s
- jednou na libovolný povrch – 2 mm + 2 ppm / přibližně 2,0s
- Přehledová kamera
  - 5 megapixelový CMOS senzor
  - zorné pole – 19,4°
  - rychlost snímkování až 20 snímků za sekundu
- Obecné
  - 5“ WVGA, barevná a dotyková obrazovka
  - klávesnice s 37 klávesami, podsvícená
  - 2 GB vnitřní paměti / možnost použití SD karty
  - rozhraní RS232, USB, WLAN, Bluetooth®
  - hmotnost 5,1 až 5,8 kilogramu
  - výdrž baterie až 8 hodin
  - odolnost proti prachu a vodě: IP55
  - odolnost proti vlhkosti: 95 %, nekondenzující



Obrázek 4.25: Leica TS16 R500 (vlastní)



---

### 4.3.2 Leica GS08+ SmartAntena a polní kontroler CS10

Tento přístroj je vyráběn švýcarskou společností Leica Geosystems AG. Přístroj Leica GS08+ s polním kontrolerem tvoří velmi lehký a kompaktní přístroj, schopný přesného a rychlého vykonávání geodetických úloh. Přístroj je vybaven 3,5G modemem pro připojení k mobilnímu internetu, 1 GB vnitřní paměti, vstupem pro SD kartu a USB portem. GNSS přijímač podporuje systémy GPS a GLONASS s možností rozšíření podpory pro systém Galileo ([gefos-leica.cz](http://gefos-leica.cz)).



Obrázek 4.26: Leica GS08+ SmartAntena a polní kontroler CS10 ([www.gefos-leica.cz](http://www.gefos-leica.cz))

### Technické parametry Leica GS08+ SmartAntena a polní kontroler CS10:

#### GS08+ SmartAntena

- GNSS technologie – Leica SmartTrack (moderní měřicí přístroj, eliminace rušení signálu při měření, velmi přesné filtrování mnohonásobného odrazu (multipath))
- příjem signálů – GPS, GLONASS
- 72 kanálů

#### Polní kontroler CS10

- 3,5“ 640 x 480 pixel VGA barevná dotyková obrazovka
- klávesnice s 27 klávesami, numerická klávesnice, podsvícená
- 2 megapixelový fotoaparát
- standardní měřicí software – Leica SmartWorx Viva

---

### Přesnost měření

Spolehlivost a přesnost měření závisí na místních podmínkách, počtu satelitů, jejich konfiguraci, době měření a atmosférických podmínkách.

Statická metoda (PostProcessing):

- horizontální přesnost – 3 mm + 0,5 ppm
- vertikální přesnost – 6 mm + 0,5 ppm

Metoda RTK (real time kinetic):

- horizontální přesnost – 10 mm + 1 ppm
- vertikální přesnost – 20 mm + 1 ppm

Čas inicializace:

- přibližně 8 sekund

Obecné informace

- hmotnost 2,8 kilogramu včetně výtyčky a baterií
- výdrž baterií přibližně 7 hodin
- odolnost proti prachu a vodě: IP67
- odolnost proti vlhkosti: 100 %, kondenzující

---

#### 4.4 Bodové pole

Bodové pole bylo vyhotoveno pomocí technologie GNSS. Byla použita metoda RTK. Body bodového pole byly převážně určeny na betonových patkách stožárů vedení VVN. V místech, kde bylo nutné k měření polohopisu nebo stožárů VVN použít totální stanici, byly body určeny v dostatečném množství a podle místních podmínek, ale vždy na pevném a stabilním místě (hřeb v krajnici vozovky, hřeb v pařezu, stabilní kámen atd.) Body na patkách byly voleny na jednoznačně identifikovatelném místě patky. U obdélníkových nebo čtvercových patek byl určen venkovní roh patky, u patek kruhového tvaru byl určen bod v místě průniku konstrukce sloupu s patkou. Body na patkách stožárů byly vždy vyznačeny pomocí barevného spreje, protože je zakázáno do patek zatloukat hřeby nebo vyrývat křížky.

Body bodového pole byly určeny metodou GNSS RTK. Celkem bylo zaměřeno 95 bodů, body byly číslovány od 6001. Body byly určovány současně při měření polohopisu s GNSS. Bod byl prvně stabilizován a následně byl zaměřen GNSS. Měření na jednotlivých bodech trvalo vždy přibližně 10 sekund. Každý bod byl zaměřen dvakrát, druhé zaměření bylo provedeno s hodinovým rozestupem a bylo provedeno cestou zpět. Výsledné souřadnice byly vypočteny průměrem z obou měření. Výpočet byl proveden přímo v terénu pomocí polního počítače aparatury GNSS, který umožňuje i nastavení mezních odchylek.

---

## 4.5 Postup zaměření

Zaměření bylo provedeno v několika fázích. V první fázi bylo vytvořeno bodové pole a současně bylo provedeno zaměření polohopisu pomocí GNSS. V druhé fázi bylo pomocí totální stanice zaměřeno vedení VVN a další prvky, které není možné měřit pomocí GNSS (lampy, výšky stromů, rohy a výšky budov), a byl doměřen polohopis v místech, kde nebylo možné použít metodu GNSS. Ve třetí fázi byly doměřeny zapomenuté prvky a byla doměřena místa, kde byla objevena chyba. Měření komplikovala špatná dostupnost autem, ve většině míst se muselo veškeré vybavení nést i několik kilometrů. Další komplikací bylo, že vedení ve většině případů vede přes zemědělskou půdu, kde na podmáčeném terénu nebo u vysokých plodin bývá problém s pohybem. Zaměření zájmového území bylo provedeno během 15 dnů. Jednotlivé dny, kdy bylo měřeno, jsou uvedeny v tabulce 4.4.

**Tabulka 4.4: Datum a fáze měření (vlastní)**

Datum měření	Fáze měření
18. až 20. května 2020	měření pomocí GNSS
25. až 27. května 2020	měření pomocí GNSS
10. až 13. června 2020	doměření pomocí GNSS a měření s totální stanicí
16. až 17. června 2020	měření totální stanicí
29. až 30. června 2020	měření totální stanicí
1. července 2020	měření totální stanicí
3. srpna 2020	doměření oprav totální stanicí

### 4.5.1 Postup zaměření polohopisu

V první fázi byl měřen polohopis pomocí technologie GNSS. V polním počítači aparatury GNSS byla založena zakázka, do které byly před zahájením definovány kódy, aby bylo možné během měření přiřazovat k měřeným bodům jednotné kódy. Měřenými prvky byly komunikace, polní cesty, obrubníky chodníků, vodoteče a vodní plochy, veškerá rozhraní ploch s uvedením druhu plochy, propustky, příkopy a povrchové znaky inženýrských sítí. U zpevněných komunikací a polních cest byly

---

zaměřovány krajnice, dopravní značky a byl poznamenán směr komunikace. U komunikací v zářezu nebo násypu byly zaměřovány také horní a dolní hrany. U příkopů byly měřeny vždy horní hrany příkopu a podle tvaru příkopu byly zaměřeny jedna nebo dvě dolní hrany (u příkopu ve tvaru V jedna hrana). U vodotečí a vodních ploch byli vždy zaměřeny horní a dolní hrany. Dolní hrana u vodotečí a vodních ploch byla zaměřována jen když byla přístupná, u vodních ploch byla zaměřována i výška aktuální hladiny. Zároveň byly během měření polohopisu měřeny volné body terénu, které sloužily pro zpracování podélného profilu. Volné body terénu byly zaměřovány tak, že byla GNSS pomocí vodičů zavěšených na stožáru zařazena přibližně pod osu vedení. Tam byl následně změřen bod, další body byly zaměřeny přibližně 3,5 metru na levou a pravou stranu od osy vedení (body pod krajními fázovými vodiči). V rovinatém terénu byly body měřeny přibližně po třiceti metrech, ve členitém terénu byly body zaměřovány podle tvaru terénu, vždy tak, aby byl co nejlépe vystižen tvar terénu. Ke všem měřeným prvkům byl přiřazován kód a zároveň byly prvky zakresleny do náčrtu, kde byly poznamenávány popisné informace k prvkům (například značky kultur, druh zpevněné plochy, výšky předmětů, směr toku vodoteče...). Objekty, které nebylo možné měřit pomocí GNSS, byly zakreslovány do náčrtu a zvýrazněny zelenou barvou viz. obrázek 4.27 (stromy, budovy, veřejné osvětlení, a další). Tyto objekty byly následně zaměřeny totální stanicí během druhé fáze měření. U stromů, keřů a veřejného osvětlení se zaměřuje jejich poloha (střed kmene, střed sloupce veřejného osvětlení) a výška nad terénem. Střed těchto prvků není možné změřit přímo, proto byla výtyčka postavena kolmo ke spojnici TS a středu měřeného prvku, tak aby délka byla stejná jako kdyby byl měřen střed přímo. Následně byla na výtyčce změřena délka a pomocí vodorovné ustanovky bylo zacíleno na střed prvku a měření bylo uloženo. Výšky těchto prvků byly měřeny pomocí bezhranolového měření. V případě, že nebylo možné použít tento způsob, tak bylo v totální stanici přepnuto na vytyčování, na bod, kterým byl určen střed měřeného prvku, byla změřena délka. Po změření délky byl pomocí vodorovné ustanovky vytyčen střed a následně bylo pomocí vertikální ustanovky zacíleno na špičku prvku a bod byl uložen. U stromů ve výšce 130 centimetrů byl měřen průměr kmene.

---

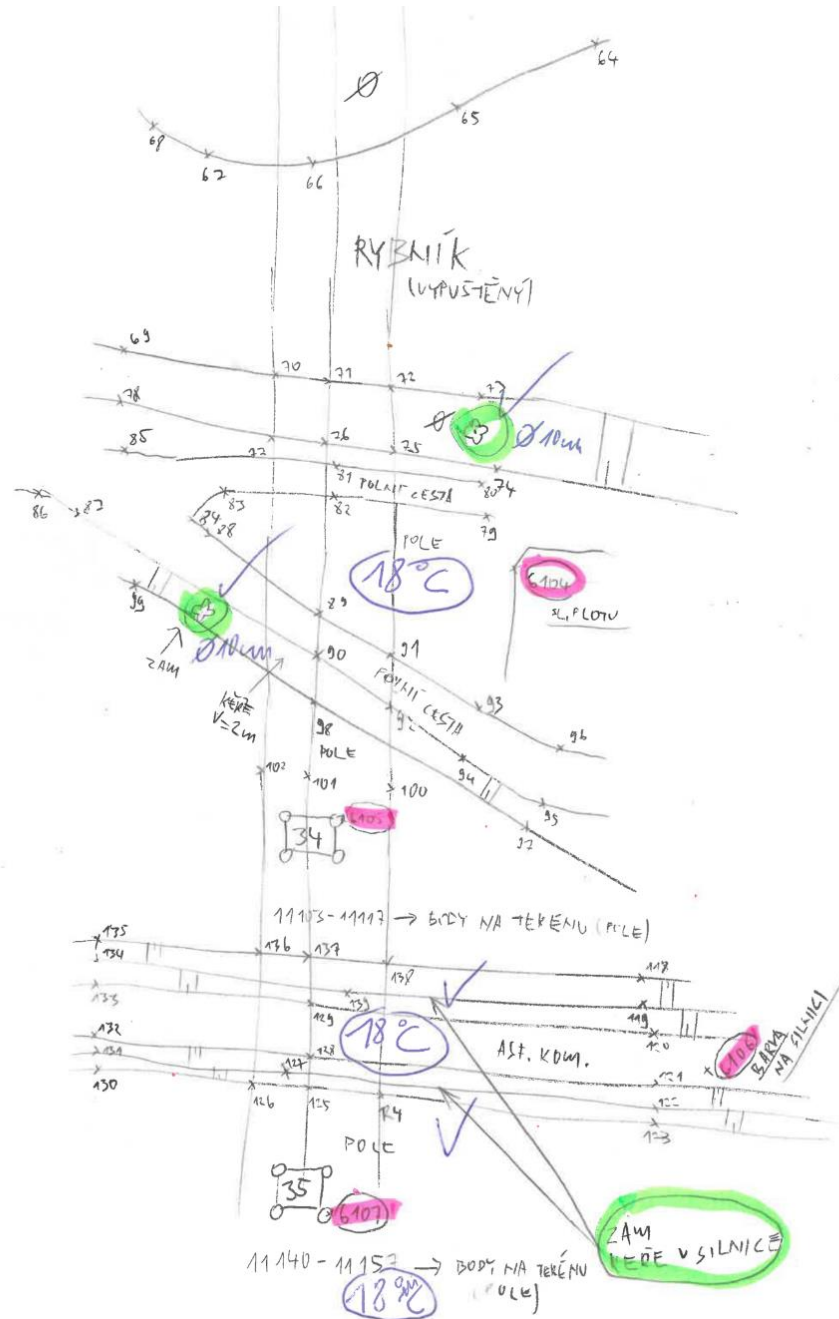
#### 4.5.2 Postup zaměření vedení VVN

Totální stanice byla vždy postavena přibližně 80 metrů od měřeného stožáru VVN tak, aby bylo dobře vidět na všechny měřené prvky (u delších záměr bývá problém s bezhranolovým měřením). Po hrubém urovnání přístroje byla provedena přesná horizontace. Poté byla v paměti TS založena nová zakázka DaciceTelc a z paměti byl naimportován soubor gsi obsahující bodové pole (souřadnice) a byl pojmenován DaciceTelc\_BP. Následně byla v totální stanici zvolena úloha určení stanoviska (SETUP). Bylo nastaveno číslo stanoviska (číslování od 9001) a zvolila se zakázka, v které jsou body bodového pole. Následně byly postupně zaměřeny viditelné orientace (body číslovány od 6001). Po zaměření orientací byly v totální stanici vypočítány výsledky určení stanoviska. Po kontrole výsledků byly nastaveny souřadnice a výška stanoviska totální stanice a bylo zahájeno měření. Při prvním měření byly v zakázce DaciceTelc vytvořeny kódy (poznámky k bodům), které byly během měření přiřazovány ke konkrétním prvkům. Prvně byly zaměřeny patky stožárů. U obdélníkových nebo čtvercových patek byl měřen venkovní roh patky a pomocí svinovacího metru byly zaměřeny rozměry. U kruhových patek byl zaměřen střed patky a metrem změřen průměr. Rozměry jednotlivých patek byly doplněny do náčrtu vedeného při měření polohopisu s GNSS. Následně byly zaměřeny průměty uchycení fázových vodičů s terénem a byl zaměřen střed stožáru. Následně byl v totální stanici změněn způsob měření na bezhranolové a byly zaměřeny dolní konzole stožáru, špička stožáru, uchycení zemnicího lana (u nosných stožárů) a uchycení fázových vodičů k izolátorovým závěsům viz obrázek 4.27.



Obrázek 4.27: Zaměřený stožár VVN (vlastní)

Nakonec byly zaměřeny výšky řetězovky spodních fázových vodičů a zemního lana (průhyby). Při zaměřování výšek řetězovky fázových vodičů a zemního lana byla současně měřena aktuální teplota. Údaje o teplotě byly poznamenávány do náčrtu viz obrázek 4.28.



Obrázek 4.28: Náčrt (vlastní)

---

V místech, kde se měřené vedení VVN kříží s jiným nadzemním vedením, byl zaměřen i nejbližší sloup kříženého vedení z každé strany měřeného vedení. U těchto sloupů byla zaměřena pata a špička sloupu, uchycení fázového vodiče k izolátorovému řetězci, určení výšek řetězovky fázového vodiče a výšek míst křížení (měří se nejbližší fázový vodič k vedení měřenému, např. je-li měřené vedení vyšší než vedení křížené, měří se u vedení kříženého nejvyšší vodič). Místa křížení byla měřena tak, že se figurant s výtyčkou postavil přibližně na místo křížení a pomocí vodičů vedení se zařadil co nejvíce přesně pod místo křížení. Následně byl dvakrát zaměřen bod na terénu. Poté bylo přepnuto z měření do vytyčení, v totální stanici byla nastavena výška výtyčky na 0,00 m a na první bod byla změřena jen délka. Po změření délky bylo pomocí vertikální ustanovky zacíleno na první vodič, tento postup byl stejně aplikován i pro změření druhého vodiče.



---

## 4.6 Zpracování

Pro zpracování byly zvoleny programy MicroStation V8i, Groma, Kokeš a nadstavba MicroStationu MGEO. Prvně bylo pomocí identických bodů vyhodnoceno, zda byl splněn požadavek přesnosti měření ve 3. třídě přesnosti. Následně byla zpracována dokumentace v nadstavbovém programu MGEO. Dokumentace byla zpracována podle pravidel pro tvorbu geodetické dokumentace stanovených v PECD19. Po zpracování dokumentace byly vytvořeny podélné profily pro jednotlivé kotevní úseky. Pro tvorbu byl využit program MicroStation V8i a Kokeš. Program Groma byl využit zejména k práci se seznamy souřadnic a k porovnání identických bodů.

### 4.6.1 Zpracování dokumentace v MGEO

Pro zpracování byl zvolen program MGEO, který nabízí nadstavbu MGEO EG.D určenou pro zpracování dokumentace podle směrnice PEGD21 (dříve PECD19). V programu MGEO EG.D byla vytvořena nová zakázka. Při zakládání zakázky byl zvolen typ zpracovávané dokumentace PZS a byly doplněny všechny potřebné údaje a byla založena zakázka. Po založení zakázky je potřeba naimportovat stažená data projektantem ve formátu GML. Import podkladových dat byl proveden zvolením funkce *načíst data z GML souboru* na liště nástrojů *EG.D – geodet*. Při načtení dat ze souboru GML byly v zakázce automaticky založeny všechny požadované výkresy pojmenované podle kategorie a stavu. Následně bylo potřeba stáhnout digitální katastrální mapu (DKM) dotčených katastrálních území z portálu ČÚZK ve formátu vfk. Stažené DKM byly následně naimportovány funkcí *import dat KN ve výměnném formátu* do zakázky. Při importu došlo ke zvýraznění hranic s nižší třídou přesnosti než 3 aby si v případě potřeby mohl projektant vyžádat vytyčení hranic.

Následně byly do zakázky nahrány body geodetického zaměření. Body byly nahrány pomocí funkce *vstup bodů a kódové kresby* z lišty nástrojů *body*. Body ze zaměření byly do projektu načteny z textového souboru. Po načtení bodů do zakázky bylo zahájeno zpracování. Zpracování bylo prováděno volbou funkcí a prvků z panelu nástrojů *umístit objekt*. Po zvolení kreslicího prvku byly postupně spojovány body podle náčrtu a podle kódů přiřazených během měření. Takto byla postupně zpracována celá situace.

Prvky byly vždy kresleny do aktivního výkresu. Při výběru objektu kreslení, který byl z jiné než aktivní kategorie, byl automaticky nastaven správný aktivní výkres. U prvků, u kterých má být ve výkresu zobrazena popisná informace, se po umístění do

---

výkresu otevře tabulka. Do této tabulky byly doplňovány popisné informace prvků (popis, typ, poznámka), po uložení se informace objeví u nakresleného prvku.

Zpracování bylo provedeno podle směrnice EG.D Pravidla pro tvorbu geodetické dokumentace energetického zařízení pro elektro a zemní plyn 2019. V současnosti je v platnosti nová verze směrnice nazývaná PEGD21. Rozdíly ve směrnících jsou minimální.

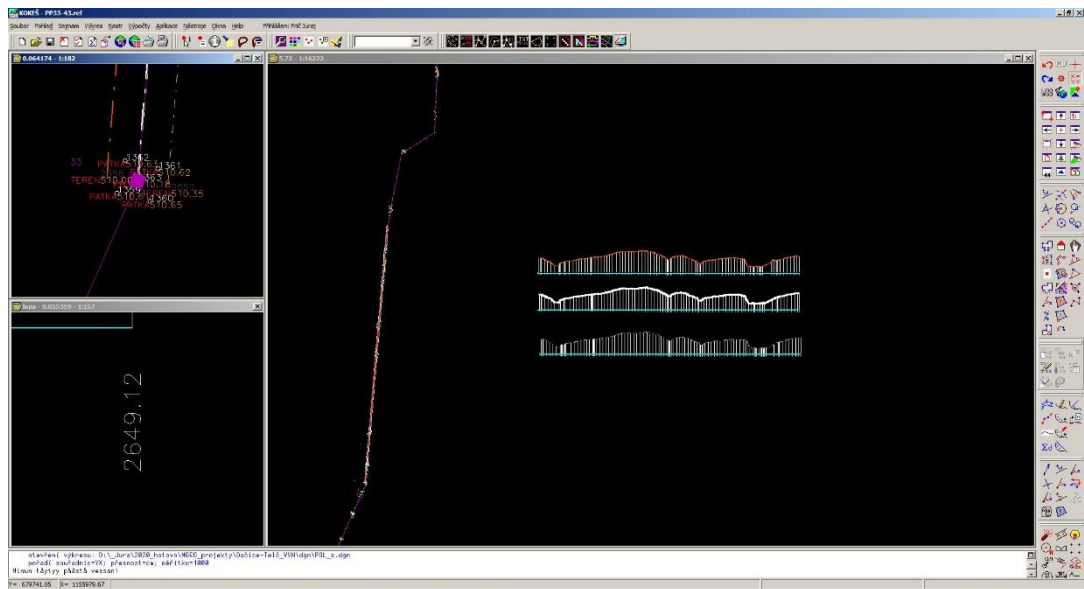
#### **4.6.2 Zpracování podélných profilů**

Zpracování podélných profilů probíhalo v geodetickém programu Kokeš, Groma a v programu MicroStation. Nejprve byly seznamy souřadnic z jednotlivých dnů měření nahrány do jediného souboru. Nahrání do jednoho seznamu souřadnic bylo provedeno v programu Groma, ve kterém byl založen nový seznam souřadnic. Do tohoto seznamu byly překopírovány souřadnice z jednotlivých dní měření. Následně byl seznam souřadnic uložen v textovém formátu STX.

Seznam souřadnic ve formátu STX byl otevřen v programu Kokeš a byly referenčně připojeny výkresy polohopisu a inženýrských sítí a výkres s body, podle kterých byly interpolovány body pro podélný profil. Body na terénu, které byly pod fázovými vodiči, byly vyrovnány pomocí funkce *vyrovnání na přímku* (VNP). V místech, kde se body netrefily pod fázové vodiče, nebo v místech, kde byl měřen polohopis, byla prvně použita funkce interpolace bodů přímky (IBU)

Prvně byly zpracovány body, které se nacházely v ose měřeného vedení. Přímka, na kterou bylo prováděno vyrovnání, byla určena počátečním a koncovým bodem středu stožáru kotevního úseku (linie řezu). Následně byly vybírány body, které se nacházely v těsné blízkosti přímky (při vyrovnání bodů na přímku je novému bodu přiřazena výška vyrovnávaného bodu). U bodů polohopisu, nebo bodů, které se netrefily pod osu vedení, byla provedena interpolace bodů úsečky. Body, které leží na jedné linii (například horní hrana příkopu), byly spojeny úsečkou a následně byla určena vzdálenost na přímce, na níž má být pomocí interpolace určena výška. Po vyinterpolování bodů byly body vyrovnány na přímku. Po vyrovnání všech bodů v ose vedení byly pomocí ortogonální metody určeny počáteční a koncové body přímek pod krajními fázovými vodiči (obvykle 3,5 metru na levou a pravou stranu osy vedení). Cílem použití ortogonální metody bylo, aby byly všechny tři podélné profily stejně dlouhé. Vyrovnání na přímku a interpolace bodů přímky probíhala stejným způsobem jako v ose vedení.

Když byly body vyrovnány na přímku, byla spuštěna funkce *tvorba a oprava podélného profilu* (POD). Tato funkce nabízí dva způsoby tvorby podélného profilu. Prvním způsobem je postupné vybírání vyrovnaných bodů. Druhým způsobem je vygenerování profilu podél liniového elementu. Tento způsob umožňuje jednoduchou opravu v případě, že se objeví nějaká chyba. Pro vygenerování profilu byl zvolen druhý způsob. Do funkce POD byla nastavena výška srovnávací roviny, byla nastavena hodnota převýšení podélného profilu (měřítko 1:1000/250 = převýšení 4x) a byl nastaven kreslicí klíč nivelety (stejný jako u linie řezu) . Po nastavení hodnot byla identifikována linie řezu, podle které se vygeneroval podélný profil. Takto byly vygenerovány 3 podélné profily, které byly umístěny nad sebe (viz obrázek 4.29).

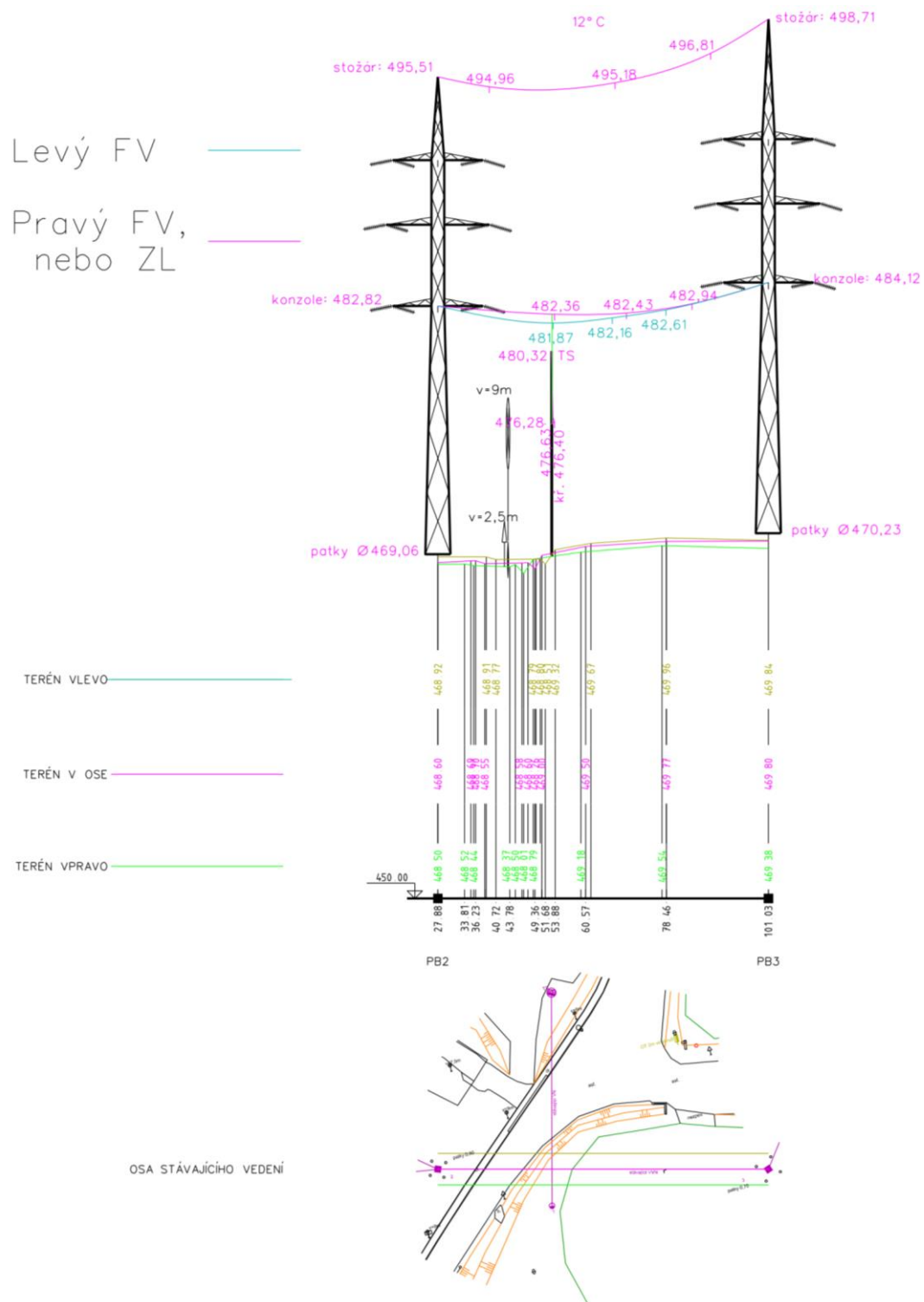


Obrázek 4.29: Zpracování podélných profilů (vlastní)

Po vytvoření podélných profilů v programu Kokeš bylo potřeba profily exportovat do programu MicroStation. Převod mezi Kokeš – MicroStation byl proveden pomocí převodního souboru. Při převodu byly nastaveny vlastnosti pro jednotlivé linie profilu. U levé nivelety byla nastavena vrstva PROF1 a barva č. 4 (žlutá), u pravé nivelety byla nastavena vrstva PROF2 a barva vrstvy č. 2 (světle zelená) a u nivelety v ose byl nastaven název vrstvy PROF0 a barva vrstvy č. 5 (růžová). Následně byly v MicroStation pomocí funkce *umístit ohradu* a funkce *přesunout* z kategorie nástrojů *manipulovat* přesunuty profily pod krajními vodiči na profil v ose vedení. Tím vznikl jeden profil složený z nivelety v ose vedení a nivelety pod levým a pravým vodičem. V profilu byly následně přesunuty kóty terénu, tak aby se nepřekrývaly. Byly oříznuty linie, které překrývaly kóty terénu. Po dokončení úprav profilu byla referenčně připojena

---

situace. Potřebná část situace byla pomocí ohrady zkopírována a umístěna pod srovnávací rovinu podélného profilu. Situace byla umístěna, tak aby spojnice krajních kotevnických stožárů byla vodorovná. Umístěná situace pod srovnávací rovinou byla následně využita pro doplnění prvků do profilu. Do podélného profilu se doplňují stožáry, průvěsy vodičů a zemnicího lana, samostatné stromy, zeleň v ochranném pásmu, ploty, budovy, dopravní značky, povrchové znaky a lampy. U plotů, lamp, zeleně a stromů v ochranném pásmu byla vždy uvedena výška vůči terénu. Nakonec byly do situace doplněny tři osy řezů. Osy byly umístěny do vrstvy OSI se stejnou barvou jako jednotlivé nivelety. Název vrstvy OSI byl zvolen z důvodu, že projektant následně zpracovává podélné profily ve slovenské verzi AutoCAD. Finální podoba (viz obrázek 4.30) podélného profilu kotevního úseku byla uložena jako výkres ve formátu DWG.



Obrázek 4.30: Ukázka zpracovaného podélného profilu (vlastní)

---

## 5 Výsledky a diskuse

Byla vyhotovena dokumentace PZS pro venkovní vedení VVN 110 kV Dačice – Telč. Dokumentace byla zpracována dle pravidel pro tvorbu geodetické části dokumentace energetického zařízení pro elektřinu a zemní plyn 2019.

### 5.1 Dokumentace dle pravidel pro zpracování

Společnosti EG.D byla předána vypracovaná dokumentace. Správnost dokumentace byla ověřena pomocí ostré databázové softwarové kontroly, která je povinná. Výstup z kontroly je součástí předávané dokumentace (E.ON, a.s., 2019).

EG.D byla předána Technická zpráva, ke které jsou pomocí příloh přiloženy soubory GML, seznam souřadnic, SPEFA, výsledek ostré DBSW KO, protokol o stažení dat z GPE a tiskové výstupy.

### 5.2 Podélné profily a situace

Výsledkem zpracování jsou podélné profily pro 15 kotevních úseků vedení a zpracovaná situace. Podélné profily jsou zpracované vždy pro jednotlivé kotevní úseky v měřítku 1:1000/250. Situace je vypracována v měřítku 1:500 pro celou trasu vedení. Z důvodu velkého rozsahu podélných profilů a situace jsou výkresy uloženy na CD, které je umístěno v přílohách a je součástí diplomové práce. Do volně vložených příloh jsou vloženy vytištěné podélné profily kotevních úseků číslo 1, 2, 3, 4, 7 a 8, zbylé podélné profily jsou vloženy do příloh umístěných na CD. Dále je do volně vložených příloh vložen vytištěný výkres části situace v měřítku 1:500, zbylá část situace je v přílohách, které jsou umístěny na CD.

### 5.3 Identické body

Zobrazení do KM bylo ověřeno pomocí identických bodů 2597 až 2605. Body byly přímo zobrazeny do katastrální mapy. Mezní odchylky dle pravidel pro zpracování geodetické dokumentace energetického zařízení pro elektro a zemní plyn 2019 překročeny nebyly.

Polohové odchylky na identických bodech se pohybují v rozmezí od 0,00 až do 0,20 metru, viz. tabulka 5.5. Z toho vyplývá, že původní měření odpovídá požadavkům katastrální mapy na přesnost měření ve 3. třídě přesnosti. Měření lze využít pro další zpracování. Kompletní protokol z porovnání souřadnic identických bodů je umístěn v přílohách diplomové práce.

**Tabulka 5.5: Identické body (vlastní)**

Číslo ID	ID [m]	ID – měřené [m]	Polohová odchylka [m]
2597	Y = 683492,49	Y = 683492,52	0,133
	X = 1163751,19	X = 1163751,06	
2598	Y = 683457,51	Y = 683457,69	0,190
	X = 1163720,49	X = 1163720,55	
2599	Y = 683453,10	Y = 683452,97	0,143
	X = 1163716,42	X = 1163716,36	
2600	Y = 682372,88	Y = 682372,82	0,199
	X = 1160888,87	X = 1160889,06	
2601	Y = 682233,93	Y = 682233,90	0,100
	X = 1160776,40	X = 1160776,30	
2602	Y = 680674,93	Y = 680674,81	0,120
	X = 1157030,10	X = 1157030,09	
2603	Y = 680597,72	Y = 680597,80	0,081
	X = 1156660,74	X = 1156660,73	
2604	Y = 679941,83	Y = 679941,71	0,170
	X = 1151836,68	X = 1151836,80	
2605	Y = 679955,93	Y = 679956,01	0,094
	X = 1151758,51	X = 1151758,46	

## 5.4 Výsledky zaměření stožárů

### Kotevní úsek číslo 1

Kotevní úsek číslo 1 je dlouhý 27,88 metru a začíná v transformační stanici Dačice, kde bylo zvoleno počáteční staničení 0,0000 km. Úsek končí na stožáru číslo 2, který má staničení 0,02788 km. Fázové vodiče jsou v transformační stanici (TR) uchyceny izolátory k portálovému stožáru. Výška spodní části ráhna konzole je 480,60 metrů.

Tabulka 5.6: Kotevní úsek č. 1 (vlastní)

Číslo stožáru	Nadmořská výška středu stožáru (Bpv)	Nadmořská výška špičky stožáru	Výška stožáru [m]	Nadmořská výška patek stožáru (Bpv)	Výška patky nad terénem [m]
TR-L	469,74	480,60	-	-	-
TR-P	469,74	480,60	-	-	-
2	468,60	495,51	26,91	469,06	0,46

### Kotevní úsek číslo 2

Začátek úseku začíná ve staničení 0,02788 km a končí v 0,10103 km. Délka kotevního úseku č. 2 je 73,15 metru. Úsek se kříží s nižším vedením VN. Výšky stožárů a betonových patek jsou uvedeny v tabulce 5.7.

Tabulka 5.7: Kotevní úsek č. 2 (vlastní)

Číslo stožáru	Nadmořská výška středu stožáru (Bpv)	Nadmořská výška špičky stožáru (Bpv)	Výška stožáru [m]	Nadmořská výška patek stožáru (Bpv)	Výška patky nad terénem [m]
2	468,60	495,51	26,91	469,06	0,46
3	469,80	498,71	28,91	470,23	0,43

### Kotevní úsek číslo 3

Staničení třetího úseku je 0,10103 až 0,30555 kilometru. Délka úseku je 204,52 metru. Výšky stožárů a betonových patek stožárů jsou uvedeny v tabulce 5.8.

Tabulka 5.8: Kotevní úsek č. 3 (vlastní)

Číslo stožáru	Nadmořská výška středu stožáru (Bpv)	Nadmořská výška špičky stožáru (Bpv)	Výška stožáru [m]	Nadmořská výška patek stožáru (Bpv)	Výška patky nad terénem [m]
3	469,80	498,71	28,91	470,23	0,43
4	477,83	505,57	27,74	478,27	0,44



#### Kotevní úsek číslo 4

Kotevní úsek začíná kotevním stožárem č. 4 se staničením 0,30555 km a končí na stožáru č. 7 se staničením 0,88710 km. Délka tohoto úseku je 581,55 metru. Mezi kotevními stožáry č. 4 a 7 se nacházejí dva nosné stožáry. Výšky stožárů a betonových patek stožárů jsou uvedeny v tabulce 5.9.

**Tabulka 5.9: Kotevní úsek č. 4 (vlastní)**

Číslo stožáru	Nadmořská výška středu stožáru (Bpv)	Nadmořská výška špičky stožáru (Bpv)	Výška stožáru [m]	Nadmořská výška patek stožáru (Bpv)	Výška patky nad terénem [m]
4	477,83	505,57	27,74	478,27	0,44
5	485,11	513,21	28,10	485,48	0,37
6	480,84	508,87	28,03	481,16	0,32
7	486,63	514,29	27,66	486,97	0,34

#### Kotevní úsek číslo 5

Délka kotevního úseku je 1117,25 metru se staničením úseku 0,88710 až 2,00435 kilometru. Úsek je tvořen kotevními stožáry číslo 7 a 12 mezi které jsou vloženy 4 nosné stožáry. Výšky stožárů a betonových patek stožárů jsou uvedeny v tabulce 5.10.

**Tabulka 5.10: Kotevní úsek č. 5 (vlastní)**

Číslo stožáru	Nadmořská výška středu stožáru (Bpv)	Nadmořská výška špičky stožáru (Bpv)	Výška stožáru [m]	Nadmořská výška patek stožáru (Bpv)	Výška patky nad terénem [m]
7	486,63	514,29	27,66	486,97	0,34
8	496,06	524,15	28,09	496,39	0,33
9	505,25	533,56	28,31	505,82	0,57
10	519,34	547,37	28,03	519,76	0,42
11	502,10	530,28	28,18	502,64	0,54
12	488,80	516,74	27,94	489,43	0,63

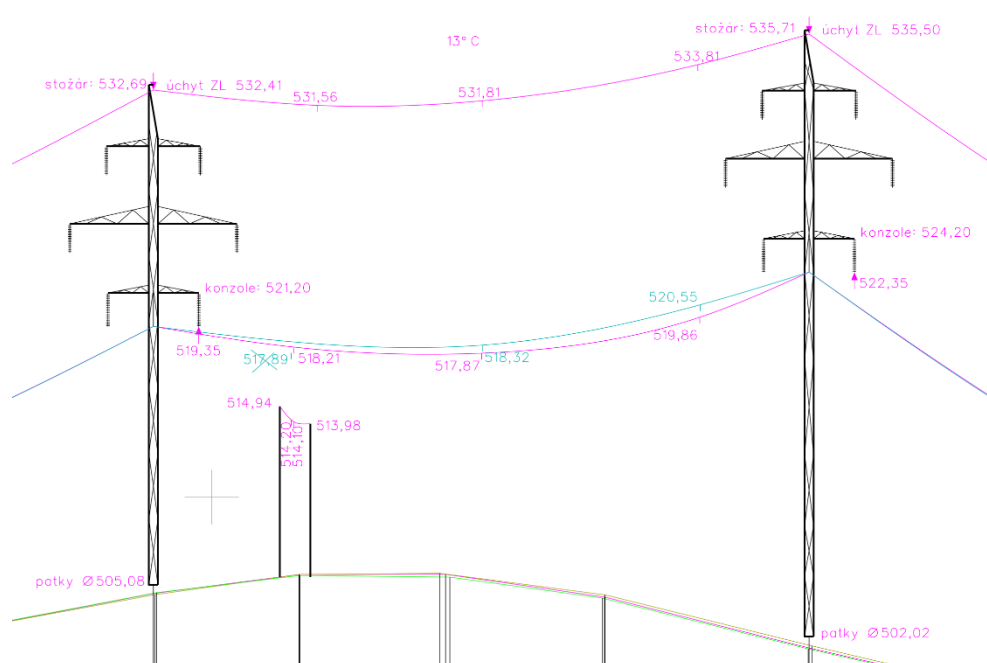
#### Kotevní úsek číslo 6

- staničení: 2,00435 až 4,15191 km.
- délka úseku: 2147,56 metrů.

Kotevní úsek je křížen vedením nižšího rádu mezi stožáry číslo 17 a 18. Výšky stožárů a betonových patek stožárů jsou uvedeny v tabulce 5.11.

**Tabulka 5.11: Kotevní úsek č. 6 (vlastní)**

Číslo stožáru	Nadmořská výška středu stožáru (Bpv)	Nadmořská výška špičky stožáru (Bpv)	Výška stožáru [m]	Nadmořská výška patek stožáru (Bpv)	Výška patky nad terénem [m]
12	488,80	516,74	27,94	489,43	0,63
13	491,75	525,71	33,96	492,14	0,39
14	499,96	533,94	33,98	500,41	0,45
15	508,66	536,68	28,02	509,18	0,52
16	503,10	537,14	34,04	503,56	0,46
17	504,60	532,69	28,09	505,08	0,48
18	501,60	535,71	34,11	502,02	0,42
19	491,85	519,97	28,12	492,36	0,51
20	491,20	518,94	27,74	491,72	0,52



**Obrázek 5.31: Zpracované křížení vedení, kotevní úsek číslo 6 (vlastní)**

**Kotevní úsek číslo 7**

- staničení: 4,15191 až 4,44293 km
- délka úseku: 291,02 m

**Tabulka 5.12: Kotevní úsek č. 7 (vlastní)**

Číslo stožáru	Nadmořská výška středu stožáru (Bpv)	Nadmořská výška špičky stožáru (Bpv)	Výška stožáru [m]	Nadmořská výška patek stožáru (Bpv)	Výška patky nad terénem [m]
20	491,20	518,94	27,74	491,72	0,52
21	495,26	514,79	19,53	495,645	0,38

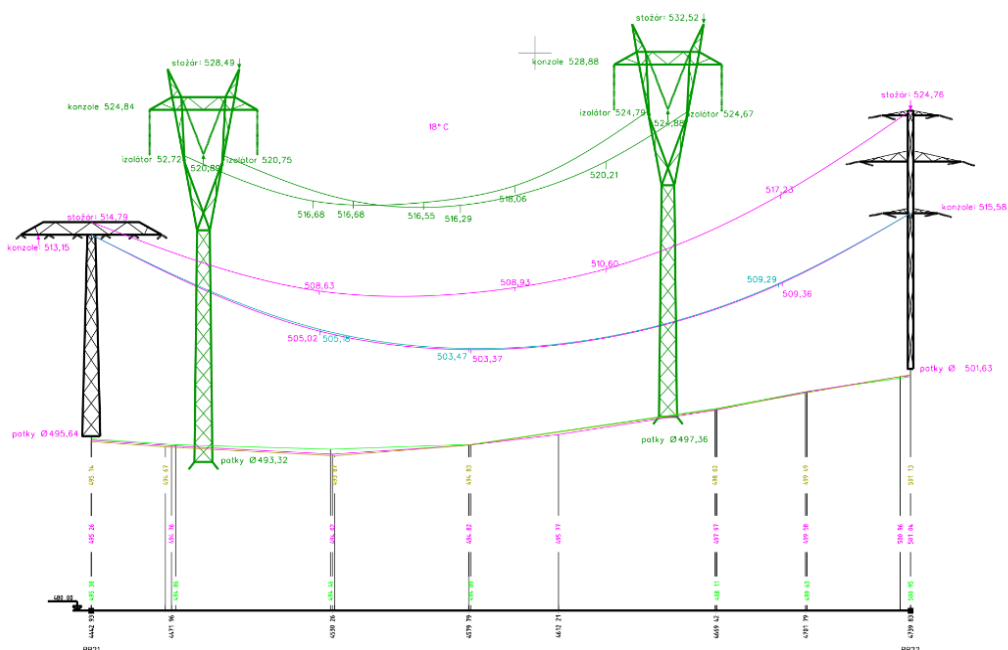
## Kotevní úsek číslo 8

- staničení: 4,44293 až 4,73983 km
- délka úseku: 296,90 m
- výšky stožárů a betonových patek stožárů jsou uvedeny v tabulce 5.13.

Tabulka 5.13: Kotevní úsek č. 8 (vlastní)

Číslo stožáru	Nadmořská výška středu stožáru (Bpv)	Nadmořská výška špičky stožáru (Bpv)	Výška stožáru [m]	Nadmořská výška patek stožáru (Bpv)	Výška patky nad terénem [m]
21	495,26	514,79	19,53	495,645	0,38
22	501,04	524,76	23,72	501,63	0,59

Kotevní úsek číslo 8 je křížen vedením VVN 400 kV V433. Úsek je křížen mezi 21. a 22. stožárem. Z důvodu, že křížené vedení je vedeno nad měřeným vedením, tak je stožár číslo 21 nahrazen jednodříkovým portálovým stožárem a stožár číslo 22 je bez špičky, zemnicí lano je uchyceno na horní části konstrukce stožáru (viz obrázek 5.32). Vzdálenost mezi zemnicím lanem měřeného vedení VVN a fázovými vodiči křížovaného vedení VVN je přibližně 8 metrů.



Obrázek 5.32: Zpracované křížení vedení, kotevní úsek číslo 8 (vlastní)

## Kotevní úsek číslo 9 až 15

Pro přehlednost byly zbylé výsledky zaměřených stožárů (kotevní úsek 9 až 15) vloženy do příloh diplomové práce.

---

## 6 Závěr

V rámci diplomové práce byla zpracována dokumentace. V rámci rešerše byly popsány hlavní konstrukční prvky vedení VVN, popsány možné metody, které se dají využít k zaměření. Dále jsou v rámci rešerše popsány závazné referenční systémy na území České republiky a možné způsoby zpracování. V rámci vlastní práce bylo dle požadavků zaměřeno vedení VVN 110 kV V5521/5530 Dačice – Telč s celkovou délkou vedení 13,03419 kilometru. Celkem bylo změřeno 95 bodů bodového pole a 2327 podrobných bodů. Veškeré měření určené body byly určeny v polohovém referenčním systému S-JTSK a výškovém systému Bpv. Podrobné body byly určeny s přesností charakterizovanou základní střední souřadnicovou chybou  $m_{xy} = \pm 0,14 [m]$  a základní střední výškovou chybou  $m_h = \pm 0,12 [m]$ . Přesnost byla ověřena pomocí identických bodů zaměřených během měření zájmového vedení. Celkem bylo zaměřeno 9 identických bodů s číslem bodu 2597 až 2605. Polohové odchylky na identických bodech se pohybují v rozmezí od 0,00 až do 0,20 metru.

Ze zaměřených podrobných bodů byla vypracována dokumentace PZS. Dokumentace byla vypracována podle pravidel pro tvorbu geodetické části dokumentace energetického zařízení pro oblast elektro a zemní plyn a požadavků projektanta. Dokumentace PZS byla zpracovávána v době, kdy byla platná pravidla PECD19, tato pravidla byla 1.1.2021 nahrazena pravidly PEGD21. V rámci rešerše bylo pracováno s pravidly PEGD21, rozdíly mezi pravidly PECD19 a PEGD21 jsou minimální a nemají zásadní vliv na způsob zpracování.

Správnost vypracované dokumentace byla ověřena ostrou databázovou softwarovou kontrolou. Tato kontrola je povinná a výstupní protokol z OSK je součástí předávaných dat.

---

## Seznam použité literatury

DOUŠEK, F a MATĚJÍK M. (2005). *Geodézie*. 2. přepracované vydání. MENDELU, Brno. ISBN 80-715-7913-0.

FIŠER, Z. et al. (2003). *Mapování*. CERM, Brno. ISBN 80-214-2337-4.

FIŠER, Z. a VONDRÁK J. (2004). *Mapování II*. CERM, Brno. ISBN 80-214-2669-1.

GOJDA, M. et al. (2013). *Archeologie a letecké laserové skenování krajiny: Archaeology and airborne laser scanning of the landscape*. Západočeská univerzita, Plzeň. ISBN 978-80-261-0194-9.

HÁNEK, P. et al. (2007a). *Geodézie pro obor pozemkové úpravy a převody nemovitostí*. Jihočeská univerzita, České Budějovice. ISBN 978-80-7040-971-8.

HÁNEK, P. et al. (2007b). *Stavební geodézie*. ČVUT, Praha. ISBN 978-80-01-03707-2.

HÁNEK, P. et al. (2010). *Geodézie pro SPŠ stavební*. 4. přeprac. a rozš. vyd. Sobotáles, Praha. ISBN 978-80-86817-36-1.

HAUF, M. et al. (1982). *Geodézie*. STNL, Praha.

CHAMOUT, L. a SKÁLA P. (2003). *Geodezie*. ČZU, Praha. ISBN 80-213-1049-9.

KOSEK, J. 2000. *XML pro každého: podrobný průvodce*. Grada, Praha. ISBN 80-716-9860-1.

KOZÁK, J. (1990). *Ocelové stožáry a věže*. SNTL, Praha. ISBN 80-03-00374-1.

KUDA, F. et al. (2014). *Aplikace pozemního laserového skenování v geovědních disciplínách*. Ústav geoniky AV, Brno. ISBN 978-80-86407-50-0.

MARŠÍKOVÁ, M. a MARŠÍK, Z. (2005). *Speciální a vyšší geodézie*. 2. vydání Jihočeská univerzita, České Budějovice. ISBN 80-704-0768-9.

MARŠA, J. (2005). Družicový systém Galileo – vývoj a současnost. In: Vývoj metod a technologií GPS v geodézii: seminář s mezinárodní účastí v Brně 3.2.2005. ECON, Brno, pp. 100-104. ISBN 80-864-3332-3.

MARŠA, J. a DUŠÁTKO, D. (2006). World Geodetic System WGS84 – Development and Prospective. In: Acta geodaetica. Ministerstvo obrany ČR, Praha. pp. 3-13. ISSN 1801-8483.

MICHAL, J. (2005). *Zeměměřictví a katastr nemovitostí*. Bankovní institut vysoká škola, Praha. ISBN 80-726-5083-1.

MLÝNKOVÁ, I. et al. (2006). *Technologie XML*. Karolinum, Praha. ISBN 80-246-1272-0.

---

---

PLÁNKA, L. (2004). *Vývoj světové a české kartografie*. CERM, Brno. ISBN 80-214-2675-6.

POKORA, M. et al. (1984). *Geodézie pro stavební fakulty*. GKP, Praha.

POSPÍŠIL, J. a ŠTRONER M. (2015). *Stavební geodézie: doplňkové skriptum*. 2. přepracované vydání. ČVUT, Praha. ISBN 978-80-01-05718-6.

RATIBORSKÝ, J. (2002). *Geodézie 20*. dotisk 1. vydání. ČVUT, Praha. ISBN 80-010-2635-3.

RATIBORSKÝ, J.(2005).*Geodézie 10*. 2.vydání. ČVUT, Praha.ISBN 80-010-3332-5.

RADA, J. a PECINA, V. (2020). Utilization of Galileo and BeiDou Systems in the Armed Forces of the Czech Republic. *Vojenské rozhledy*, 29 (61), 35-50.

SCHENK, J. (2005). *Geodézie*. Vysoká škola báňská, Ostrava. ISBN 80-248-0782-3.

ŠVEC, M. a HÁNEK, P. (1994). *Geodézie pro stavební obory*. ČVUT, Praha. ISBN 80-010-1064-3.

SÝKORA, P. (2001). *MicroStation V8: podrobná příručka*. Computer Press, Praha. ISBN 80-722-6540-7.

TALHOFER, V. (2007). *Základy matematické kartografie: (skripta)*. Univerzita obrany, Brno. ISBN 978-80-7231-297-9.

TOMAN, P. et al. (2011). *Provoz distribučních soustav*. ČVUT, Praha. ISBN 978-80-01-04935-8.

### **Legislativa**

Nařízení vlády č. 430/2006 Sb., o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání.

Vyhláška č. 357/2013 Sb., o katastru nemovitostí [Katastrální vyhláška].

### **Metodika**

EG.D, a.s. (2021). *Pravidla pro tvorbu geodetické části dokumentace energetického zařízení pro elektro a zemní plyn (PEGD21)*. EG.D, České Budějovice.

E.ON, a.s. (2018). *Pravidla pro tvorbu geodetické části dokumentace energetického zařízení pro elektro a zemní plyn (PECZR18)*. E.ON, České Budějovice.

E.ON, a.s. (2019). *Pravidla pro tvorbu geodetické části dokumentace energetického zařízení pro elektro a zemní plyn (PECD19)*. E.ON, České Budějovice.

---

---

## Internetové zdroje

Ceny energie. (2020). *Distribuční soustava elektřiny a plynu na mapě* [online]. cenyenergie.cz [cit. 10.3.2021]. Dostupné z: [https://www.cenyenergie.cz/distribucni-soustava/?fbclid=IwAR3tMiUHih0KukFpD2waas0EX-KtZiZDIJkxw1JKnbA\\_UUsNH0JdgHSG\\_IpQ#/promo-gas-mini](https://www.cenyenergie.cz/distribucni-soustava/?fbclid=IwAR3tMiUHih0KukFpD2waas0EX-KtZiZDIJkxw1JKnbA_UUsNH0JdgHSG_IpQ#/promo-gas-mini).

EG.D, a.s. (2020). *Popis distribuční soustavy* [online]. [cit. 13.3.2021]. Dostupné z: [https://www.egd.cz/sites/default/files/2020-08/332\\_Popis\\_DS\\_elektro\\_2020.pdf](https://www.egd.cz/sites/default/files/2020-08/332_Popis_DS_elektro_2020.pdf)Začátek formuláře.

GB-geodezie TopNET. *TopNET* [online]. [cit. 10.3.2021]. Dostupné z: <http://topnet.gb-geodezie.cz/topnet/topnet.aspx>.

GEFOS. *Geodetické přístroje* [online]. [cit. 10.2.2021]. Dostupné z: <https://www.gefos-leica.cz/o-produktech/geodeticke-pristroje>.

GEOORBIT. *GEOORBIT od firmy geobchod, s.r.o.* [online]. [cit. 15.3.2021]. Dostupné z: <https://www.georbit.cz/hlavni-strana>.

Geoportál ČUZK. *Služby Sítě permanentních stanic GNSS České republiky (CZE-POS)* [online]. [cit. 1.3.2021]. Dostupné z: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(5rmi-owfqwrrdx15irsvjgukx\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&text=Aplikace\\_CZE-POS&head\\_tab=sekce-03-gp&menu=36](https://geoportal.cuzk.cz/(S(5rmi-owfqwrrdx15irsvjgukx))/Default.aspx?mode=TextMeta&text=Aplikace_CZE-POS&head_tab=sekce-03-gp&menu=36).

Geotronics Praha. *O síti VRS Now* [online]. [cit. 10.3.2021]. Dostupné z: [http://geotronics.cz/produkty/gnss-korekce/o-siti/?gclid=Cj0KCQiAhP2BBhDdARIsAJEzXIF-pkTz4Fhrwm1cHyGzsTIWJPTI5NISkFR0-Ei4mgdaO-Dcwj6-Ozi8aAnYhE-ALw\\_wcB](http://geotronics.cz/produkty/gnss-korekce/o-siti/?gclid=Cj0KCQiAhP2BBhDdARIsAJEzXIF-pkTz4Fhrwm1cHyGzsTIWJPTI5NISkFR0-Ei4mgdaO-Dcwj6-Ozi8aAnYhE-ALw_wcB).

GEPRO spol s.r.o.. *KOKEŠ* [online]. [cit. 4.3.2021]. Dostupné z: <http://www.gepro.cz/produkty/kokes/>.

GISoft. *MGEO* [online]. [cit. 2.3.2021]. Dostupné z: <http://www.gisoft.cz/MGEO/MGEO>.

Gis.zcu.cz. *Souřadnicové systémy*. [online]. [cit. 25.03.2021]. Dostupné z: <https://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/index.html>

GROMA . *Groma - geodetický software v prostředí MS Windows* [online]. [cit. 3.3.2021]. Dostupné z: <https://www.groma.cz/cz/groma>.

Open Geospatial Consortium, (2007). *Geography Markup Language* [online]. [cit. 3.3.2021]. Dostupné z: [https://portal.ogc.org/files/?artifact\\_id=74183&version=2](https://portal.ogc.org/files/?artifact_id=74183&version=2).

---

---

Svět energie: vzdělávací portál ČEZ. *Energetika zblízka* [online]. [cit. 1.3.2021]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/distribuce-elektriny/distribuce-elektricke-energie-podrobne/stozary-linek-vvn-vn-a-nn/vyklad>.

Zeměměřičský úřad. *Síť permanentních stanic GNSS České Republiky* [online]. [cit. 3.3.2021]. Dostupné z: [http://czepos.cuzk.cz/\\_index.aspx](http://czepos.cuzk.cz/_index.aspx).

ИАЦ КВНО ФГУП ЦНИИмаш. *О НАВИГАЦИИ* [online]. [cit. 2.3.2021]. Dostupné z: <https://www.glonass-iac.ru/guide/gnss/>.

北斗卫星导航系统网站 版权所有. *北斗卫星导航系统介绍* [online]. [cit. 9.3.2021]. Dostupné z: <http://www.beidou.gov.cn/xt/xtjs>.

---



---

## Seznam obrázků

Obrázek 2.1: Distribuční síť ČR (Ceny energie, 2020) .....	8
Obrázek 2.2: Typy využívaných stožárů VVN (KOZÁK, 1990) .....	9
Obrázek 2.3: Nosný stožár (a), Kotevní stožár (b) (KOZÁK, 1990).....	10
Obrázek 2.4: Závěsný izolátor (KOZÁK,1990).....	11
Obrázek 2.5: Kotevní izolátor s přeponkou (KOZÁK, 1990).....	11
Obrázek 2.6: Hierarchie XML elementů GML souboru (EG.D, a.s., 2021).....	13
Obrázek 2.7: Vzorový seznam souřadnic (EG.D, a.s., 2021) .....	18
Obrázek 2.8: Schéma systému WGS84 (www.gis.zcu.cz) .....	20
Obrázek 2.9: Křovákovo zobrazení (www.gis.zcu.cz) .....	22
Obrázek 2.10: Souřadnicový systém svatoštěpánský a gusterbergský (PLÁNKA, 2004).....	23
Obrázek 2.11: Souřadnicový systém S42 (RATIBORSKÝ, 2002) .....	25
Obrázek 2.12: Princip ortogonální metody (CHAMOUT a SKÁLA, 2003) .....	27
Obrázek 2.13: Polární metoda (CHAMOUT a SKÁLA, 2003).....	28
Obrázek 2.14: Trigonometrické určování výšek (HÁNEK et al., 2007b) .....	29
Obrázek 2.15: Orbitální konstelace systému GPS (www.glonass-iac.ru).....	31
Obrázek 2.16: Orbitální konstelace systému GLONASS (www.glonass-iac.ru) .....	32
Obrázek 2.17: Orbitální konstelace systému Galileo (www.glonass-iac.ru) .....	33
Obrázek 2.18: Pokrytí systému BeiDou2 (www.glonass-iac.ru).....	34
Obrázek 2.19: Orbitální konstelace systému BeiDou (www.glonass-iac.ru).....	35
Obrázek 2.20: Síť CZEPOS (www.czepos.cuzk.cz) .....	38
Obrázek 2.21: Síť VRS NOW CZECH (www.geotronics.cz) .....	38
Obrázek 2.22: Síť TopNET (www.topnet.gb-geodezie.cz) .....	39
Obrázek 2.23: Síť GEOORBIT (www.geoorbit.cz).....	39
Obrázek 4.24: Lokalita zájmového vedení (ZM50, ČUZK (2021), zpracování vlastní) .....	45
Obrázek 4.25: Leica TS16 R500 (vlastní).....	48
Obrázek 4.26: Leica GS08+ SmartAntena a polní kontroler CS10 (gefos-leica.cz) .	49
Obrázek 4.27: Zaměřený stožár VVN (vlastní) .....	54
Obrázek 4.28: Náčrt (vlastní).....	55
Obrázek 4.29: Zpracování podélných profilů (vlastní) .....	59
Obrázek 4.30: Ukázka zpracovaného podélného profilu (vlastní).....	61
Obrázek 5.31: Zpracované křížení vedení, kotevní úsek číslo 6 (vlastní) .....	66
Obrázek 5.32: Zpracované křížení vedení, kotevní úsek číslo 8 (vlastní) .....	67

---

---

## Seznam tabulek

Tabulka 2.1: Charakteristika kvality bodu (Katastrální vyhláška).....	16
Tabulka 2.2: Srovnání formátu DGN V7 a DGN V8 ( <a href="http://www.gisoft.cz">www.gisoft.cz</a> ).....	42
Tabulka 4.3: Použité přístroje (vlastní).....	47
Tabulka 4.4: Datum a fáze měření (vlastní).....	52
Tabulka 5.5: Identické body (vlastní) .....	63
Tabulka 5.6: Kotevní úsek č. 1 (vlastní) .....	64
Tabulka 5.7: Kotevní úsek č. 2 (vlastní) .....	64
Tabulka 5.8: Kotevní úsek č. 3 (vlastní) .....	64
Tabulka 5.9: Kotevní úsek č. 4 (vlastní) .....	65
Tabulka 5.10: Kotevní úsek č. 5 (vlastní) .....	65
Tabulka 5.11: Kotevní úsek č. 6 (vlastní) .....	66
Tabulka 5.12: Kotevní úsek č. 7 (vlastní) .....	66
Tabulka 5.13: Kotevní úsek č. 8 (vlastní) .....	67

---

---

## Seznam zkratek

AGS	– astronomicko-geodetická síť
ALS	– Airborn Laser Scanning (letecké laserové skenování)
Bpv	– Balt po vyrovnání
CAD	– computer-aided design (počítačem podporované projektování)
ČR	– Česká republika
ČÚZK	– Český úřad zeměměřičský a katastrální
DBSW KO	– databázová softwarová kontrola
DGN	– formát souborů CAD systému MicroStation
DSPSg	– dokumentace skutečného provedení stavby - geodetická část
DWG	– formát souborů programu AutoCAD
DXF	– soubor určený k výměně dat mezi AutoCADem a jinými programy
EG.D	– společnost EG.D, a.s.
EMS21+	– externí mapová služba platná od 1.1.2020 do 31.12. 2022
EMSID	– jednoznačný identifikátor mapového objektu ze systému EMS21+
GB	– gigabite
GEOF	– geodetická firma
GML	– Geographa Markup Language Encording Standard
GML-EGD	– formát GML ve struktuře dle schématu EG.D
GNSS	– globální) navigační satelitní systém
GPE	– Geoportál EG.D
GPS	– Globální navigační systém
GSM	– Globální systém pro mobilní komunikaci
INZ	– inženýrské sítě
ISO	– International Organization for Standardization
Km	– kilometr (jednotka délky)
kV	– kilovolt (jednotka elektrického napětí)
m	– metr (délková jednotka)
mm	– milimetr (délková jednotka)
MDL	– MicroStation Development Language
OSK	– ostrá databázová softwarová kontrola
PD	– projektová dokumentace
PECZR18	– Pravidla pro tvorbu geodetické části dokumentace energetického zařízení pro oblast elektro a zemní plyn 2018

---

---

PECD19	– Pravidla pro tvorbu geodetické části dokumentace energetického zařízení pro oblast elektro a zemní plyn 2019
PEGD21	– Pravidla pro tvorbu geodetické části dokumentace energetického zařízení pro oblast elektro a zemní plyn EG.D 2021
ppm	– parts per milion
PZS	– předprojektové zaměření stavby
S-JTSK	– systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
SPEFA	– specifikace k faktuře
STX	– seznam souřadnic ve formátu STX
TLS	– Terrestrial Laser Scanning (pozemní laserové skenování)
TS	– totální stanice
ÚOZI	– úředně oprávněný zeměměřičský inženýr
VVN	– velmi vysoké napětí
WGS84	– světový geodetický systém 1984
XML	– Extensible Markup Language (obecný značkovací jazyk)
ZGK	– zkušební grafická databázová softwarová kontrola
ZKK	– zkušební kompletní databázová softwarová kontrola

---

---

## Seznam příloh

### A) Přílohy vložené v diplomové práci

- Protokol z porovnání souřadnic identických bodů
- Výsledky zaměření stožárů

### B) Přílohy umístěné na CD

- Technická zpráva
- Seznam souřadnic
- Vytvořený soubor GML
- Situační výkres 1:500 (A1)
- Výkres podélného profilu trasy vedení – kotevní úsek č. 5 (A2)
- Výkres podélného profilu trasy vedení – kotevní úsek č. 6 (A2)
- Výkres podélného profilu trasy vedení – kotevní úsek č. 9 (A2)
- Výkres podélného profilu trasy vedení – kotevní úsek č. 10 (A2)
- Výkres podélného profilu trasy vedení – kotevní úsek č. 11 (A2)
- Výkres podélného profilu trasy vedení – kotevní úsek č. 12 (A2)
- Výkres podélného profilu trasy vedení – kotevní úsek č. 13 (A2)
- Výkres podélného profilu trasy vedení – kotevní úsek č. 14 (A2)
- Výkres podélného profilu trasy vedení – kotevní úsek č. 15 (A2)

### C) Přílohy volně vložené do diplomové práce

- Situační výkres 1:500 – část č. 1 (A1)
  - Výkres podélného profilu trasy vedení – kotevní úsek č. 1,2 a 3 (A2)
  - Výkres podélného profilu trasy vedení – kotevní úsek č. 4 (A2)
  - Výkres podélného profilu trasy vedení – kotevní úsek č. 7 (A2)
  - Výkres podélného profilu trasy vedení – kotevní úsek č. 8 (A2)
-

---

## **Přílohy diplomové práce**

---

---

## Protokol z porovnání souřadnic identických bodů

Bod	Y Test	X Test	Z Test	Y Ref	X Ref	Z Ref	dY	dX	dZ	sx	sy	sxy	dPol	Směrník
2597	683492.520	1163751.060		683492.490	1163751.190		-0.030	0.130		0.092	0.021	0.067	0.133	385.5615
2598	683457.690	1163720.550		683457.510	1163720.490		-0.180	-0.060		0.042	0.127	0.095	0.190	279.5167
2599	683452.970	1163716.360		683453.100	1163716.420		0.130	0.060		0.042	0.092	0.072	0.143	72.4721
2600	682372.820	1160889.060		682372.880	1160888.870		0.060	-0.190		0.134	0.042	0.100	0.199	180.5271
2601	682233.900	1160776.300		682233.910	1160776.400		0.010	0.100		0.071	0.007	0.050	0.100	6.3451
2602	680674.810	1157030.090		680674.930	1157030.100		0.120	0.010		0.007	0.085	0.060	0.120	94.7071
2603	680597.800	1156660.730		680597.720	1156660.740		-0.080	0.010		0.007	0.057	0.040	0.081	307.9167
2604	679941.710	1151836.800		679941.830	1151836.680		0.120	-0.120		0.085	0.085	0.085	0.170	150.0000
2605	679956.010	1151758.460		679955.930	1151758.510		-0.080	0.050		0.035	0.057	0.047	0.094	335.5615

---

Posun těžiště: -0.008 0.001 0.008 109.0334

### STATISTIKA:

Počet bodů (n): 9

Požadovaná střední souřadnicová chyba ( $m_{xy}$ ): 0.140 m

Mezní střední souřadnicová chyba ( $u_{xy} = 2 * m_{xy}$ ): 0.280 m

Koeficient konfidence: 2.0

Počet bodů s  $s_{xy}$  v intervalu  $<0, m_{xy}$ ): 9 (100.0 %)

Počet bodů s  $s_{xy}$  v intervalu  $<m_{xy}, 2.0*m_{xy}$ ): 0 (0.0 %)

Počet bodů s  $s_{xy}$  v intervalu  $<2.0*m_{xy}, +Nek.$ ): 0 (0.0 %)

Maximální výběrová střední souřadnicová chyba ( $s_{xy}$ ): 0.100 m

Výběrová střední souřadnicová chyba X ( $s_x$ ): 0.070 m

Výběrová střední souřadnicová chyba Y ( $s_y$ ): 0.073 m

Výběrová střední souřadnicová chyba ( $s_{xy}$ ): 0.071 m

Koeficient použitý pro výpočet výběrových chyb (k): 2

---

---

## Výsledky zaměření stožárů

### Kotevní úsek číslo 9

- staničení: 4,73983 až 7,37490 km
- délka úseku: 2635,07 m

**Tabulka 5.14: Kotevní úsek č. 9**

Číslo stožáru	Nadmořská výška středu stožáru (Bpv)	Nadmořská výška špičky stožáru (Bpv)	Výška stožáru [m]	Nadmořská výška patek stožáru (Bpv)	Výška patky nad terénem [m]
22	501,04	524,76	23,72	501,63	0,59
23	500,90	534,84	33,94	501,27	0,37
24	501,20	529,28	28,08	501,72	0,52
25	505,35	539,42	34,07	505,84	0,49
26	502,94	530,88	27,94	503,26	0,32
27	490,71	524,63	33,92	491,07	0,36
28	502,55	530,83	28,28	503,19	0,64
29	496,25	524,31	28,06	496,68	0,43
30	490,49	524,22	33,73	490,64	0,15
31	504,60	532,77	28,17	505,15	0,55
32	510,23	544,17	33,94	510,62	0,39
33	510,18	537,87	27,69	510,63	0,45

### Kotevní úsek číslo 10

- staničení: 7,37490 až 10,02402 km
- délka úseku: 2649,12 m

**Tabulka 5.15: Kotevní úsek č. 10**

Číslo stožáru	Nadmořská výška středu stožáru (Bpv)	Nadmořská výška špičky stožáru (Bpv)	Výška stožáru [m]	Nadmořská výška patek stožáru (Bpv)	Výška patky nad terénem [m]
33	510,18	537,87	27,69	510,63	0,45
34	504,17	532,09	27,92	504,49	0,32
35	511,38	539,29	27,91	511,68	0,30
36	523,36	551,30	27,94	523,69	0,33
37	526,26	554,12	27,86	526,54	0,28
38	519,89	547,87	27,98	520,19	0,30
39	513,83	541,81	27,98	514,20	0,37
40	506,17	540,45	34,28	506,90	0,73
41	507,43	535,25	27,82	507,65	0,22
42	503,70	537,57	33,87	504,04	0,34
43	513,63	541,43	27,80	514,11	0,48

---



### Kotevní úsek číslo 11

- staničení: 10,02402 až 10,77786 km
- délka úseku: 753,84 m

**Tabulka 5.16: Kotevní úsek č. 11**

Číslo stožáru	Nadmořská výška středu stožáru (Bpv)	Nadmořská výška špičky stožáru (Bpv)	Výška stožáru [m]	Nadmořská výška patek stožáru (Bpv)	Výška patky nad terénem [m]
43	513,63	541,43	27,80	514,11	0,48
44	512,20	540,31	28,11	512,74	0,54
45	514,56	542,57	28,01	514,95	0,39
46	519,71	547,65	27,94	520,47	0,76

### Kotevní úsek číslo 12

- staničení: 10,77786 až 11,17386
- délka úseku: 396,00 m

**Tabulka 5.17: Kotevní úsek č. 12**

Číslo stožáru	Nadmořská výška středu stožáru (Bpv)	Nadmořská výška špičky stožáru (Bpv)	Výška stožáru [m]	Nadmořská výška patek stožáru (Bpv)	Výška patky nad terénem [m]
46	519,71	547,65	27,94	520,47	0,76
47	513,62	547,52	33,90	513,96	0,34
48	509,55	538,47	28,92	510,04	0,49

### Kotevní úsek číslo 13

- staničení: 11,17386 až 12,84425 km
- délka úseku: 1670,39 m

**Tabulka 5.18: Kotevní úsek č. 13**

Číslo stožáru	Nadmořská výška středu stožáru (Bpv)	Nadmořská výška špičky stožáru (Bpv)	Výška stožáru [m]	Nadmořská výška patek stožáru (Bpv)	Výška patky nad terénem [m]
48	509,55	538,47	28,92	510,04	0,49
49	508,62	536,63	28,01	509,06	0,44
50	520,68	554,91	34,23	521,38	0,70
51	521,68	550,03	28,35	522,30	0,62
52	524,16	552,57	28,41	524,88	0,72
53	519,60	547,93	28,33	520,22	0,62
54	526,47	554,76	28,29	527,05	0,58
55	534,38	563,68	29,30	535,20	0,82

---

### Kotevní úsek číslo 14

- staničení: 12,88425 až 12,96382 km
- délka úseku: 79,57 m

**Tabulka 5.19: Kotevní úsek č. 14**

Číslo stožáru	Nadmořská výška středu stožáru (Bpv)	Nadmořská výška špičky stožáru (Bpv)	Výška stožáru [m]	Nadmořská výška patek stožáru (Bpv)	Výška patky nad terénem [m]
55	534,38	563,68	29,30	535,20	0,82
56	539,41	568,25	28,84	539,86	0,45

### Kotevní úsek číslo 15

- staničení: 12,96382 až 13,03419 km
- délka úseku: 70,37 m

**Tabulka 5.20: Kotevní úsek č. 15**

Číslo stožáru	Nadmořská výška středu stožáru (Bpv)	Nadmořská výška špičky stožáru (Bpv)	Výška stožáru [m]	Nadmořská výška patek stožáru (Bpv)	Výška patky nad terénem [m]
56	539,41	568,25	28,84	539,86	0,45
L	-	553,38	-	-	-
P	-	551,90	-	539,16	-

---