



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**

Geodetické práce při realizaci mostu

Autor práce: Bc. Karel Brůha

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**

Tato diplomová práce se zabývá revizí stávajících bodů základní vytyčovací sítě a porovnáním aktuálního transformačního klíče S-JTSK18 s předchozím S-JTSK13. Cílem revize bylo zjistit, zda u bodů nedošlo k deformaci a s tím spojené změně polohy, kdežto porovnání transformačních klíčů si kladlo za cíl zjistit, s jakou přesností na sebe navazují. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části byla vytvořena literární rešerše, která vysvětluje základní názvosloví mostní konstrukce, popisuje geodetické přístroje a vysvětluje geodetické pojmy a analogicky mapuje jednotlivé geodetické činnosti během výstavby mostu. V praktické části byla vyhodnocena revize bodů spolu s porovnáním transformačních klíčů.

**Klíčová slova:** mosty, mostní názvosloví, inženýrská geodézie, GNSS, totální stanice, geodetické referenční systémy

## **Abstract**

This thesis deals with revision of existing geodetic points of the basic demarcation network and compare current transformation key S-JTSK18 with previous key S-JTSK13. The aim of the revision was to find out whether there was a deformation of the points and the associated change of position, while the comparison of transformatic keys aimed to find out with what accuracy they follow each other. The work is divided into theoretical and practical part. The literature search explains the basic nomenclature of the bridge structure, describes geodetic instruments and explain geodetic concepts and analogously maps individual geodetic activities during the construction of the bridge. In the practical part, the revision of points was evaluated together with the comparison of transformation keys.

**Keywords:** bridges, bridge nomenclature, engineering geodesy, GNSS, total station, geodetic reference systems

## **Poděkování**

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Pavlu Hánkovi, Ph.D. za jeho rady, trpělivost, vstřícnost, ochotu a odborné vedení práce. Velký dík patří i kolegům z firmy Angermeier Engineers s.r.o. za jejich rady z oboru inženýrské geodézie, které byly při vypracování této práce velmi nápomocné. A v neposlední řadě bych chtěl poděkovat rodičům, kteří mi umožnili studovat a vždy mě plně podporovali.

# Obsah

Úvod.....	8
1 Literární řešerše.....	9
1.1 Mosty.....	9
1.1.1 Piloty .....	10
1.1.2 Podkladní beton.....	11
1.1.3 Betonářská výztuž .....	12
1.1.4 Základ.....	12
1.1.5 Podpěry a křídla mostu.....	12
1.1.6 Nosná konstrukce .....	14
1.1.7 Uložení nosné konstrukce .....	15
1.1.8 Klouby a ložiska.....	16
1.1.9 Mostní závěry.....	18
1.2 Geodetické přístroje .....	18
1.2.1 Totální stanice .....	18
1.2.2 GNSS přijímač .....	21
1.2.3 Nivelační přístroj.....	24
1.2.4 Geodetické referenční systémy .....	25
1.3 Jednotlivé geodetické činnosti při realizaci mostu.....	27
1.3.1 Vytyčení pilot.....	27
1.3.2 Vytyčení podkladního betonu .....	28
1.3.3 Zaměření skutečného provedení pilot a podkladního betonu .....	28
1.3.4 Vytyčení základu a dříků .....	29
1.3.5 Urovnání bednění a vytyčení výšek základu.....	29
1.3.6 Zaměření skutečného provedení základu .....	31
1.3.7 Vytyčení dříku.....	31

1.3.8	Urovnání bednění dříku a vytyčení výšek.....	31
1.3.9	Zaměření skutečného provedení dříku (svislosti) .....	32
1.3.10	Zhotovení podložiskového bloku.....	33
1.3.11	Usazení ložiska.....	33
1.3.12	Urovnání podpěrné konstrukce + nastavení výšek hlavic.....	34
1.3.13	Vytyčení osy pro osazení bednění nosné konstrukce.....	35
1.3.14	Urovnání bednicích stolů + vytyčení výšek horní hrany NK a odvodňovačů .....	35
1.3.15	Zaměření skutečného provedení nosné konstrukce (hypsometrie) .....	38
1.3.16	Vybavení mostu .....	38
1.3.17	Odevzdání mostu.....	39
2	Metodika .....	40
2.1	Cíl práce .....	40
2.2	Materiál .....	40
2.2.1	SO212.....	40
2.2.2	SO213.....	41
2.2.3	SO216.....	42
2.2.4	Bodová pole na vybraných objektech .....	43
2.3	Metody.....	46
2.3.1	Revize převzatých souřadnic.....	46
2.3.2	Porovnání S-JTSK18 a S-JTSK13 .....	46
3	Výsledky a diskuse.....	47
3.1	Revize převzatých souřadnic.....	47
3.2	Porovnání S-JTSK18 a S-JTSK13 .....	51
	Závěr .....	54
	Seznam použité literatury.....	55
	Seznam obrázků .....	60

Seznam tabulek .....	62
4 Přílohy.....	63

---

## Úvod

Mosty jsou objekty, jejichž cílem je převádět jakékoliv komunikace přes přirozené, či umělé překážky. Při jejich realizaci jsou neopomenutelnou složkou geodetické činnosti a to od přípravných prací, přes výstavbu mostu až po dokumentaci skutečného provedení stavby po jejím dokončení.

Tyto činnosti jsou v této práci zmapovány (kromě přípravných prací) a znázorněny na mostních objektech SO212, SO213 a SO216, které se nachází na dálnici D3 v úseku 0310/II Hodějovice – Třebonín. Činnosti jsou řazeny analogicky a vždy je daná činnost uvedena na jednom ze tří vybraných objektů. Většina činností probíhá na vybraných objektech stejným způsobem, pokud tomu tak není, je v dané kapitole tato činnost rozdělena a zvlášť u každého objektu popsána. Žádný z objektů však není k datu 19.3.2021 dokončen, proto jsou určité kapitoly popsány buď teoreticky, nebo pouze zmíněny.

Všechny geodetické činnosti, které probíhají během výstavby mostu, však musí být prováděny s určitou přesností. Z tohoto důvodu je před zahájením výstavby mostu z geodetického hlediska nutností vybudovat bodové polohové pole, ze kterého poté vychází veškerá měření prováděná totální stanicí. Bodová pole se mohou v průběhu času deformovat, proto je třeba tato pole kontrolovat a případně nově určit souřadnice poškozených bodů.

V některých případech však může být geodetická činnost vykonána pomocí GNSS přijímače. Hlavní vliv na přesnost měření tohoto přijímače má transformační klíč. Aktuálním transformačním klíčem je S-JTSK18, který vychází z převodních tabulek 1710.

Tato práce se zabývá revizí bodů základní vytyčovací sítě na dálnici D3 v úseku 0310/II Hodějovice – Třebonín, která byla zhotovena firmou TKPgeo a porovnáním transformačního klíče S-JTSK18 s S-JTSK13. Pro tyto účely byly vybrány body, které jsou součástí bodových polí na objektech SO212, SO213 a SO216. Konkrétně jsou to body 1017, 1018, 2034, 2035, 2036 a 2037.

Oba tyto cíle byly provedeny porovnáním. U revize byly porovnány naměřené hodnoty s hodnotami původními a u transformačních klíčů byly porovnány naměřené hodnoty mezi sebou.



---

# 1 Literární rešerše

## 1.1 Mosty

Mostem je inženýrská stavba, jež umožňuje průchod chodců, zvířat či vozidel přes překážky nebo mezi dvěma místy ve výšce nad terénem (ČSN P ISO 6707-1, 2018). Rossow (2011) říká, že most je konstrukce, která je postavena přes prohlubeň nebo překážku a zajišťuje přes tyto prohlubně či překážky průchod. Balasubramanian (2017) zase definuje most jako umělou stavbu, která je postavena tak, aby se vyhnula fyzickým překážkám a umožnila přes tyto překážky průchod.

Mosty se mohou rozlišovat podle mnoha faktorů. Lze je dělit z hlediska materiálu (mosty dřevěné, kamenné, cihelné, betonové, ocelové nebo ocelobetonové), druhu dopravy, kterou most převádí (např. silniční, železniční, pěší, kombinované, průmyslové), z hlediska druhu překážky (např. nadjezdy, viadukty), doby trvání (mosty trvalé, dočasné, rozebíratelné) nebo třeba podle počtu polí (mosty o jednom nebo více polích). Nejvýznamnějším rozdělením je ovšem dělení podle tvaru nosné konstrukce a s tím spjatým statickým a dynamickým působením sil (Karmazínová et al., 2010).

Mosty se z hlediska tvaru nosné konstrukce dělí na mosty deskové, trémové, obloukové, rámové, visuté a zavěšené.

- Deskové mosty

Nosnou konstrukci (viz kapitola 1.1.6) u těchto mostů tvoří buď monolitická, nebo prefabrikovaná deska. Jedná se o nejstarší typ mostů, jelikož konstrukce deskových mostů patří k těm nejjednodušším na zhotovení, ovšem jejich nevýhodou je velká hmotnost, která plyne z velké potřebné tloušťky (Klusáček, 2006).

- Trémové mosty

Nosná konstrukce je tvořena obvykle dvěma nebo více trémy, které jsou nahoře většinou spojeny deskou mostovky. Mostovka a trémy spolupůsobí a vytvářejí společně průřez tvaru T. Jejich výhodou je cena, oproti jiným typům mostů, ovšem nevýhodou je omezené rozpětí a ne příliš desingově atraktivní vzhled (Rossow, 2011).

- Obloukové mosty

U obloukových mostů je největší výhodou jejich tvar, díky kterému dochází k rovnoměrnému přenášení působících sil. Tento fakt činí tyto mosty velmi silné (z hlediska únosnosti). Kromě statického systému je jejich výhodou i estetická stránka, nevýhodou je však dražší a náročnější výroba (Sinopoli, 1998).

- 
- Rámové mosty

Rámová nosná konstrukce vzniká zmonolitněním nosné konstrukce se spodní stavbou (s opěrami nebo mezilehlými podpěrami). Výhodou těchto mostů je úspora hmot, ložisek a konstrukční výšky a omezení počtu dilatačních spár. Nevýhodou jsou však klouby, které tvoří choulostivé místo v konstrukci (Pokorný a Suchánek, 2011).

- Visuté mosty

Hlavním nosným prvkem je visutý pás, jenž je namáhán tahem (je zavěšen). Jejich výhodou je schopnost překlenout dlouhé vzdálenosti, nevýhodou je ale nákladnější výstavba a aerodynamická nestabilita konstrukce (Karmazínová et al., 2010).

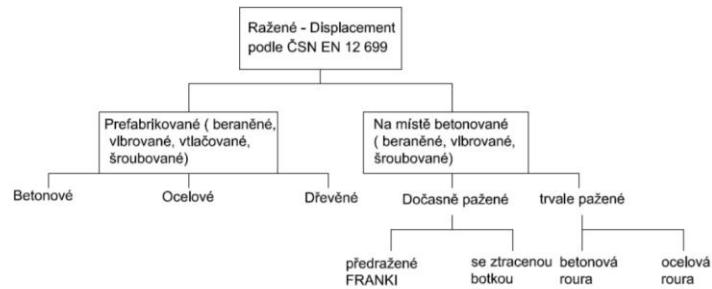
- Zavěšené mosty

Nosný prvek u zavěšených mostů tvoří trámový nosník mostovky, který je zavěšen na šikmých závěsech vedených přes pylony a působící na podpory šikmými tahy. Výhody a nevýhody mají podobné jako mosty visuté (Leonhardt, 1982).

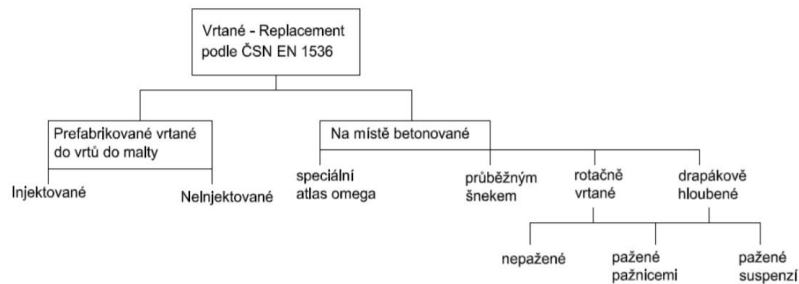
### 1.1.1 Piloty

Piloty jsou nejrozšířenějším prvkem hlubinného zakládání staveb. Podle ČSN P ISO 6707-1 (2018) je funkcí pilot přenášení zatížení ze svrchní části stavby do hlubších únosnějších vrstev pod povrchem země. Piloty lze dělit mnoha způsoby, například podle způsobu vzniku, příčného profilu, sklonu, přenášení zatížení, vzájemné polohy nebo podle materiálu.

Podle způsobu vzniku rozlišujeme piloty typu displacement (ražené) a typu replacement (vrtané). U ražených pilot se zemina z prostoru nevytěžuje, ale je roztlačena pod patu piloty nebo do stran. Kdežto u pilot vrtaných je zemina z prostoru vytěžena. Podle příčného profilu rozlišujeme piloty maloprofilové (průměr 0,3 – 0,6m) a velkoprofilové (průměr 0,6 – 3m), podle sklonu na přímé a svislé. Přenášení zatížení rozlišuje piloty opřené, vetknuté nebo plovoucí. Vzájemná poloha rozděluje piloty na osamělé ve skupinách nebo na pilotové stěny. Z hlediska materiálu mohou být piloty ze dřeva, ocele, železobetonu nebo z betonu (Topgeo, s.r.o., 2014). Na obrázku 1.1 a 1.2 je znázorněno rozdělení podle norem ČSN EN 12 699 a ČSN EN 1536.



**Obrázek 1.1: Ražené piloty (ČSN EN 12 699, 2016)**



**Obrázek 1.2: Vrtané piloty (ČSN EN 1536, 2017)**

### 1.1.2 Podkladní beton

Jedná se o vrstvu tvořenou obvykle z betonu, jež je uložena na zemině kvůli utěsnění základové půdy a vytvoření čistého povrchu pro stavební práce. Místo, kde se stýká podkladní beton se zemí, se nazývá základová spára. Jeho tloušťka by se měla pohybovat v rozmezí od 50 do 100 mm (ČSN P ISO 6707-1, 2018). Podkladní beton může, avšak nemusí být vyztužený. Na obrázku 1.3 lze vidět, jak vypadá podkladní beton v praxi.



**Obrázek 1.3: Podkladní beton s očištěnými pilotami na objektu SO 212 (vlastní)**

---

### 1.1.3 Betonářská výztuž

Betonářskou výztuží se rozumí všechny složky, které při vhodném umístění v betonu zlepšují mechanické vlastnosti dané konstrukce. Většinou se jedná o kovové složky, ovšem mohou být i nekovové. Funkcí betonářské výztuže je zvýšení únosnosti a snížení deformací betonu. Mimo statickou funkci má armatura i funkci konstrukční, jelikož je nápomocná při vytvoření a upevnění výztužných celků v bednění před uložením betonu (Procházka et al. 2009). Betonářskou výztuž lze vidět na obrázku 1.4 pod textem.



Obrázek 1.4: Svázaná betonářská výztuž na objektu SO 213 (vlastní)

### 1.1.4 Základ

Základ je konstrukce, která slouží k přenesení veškerých působících sil z mostní konstrukce do základové půdy. Délka základu bývá většinou stejná jako šířka opěry (může však být i větší). Šířka základu musí být však navržena tak, aby napětí v základové spáře nebylo větší než přípustné hodnoty pro danou základovou půdu (Panáček, 2006). Horní část základu musí být vypsádována, aby byl umožněn odtok vody (spád 4%).

### 1.1.5 Podpěry a křídla mostu

Podpěra je svislá nebo nakloněná část mostu, jež přenáší tlaky nosné konstrukce na základ. Podpěry dělíme podle polohy v dané konstrukci na krajní (opěry) a mezilehlé (Panáček, 2006). Křídlem se rozumí stěna, jež navazuje na opěru a uzavírá zemní těleso.

#### – Opěry

Každý most se skládá zpravidla ze dvou opěr, na které navazují křídla mostu. Opěry mimo působících sil z nosné konstrukce zachycují i tlak zeminy a spolu s křídly uzavírají mostní těleso po stranách opěry (<https://theconstructor.org>).

---

Opěry rozlišujeme tížní (gravitační), obsypané, skříňové a přesypané členěné. Opěry tížní dostaly své pojmenování kvůli tomu, že odolávají zatížení pouze vlastní vahou. Obsypané opěry se opět nacházejí v násypu a výhodou těchto opěr je menší spotřeba materiálu. Skříňové opěry charakterizují vetknutá křídla, základ nacházející se z větší části pod zemínou za rubovou stranou dříku\* a otevřená rubová plocha opěry. O přesypané členěné opěry se jedná v případě, kdy je část opěry, jež vyčnívá nad terén nízká a dřík je vytvořen z jednotlivých svislých žeber, které jsou osazeny na průběžném základu (Panáček, 2006). Na obrázku 1.5 lze vidět dřík opěry společně se základem a připravenou armaturu pro křídlo (po pravé straně).



**Obrázek 1.5: Základ a dřík opěry na objektu SO212 (vlastní)**

\*Dříkem se rozumí hlavní svislá nosná část sloupu, která je zakončena patkou a hlavicí (<https://www.vyznam-slova.com>).

– Mezilehlé podpěry

Mezilehlé podpěry nazýváme podle jejich tvaru a typu. Nejvýznamnějšími jsou pilíře, sloupy, stojky, stěny a bárky (Vaňková, 2013).

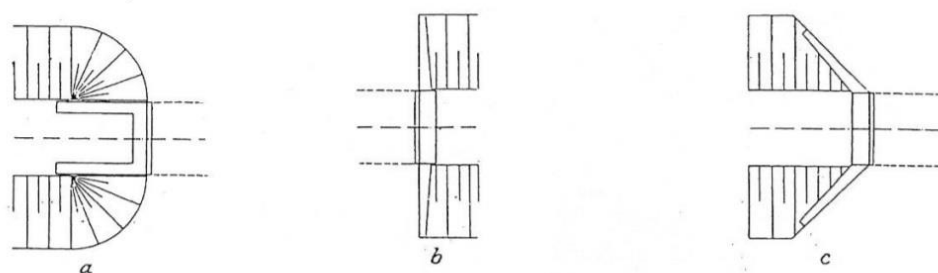
Pilíř je mezilehlá podpěra, pro kterou je charakteristické, že její délka je dvakrát větší než její tloušťka. Bývají zpravidla nespojeny s nosnou konstrukcí a mohou být plné, vylehčené nebo duté. Pro sloup je charakteristické, že jeho délka je rovna nejvíce dvojnásobku jeho tloušťky. Má obvykle oblý, obdélníkový nebo mnohoúhelníkový tvar. Může být samotnou podpěrou nebo může tvořit členěnou podpěru – dva a více sloupů v řadě (Panáček, 2006). Stojkou se rozumí podle ČSN P ISO 6707-1 (2018) lehký svislý prvek, který zajišťuje podepření. Stěnové podpěry mají většinou obdélníkový tvar. Mají takřka stejné vlastnosti jako pilíře, ovšem nejsou tak masivní. Bárka je založena na nadbetonovaných vrtaných pilotách, které jsou na horním konci spojené stativem. Na obrázku 1.6 lze vidět podpěry (v tomto případě pilíře) na objektu SO216.



Obrázek 1.6: Pilíře na objektu SO 216 (vlastní)

– Křídla

Pokorný a Šertler (2003) uvádí, že funkcí křídel je zachycování země, jež se vyskytuje za rubem opěry po stranách zemního tělesa. Křídla dělíme podle jejich orientace k podélné ose objektu na rovnoběžné, kolmé či šikmé (viz obr. 1.7). Mimo to rozlišujeme křídla zavěšená a křídla dilatovaná. Zavěšené křídlo je pevně spojeno s opěrou a tvoří tak jeden celek, kdežto dilatované je od opěry odděleno a má vlastní základ.



Křídla mostu a) rovnoběžná, b) kolmá, c) šikmá

Obrázek 1.7: Rozdělení křídel podle orientace k ose objektu (Pokorný a Šertler, 2003)

### 1.1.6 Nosná konstrukce

Jedná se o uspořádanou soustavu navzájem propojených částí, která je navržena pro zajištění určité míry tuhosti (ČSN P ISO 6707-1, 2018). Karmazínová et al. (2010) uvádějí, že nosná konstrukce se skládá z hlavní nosné konstrukce, mostovky, ztužení, ložisek nebo kloubů a mostních závěrů. Stává se, že se některé tyto části v nosné konstrukci vyskytovat nemusí, splývají nebo plní několik funkcí najednou (hlavní nosná konstrukce může být zároveň mostovkou).

- 
- Hlavní nosná konstrukce

Ministerstvo dopravy (2006) ji charakterizuje jako hlavní složku nosné konstrukce, jež je uložena na mostní podpěry. Uložena je přímo, nebo pomocí ložiska buď vetknutá do podpěr, nebo s nimi spojená.

- Mostovka

ČSN P ISO 6707-1 (2018) definuje mostovku, pouze jako vodorovný povrch mostu. Mostovka slouží k uložení mostního svršku\* a přenášení z něj vycházejícího zatížení na hlavní nosnou konstrukci. Podle její konstrukce rozlišujeme mostovku prvkovou a deskovou. Prvková mostovka má soustavu roštového charakteru, která je tvořena příčníky a podélníky mostu, kdežto deskovou tvoří ocelová vyztužená deska, nebo deska železobetonová (Pokorný a Šertler, 2003).

\*Mostní svršek se rozlišuje podle druhu dopravy např. svršek dálničního mostu (Karmazínová et al., 2010)

### **1.1.7 Uložení nosné konstrukce**

Uložení se rozumí způsob, kterým nosná konstrukce dosedá na podpěru, jinou část nebo součást konstrukce. Konstrukční provedení rozlišuje uložení přímé a ložiskové, pohybové možnosti uložení zase pohyblivé a pevné (Ministerstvo dopravy, 2006).

Druhy uložení podle způsobu jsou vetknuté (nosná konstrukce pevně spojena s podpěrou), pevné přímkové (možné pootočení kolem osy, nemožný posun), pohyblivé přímkové (možné pootočení i posun ve vodorovném směru nebo ve všech rovinných směrech), pevné bodové (možné pootočení ve všech směrech) a pohyblivé bodové (posun v jednom nebo více rovinných směrech)

- Úložný práh

Úložný práh je konstrukční část podpěry, jež přenáší veškeré působící síly z nosné konstrukce do spodní stavby (Ministerstvo dopravy, 2006). Dobře viditelné je to u nosných konstrukcí, jež spočívají na ložiskách. U těchto konstrukcí bývá často zhotoven podložiskový blok, který slouží pro ukotvení ložiska. U vetknutých nosných konstrukcí jsou úložné prahy těžko určitelné, jelikož jsou součástí nosných konstrukcí (Pokorný a Šertler, 2003).

- 
- Monolitický příčník

Stráský (2001) uvádí, že monolitický příčník stejné konstrukční výšky jako nosníky umožňuje přenos z nepřímo podepřených nosníků do podpěr. Monolitickým příčníkem, lze z prostých prefabrikovaných nosníků vytvořit spojitou konstrukci. Spřažená deska spolu s monolitickým příčníkem zajišťuje nejen spojitost konstrukce v podélném směru, ale také umožňuje odstranit úložný práh.

### 1.1.8 Klouby a ložiska

- Klouby

Funkcí kloubů je přenést podporové tlaky proměnného směru a umožnění vzájemného pootočení konstrukčním dílům, jenž jsou kloubem spojeny (Ministerstvo dopravy, 2006).

Pokorný a Šertler (2003) rozlišují podle konstrukce klouby pérové a vrubové. Pérový kloub se zakládá na dvou tuhých deskách, které jsou schopné pomocí spojení dvěma zkříženými pruty přenést příslušný tlak. Vrubové klouby mají zeslabený průřez v místě teoretického kloubu dvěma úzkými zářezy, které jsou vedené od povrchu konstrukce až ke střední třetině (zde zůstává tenká spojovací vrstva). Konstrukce těchto kloubů spočívá na masivním vzrůstu pevnosti betonu v tenké vrstvě, který vzniká sevřením betonu mezi tlačící plochy.

- Ložiska

Ložisko je prvek, jenž umožňuje pootočení mezi dvěma prvky konstrukce, přenos zatížení do spodní stavby a posunutí v jednom nebo více směrech, popřípadě posunutí brání – pevná ložiska (ČSN EN 1337-1, 2002). Mellon a McKee (1994) definují ložisko jako konstrukční zařízení, které přenáší podporové tlaky a zároveň umožňuje rotaci.

Ložiska lze dělit velkým množstvím způsobů. Pro ministerstvo dopravy (2006) je dělicím faktorem pohyb (pevná, pohyblivá), počet posouvání směry (ložiska pohyblivá jednosměrně, dvousměrně, vícesměrně nebo všesměrně), konstrukční řešení (kluzná, vahadlová, válcová, kalotová a cylindrická) a materiál (ocelová, železobetonová, elastomerová a kombinovaná – i s hrncovými). Ministerstvo dopravy (2018) rozlišuje ložiska na elastomerová, hrncová, kalotová, cylindrická, ocelová a vodící. Panáček (2006) je zase dělí na ložiska kovová, elastomerová a kombinovaná.



---

- Elastomerová ložiska

Tato ložiska jsou vyrobena z elastických polymerů, které jsou téměř nestlačitelné. Jejich hlavní výhoda spočívá v tom, že nemají žádné pohyblivé části, které by korodovaly nebo se zadřely, jsou levná a nevyžadují téměř žádnou údržbu (Stanton a Roeder, 1982). Skládají se z pěti komponentů a to základové desky, teflonového (PTFE) disku, mezilehlé desky, elastomerové ložiskové podložky a zděné desky (Mellon a McKee 1994).

Ložisko musí obsahovat výrobní štítek, ve kterém je uveden výrobce, rok zhotovení, výrobní číslo, hmotnost, typ ložiska, maximální povolený posun a maximální možná působící svislá síla (Ministerstvo dopravy, 2018).

- Hrcová ložiska

Tento typ ložisek je používán, je-li velké svislé zatížení doprovázeno velkým horizontálním pohybem, ale malou rotací (Stanton a Roeder, 1982). Jedná se o kombinovaná ložiska, jelikož sestávají z elastomerové vložky, jež je umístěna v ocelovém hrnci. Uvnitř ložiska je uložen píst, který přenáší působící svislé síly na elastomerovou část (Federal Highway Administration, 2016). Tlaky působící na elastomer jsou rozloženy rovnoměrně jako u kapaliny a maximální přípustné namáhání je několikanásobně větší než u ložisek elastomerových (Panáček, 2006).

Tato ložiska musí mít řadu základního vybavení. Mezi nejdůležitější patří nutná přítomnost alespoň jednoho závěsného oka (kvůli přepravě), prachová manžeta s upevňovacím páskem, výrobní štítek a zařízení, na kterém se měří posun ložiska (Ministerstvo dopravy, 2018).

- Ložiska kalotová a cylindrická

U tohoto typu ložisek je namísto elastomeru a hrnce použita zakřivená složka s kontaktním materiálem a kluzná vrstva. Hlavním prvkem je horní roznášecí deska tzv. vahadlo. Jedná se o leštěnou ocelovou desku, která má vypouklý tvar a je vyložena klouznou vrstvou z PTFE. Pokud nejsou provedeny konstrukční úpravy, jsou tato ložiska pevná, ovšem po přidání dalších kluzných a vodících prvků lze dosáhnout ložisek pohyblivých. Rozdíl mezi kalotovými a cylindrickými ložisky spočívá pouze v horní roznášecí desce – u cylindrických ložisek mají válcovou plochu (Panáček, 2006).

- 
- Ocelová ložiska

Jedná se o ložiska, která se používají převážně u železničních mostů (Ministerstvo dopravy, 2018). Tato ložiska jsou buď pevná, nebo jednosměrná a bývají vyrobená z válcované, kované nebo lité ocele (Panáček, 2006).

- Vodicí ložiska

Podle ČSN EN 1337-8 (2008) se jedná o ložiska, jež nejsou zatěžována svislými silami. Bývají osazena jako ložiska doplňková a mají za funkci umožnit posun po rovné nebo zakřivené ploše s co nejmenším třením.

### **1.1.9 Mostní závěry**

Jejich funkcí je přemostění dilatační spáry (pohyblivá mezera) mezi opěrou a mostní konstrukcí, mezi nosnou konstrukcí a přílehlou komunikací, či mezi dvěma nosnými konstrukcemi. Mostní závěry se dělí do osmi druhů a to na mostní závěry podpovrchové, elastické, kobercové, hřebenové, podporované, lamelové, s jednoduchým těsněním spáry a volnou dilatační spáru (Ministerstvo dopravy, 2009).

Působením vnějších vlivů, především díky počasí se mostní závěry mohou smršťovat nebo naopak roztahovat. Proto se u nich měří a vyhodnocují dilatační posuny (Ministerstvo dopravy, 2007).

## **1.2 Geodetické přístroje**

### **1.2.1 Totální stanice**

Říha (2014) říká, že se jedná v podstatě o elektronický teodolit, který je vybaven elektrooptickým dálkoměrem. Používá se k měření, nebo vytyčování svislých a vodorovných úhlů, délek a k zaznamenání těchto hodnot. Délky mohou být měřeny buďto pomocí hranolu, nebo bezhranolovým módem – pomocí laseru, který se odrazí o povrch měřeného objektu.

Totální stanice (TS) v sobě mají zabudovaný počítač, jenž umožňuje pracovat s moderními výpočetními programy. Naměřená data se ukládají do interní paměti, nebo na paměťovou kartu. Moderní přístroje v sobě mají zabudovány servomotory, které totálními stanicím umožňují se samostatně otáčet. Tato funkce je velmi praktická při vytyčování nebo zaměřování (Ratiborský, 2000).

Totální stanice se servomotory jsou schopné samočinně vyhledat cíl (tato technologie se nazývá Autopointing) a tento cíl automaticky sledovat za pohybu (Autotracking). Tyto technologie se používají při tzv. One man systému, který spočívá v tom,

---

že měřič ovládá totální stanici pomocí kontroleru a je schopen zaměřovat a vytyčovat bez cizí pomoci (Říha, 2014).

Totální stanice měří pomocí paprsku, který vyšle do odrazného hranolu nebo přímo na měřený objekt a ten se poté odrazí zpět do dálkoměru. Z doby, za kterou se vyslaný paprsek odrazí zpět do přístroje, je totální stanice schopna vypočítat vzdálenost daného objektu (Nevosád et al., 1999).

Důležitým aspektem při práci s totální stanicí je přesnost měření, kterou může ovlivnit mnoho faktorů. Jedním z nich je kvalita bodového pole (tímto se zabývá práce dále v textu). Dále to může být například teplota, která má vliv na paprsek, pomocí kterého totální stanice měří. Proto je důležité před začátkem měření zadat do přístroje správnou aktuální venkovní teplotu. Dalším faktorem může být zadání špatné součtové konstanty (každý hranol má svou konstantu). Žádný stroj ovšem neměří se stoprocentní přesností, proto vždy výrobce uvádí, s jakou přesností přístroj měří. Výrobce totální stanice, se kterou byla tato práce měřena, uvádí přesnost při standardním měření délek 2mm + 2ppm (ppm = miliontina délky) při době měření 2,4s (Leica, neuvedeno). Na obrázcích 1.8 a 1.9 je uvedena totální stanice a kontroler, s jejichž pomocí byla tato práce vypracována.



**Obrázek 1.8: Totální stanice Leica TS15 (vlastní)**



**Obrázek 1.9: Kontroler Leica TS15 (vlastní)**

### **Charakteristika pomůcek potřebných při práci s TS:**

- Stativ

Foral (2004) říká, že stativ slouží k postavení přístroje. Tvoří ho většinou tři zasouvací nohy a hlava stativu, která má uprostřed pohyblivý přichytný šroub, jenž umožňuje po hlavě posun – lepší centrace (uvedení TS do svislice nad vybraný bod) přístroje.

- 
- Trojnožka

Pomocí přichytného šroubu spojuje totální stanici se stavivem. Je opatřena třemi stavěcími šrouby, které slouží k horizontaci (uvedení do vodorovné polohy) přístroje (Foral, 2004).

- Odrazný hranol

Jedná se o koutový odražeč, jenž vrací laserový paprsek zpět do dálkoměru TS. Bývá umístěn na výtyčce, nebo na stativu. Jsou pomocí něj zaměřovány podrobné body při mapování (fce.vutbr.cz). Jak bylo výše uvedeno, každý hranol má odlišnou konstantu. Při měřeních prováděných totální stanicí byl použit minihranol Leica GMP112 Basic s konstantou 17,5mm (viz obr. 1.10).



**Obrázek 1.10: Minihranol Leica GMP112 Basic (vlastní)**

### **Metody využité při měření:**

Existuje více měřících metod, ovšem popsány jsou pouze ty, které byly při vykonávání geodetických činností použity.

- Polygonový pořad

Polygonové pořady se využívají pro vybudování nebo zhuštění bodového pole. Při této metodě se měřický přístroj a odrazné hranoly horizontují, centrují a umisťují na stativy. Zpravidla se jedná o soupravu tří, ale i více stativů. Výhoda této soupravy spočívá v rychlé a snadné výměně přístroje za odrazné hranoly a naopak. Po tomto měření se počítá souřadnicové a úhlové vyrovnání. Výsledkem jsou souřadnice nově vzniklých bodů (Foral, 2004). Při měření byl využit oboustranně orientovaný polygonový pořad s bočními záměrami.

- 
- Polární metoda – Volné stanoviško

Volné polární stanoviško je metoda, která umožňuje měřit z jakéhokoliv místa v terénu bez nutnosti znát jeho souřadnice. Podle vyhlášky č. 383/2015 Sb. musí být pro určení volného polárního stanoviška použity minimálně dva body bodového pole, nebo body pomocné, přičemž musí být na oba tyto body změřeny délky a vodorovné směry.

Tato metoda se používá pro podrobné měření, vytyčování nebo budování podrobného bodového pole. Hlavní výhodou této metody je, že není nutné body volného stanoviška stabilizovat (fsv.cvut.cz).

### 1.2.2 GNSS přijímač

V překladu zkratka GNSS znamená Globální navigační satelitní systém (Global navigation satellite system). Jedná se o navigační službu, která je schopná určit polohu na jakémkoliv místě na světě v jakoukoliv denní dobu a za jakýchkoliv atmosférických podmínek (Královič, 2013).

Poloha je určena zjišťováním délky mezi určeným bodem a body o známých souřadnicích. Body o známých souřadnicích jsou realizovány družicemi (satelity), jež obíhají na oběžné dráze kolem Země. Každá družice vysílá signál, který nese informaci o čase a jejím parametru dráhy. Tento signál je na Zemi zachycen přijímačem (obrázek 1.11) a ze znalosti polohy vysílače pak dokáže přijímač určit svou polohu (Kaplan a Hegarty, 2006).



Obrázek 1.11: GNSS Leica GS18 (vlastní)

K určení polohy je však zapotřebí přijmout signály nejméně ze čtyř družic, přičemž čtvrtá družice umožňuje korekci času. Aby byl zajištěn dostatečný počet družic kdykoliv během dne, byly a jsou vyvíjeny družicové systémy. Dnes existuje mnoho těchto

---

systémů, ovšem mezi ty nejvýznamnější patří NAVSTAR GPS, GLONASS a Galileo (Rapant, 2002).

- NAVSTAR GPS

Americký družicový systém, který je provozován Ministerstvem obrany USA. Zkratka vznikla z anglického **N**avigation **S**ignal **T**iming **A**nd **R**anging **G**lobal **P**ositioning **S**ystem. Vznikl v sedmdesátých letech minulého století a od roku 1994 je plně funkční. V tomto roce byla na orbitu umístěna soustava čtyřadvaceti družic (National Coordination Office, 2018). Princip, na kterém tento systém funguje, je uveden výše. Kvůli širokému rozšíření GPS systému, bývá tato zkratka často zaměňována s obecnějším pojmem GNSS.

- GLONASS

Ruský družicový systém, který byl vyvinut v SSSR a dnes je provozován ruskou armádou. Zkratka je z ruského **G**lobalnaja **n**avigacionnaja **s**putnikovaja **s**istěma. Tento systém byl vyvíjen od sedmdesátých let, ovšem po rozpadu SSSR byl v úpadku. Od roku 2001 je prováděna jeho obnova. Dnes Rusko vyvíjí tento družicový systém společně s Indií (Královič, 2013).

Habrigh (2000) zmiňuje, že i tento systém je projektován na 24 družic a funguje na stejném principu jako GPS.

- Galileo

Jedná se o nový navigační systém, který by měl být nezávislou obdobou systémů GPS a GLONASS. Tento projekt je vyvíjen od roku 1999 a je financován Evropskou unií. Měl by fungovat na stejném principu jako předešlé systémy ovšem kosmický segment by mělo tvořit 30 družic (Rapant, 2002).

### **Metody měření:**

GNSS přijímač může měřit mnoha způsoby. Každý způsob ovšem měří s jinou přesností. Čím déle je určitý bod měřen, tím větší přesnost měření bude. Rozlišujeme pět metod a to metodu statickou, rychlou statickou, Stop and go, kinematickou a RTK (Královič, 2013).

- Statická metoda

Jedná se o nejpřesnější metodu ( $m_p$  3 – 5 mm), která spočívá v měření současně dvěma přijímači. Je to ovšem dlouhé měření, které trvá v řádu jednotek až desítek hodin. Tato metoda je vhodná pro tvorbu základních geodetických sítí (Hoffman-Wellenhof, 2001).

- 
- Rychlá statická metoda

Princip je stejný jako u metody statické, liší se ovšem dobou měření, která trvá několik minut a přesností ( $m_p$  5 – 10 mm). Metoda je vhodná na měření krátkých základěn s maximální délkou cca 15km (Pisca, 2005).

- Metoda Stop and go

Rapant (2002) uvádí, že je tato metoda podobná rychlé statické metodě s rozdílem, že přijímač měří i při přesunu mezi jednotlivými body. Výhodou je, že je nutno měřit dostatečně dlouho (než se vyřeší celočíselné nejasnosti) pouze na prvním bodě, poté je možno zkrátit další měření na několik sekund. Podmínkou ovšem je, že nesmí dojít ke ztrátě signálu. Přesnost této metody je 10 – 20 mm a je vhodná pro měření podrobných bodů v terénu.

- Metoda kinematická

Tato metoda výrazně urychluje provedení měření v terénu. Hlavní podmínkou ovšem je, že po celou dobu měření musí být oba přijímače připojeny na stejnou čtveřici družic. Při ztrátě signálu se musí přijímač vrátit na poslední bod se známými souřadnicemi. Další podmínkou je, že měření musí být vždy započato na bodě se známou polohou. Přesnost této metody se pohybuje mezi 20 – 30mm (Rapant, 2002).

- Metoda RTK

**Real Time Kinematic** metoda je dnes nejpoužívanější. Je velmi rychlá a poměrně přesná ( $m_p$  30 – 50mm). Od ostatních metod se liší tím, že se diferenční korekce zpracovávají přímo při měření, což zjednodušuje a urychluje následné zpracování v kanceláři. Princip této metody spočívá v trvalém spojení referenční stanice (GNSS přijímač umístěn na bodě o známých souřadnicích) s přijímačem po celou dobu měření. Referenční stanice vytváří a okamžitě vysílá diferenční korekce, tyto korekce přijímač ihned zpracuje a zahrne je do výpočtu vlastní polohy (Královič, 2013).

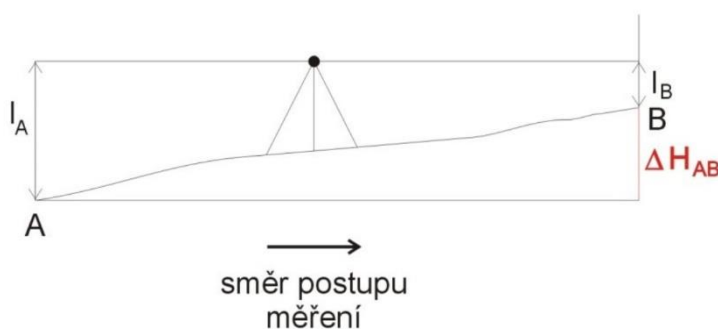
Referenční stanice může být buď vlastní (vlastní přijímač na bodě o známých souřadnicích) nebo lze využít služeb sítí permanentních stanic. Na území České republiky se lze připojit ke třem těmto sítím (CZEPOS, Trimble VRS Now Czech a TopNET). Při zpracování této práce byly využívány korekční data od CZEPOSu.

### 1.2.3 Nivelační přístroj

Jak je patrné z názvu, nivelačním přístrojem se provádí nivelace. ČSN 73 0401 (1990) charakterizuje nivelaci jako určování výšek bodů pomocí měření převýšení mezi sousedními body. Výšky se určují podle Výškového systému Baltského po vyrovnání (vysvětleno v následující kapitole).

Nivelační přístroje se dělí podle „zdroje světla“ na optické a laserové, podle způsobu horizontace na libelové a kompenzátorové, podle způsobu odečítání z latě na digitální (čárový kód) a vizuální a podle přesnosti na velmi přesné, přesné, technické a stavební ([www.fsv.cvut.cz](http://www.fsv.cvut.cz)).

Při vypracování této práce byla použita vložná (začíná a končí na známých bodech), geometrická nivelace ze středu (viz obrázek 1.12). Tato metoda spočívá v tom, že se nivelační přístroj staví doprostřed mezi body A a B. Na body A a B se postaví lať a následně se urovná do svislé polohy. Zhorizontovaným přístrojem se pomocí záměrné přímky vytne na lati laťový úsek  $I_A$  (záměra vzad) a  $I_B$  (záměra vpřed). Převýšení se poté vypočte ze vztahu  $\Delta H_{AB} = H_B$  (výška bodu B) –  $H_A$  (výška bodu A) =  $I_A - I_B = z$  (záměra vzad) –  $p$  (záměra vpřed).



Obrázek 1.12: Geometrická nivelace ze středu ([www.kgm.zcu.cz](http://www.kgm.zcu.cz))

Během nivelace se nivelační lať staví buď přímo na známý, či určovaný bod nebo na nivelační podložku. Na nivelační podložku se staví v případě přestavového bodu. Nivelační podložka tedy slouží jako přechodná stabilizace bodu.

Tato práce byla měřena s Leicou LS15. Jedná se o optický, kompenzátorový, digitální nivelační přístroj, který dle přesnosti spadá do kategorie „přesné“, tudíž měří s přesností  $0,3 \text{ mm/km} < m_0 < 1,5 \text{ mm/km}$  ( $m_0$  je střední kilometrová chyba obousměrné nivelace). Tento přístroj lze společně s nivelační podložkou vidět na obrázku 1.13 a na obrázku 1.14 lze vidět nivelační lať s čárovým kódem.





Obrázek 1.13: Leica LS 15 a nivelační podložka (vlastní)



Obrázek 1.14: Nivelační lať s čárovým kódem (vlastní)

#### 1.2.4 Geodetické referenční systémy

Český úřad zeměměřický a katastrální (2018) definuje referenční systémy jako soubor matematických pravidel, jež definují jednoznačné přiřazení souřadnic prostorovým informacím na zemském tělese, doplněný souborem parametrů, jež definují pozici počátku, měřítko a orientaci souřadnicových os na zemském tělese.

Dle nařízení vlády č. 430/2006 Sb. jsou závaznými referenčními systémy na území naší republiky Světový geodetický systém 1984 (WGS84), Evropský terestrický referenční systém (ETRS), Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK), Katastrální souřadnicový systém gusterbergský, Katastrální souřadnicový systém svatoštěpánský, Výškový systém baltský – po vyrovnání (Bvp), Tíhový systém 1995 (S-Gr95) a Souřadnicový systém 1942 (S-42/83). Tato práce byla vypracována podle S-JTSK a Bvp, proto budou popsány pouze tyto systémy.

- Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální

Jedná se o geodetický referenční systém, který je definován Besselovým elipsoidem (matematické těleso vystihující tvar země s parametry  $a=6\,377\,397,155$  m a  $b=6\,356\,078,963$  m), souborem souřadnic bodů z vyrovnání trigonometrických sítí a Křovákovým konformním kuželovým zobrazením. Pro toto zobrazení je typické, že osa X je tvořena obrazem základního poledníku ležícího  $42^{\circ}30'$  východně od Ferra (historický nultý poledník). Jedná se o pravoúhloú rovinnou souřadnicovou síť, jejíž počátek je ve vrcholu kužele. Souřadnice X se zvětšují směrem k jihu a souřadnice Y směrem na západ ([www.vugtk.cz](http://www.vugtk.cz)).

---

Souřadnice každého systému jsou od sebe odlišné, proto pokud chceme převést souřadnice z jednoho systému do druhého, musíme je transformovat. Transformačních metod je mnoho a lze je rozdělit na souřadnicové transformace v rovině a v prostoru.

Veverka a Zimová (2008) rozdělují rovinné transformace na shodnostní, podobnostní, afinní a Helmertovu. Prostorové transformace Chlup (2013) dělí na podobnostní transformace (tříprvková, sedmiprvková a Moloděnského transformace) a na transformaci pomocí gridu. Každá metoda má odlišný transformační postup, který ovšem není tématem této práce, proto jsou tyto metody pouze zmíněny. Pro všechny tyto metody jsou však nutností minimálně dva body, se známými souřadnicemi v obou systémech (identické body). Identické body se využívají pro určení transformačního klíče.

Transformační klíč je rovnice, která umožňuje převod souřadnic mezi souřadnicovými systémy (SS). Obsahuje hodnoty posunů počátků SS, stočení souřadnicových os a změnu měřítka. Pro jeho vytvoření je potřeba alespoň čtyř identických bodů. Transformační klíč se pro co nejpřesnější měření zadává přímo do přístrojů GNSS (Veverka a Zimová, 2008).

Na dálnici D3 v úseku 0310/II Hodějovice – Třebonín se měří pomocí transformovaného S-JTSK. Tato transformace je pro každou lokální měřickou síť (geodetická síť vytvořená pro každý mostní objekt, přičemž je každá tato síť zpřesněná a má měřítka 1) provedena zvlášť.

Aktuálně je na našem území platný transformační klíč S-JTSK18, který vychází z převodních tabulek 1710. Nágl a Řezníček (2018) o převodních tabulkách tvrdí, že se vytvářejí pro účely zpřesněné globální transformace mezi ETRS89 (ETRS z roku 1989) a S-JTSK. Tyto tabulky vyjadřují pomocí souřadnicových odchylek průběh lokálních deformací S-JTSK vůči ETRS89.

- Výškový systém Baltský po vyrovnání (Bpv)

Nařízení vlády č. 430/2006 Sb. uvádí, že Bpv je závazným geodetickým referenčním systémem na celém území České republiky, jenž je definován výchozím výškovým bodem (nula stupnice vodočtu v Kronštadu) a souborem normálních výšek z mezinárodního vyrovnání nivelačních sítí. Jeden ze sedmi hlavních bodů se nachází v Lišově s nadmořskou výškou 564,7597 metrů.

### 1.3 Jednotlivé geodetické činnosti při realizaci mostu

Staněk a Svoboda (1973) uvádí, že každou tuto práci lze rozdělit do několika etap. První etapou jsou přípravné práce, to znamená seznámení se s projektovou dokumentací a geodetickými podklady. Druhou etapou by mělo být vybudování podrobného bodového polohového pole, vycházíme však z toho, že už je toto pole vybudováno (tato práce se tímto tématem zabývá dále v textu). Třetí etapou je samotné vytyčení nebo zaměření v terénu. Poslední etapou je vyhodnocení naměřených hodnot a zhotovení protokolu.

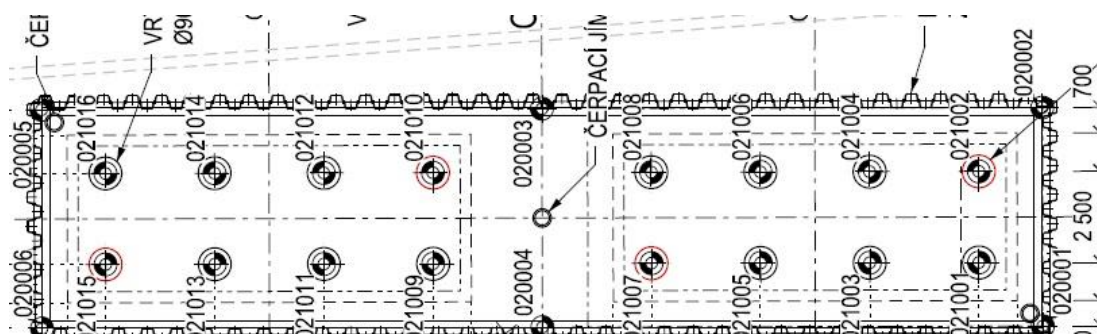
V následujících kapitolách jsou uvedeny činnosti, které jsou vykonávány od založení mostu. Terénními úpravami se tato práce nezabývá. Jednotlivé činnosti jsou seřazeny chronologicky, a jelikož je postup výstavby vybraných objektů téměř identický, jsou jednotlivé kapitoly znázorněny vždy právě na jednom z vybraných objektů. Od kapitoly 1.3.11 je popisován výhradně objekt SO212, protože se objekty SO213 a SO216 k datu 19.3.2021 v této fázi výstavby nenachází. Proto budou dané činnosti popsány pouze teoreticky.

Dále jsou v následujících kapitolách uvedeny konkrétní části vybraných objektů. Podrobné rozdělení jednotlivých objektů je uvedeno v kapitole 2 na obrázcích s půdorysy těchto objektů.

#### 1.3.1 Vytyčení pilot

Toto vytyčení je znázorněno na objektu SO216. Jedná se o vrtané piloty, které byly vytyčeny pomocí GNSS GS18 (dále jen GS18), jelikož Ministerstvo dopravy (2020) povoluje mezní odchylku u těchto pilot  $\pm 100\text{mm}$ . Byly vytyčeny osy pilot a k zajištění bodů byly použity dřevěné kolíky a sprej. Vytyčení bylo provedeno na pilířích P2 metodou RTK.

V tabulce 4.1 v příloze lze vidět porovnání mezi projektovanými a vytyčenými body. Na obrázku 1.15 lze vidět půdorys obou pilířů P2 včetně jednotlivých pilot.

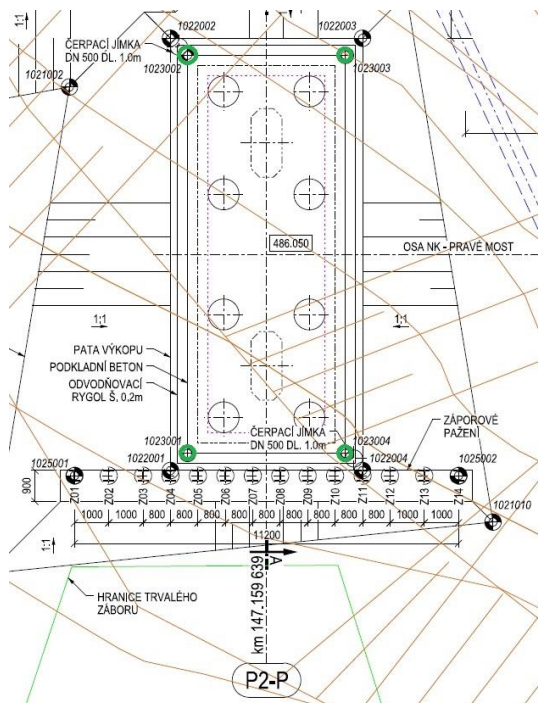


Obrázek 1.15: Piloty na SO216 (190904\_SO-216\_102\_Vykopovy\_plan)

### 1.3.2 Vytyčení podkladního betonu

Vytyčení podkladního betonu je znázorněno na objektu SO213. Podle Ministerstva dopravy (2016) je přípustná mezní odchylka polohy  $\pm 25\text{mm}$  a výšková  $\pm 20\text{mm}$ , tudíž vytyčení proběhlo opět pomocí GS18 RTK metodou. Vytyčeny byly rohové body podkladního betonu na pilíři P2 – P. K zajištění bodů byly použity dřevěné kolíky, na které byla následně uvedena i výška. Vytyčení výšky spočívá v přiložení přijímače (GS18) na hlavu kolíku a následném odečtení projektované nadmořské výšky podkladního betonu od nadmořské výšky hlavy kolíku.

V tabulce 4.2 v příloze lze opět vidět porovnání projektovaných a vytyčených souřadnic. Na obrázku 1.16 je vidět půdorys pilíře P2 – P a zeleně znázorněné vytyčované body.



Obrázek 1.16: Podkladní beton na SO213 (SO213\_103\_Vykopovy plán a pažení pilířů P2 a P3\_čistopis)

### 1.3.3 Zaměření skutečného provedení pilot a podkladního betonu

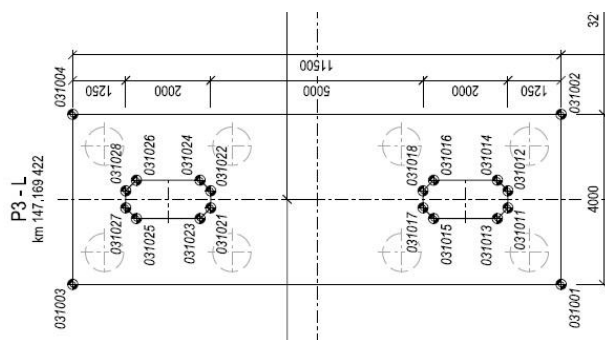
Toto zaměření bylo provedeno na SO216 pomocí GS18, jelikož jak bylo výše uvedeno, u pilot je povolena odchylka 100mm a u podkladního betonu 20mm. Zaměření jedné piloty probíhá zaměřením minimálně tří bodů na jejím obvodu. Tyto body se pomocí programu MicroStation spojí do kruhového tvaru a následně se vyhotoví elaborát s naměřenými odchylkami.

Podkladní beton se zaměřuje na rohových, případně lomových bodech. V tomto případě byl zaměřen na dříve vytyčených rozích, tudíž lze z naměřených hodnot lehce vyčíst, zda skutečné provedení nepřekročilo povolené odchylky. Porovnání nalezneme v tabulce 4.3 v příloze.

### 1.3.4 Vytyčení základu a dříků

Vytyčení základu proběhlo pomocí totální stanice. Ministerstvo dopravy (2016) připouští polohovou odchylku maximálně  $\pm 25\text{mm}$  a výškovou  $\pm 20\text{mm}$ . Toto vytyčení je znázorněno na objektu SO213 na pilíři P3 – L. Měření probíhalo polární metodou s volným stanoviskem (vypočteno pomocí místního bodového pole). Na obrázku 1.17 jsou uvedeny jednotlivé vytyčované body a půdorys pilíře P3 – L.

Vytyčeny byly rohy základu a následně i lomové body dříku. Tyto body byly ukotveny pomocí nástřelových hřebíků a následně pro lepší viditelnost, zvýrazněny sprejem. Kvalita vytyčení je vidět v tabulce 4.4 v příloze.



Obrázek 1.17: Základ + dříky na SO213 (200807\_SO213\_X01\_Pudorys\_čistopis)

### 1.3.5 Urovnání bednění a vytyčení výšek základu

Bednění lemuje dříve vytyčené rohové body základu. I když jsou tyto body vytyčeny s velkou přesností, stává se, že bednění není vždy perfektně svislé. Proto je nutno vždy před betonáží bednění kontrolovat a případně rovnat do vyhovující polohy.

Toto měření je znázorněno na OP2 objektu SO212. Pomocí ČSN 73 0420-1 (2002) byla stanovena mezní odchylka pro tento objekt na 15mm, proto bylo měření provedeno totální stanicí. Samotné měření začalo postavením stroje, jeho zhorizontováním a následným připojením na místní polohové bodové pole (výpočet volného stanoviska).

Bednění bylo urovnáno polární metodou pomocí **referenční přímky**. Jedná se o způsob měření či vytyčování, kdy je zvolen počáteční a koncový bod o známých

---

souřadnicích. Při měření se na monitoru zobrazuje rozdíl mezi polohou hranolu a referenční přímkou. Pokud je odsazení nulové, nachází se hranol na přímce (Štroner et al., 2017).

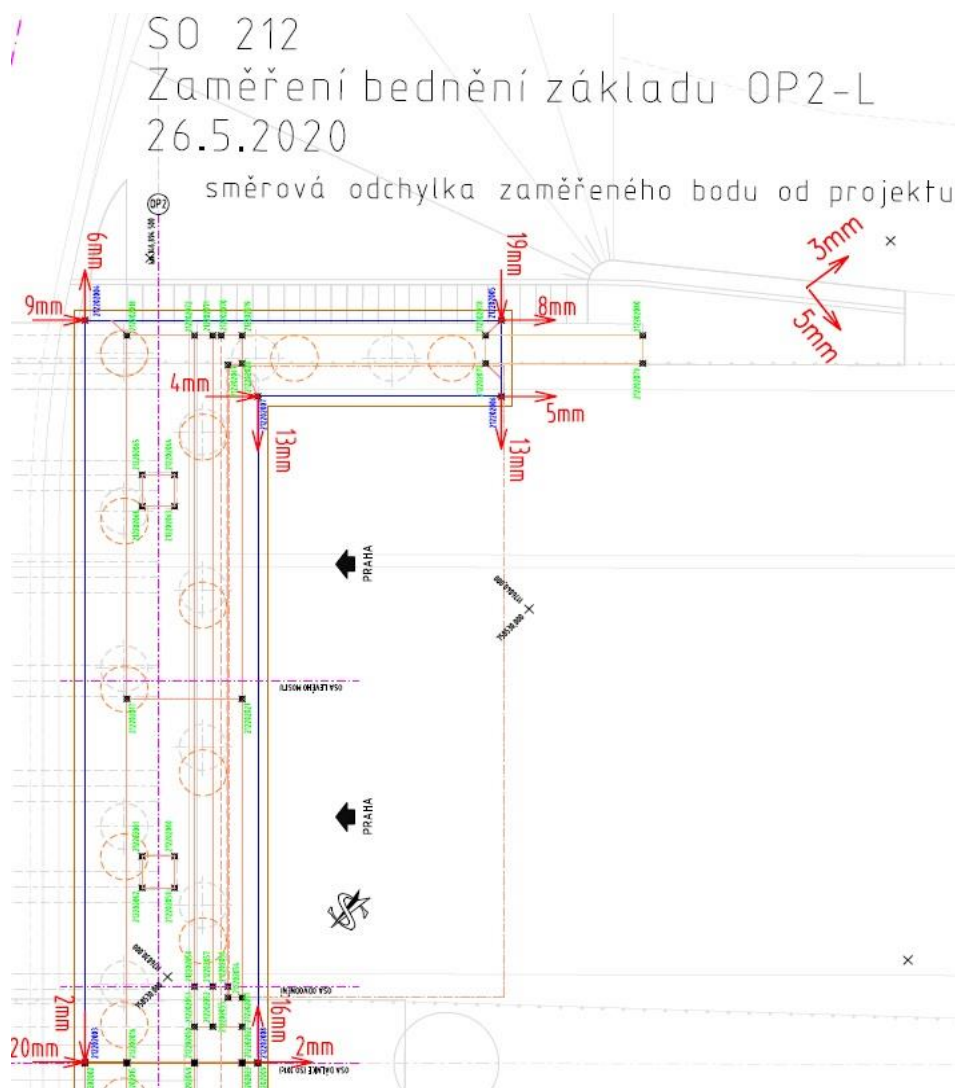
Počátečním a koncovým bodem jsou v tomto případě rohové body. Známe jejich polohu a vzájemnou vzdálenost, tudíž se při zaměření hranolu, který je umístěn na rohu bednění, zobrazí jak odsazení od linie, tak i vzdálenost od počátečního bodu. Pokud naměřené hodnoty přesahují povolenou odchylku 15mm, je třeba bednění urovnat.

Jelikož má bednění značný výškový přesah než budoucí výška betonu, je po urovňování bednění nutností tuto výšku vyznačit. Měření probíhá umístěním hranolu na roh bednění a následným odečtením naměřené nadmořské výšky hranolu od projektované nadmořské výšky betonu.

Na obrázku 1.18 je fotografie, která byla při tomto měření pořízena a na obrázku 1.19 vyhotovený protokol s odchylkami.



**Obrázek 1.18: Urovnávání bednění OP2 na objektu SO212 (vlastní)**



Obrázek 1.19: Protokol o urovnání bednění základu s odchylkami na objektu SO212 OP2-L (Doležal, 2020)

### 1.3.6 Zaměření skutečného provedení základu

Zaměření proběhlo na objektu SO212 OP2 – L pomocí totální stanice. Při tomto měření se zkoumá, zda souhlasí skutečné provedení vybetonovaného základu s jeho projektovanými rozměry. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 4.5 a 4.6 v příloze.

### 1.3.7 Vytyčení dříku

Vytyčení je stejné jako v kapitole 1.3.4 (včetně odchylek) pouze s tím rozdílem, že se vytyčuje do již vybetonovaného základu. U opěr se společně s dříkem vytyčují i křídla.

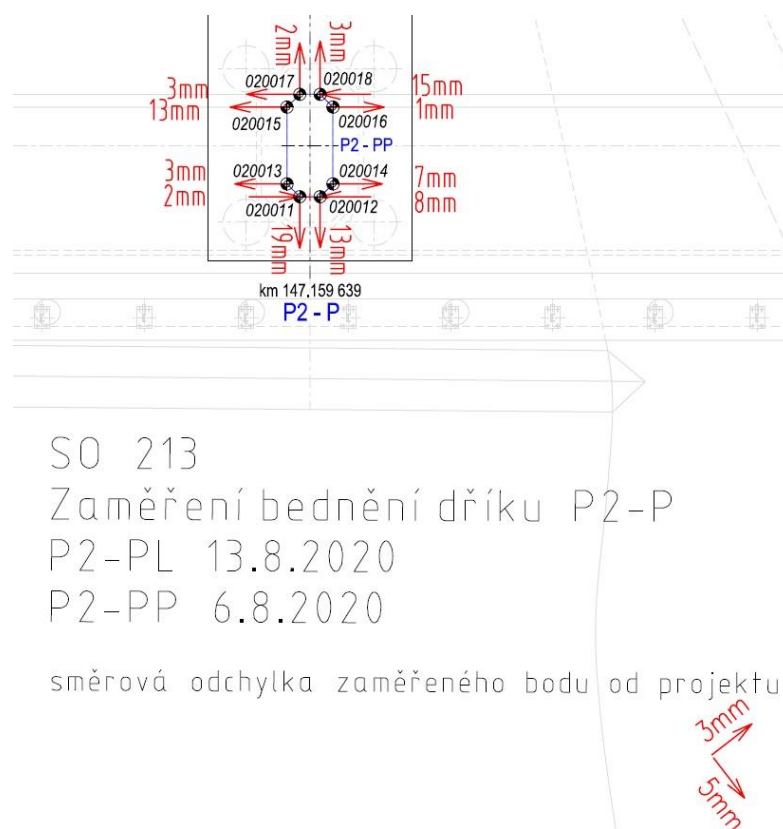
### 1.3.8 Urovnání bednění dříku a vytyčení výšek

Toto urovnání probíhá na stejném principu, jako urovnání bednění základu. Směrové odchýlení je stanoveno na  $\pm 25\text{mm}$  a výškové na  $\pm 10\text{mm}$  (Ministerstvo dopravy, 2016).

Po urovnání se opět určí nadmořské výšky, po které má být dřík vybetonován. Rozdílem oproti základu je vytyčení podložiskového bloku (kvůli vázání armatury). Vytyčuje se střed daného bloku, a jelikož se bod často nachází v mezeře mezi roxory již svázané armatury, je nutností tento bod odsadit (pomocí referenční přímky jsou na přilehlé roxory fixou vyznačeny osy).

V případě urovnání bednění dříku u opěr a jeho následném vybetonování přichází na řadu křídla, jejichž bednění se urovnává stejným způsobem, jako je uvedeno výše.

Na obrázku 1.20 je znázorněn protokol s odchylkami z měření na objektu SO213 P2 – PP.



**Obrázek 1.20: Protokol o urovnání bednění dříku na SO216 P2 – PP (Doležal, 2020)**

Do vybetonovaného dříku je poté potřeba ukotvit nivelační značky. V tomto případě jsou používány čepové nivelační značky, pomocí nichž je monitorováno sedání konkrétního objektu.

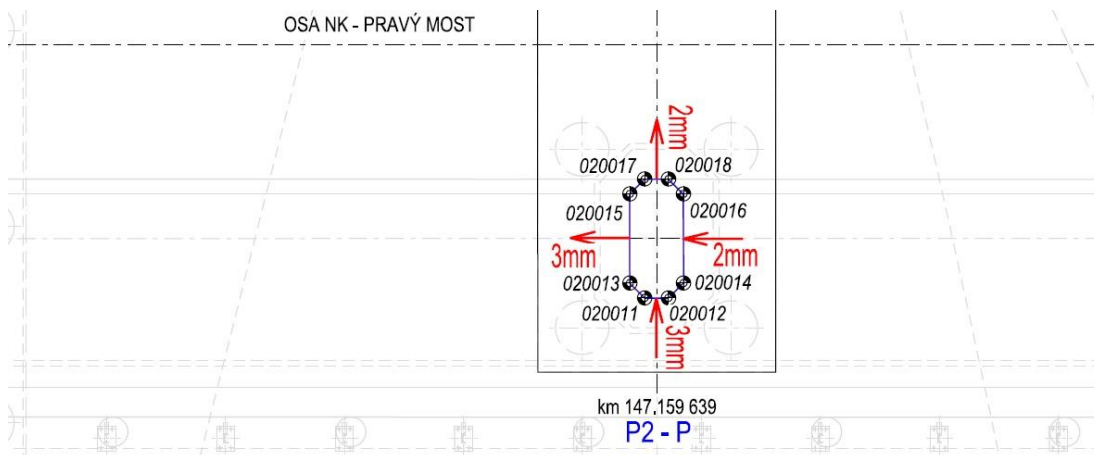
### 1.3.9 Zaměření skutečného provedení dříku (svislosti)

Měření opět probíhá pomocí totální stanice. Měří se veškeré lomové body nově vybetonovaného dříku, kvůli vyhotovení 3D vizualizace. Ministerstvo dopravy (2016) stanovuje mezní odchylku svislosti jako  $h/300$ , přičemž  $h$  značí výšku pilíře. Měření je



znázorněno na pilíři P2 – P na objektu SO213. Pilíř P2 – P je vysoký 8340mm z čehož vyplývá, že po vypočtení je odchylka stanovena na 28mm.

Cílem tohoto měření je zjistit, zda svislost dříku nepřekračuje povolené odchylky. Na obrázku 1.21 lze vidět protokol z tohoto měření i s výslednými odchylkami.



**Obrázek 1.21: Protokol o svislosti dříku P2 – P s odchylkami (Hvizdák a Šille, 2020)**

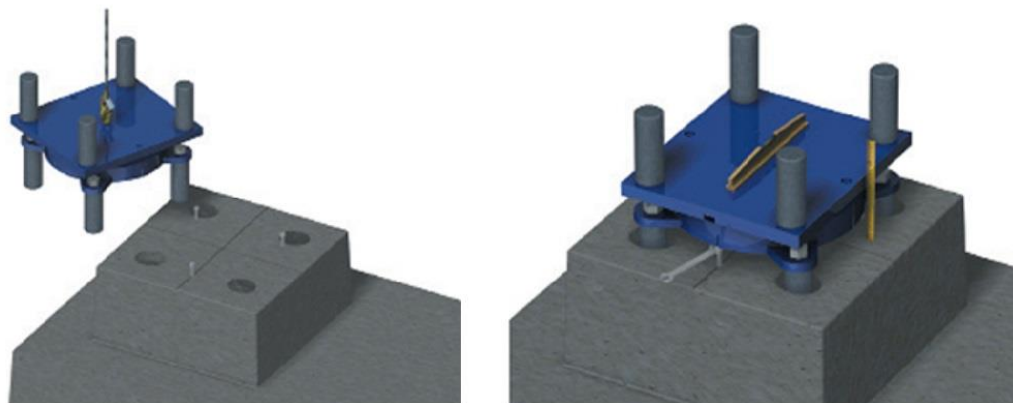
### 1.3.10 Zhotovení podložiskového bloku

Do této kapitoly jsou spojeny dvě měření, které se na položiskových blocích provádí. Prvním měřením se rozumí urovnání bednění podložiskového bloku, které probíhá na stejném principu jako urovnání uvedené v předchozích kapitolách a vytyčení ložiska – vytyčuje se střed. U objektu SO213 je směrová odchylka pro podložiskové bloky stanovena Ministerstvem dopravy (2016) na  $\pm 15\text{mm}$  a výšková na  $\pm 5\text{mm}$ .

Při druhém měření je již blok vybetonován a je potřeba ho kvůli dokumentaci zaměřit. Po zaměření skutečného provedení se na blok znovu vytyčuje střed, ale i osy ložiska, kvůli vyvrtání otvorů pro ložisko.

### 1.3.11 Usazení ložiska

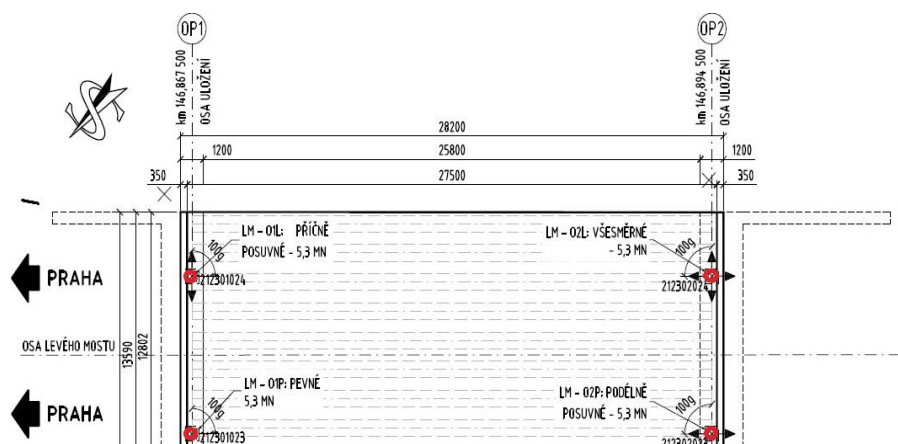
Ložiska mají na spodní a vrchní straně kotevní trny, proto jsou do podložiskového bloku vyvrtány výše zmíněné otvory, do kterých jsou tyto trny usazeny. Toto měření se opět provádí totální stanicí pomocí referenčních přímek. Ložisko má na sobě vyznačenou osu X a osu Y a přiložením odrazného hranolu na tyto osy zjistíme odchýlení od projektovaných os ložiska. ČSN EN 13670 (2010) stanovuje směrovou i výškovou odchylku na  $\pm 5\text{mm}$ , ovšem při usazování ložiska se na přesnost klade velký důraz, tudíž je snahou urovnat ložisko s přesností na milimetr. Na obrázku 1.22 lze vidět schéma ložiska s vyvrtanými otvory v bloku a následně usazené ložisko.



**Obrázek 1.22: Ložisko s vyvrtanými otvory v podložiskovém bloku a usazené ložisko (<http://www.freyssinet.cz>)**

Do této části výstavby dospěl pouze objekt SO212. Jak je výše v textu uvedeno, objekty SO213 a SO216 se nenachází k datu 19.3.2021 ve fázi, kdy jsou ložiska uložena.

Na obrázku 1.23 lze vidět ložiska na levém mostě na objektu SO212. V tabulce 4.7 v příloze lze poté vidět polohovou přesnost uložení ložisek a v tabulce 4.8 výškovou přesnost. V tabulce jsou uvedeny pouze projektované a vytyčené středy ložisek. Protokol o odchýlení od os nebyl objednatelem vyžadován, proto nebyl zhotoven.



**Obrázek 1.23: Ložiska na levém mostě objektu SO212 (\_307\_Výkres ložisek)**

### 1.3.12 Urovnání podpěrné konstrukce + nastavení výšek hlavic

Až po tuto kapitolu mají vybrané objekty podobný způsob výstavby. Objekt SO212 se na rozdíl od objektů SO213 a SO216 skládá pouze z opěr, tudíž u něj od této fáze probíhá výstavba odlišně.

Jak je uvedeno dále v textu, nosnou konstrukci objektu SO212 tvoří 10 nosníků. Bednění bylo v tomto případě umístěno mezi tyto nosníky. Nosné konstrukce objektů

---

SO213 a SO216 ovšem tvoří deskové konstrukce, pro jejichž bednění bude nutnost postavit podpěrnou konstrukci (= mostní skruž).

V obou případech budou využity pevné skruže. Stráský a Nečas (2007) uvádí, že pevné skruže jsou tvořeny buď lehkými stojkami, jež přímo podpírají bednění nebo stojkami a nosníky. Nutností u pevných skruží je řádné zavětrování a zajištění stability skruže. Tyto skruže se ukotvují do betonových panelů, na které jsou jednotlivé stojky vytyčeny podle projektu. Kromě polohy se vytyčuje i výška hlav podpěrné skruže, která se kvůli deformaci skruže a bednění a průhybu nosné konstrukce o několik milimetrů nadvyšuje. Na obrázku 1.24 lze vidět pevnou skruž a nosníky.



Obrázek 1.24: Pevná skruž se stojkami a nosníky (<http://www.lkmconsult.cz/>)

### 1.3.13 Vytyčení osy pro osazení bednění nosné konstrukce

Toto měření probíhá na již postavené mostní skruži pomocí totální stanice. Pomocí referenčních přímek se vytyčí osa mostu, podle které se poté na skruž umísťuje bednění nosné konstrukce. Tato činnost usnadňuje následné urovnání bednění.

### 1.3.14 Urovnání bednicích stolů + vytyčení výšek horní hrany NK a odvodňovačů

- Bednění na SO212

Jak je uvedeno v kapitole 2.2.1, objekt SO212 sestává z deseti nosníků. Tyto nosníky jsou nepřímo uloženy pomocí monolitického příčnicku, se kterým tvoří spojitou konstrukci.

Nejprve tedy bylo nutností na opěru vytyčit osy těchto nosníků. Po uložení nosníků do správné polohy následovalo vytyčení osy příčnicku. Bednění pro vybetonování nosné konstrukce tvořili nosníky, dřevěné desky, které byly vloženy do mezer mezi nosníky a křídla, jež byla připevněna na vnější nosníky (křídla tvoří okraje bednění).

---

Po těchto opatřeních bylo nutností překontrolovat, zda bednění splňuje požadované mezní odchylky, které byly stanoveny dle ČSN EN 13670 (2010) na 20mm (poloha) a 10mm (výška). Po překontrolování se vytyčily výšky horní hrany nosné konstrukce a středy odvodňovačů.

Na obrázku 1.25 lze vidět nosnou konstrukci objektu SO212 zespoda.



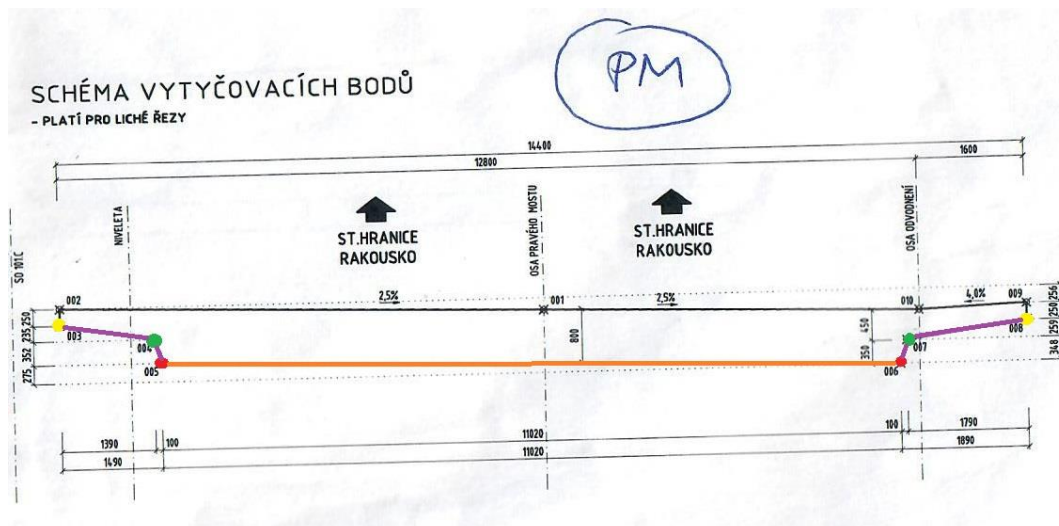
**Obrázek 1.25: Nosná konstrukce objektu SO212 (vlastní)**

- Bednění na SO213 a SO216

Na objektech SO213 a SO216 budou formu pro vylití betonu tvořit bednicí stoly. Projekt na tyto objekty zatím není vyhotoven, proto je jako příklad pro lepší představu použit projekt z jiného objektu dálnice. Jedná se o objekt SO217, který se svou stavbou a vlastnostmi těmto objektům velice podobá.

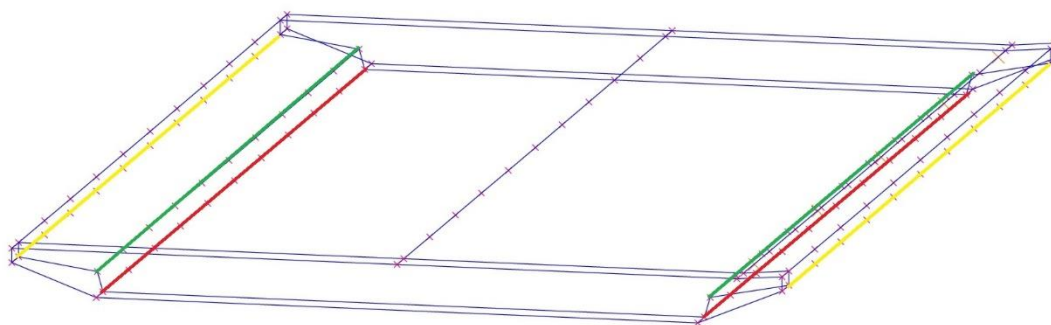
Urovnávání bednění proběhne opět totální stanicí pomocí referenčních přímek, jelikož na objektech SO213 a SO216 je dle ČSN EN 13670 (2010) směrová odchylka  $\pm 15\text{mm}$  a výšková  $\pm 10\text{mm}$ .

Kompletní bednění mostovky lze rozdělit na dvě části. První částí je podlaha a tou druhou bednicí stoly. Na obrázku 1.26 lze vidět příčný řez mostovky pravého mostu na objektu SO217. Bednicí stoly jsou znázorněny fialovou barvou a podlaha oranžovou. Barvy jednotlivých lomových bodů navazují na obrázek 1.27.



**Obrázek 1.26: Příčný řez mostovkou pravého mostu na objektu SO217 (190904\_SO-217\_X03\_Podelny\_rez\_mostovka)**

Na obrázku 1.27 je vidět 3D model mostovky pravého mostu na objektu SO217. Lze vidět jednotlivé projektované body, které jsou od sebe vzdáleny v pravidelných intervalech a pro lepší orientaci i barevně odlišené referenční přímky.



**Obrázek 1.27: Model mostovky pravého mostu na objektu SO217 (Hvizdák, 2020)**

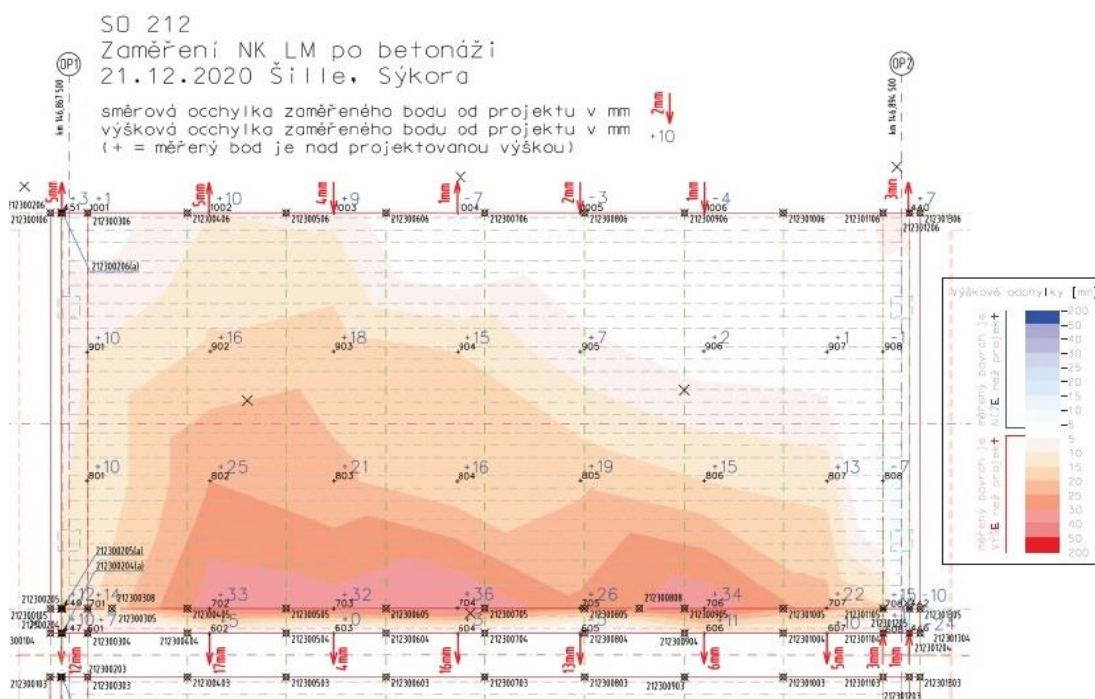
Bednicí stoly jsou prostorově formovatelné. Při jejich urovnávání je nutné dostat je současně do požadovaného tvaru a do správné polohy, proto je tato činnost časově náročnější. Při urovnávání bednicích stolů je nejnázší začínat směrem odspoda. To znamená nejprve dostat do správné polohy spodek bednicího stolu (do červené přímky). Poté přichází na řadu lomový bod bednění, jenž je třeba dostat do polohy zelené přímky. A posledním krokem je nastavit křídlo stolu (prostor mezi zelenou a žlutou čarou) do správné výšky. Jelikož mají křídla větší přesah než je konec mostovky, jsou body, pomocí kterých se měří aktuální výška stolu rovnou vytyčeny a vyznačeny na stůl pomocí fixy. K těmto bodům je napsána i výška horní hrany nosné konstrukce.

Po urovnávání stolů přichází na řadu podlahy. U podlahy se kontroluje pouze její výška. Pokud je bednění urovnáno a nepřekračuje požadované odchylky, následuje vytyčení odvodňovačů.

### 1.3.15 Zaměření skutečného provedení nosné konstrukce (hypsometrie)

Hypsometrie umožňuje rychlou výškovou orientaci, podává přehled o výškovém uspořádání a vyvolává i prostorovou představu.“ (Čapek et al., 1992)

Toto měření probíhá pomocí totální stanice tím způsobem, že se projektované body zaměřují přes funkci vytyčení. Děje se tak z toho důvodu, že při vyhodnocování tohoto měření jsou naměřené body ve stejné poloze jako body projektované. Díky tomu poté lze jednoduše porovnat pouze výšky těchto bodů. Na obrázku 1.28 lze vidět protokol z měření na objektu SO212.



Obrázek 1.28: Hypsometrie na objektu SO212 (Šille a Sýkora, 2020)

### 1.3.16 Vybavení mostu

Mostním vybavením se rozumí souhrnně zbylé konstrukce jako vozovka a izolace, okraje mostu, římsy, zádržné systémy (svodidla), zábradlí, protihlukové stěny či odvodňovací, osvětlovací nebo revizní zařízení (Karmazínová et al., 2010).

Do této fáze výstavby se žádný z vybraných objektů k datu 19.3.2021 nedostal, proto bude pouze zmíněno na konkrétním objektu (SO212), jaké vybavení bude obsahovat.

---

Na objektu SO212 je navržena dvouvrstvá vozovka celkové tloušťky 85mm a ochranná izolace z asfaltové směsi MA 11 IV. Okraje mostu budou tvořeny monolitickými železobetonovými římsami, na nichž budou umístěny ocelová svodidla. Protihluková stěna v tomto případě nebyla navržena.

### **1.3.17 Odevzdání mostu**

Po dokončení výstavby vybraných objektů, bude nutností tyto stavby odevzdat objednateli. Podkladem k tomuto učinění bude dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS).

DSPS musí podle vyhlášky č. 499/2006 Sb. obsahovat průvodní zprávu, souhrnnou technickou zprávu, situační výkresy a výkresovou dokumentaci. Částí DSPS je i geodetická dokumentace skutečného provedení stavby (GDSPS), která sestává taktéž z průvodní zprávy, seznamu souřadnic a výšek, náčrtu vyhotoveného podle potřeby ve vhodném měřítku a z digitálního zpracování výkresu.

## 2 Metodika

### 2.1 Cíl práce

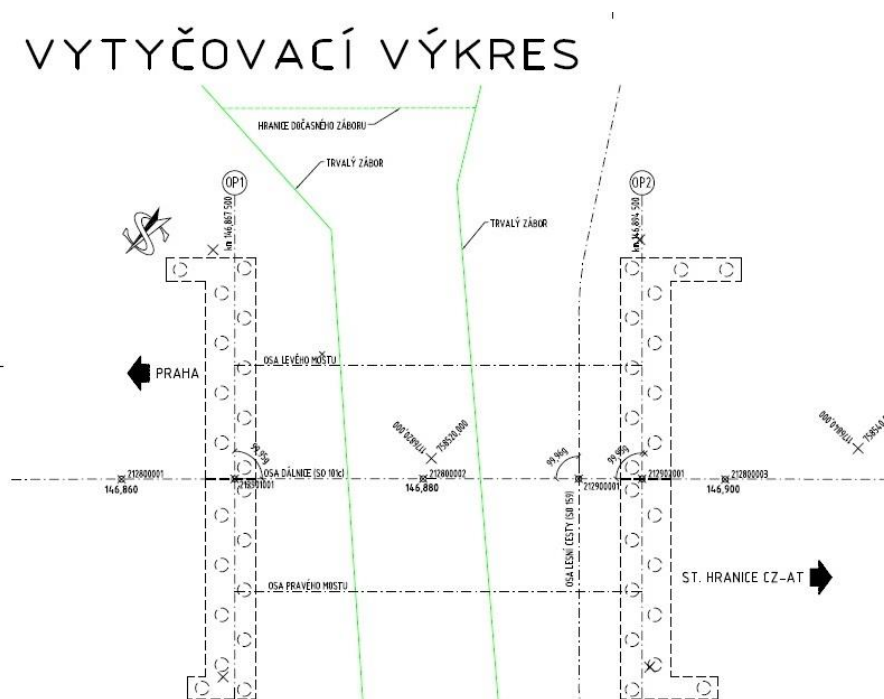
Tato práce se zabývá dvěma cíli. Prvním cílem bylo přeměřit a zkontrolovat souřadnice vybraných bodů základní vytyčovací sítě, které byly zřízeny na začátku výstavby dálnice D3 v úseku 0310/II Hodějovice – Třebonín firmou TKPgeo a druhým cílem bylo porovnat aktuální transformační klíč S-JTSK18 s předchozím klíčem S-JTSK13.

### 2.2 Materiál

#### 2.2.1 SO212

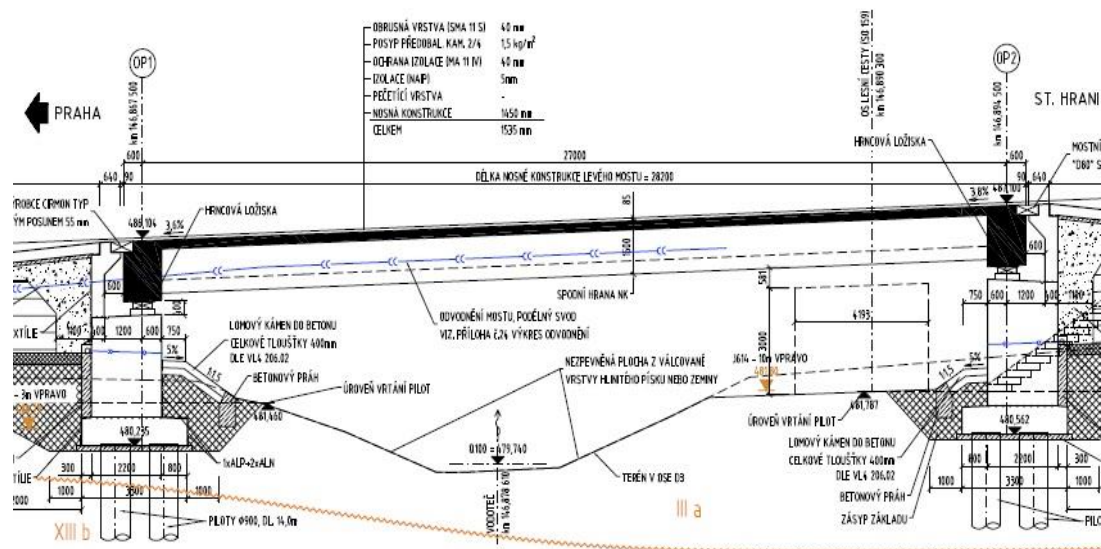
Tento objekt se nachází v trase dálnice D3 v km 146,880. Jde o mostní objekt, který je tvořen dvěma samostatnými nosnými konstrukcemi – každá pro jeden pás dálnice. Opěry (OP1 a OP2) jsou masivní, železobetonové s rovnoběžnými železobetonovými křídly. Obě tyto konstrukce jsou založené hlubinně, na velkopřůměrových vrtaných pilotách. Konstrukce je spřažena z podélných, předem předpjatých tyčových prefabrikátů a desky mostovky. Nosnou konstrukci tvoří deset prostých trámových nosníků, které jsou kolmé a uloženy pomocí příčnicku na hrncových ložiskách.

Funkcí tohoto mostu je přemostit občasnou vodoteč (výpust rybníka) a lesní cestu, kterou kříží pod úhlem 90°. Most je dlouhý 42,025m, přičemž délka přemostění činí v ose dálnice 25,8m (Kohút, 2019). Na obrázku 2.1 je znázorněn půdorys tohoto objektu a na obrázku 2.2 jeho podélný řez.



Obrázek 2.1: Půdorys objektu SO212 (103\_Vytyčovací výkres)



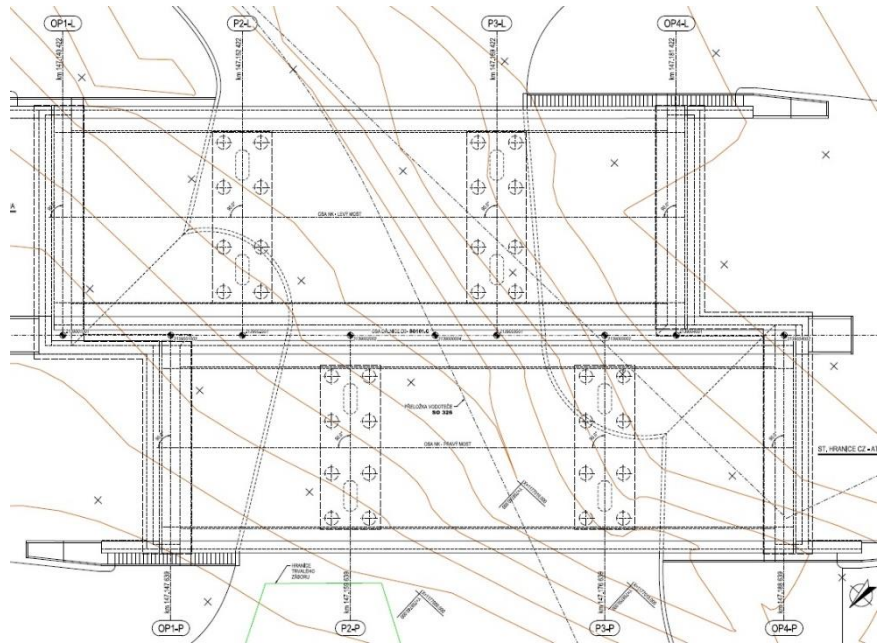


Obrázek 2.2: Podélný řez objektu SO212 (403\_Přehledný výkres\_Podelné řezy)

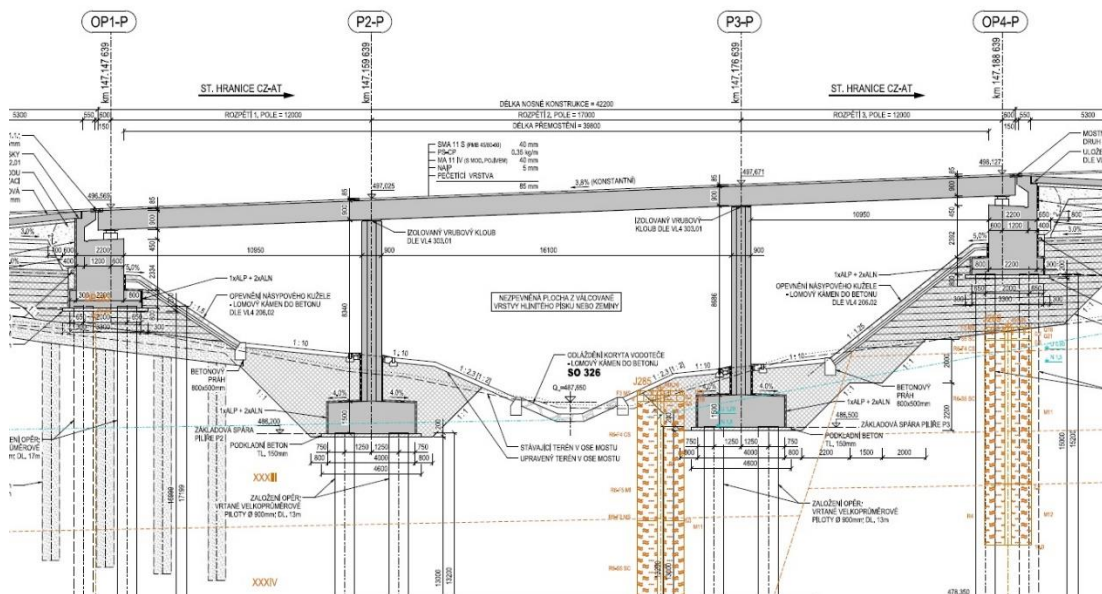
## 2.2.2 SO213

Tento objekt se nachází v trase dálnice D3 v km 147,165. Jedná se o mostní objekt, který se skládá ze dvou masivních tížných opěr s rovnoběžnými křídly a z vnitřních podpěr. Podpěry tvoří vždy dvojice obdélníkových pilířů se zkosenými rohy. Tento most je založen hlubinně, na vrtaných velkopřůměrových pilotách a je tvořen ze dvou samostatných nosných konstrukcí (každá pro jeden pás dálnice). Má spojitou deskovou konstrukci o třech polích z předpjatého betonu. U opěr je uložení kolmé na hrncových ložiscích. U vnitřních pilířů také kolmé, ovšem na vrubových kloubech.

Tento most přemostňuje údolí s lokálním biokoridorem a přeložku bezejmenné vodoteče, kterou kříží pod úhlem cca 65°. Most je dlouhý 51,10m, ovšem v ose dálnice přemostňuje vzdálenost 32,58m (Petr, 2020). Na obrázku 2.3 je znázorněn půdorys tohoto objektu a na obrázku 2.4 jeho podélný řez.



Obrázek 2.3: Půdorys objektu SO213 (SO213\_405\_Vytyčovací schéma\_čistopis)

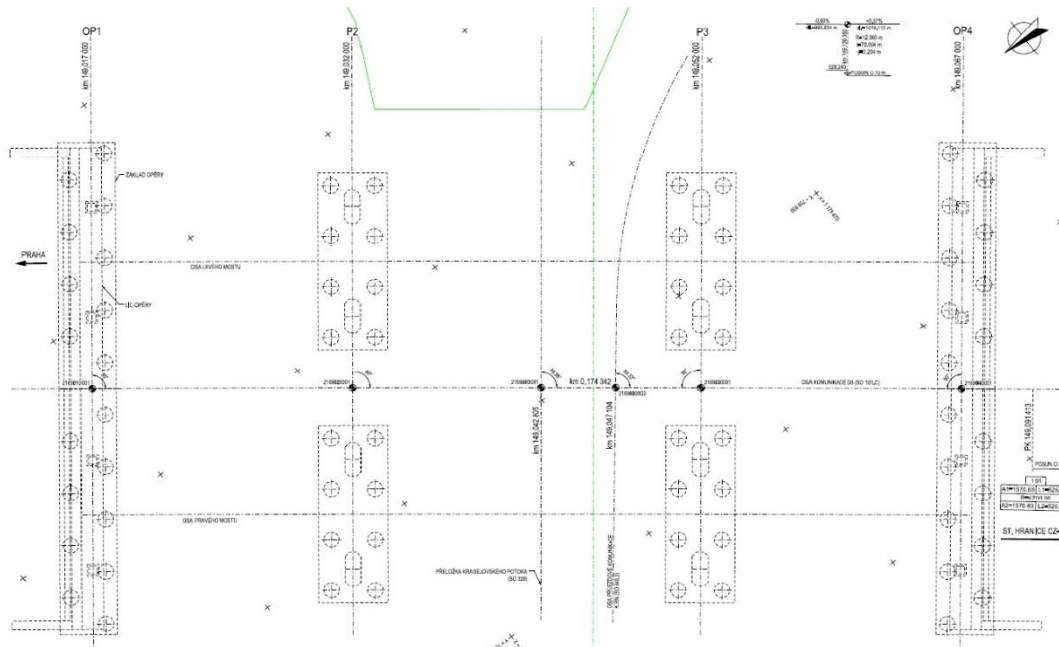


Obrázek 2.4: Podélný řez objektu SO213 (SO213\_X02\_2\_Podélný řez\_pravý most\_čistopis)

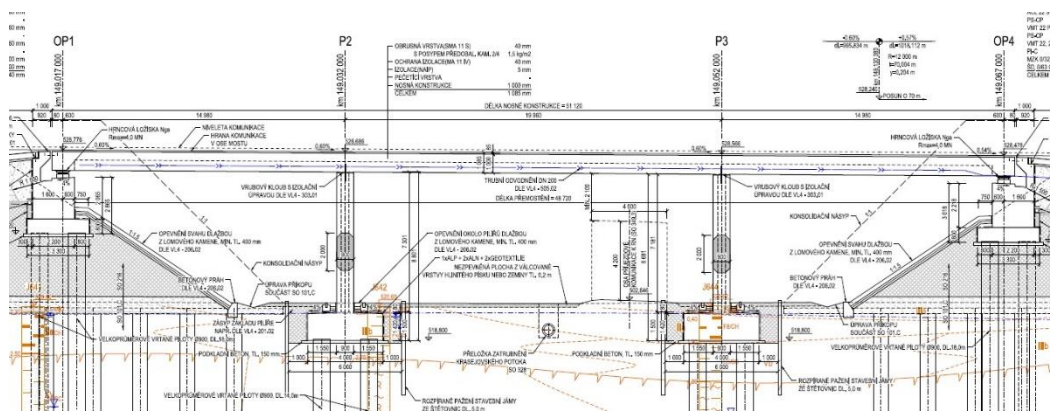
### 2.2.3 SO216

Jedná se o mostní objekt, který se nachází v trase dálnice D3 v 149,042km. Je tvořen dvěma samostatnými nosnými konstrukcemi (každá pro jeden pás dálnice) a je opět založen na vrtaných velkopřůměrových pilotách. Sestává z masivních, tížných opěr s rovnoběžnými křídly a z vnitřních podpěr, které tvoří dvojice obdélníkových pilířů se zkosenými rohy. Má spojitou deskovou konstrukci, která je uložena na opěrách kolmo na hrncových ložiscích a na vnitřních pilířích kolmo pomocí vrubových kloubů.

Tento most přemostňuje mělké údolí s přeložkou zatrubněného Krasejovského potoka a lokálním biokoridorem. S Krasejovským potokem se tento most kříží pod úhlem 90°. Přemostňuje vzdálenost 48,80m a jeho celková délka činí 59,30m (Göringer, 2019). Na obrázku 2.5 je vidět půdorys tohoto objektu a na obrázku 2.6 podélný řez.



Obrázek 2.5: Půdorys objektu SO216 (190904\_SO-216\_507\_Vytyc\_schema)



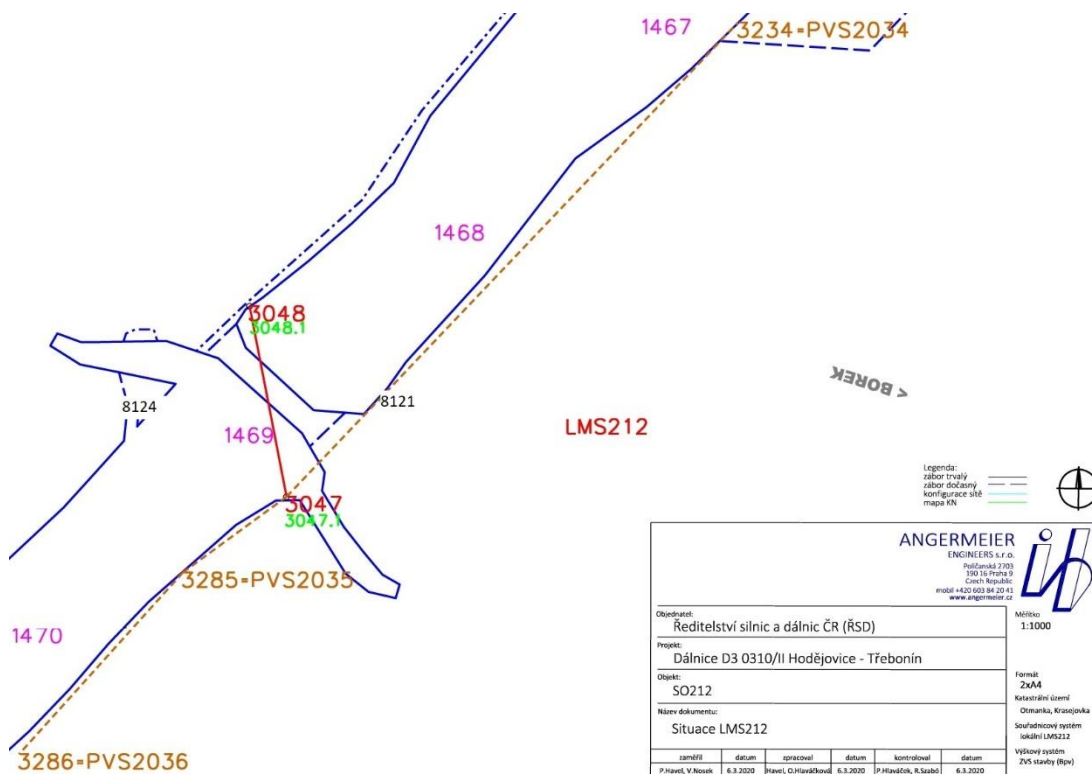
Obrázek 2.6: Podélný řez objektu SO216 (190904\_SO-216\_X02\_Podélný\_řez)

### 2.2.4 Bodová pole na vybraných objektech

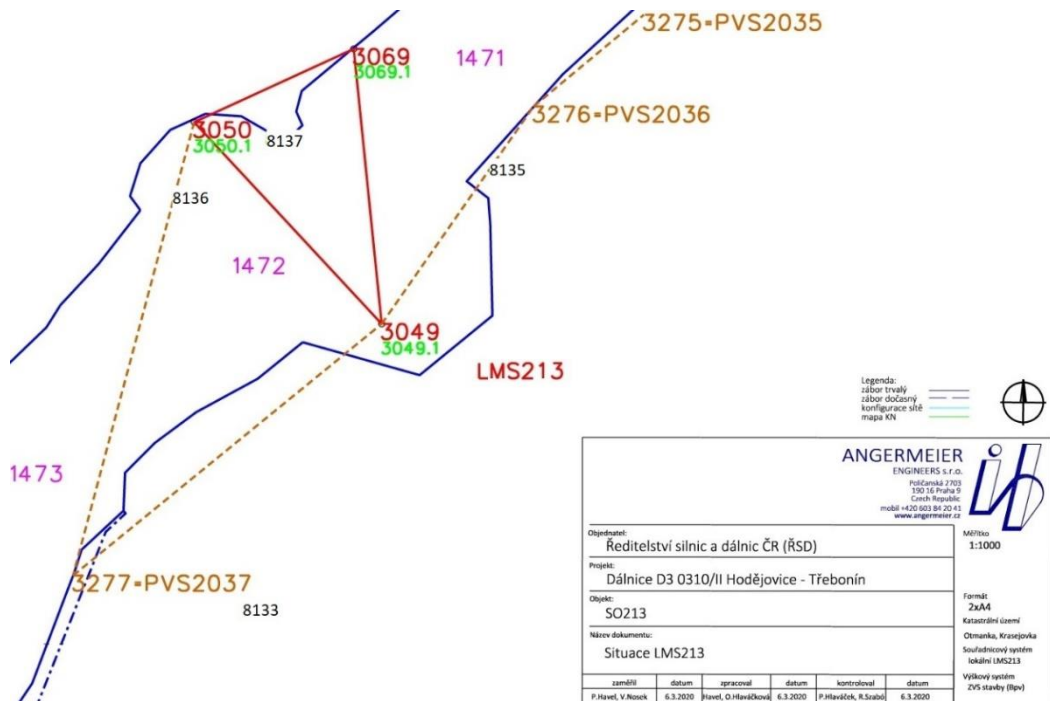
Bodová pole sestávají z bodů základní vytyčovací sítě, které lemují celý úsek dálnice se stometrovými rozestupy a z bodů lokální měřické sítě. Zpočátku byly body lokální měřické sítě tvořeny plastovými odraznými hranoly, jež byly upevněny na zatlučeném roxoru. V roce 2020 však byly kvůli větší odolnosti vůči deformacím zhotoveny betonové pilíře. Tyto pilíře mají na vrchu závit, na který lze přišroubovat odrazný hranol.

Aby se ovšem při každém měření nemusel na pilíř odrazný hranol osazovat, byly na pilíře nalepeny odrazné štítky, pro urychlení měření.

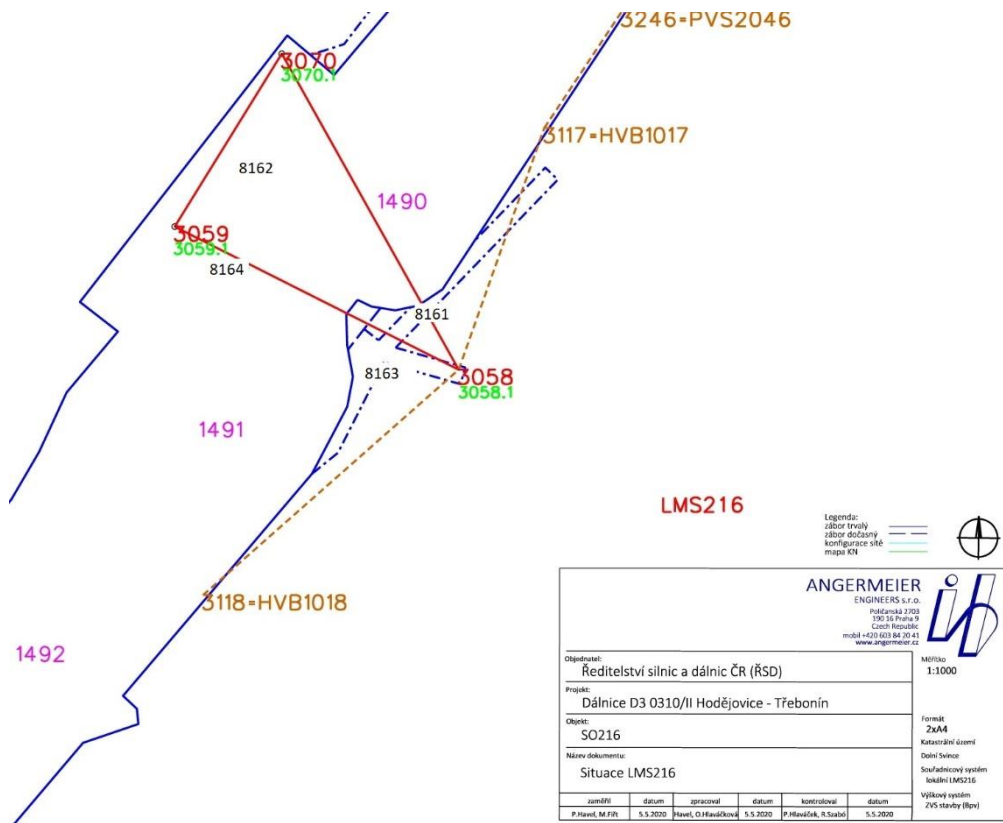
Na obrázcích 2.7, 2.8 a 2.9 lze vidět bodová pole na jednotlivých objektech. Body základní vytyčovací sítě jsou značeny hnědým písmem, plastové odrazné hranoly černým písmem a pilíře písmem červeným (zelené značí číslo odrazného štítku).



Obrázek 2.5: Podrobné bodové polohové pole na objektu SO212 (Havel a Hlaváčková, 2020)



Obrázek 2.6: Podrobné bodové polohové pole na objektu SO213 (Havel a Hlaváčková, 2020)



Obrázek 2.7: Podrobné bodové polohové pole na objektu SO216 (Havel a Hlaváčková, 2020)

---

## 2.3 Metody

### 2.3.1 Revize převzatých souřadnic

Na začátku výstavby dálnice D3 v úseku 0310/II Hodějovice – Třebonín byly v roce 2018 vybudovány body základní vytyčovací sítě (ZVS) firmou TKPgeo, která poté určila jejich souřadnice (v S-JTSK).

Body ZVS je nutné kvůli možným deformacím kontrolovat a ověřovat jejich souřadnice. Kontrola těchto bodů proběhla v roce 2019 a 2020.

V roce 2019 proběhlo měření pomocí GS18 v režimu RTK s délkou observace pět minut na bodě (polohová odchylka byla stanovena na 1,5cm). Výškové rozdíly mezi jednotlivými body byly změřeny pomocí nivelace přístrojem Leica LS15. Nivelací bylo nejdříve ověřeno připojení některých bodů ZVS na ČSNS (české státní nivelační síť). Při zjištění většího rozdílu než 1,5mm bylo měření opakováno. Na základě výsledků byly body zkontrolovány a u některých byla navržena změna výšky.

V roce 2020 proběhlo měření opět přístrojem GS18 v režimu RTK s pětiminutovým intervalem observace na bodě, ovšem tentokrát byl každý bod pro větší přesnost měřen 3x. Každé měření bylo kvůli různé konstelaci družic v určitou denní dobu provedeno v odlišné části dne a zároveň ve třech odlišných dnech. První měření proběhlo ráno, druhé dopoledne a třetí odpoledne. Z těchto měření byl následně vypočítán aritmetický průměr, který se porovnal se souřadnicemi od firmy TKPgeo. Výšky bodů byly opět určeny nivelací, pomocí přístroje Leica LS15 stejným způsobem jako v roce 2019.

### 2.3.2 Porovnání S-JTSK18 a S-JTSK13

Tabara (2019) uvádí, že dne 1.7.2012 byly uvolněny do praxe převodní tabulky 1202, ze kterých vycházel transformační klíč S-JTSK13. Podle těchto tabulek byly transformovány souřadnice mezi ETRS89 a S-JTSK. Oficiálně se mohl používat do 30.6.2018, ovšem už 1.1.2018 vstoupil v platnost aktuálně používaný transformační klíč S-JTSK18, který vychází z převodních tabulek 1710.

Pro porovnání těchto klíčů (obou verzí tabulek) proběhla měření na zvolených bodech, jenž se nachází na bodových polích vybraných objektů. Body byly změřeny pomocí GS18 v režimu RTK s délkou observace 5 minut na každém bodě. Každý bod byl nejprve změřen pomocí S-JTSK13 a poté pomocí S-JTSK18.

Tyto naměřené hodnoty byly následně porovnány, tím způsobem, že byly souřadnice S-JTSK18 odečteny od souřadnic S-JTSK13.

---

### 3 Výsledky a diskuse

#### 3.1 Revize převzatých souřadnic

V tabulce 3.1 lze vidět body ZVS, které se nachází na bodových polích vybraných objektů se souřadnicemi, jež byly určeny firmou TKPgeo.

**Tabulka 3.1: Souřadnice ZVS měřené firmou TKPgeo (TKPgeo, 2018)**

Číslo bodu	Souřadnice měřených bodů		
	Y [m]	X [m]	Z [m]
1017	759846,001	1178393,764	522,878
1018	759963,844	1178554,959	522,732
2034	758359,298	1176693,708	482,125
2035	758549,610	1176881,919	485,336
2036	758656,177	1176987,382	488,846
2037	758807,290	1177140,977	506,825

V tabulce 3.2 lze vidět naměřené hodnoty z roku 2019. Z tabulky je patrné, že u bodů 2035 a 2036 došlo ke zdvihu, proto byla nadmořská výška u těchto bodů aktualizována.

**Tabulka 3.2: Hodnoty z měření bodů ZVS v roce 2019 (Kuc a Havel, 2019)**

Číslo bodu	Souřadnice měřených bodů		
	Y [m]	X [m]	Z [m]
1017	759846,001	1178393,764	522,878
1018	759963,844	1178554,959	522,732
2034	758359,298	1176693,708	482,125
2035	758549,610	1176881,919	<b>485,340</b>
2036	758656,177	1176987,382	<b>488,849</b>
2037	758807,290	1177140,977	506,825

V tabulce 3.3 lze vidět hodnoty z ranního měření, v tabulce 3.4 z dopoledního měření a v tabulce 3.5 z odpoledního měření.

**Tabulka 3.3: Hodnoty z ranního měření bodů ZVS v roce 2020 (vlastní)**

Číslo bodu	Souřadnice měřených bodů		
	Y [m]	X [m]	Z [m]
1017	759846,005	1178393,765	522,870
1018	759963,842	1178554,960	522,732
2034	758359,312	1176693,710	482,099
2035	758549,648	1176881,920	485,360
2036	758656,175	1176987,403	488,838
2037	758807,298	1177140,983	506,792

**Tabulka 3.4: Hodnoty z dopoledního měření bodů ZVS v roce 2020 (vlastní)**

Číslo bodu	Souřadnice měřených bodů		
	Y [m]	X [m]	Z [m]
1017	759846,001	1178393,770	522,868
1018	759963,849	1178554,967	522,729
2034	758359,297	1176693,704	482,112
2035	758549,560	1176881,921	485,319
2036	758656,176	1176987,380	488,831
2037	758807,305	1177140,975	506,799

**Tabulka 3.5: Hodnoty z odpoledního měření bodů ZVS v roce 2020 (vlastní)**

Číslo bodu	Souřadnice měřených bodů		
	Y [m]	X [m]	Z [m]
1017	759845,999	1178393,762	522,878
1018	759963,839	1178554,945	522,741
2034	758359,290	1176693,710	482,101
2035	758549,622	1176881,922	485,299
2036	758656,185	1176987,373	488,860
2037	758807,299	1177140,977	506,815

Jak je výše uvedeno, z těchto naměřených hodnot byl vypočítán aritmetický průměr. Ten lze vidět v tabulce 3.6.

**Tabulka 3.6: Aritmetický průměr z měření bodů ZVS v roce 2020 (vlastní)**

Číslo bodu	Souřadnice měřených bodů		
	Y [m]	X [m]	Z [m]
1017	759846,002	1178393,766	522,872
1018	759963,843	1178554,957	522,734
2034	758359,300	1176693,708	482,104
2035	758549,610	1176881,921	485,326
2036	758656,179	1176987,385	488,843
2037	758807,301	1177140,978	506,802

Naměřené hodnoty bodů nepřesáhly maximální povolenou polohovou odchylku 1,5cm, tudíž nebyl důvod tyto souřadnice aktualizovat. K překročení došlo pouze u výškové odchylky (1,5mm) u bodů 1017, 1018, 2036 a 2037, proto bylo doporučeno tyto výšky aktualizovat. Tabulka 3.7 znázorňuje výsledné souřadnice bodů ZVS.



**Tabulka 3.7: Hodnoty z měření bodů ZVS v roce 2020 (vlastní)**

Číslo bodu	Souřadnice měřených bodů		
	Y [m]	X [m]	Z [m]
1017	759846,001	1178393,764	<b>522,876</b>
1018	759963,844	1178554,959	<b>522,734</b>
2034	758359,298	1176693,708	482,125
2035	758549,610	1176881,919	485,340
2036	758656,177	1176987,382	<b>488,850</b>
2037	758807,290	1177140,977	<b>506,827</b>

- Diskuze

V tabulce 3.8 lze vidět odchýlení naměřených hodnot z roku 2020 od hodnot, jež byly v roce 2018 naměřeny firmou TKPgeo.

**Tabulka 3.8: Odchýlení naměřených hodnot bodů z revize (2020)  
od hodnot původních (vlastní)**

Číslo bodu	Odchylky bodů (Ar.průměr 2020 – TKPgeo)		Polohová souřadnicová odchylka
	$\Delta Y$ [m]	$\Delta X$ [m]	$\delta$ [m]
1017	0,001	0,002	0,002
1018	-0,001	-0,002	0,002
2034	0,002	0,000	0,002
2035	0,000	0,002	0,002
2036	0,002	0,003	0,004
2037	0,011	0,001	0,011

Tyto odchylky mohly být způsobeny mnoha důvody. Vyhláška č. 31/1995 Sb. uvádí, že pro měření pomocí metody RTK je podmínkou pro dosažení uspokojivých výsledků naměřit minimálně 5 záznamů. Jak je výše uvedeno, doba observace na jednom bodě byla prováděna po dobu pěti minut. Pro každou observaci bylo nastaveno zaznamenání hodnot každých 5 sekund, což znamená, že po dokončení měření bylo těchto záznamů pro každý bod 60.

Vyhláška č. 31/1995 Sb. dále zmiňuje, že opakovaná měření pomocí GNSS přijímače musí být nezávislá (musí být provedena při nezávislém postavení družic). To znamená, že opakovaná měření nesmí být provedena v čase, který se vůči času ověřovaného měření nachází v intervalu  $\langle -1 + n.k; n.k + 1 \rangle$  hodin, přičemž  $k$  značí počet dní a  $n$  = přibližně 24h. Tato podmínka byla taktéž dodržena, jelikož jednotlivá měření proběhla s odstupem minimálně dvou dnů a každé proběhlo v jinou denní dobu.

---

Tabara (2019) například tvrdí, že je při měření důležité předcházet veškerým možným překážkám a vlivům, které by mohly měření poškodit. To znamená zákryty a překážky, které způsobují roztržštění nebo úplnou ztrátu signálu. Tato podmínka u některých bodů dodržena nebyla. Může za to fakt, že body ZVS se musí nacházet v trvalém záboru dálnice, a zároveň nesmí zabraňovat její výstavbě, proto se nacházejí po stranách dálnice. Tento úsek dálnice prochází několika lesy, proto se v bezprostřední blízkosti u některých bodů ZVS nachází stromy, jejichž koruny mohou signál rušit.

Jak je uvedeno v kapitole 1.2.2, Rapant (2002) uvádí, že k určení polohy je zapotřebí přijmout signály nejméně ze čtyř družic. Při měřeních byl GNSS přijímač vždy připojen minimálně na 14 družic, což je naprosto dostačující.

Burian (2009) tvrdí, že dalším faktorem na měření mohl být i provozovatel systému GPS. Je tím myšlen hlavně stav družic, konkrétně odchýlení družice od svého směru, čímž dojde k vysílání chybných dat. V době měření ovšem provozovatel GPS žádnou chybu nehlásil.

Na měření mohla mít velký vliv i svislost GNSS přijímače. Přístroj GS18 v sobě sice má zabudován kompenzátor náklonu, ten byl ovšem pro toto měření vypnut. Svislost je v tomto případě velmi důležitým aspektem, jelikož byla pro měření použita dvoumetrová výtyčka. Proto může mít jakékoliv vyklonění GS18 ze svislice na měření zásadní vliv. Při měření byl však GS18 zajištěn pomocí stojánku na výtyčku. Na měření mohly mít vliv i povětrnostní podmínky, protože vítr může aparaturu ze svislice snadno vyklonit. Během měření ovšem bylo bezvětří, tudíž chyba způsobena vykloněním přístroje ze svislé polohy byla eliminována.

K výsledným odchýlkám ovšem mohlo dojít i ze strany geodetických bodů a to hlavně posunem. Posunem se rozumí změna polohy objektu v prostoru vzhledem k poloze původní, nebo k poloze, jež byla naměřena v předchozím měření (Procházka, 2018). Hánek (2014) uvádí, že k posunu může dojít jak v horizontálním směru (ve vodorovné rovině) tak i ve směru vertikálním (pokles či zdvih).

Z předchozích tabulek je zřejmé, že u body ZVS podléhají spíše posunům vertikálním. Pro lepší orientaci byla vytvořena tabulka 3.9, kde lze vidět změny výšek v průběhu času.

**Tabulka 3.9: Tabulka se změnami výšek v průběhu času (vlastní)**

Číslo bodu	Z [m] 2018	Z [m] 2019	Z [m] 2020	$\Delta Z$ [m]
1017	522,878	522,878	<b>522,876</b>	-0,002
1018	522,732	522,732	<b>522,734</b>	0,002
2034	482,125	482,125	482,125	0,000
2035	485,336	<b>485,340</b>	485,340	0,004
2036	488,846	<b>488,849</b>	<b>488,850</b>	0,004
2037	506,825	506,825	<b>506,827</b>	0,002

Z tabulky 3.9 je patrné, že pokud byl bod posunut, došlo ve většině případů ke zdvihů. K poklesu došlo pouze u bodu 1017.

Tyto odchylky ovšem mohly být způsobeny chybou při nivelaci. Böhm et al. (1979) dělí tyto chyby na hrubé chyby a omyly a nevyhnutelné chyby. Hrubými chybami a omyly je myšleno zejména špatné čtení na lati, posun nivelační podložky a opomenutí urovnání přístroje. Špatné čtení na lati musíme ovšem rovnou vyloučit, jelikož byl použit digitální nivelační přístroj a lat' s čárovým kódem. Nevyhnutelné chyby Böhm et al. (1979) dále dělí na chyby náhodné a systematické. Náhodnou chybou je například chyba z nepřesného urovnání přístroje, chyba ze změny výšky přístroje a latě nebo třeba nekolmost latě při měření. Mezi chyby systematické se řadí například vliv zakřivení Země, nevodorovnost záměrné přímky nebo vliv teplotních změn na přístroj a latě. Vlivem teplotních změn na nivelaci se mimochodem zabývá ve své práci Mišík (2013) a konstatuje, že teplota na nivelaci příliš velký vliv nemá.

Nicméně všechny výše zmíněné chyby byly vyvráceny skutečností, že po dokončení všech nivelačních měření nebyla výsledná odchylka u žádného z těchto měření větší než dvě desetitisíciny milimetru, přičemž mezní odchylkou je 1,5 milimetru.

### 3.2 Porovnání S-JTSK18 a S-JTSK13

Pro toto měření byly vybrány stejné body, jako v předchozím případě. V tabulce 3.10 lze vidět hodnoty, které byly naměřeny pomocí transformačního klíče S-JTSK13.

**Tabulka 3.10: Souřadnice určené pomocí S-JTSK13 (vlastní)**

Číslo bodu	Souřadnice měřených bodů		
	Y [m]	X [m]	Z [m]
1017	759845,990	1178393,772	522,872
1018	759963,850	1178554,957	522,734
2034	758359,295	1176693,699	482,104
2035	758549,589	1176881,917	485,326
2036	758656,174	1176987,361	488,843
2037	758807,292	1177140,981	506,802

Tabulka 3.11 znázorňuje tytéž body, ovšem s hodnotami zjištěnými transformačním klíčem S-JTSK18.

**Tabulka 3.11: Souřadnice určené pomocí S-JTSK18 (vlastní)**

Číslo bodu	Souřadnice měřených bodů		
	Y [m]	X [m]	Z [m]
1017	759846,018	1178393,796	522,872
1018	759963,878	1178554,981	522,734
2034	758359,316	1176693,725	482,104
2035	758549,610	1176881,943	485,326
2036	758656,194	1176987,387	488,843
2037	758807,315	1177141,009	506,802

Jak je výše zmíněno, naměřené hodnoty byly mezi sebou porovnány. Výsledné odchylky jsou znázorněny v tabulce 3.12.

**Tabulka 3.12: Odchylky bodů po odečtení S-JTSK13 od S-JTSK18 (vlastní)**

Číslo bodu	Odchylky bodů (S-JTSK13 – S-JTSK18)		Polohová souřadnicová odchylka
	$\Delta Y$ [m]	$\Delta X$ [m]	
1017	-0,028	-0,024	0,037
1018	-0,028	-0,024	0,037
2034	-0,021	-0,026	0,033
2035	-0,021	-0,026	0,033
2036	-0,020	-0,026	0,033
2037	-0,023	-0,028	0,036

- Diskuze

Tato měření podléhala stejným vlivům, které mohly ovlivnit výsledky, jako v předchozím případě. Podmínky, které uvádí vyhláška č. 31/1995 Sb. byly dodrženy, jelikož i během těchto měření byly hodnoty zaznamenávány po dobu pěti minut každých pět sekund (celkem 60 záznamů).

Měření nebylo taktéž v rozporu s Rapantovým tvrzením (2002), jelikož i v tomto případě byl GNSS přijímač připojen alespoň na 14 družic a zároveň ani s tvrzením Buriana, protože v době měření nebyla provozovatelem GPS žádná chyba hlášena.

Výsledky ovšem mohla ovlivnit i výše zmiňovaná svislost GNSS přijímače. Tomuto vlivu bych velkou váhu nedával, jelikož během měření byla opět použit stojánek na výtyčku pro zajištění přístroje a vládlo bezvětří.

---

Značný vliv na měření mohlo mít tvrzení Tabary (2019) o předcházení veškerých možných překážek, ovšem nejvíce mohla výsledky ovlivnit zásada o opakovaném měření, kterou zmiňuje vyhláška č. 31/1995 Sb. Obě tato měření totiž proběhla tentýž den, přičemž měření s S-JTSK13 bylo uskutečněno v ranních hodinách a s S-JTSK18 v hodinách odpoledních.

Porovnáním tabulek 1202 a 1710 se zabývali i Nágla a Řezníček (2018). Po kontrole rozdílů těchto verzí tabulek uvádí, že četnost rozdílů polohových oprav se procentuálně z více jak 95 % nachází v intervalu 0 až 5 cm. Z tabulky 3.12 je patrné, že se výsledné rozdílů (odchylky) pohybují v intervalu od 0,033 do 0,037 metru (3,3 – 3,7 cm), což tvrzení Nágla a Řezníčka potvrzuje.

---

## Závěr

Cílem této práce byla revize bodů základní vytyčovací sítě. Revize z roku 2019 odhalila výškovou deformaci (zdvih) u dvou bodů. Díky tomu byly nadmořské výšky u těchto bodů aktualizovány. Tato revize byla ovšem vyhodnocena z jednoho měření.

V roce 2020 proběhla důkladnější revize, která sestávala ze tří nezávislých měření. Výsledkem těchto měření bylo zjištění drobných polohových deformací. V žádném případě ovšem nedošlo k překročení přípustné polohové odchylky 15mm, proto nebylo potřeba souřadnice daných bodů aktualizovat. K mírným překročením odchylek ovšem došlo u nadmořských výšek čtyř bodů (ze sedmi). V těchto případech byla navržena aktualizace výšek.

Z těchto měření vyplývá, že i přes důkladné ukotvení bodů došlo k mírným deformacím. Kvůli tomuto poznatku je zřejmé, že je nutné po určité době tyto body kontrolovat a případně upravit jejich souřadnice. Lze tak eliminovat chyby, které vznikají při výpočtu volného stanoviska a mají na měření velký vliv.

Porovnání transformačních klíčů mělo za cíl pouze znázornit, s jakou odchylkou by bylo měřeno, pokud by při měření nebyl do přijímače GNSS zadán současný S-JTSK18.

Toto porovnání však utvrdilo tvrzení Nágla a Řezníčka z roku 2018 o maximálních odchylkách mezi převodními tabulkami 1202 a 1710.

Je však dost pravděpodobné, že budou v budoucnu vytvořeny nové transformační klíče a s tím i související převodní tabulky. Proto mi toto zjištění připadá pouze jako dočasné.

---

## Seznam použité literatury

### Seznam literatury

1. Balasubramanian, A. (2017). *Bridges and their Types*. University of Mysore, Mysore.
  2. Böhm, J. et al. (1979). *Vyšší geodézie*. České vysoké učení technické v Praze. Katedra speciální geodézie. Fakulta stavební, Praha.
  3. Čapek, R. et al. (1992). *Geografická kartografie*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha. ISBN 80-04-25153-6.
  4. Federal Highway Administration. (2016). *Steel bridge desing handbook – Bearing Desing*. U.S. Departement of Transportation, Washington.
  5. Foral, J. (2004). *Geodezie I – Geodetická cvičení I*. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební, Brno.
  6. Habrich, H. (2000). *Geodetic Applications of the Global Navigation Satellite System (GLONASS) and of GLONASS/GPS Combinations*. Bern University, Faculty of Philosophy and Natural Sciences, Bern.
  7. Hánek, P. (2014). *Měření posunů a přetvoření*. České vysoké učení technické v Praze. Katedra speciální geodézie. Fakulta stavební, Praha.
  8. Hoffman-Wellenhof, B. (2001). *Global positioning system: theory and practice*. 5th. rev. ed. Wien: Springer, Vídeň. ISBN 32-118-3534-2.
  9. Chlup, O. (2013). *Přesné řešení transformace souřadnicových referenčních systémů pomocí PostGIS*. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta aplikovaných věd.
  10. Kaplan, E. a Hegarty, C. (2006). *Understanding GPS: Principles and Applications*. 2. vydání. Artech House, New York. ISBN 1-58053-894-0.
  11. Karmazínová, M. et al. (2010). *Konstrukce a dopravní stavby*. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební, Brno.
  12. Klusáček, L. (2006). *Betonové mosty I – Nosné konstrukce mostů*. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební, Brno.
  13. Královič, J. (2013). *Testování lokální přesnosti GNSS přijímačů TRIMBLE GEOXR*. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Praha.
  14. Leica. (neuveдено). *Leica TS15 – Uživatelská příručka*, Wetzlar.
-

- 
15. Leonhardt, F. (1982). *Bridges –aesthetics and desing*. Massachusetts Institute of Technology Press, Cambridge. ISBN 0-262-12105-0.
  16. Mellon, F. L. a McKee, J. A. (1994) *Bridge bearings*. Memo to designers.
  17. Ministerstvo dopravy. (2006). Uložení nosných konstrukcí mostů pozemních komunikací. In: *Technické podmínky*. Obor pozemních komunikací, Praha.
  18. Ministerstvo dopravy. (2007). Kapitola 23 – Mostní závěry. In: *Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací*. Odbor silniční infrastruktury, Pragoprojekt a.s., Praha.
  19. Ministerstvo dopravy. (2009). Mostní závěry. In: *Technické podmínky*. Obor silniční infrastruktury, Pragoprojekt a.s., Praha.
  20. Ministerstvo dopravy. (2016). Kapitola 18 – Betonové konstrukce a mosty. In: *Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací*. Odbor silniční infrastruktury, Praha.
  21. Ministerstvo dopravy. (2018). Kapitola 22 – Mostní ložiska. In: *Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací*. Odbor infrastruktury. Pragoprojekt a.s., Praha.
  22. Ministerstvo dopravy. (2020). Kapitola 16 – Piloty a podzemní stěny. In: *Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací*, Odbor pozemních komunikací, Praha.
  23. Mišík, J. (2013). Účinky změny teploty na přesnost měření digitálním nivelačním přístrojem. Diplomová práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. Hornicko-geologická fakulta. Institut geodézie a důlního měřictví, Ostrava.
  24. Nágl, J. a Řezníček, J. (2018). Výpočet nové verze převodních tabulek pro zpřesněnou globální transformaci mezi referenčními systémy S-JTSK a ERTS89 (verze 2017-10). *Geodetický a kartografický obzor*, 64(106), pp. 213-222.
  25. Nevosád, Z. et al. (1999). *Geodézie II*. Vutium, Brno. ISBN 80-214-1475-8.
  26. Panáček, J. (2006). *Betonové mosty I – Spodní stavba a příslušenství mostních objektů*. Vysoké učení technické v Brně. fakulta stavební, Brno.
  27. Pokorný, J. a Suchánek, V. (2011). *Betonové mosty II*. Dopravní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice, Pardubice.
  28. Pokorný, J. a Šertler, H. (2003). *Mosty – část první*. Univerzita Pardubice. Dopravní fakulta Jana Pernera, Pardubice.
  29. Procházka, J. et al. (2009). *Navrhování betonových konstrukcí I. Prvky z prostého a železového betonu*. ČBS ČSSI Praha, Praha. ISBN 978-80- 903807-5-2.
-



- 
30. Rapant, P. (2002). *Družicové polohové systémy*. VŠB-TU Ostrava, Ostrava. ISBN 80-248- 0124-8.
  31. Ratiborský, J. (2000). *Geodézie 10*. České vysoké učení technické v Praze, Praha. ISBN 80-01-02198-X.
  32. Rossow, M. (2011). *Bridge Components and Elements, Continuing Education and Development*. Stony Point, New York.
  33. Říha, J. (2014). *Moderní přístrojová technika*. Investice do rozvoje vzdělávání, Praha.
  34. Sinopoli, A. (1998). *Arch bridges*. A.A. Balkema, Rotterdam. ISBN 90 5809 012 4.
  35. Staněk, V. a Svoboda, J. (1973). *Měřické práce na stavbách II. díl – Měřická praxe*. 1. vydání. Praha: SNTL, 272 str.
  36. Stanton, J. F. a Roeder, C. W. (1982). *Elastomeric bearings desing, construction, and materials*. University of Washington, Washington.
  37. Stráský, J. (2001). *Betonové mosty*. Český svaz stavebních inženýrů. Praha.
  38. Stráský, J. a Nečas, R. (2007). *Betonové mosty II – Technologie výstavby mostů*. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební, Brno.
  39. Štroner, M. et al. (2017). *Manuál výuky v terénu z inženýrské geodézie*. Katedra speciální geodézie. Fakulta stavební ČVUT v Praze, Praha.
  40. Tabara, P. (2019). *Obecná úskalí využití GNSS (nejen) v zeměměřictví a katastru nemovitostí*. Český úřad zeměměřický a katastrální, České Budějovice.
  41. Vaňková, M. (2013). *Metodika diagnostiky železobetonových mostů*. Diplomová práce, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební.
  42. Veverka, B. a Zímová, R. (2008). *Topografická a tematická kartografie*. České vysoké učení technické v Praze, Praha. ISBN: 978-80-01-04157-4.

### **Seznam legislativy**

1. ČSN 73 0401. (1990). *Názvosloví v geodézii a kartografii*. Praha: Vydavatelství norem.
  2. ČSN 73 0420-1. (2002). *Přesnost vytyčování staveb – Část 1: Základní požadavky*. Praha: Český normalizační institut.
  3. ČSN EN 1337-1. (2002). *Stavební ložiska – Část 1: Všeobecná pravidla navrhování*, Praha: Český normalizační institut.
-

- 
4. ČSN EN 1337-8. (2008). *Stavební ložiska – Část 8: Vodící ložiska a konstrukce*. Praha: Český normalizační institut.
  5. ČSN EN 13670. (2010). *Provádění betonových konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut.
  6. ČSN P ISO 6707-1. (2018). *Pozemní a inženýrské stavby – Terminologie – Část 1: Obecné termíny*. Praha: Česká agentura pro standardizaci.
  7. Nařízení vlády č. 430/2006 Sb., o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání.
  8. Vyhláška č. 31/1995 Sb., Vyhláška Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením.
  9. Vyhláška č. 383/2015 Sb., Vyhláška, kterou se mění vyhláška Českého úřadu zeměměřického a katastrálního č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění pozdějších předpisů.
  10. Vyhláška č.499/2006Sb., o dokumentaci staveb.

### **Seznam internetových zdrojů**

1. Burian, L. (2009). Globální navigační systémy. [online] [cit. 2021-03-29]. Dostupné z <http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/bakalarske/burian09/gns.html>
  2. Český úřad zeměměřický a katastrální. (2018). Souřadnicové referenční systémy. [online] [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(gwj0gquhed4x1t1ylyvbmux4\)\)/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&text=INSPIRE\\_ref\\_systemy&side=INSPIRE\\_dSady&menu=411&head\\_tab=sekce-04-gp](https://geoportal.cuzk.cz/(S(gwj0gquhed4x1t1ylyvbmux4))/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&text=INSPIRE_ref_systemy&side=INSPIRE_dSady&menu=411&head_tab=sekce-04-gp)
  3. Katedra speciální geodézie. (neuveďeno). Geometrická nivelace [online] [cit. 2021-03-24]. Dostupné z [www.k154.fsv.cvut.cz](http://www.k154.fsv.cvut.cz)
  4. Měřické pomůcky. (neuveďeno). Odrazný hranol. [online] [cit. 2021-03-5]. Dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/ged/stavari/pomucky/hranol.html>.
  5. Metody nivelace. (neuveďeno). Geometrická nivelace [online] [cit. 2021-03-24]. Dostupné z <https://kgm.zcu.cz/studium/gen1/html/ch11s05.html>
-

- 
6. National Coordination Office for Space-Based Positioning, Navigation and Timing, (2018). Selective Availability. [online] [cit. 2021-03-06]. Dostupné z: <https://www.gps.gov/systems/gps/modernization/sa/>
  7. Pisca, P. (2005). Žilina: Žilinská univerzita v Žiline [online]. Globálne navigačné systémy [cit. 2021-03-06]. Dostupné z: [http://svf.utc.sk/kgd/skripta/Globalne\\_navigacne\\_systemy.pdf](http://svf.utc.sk/kgd/skripta/Globalne_navigacne_systemy.pdf)
  8. Procházka, J. (2018). Měření posunů a přetvoření. [online] [cit. 2021-03-29]. Dostupné z: [https://k154.fsv.cvut.cz/vyuka/geodezie\\_geoinformatika/inge/Sylabus\\_IG\\_11.pdf](https://k154.fsv.cvut.cz/vyuka/geodezie_geoinformatika/inge/Sylabus_IG_11.pdf)
  9. Štroner, M. (neuveďeno). Katedra speciální geodézie. [online] K přesnosti volného stanoviska [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: [http://k154.fsv.cvut.cz/~stromer/ING2/volne\\_stanovisko.pdf](http://k154.fsv.cvut.cz/~stromer/ING2/volne_stanovisko.pdf)
  10. Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí. (neuveďeno). Křovákovo zobrazení [online] [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: [https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova\\_verze=&tid=3303&l=krovakovo-zobrazeni](https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova_verze=&tid=3303&l=krovakovo-zobrazeni)
  11. The constructor – The construction Encyclopedia. (2016). Component Parts of a Bridge – Concrete and Steel Bridges Parts and Details. [online] [cit. 2021-03-7]. Dostupné z: <https://theconstructor.org/structures/components-of-bridges-concrete-steel/17806/>.
  12. Topgeo, s.r.o. (2014). Piloty a pilotové stěny. [online] [cit. 2021-03-6]. Dostupné z: <http://www.topgeo.cz/cs/zakladani-staveb-a-specialni-zakladani-staveb/piloty-a-pilotove-steny>.
  13. Vyznam.slova. (neuveďeno). Význam DŘÍK. [online] [cit. 2021-03-6]. Dostupné z: <https://www.vyznam-slova.com/DŘÍK>.

### **Seznam zdrojů**

1. Kohút, M. (2019). *Technická zpráva pro stavební objekt SO212 Dálniční most přes občasnou vodoteč a lesní cestu v km 146,880*. Valbek s. r. o., Bratislava.
  2. Petr, M. (2020). *Technická zpráva pro stavební objekt SO 213 Dálniční most přes biokoridor a vodoteč v km 147,165*. SUDOP EU a.s., Praha.
  3. Göringer, J. (2019). *Technická zpráva pro stavební objekt SO 216 – Dálniční most přes Krasejovský potok a biokoridor v km 149,042*. SUDOP EU a.s., Praha.
-

---

## Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Ražené piloty (ČSN EN 12 699, 2016) .....	11
Obrázek 1.2: Vrtané piloty (ČSN EN 1536, 2017) .....	11
Obrázek 1.3: Podkladní beton s očištěnými pilotami na objektu SO 212 (vlastní) ...	11
Obrázek 1.4: Svázaná betonářská výztuž na objektu SO 213 (vlastní).....	12
Obrázek 1.5: Základ a dřík opěry na objektu SO212 (vlastní) .....	13
Obrázek 1.6: Pilíře na objektu SO 216 (vlastní) .....	14
Obrázek 1.7: Rozdělení křídel podle orientace k ose objektu (Pokorný a Šertler, 2003) .....	14
Obrázek 1.8: Totální stanice Leica TS15 (vlastní).....	19
Obrázek 1.9: Kontroler Leica TS15 (vlastní).....	19
Obrázek 1.10: Minihranol Leica GMP112 Basic (vlastní) .....	20
Obrázek 1.11: GNSS Leica GS18 (vlastní).....	21
Obrázek 1.12: Geometrická nivelace ze středu ( <a href="http://www.kgm.zcu.cz">www.kgm.zcu.cz</a> ) .....	24
Obrázek 1.13: Leica LS 15 a nivelační podložka (vlastní) .....	25
Obrázek 1.14: Nivelační lať s čárovým kódem (vlastní) .....	25
Obrázek 1.15: Piloty na SO216 (190904_SO-216_102_Vykopovy_plan).....	27
Obrázek 1.16: Podkladní beton na SO213 (SO213_103_Vykopovy plán a pažení pilířů P2 a P3_čistopis).....	28
Obrázek 1.17: Základ + dříky na SO213 (200807_SO213_X01_Pudorys_čistopis)	29
Obrázek 1.18: Urovnávání bednění OP2 na objektu SO212 (vlastní) .....	30
Obrázek 1.19: Protokol o urovnání bednění základu s odchylkami na objektu SO212 OP2-L (Doležal, 2020).....	31
Obrázek 1.20: Protokol o urovnání bednění dříku na SO216 P2 – PP (Doležal, 2020) .....	32
Obrázek 1.21: Protokol o svislosti dříku P2 – P s odchylkami (Hvizdák a Šille, 2020) .....	33
Obrázek 1.22: Ložisko s vyvrtanými otvory v podložiskovém bloku a usazené ložisko ( <a href="http://www.freyssinet.cz">http://www.freyssinet.cz</a> ).....	34
Obrázek 1.23: Ložiska na levém mostě objektu SO212 (_307_Výkres ložisek).....	34
Obrázek 1.24: Pevná skruž se stojkami a nosníky ( <a href="http://www.lkmconsult.cz/">http://www.lkmconsult.cz/</a> ).....	35
Obrázek 1.25: Nosná konstrukce objektu SO212 (vlastní).....	36

---

---

Obrázek 1.26: Příčný řez mostovkou pravého mostu na objektu SO217 (190904_SO-217_X03_Podelny_rez_mostovka) .....	37
Obrázek 1.27: Model mostovky pravého mostu na objektu SO217 (Hvizdák, 2020)	37
Obrázek 1.28: Hypsometrie na objektu SO212 (Šille a Sýkora, 2020) .....	38
Obrázek 2.1: Půdorys objektu SO212 (103_Vytyčovací výkres) .....	40
Obrázek 2.2: Podélný řez objektu SO212 (403_Přehledný výkres_Podelné řezy)....	41
Obrázek 2.3: Půdorys objektu SO213 (SO213_405_Vytyčovací schéma_čistopis) .	42
Obrázek 2.4: Podélný řez objektu SO213 (SO213_X02_2_Podelný řez_pravý most_čistopis) .....	42
Obrázek 2.5: Půdorys objektu SO216 (190904_SO-216_507_Vytyc_schema).....	43
Obrázek 2.6: Podélný řez objektu SO216 (190904_SO-216_X02_Podélný_řez).....	43
Obrázek 2.7: Podrobné bodové polohové pole na objektu SO212 (Havel a Hlaváčková, 2020) .....	44
Obrázek 2.8: Podrobné bodové polohové pole na objektu SO213 (Havel a Hlaváčková, 2020) .....	45
Obrázek 2.9: Podrobné bodové polohové pole na objektu SO216 (Havel a Hlaváčková, 2020) .....	45

---

---

## Seznam tabulek

Tabulka 3.1: Souřadnice ZVS měřené firmou TKPgeo (TKPgeo, 2018).....	47
Tabulka 3.2: Hodnoty z měření bodů ZVS v roce 2019 (Kuc a Havel, 2019).....	47
Tabulka 3.3: Hodnoty z ranního měření bodů ZVS v roce 2020 (vlastní).....	47
Tabulka 3.4: Hodnoty z dopoledního měření bodů ZVS v roce 2020 (vlastní).....	48
Tabulka 3.5: Hodnoty z odpoledního měření bodů ZVS v roce 2020 (vlastní).....	48
Tabulka 3.6: Aritmetický průměr z měření bodů ZVS v roce 2020 (vlastní).....	48
Tabulka 3.7: Hodnoty z měření bodů ZVS v roce 2020 (vlastní).....	49
Tabulka 3.8: Odchýlení naměřených hodnot bodů z revize (2020) od hodnot původních (vlastní).....	49
Tabulka 3.9: Souřadnice určené pomocí S-JTSK13 (vlastní).....	51
Tabulka 3.10: Souřadnice určené pomocí S-JTSK18 (vlastní).....	52
Tabulka 3.11: Odchylyky bodů po odečtení S-JTSK13 od S-JTSK18 (vlastní).....	52
Tabulka 4.1: Porovnání projektovaných a vytyčených souřadnic pilot (vlastní).....	63
Tabulka 4.2: Porovnání projektovaných a vytyčených souřadnic – podkladní beton (vlastní).....	63
Tabulka 4.3: Porovnání projektovaných a zaměřených hodnot podkladního betonu (vlastní).....	63
Tabulka 4.4: Porovnání projektovaných a vytyčených souřadnic – základ a dřík (vlastní).....	64
Tabulka 4.5: Porovnání projektovaných a zaměřených souřadnic základu OP2 na objektu SO212 (vlastní).....	64
Tabulka 4.6: Porovnání výšek projektovaných a zaměřených souřadnic základu OP2 na objektu SO212 (vlastní).....	65
Tabulka 4.7: Porovnání projektovaných a vytyčených souřadnic – usazení ložiska (vlastní).....	65
Tabulka 4.8: Porovnání výšek projektovaných a vytyčených souřadnic – usazení ložiska (vlastní).....	65

---

## 4 Přílohy

**Tabulka 4.1: Porovnání projektovaných a vytyčených souřadnic pilot (vlastní)**

Číslo bodu	Souřadnice projektovaného bodu		Souřadnice vytyčeného bodu		Polohová souřadnicová odchylka
	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	$\delta$ [mm]
21001	759931,463	1178433,540	759931,457	1178433,550	12
21002	759932,996	1178435,516	759932,986	1178435,530	17
21003	759929,093	1178435,379	759929,100	1178435,384	9
21004	759930,626	1178437,354	759930,630	1178437,367	14
21005	759926,723	1178437,354	759926,740	1178437,370	23
21006	759928,255	1178439,193	759928,261	1178439,196	7
21007	759924,353	1178439,057	759924,360	1178439,063	9
21008	759925,885	1178441,032	759925,890	1178441,042	11
21009	759919,612	1178442,735	759919,630	1178442,750	23
21010	759921,144	1178444,710	759921,151	1178444,716	9
21011	759917,242	1178444,574	759917,248	1178444,577	7
21012	759918,774	1178446,549	759918,786	1178446,553	13
21013	759914,871	1178446,413	759914,869	1178446,428	15
21014	759916,404	1178448,388	759916,412	1178448,394	10
21015	759912,501	1178448,252	759912,506	1178448,259	9
21016	759914,034	1178450,227	759914,043	1178450,234	11

**Tabulka 4.2: Porovnání projektovaných a vytyčených souřadnic – podkladní beton (vlastní)**

Číslo bodu	Souřadnice projektovaného bodu			Souřadnice vytyčeného bodu			Prostorová souřadnicová odchylka
	Y [m]	X [m]	Z [m]	Y [m]	X [m]	Z [m]	$\delta$ [mm]
3001	758732,229	1176998,234	486,200	758732,234	1176998,249	486,213	16
3002	758724,347	1177006,744	486,200	758724,353	1177006,753	486,215	11
3003	758727,722	1177009,870	486,200	758727,726	1177009,883	486,215	14
3004	758735,604	1177001,359	486,200	758735,618	1177001,365	486,219	15

**Tabulka 4.3: Porovnání projektovaných a zaměřených hodnot podkladního betonu (vlastní)**

Číslo bodu	Souřadnice projektovaného bodu		Souřadnice vytyčeného bodu		Prostorová souřadnicová odchylka
	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	$\delta$ [mm]
101001	758519,302	1176795,905	758519,31	1176795,906	8
101002	758524,005	1176800,391	758524,007	1176800,397	6
101003	758513,236	1176811,68	758513,233	1176811,685	6
101004	758502,47	1176822,967	758502,473	1176822,975	9
101005	758496,717	1176817,479	758496,712	1176817,49	12
101006	758499,133	1176814,947	758499,151	1176814,953	19
101007	758501,051	1176816,776	758501,063	1176816,786	16
101008	758509,408	1176808,015	758509,423	1176808,023	17

**Tabulka 4.4: Porovnání projektovaných a vytyčených souřadnic – základ a dřík (vlastní)**

Číslo bodu	Souřadnice projektovaného bodu		Souřadnice vytyčeného bodu		Prostorová souřadnicová odchylka
	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	$\delta$ [mm]
31001	758729,145	1177016,402	758729,146	1177016,403	1
31002	758732,080	1177019,120	758732,081	1177019,119	1
31003	758721,331	1177024,839	758721,333	1177024,840	2
31004	758724,265	1177027,557	758724,266	1177027,557	1
31011	758729,616	1177018,542	758729,616	1177018,543	1
31012	758729,910	1177018,814	758729,910	1177018,814	0
31013	758729,263	1177018,556	758729,264	1177018,556	1
31014	758729,923	1177019,167	758729,924	1177019,167	1
31015	758728,244	1177019,656	758728,244	1177019,656	0
31016	758728,904	1177020,268	758728,904	1177020,267	1
31017	758728,257	1177020,009	758728,258	1177020,009	1
31018	758728,551	1177020,281	758728,551	1177020,281	0
31021	758724,860	1177023,678	758724,861	1177023,679	1
31022	758725,153	1177023,950	758725,153	1177023,952	2
31023	758724,507	1177023,691	758724,508	1177023,692	1
31024	758725,167	1177024,303	758725,168	1177024,303	1
31025	758723,487	1177024,792	758723,487	1177024,792	0
31026	758724,148	1177025,403	758724,149	1177025,404	1
31027	758723,501	1177025,145	758723,501	1177025,144	1
31028	758723,794	1177025,417	758723,794	1177025,416	1

**Tabulka 4.5: Porovnání projektovaných a zaměřených souřadnic základu OP2 na objektu SO212 (vlastní)**

Číslo bodu	Souřadnice projektovaného bodu		Souřadnice vytyčeného bodu		Prostorová souřadnicová odchylka
	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	$\delta$ [mm]
212202001	758540,102	1176817,128	758540,105	1176817,131	4
212202002	758530,031	1176827,685	758530,035	1176827,693	9
212202003	758530,018	1176827,700	758530,022	1176827,709	10
212202004	758519,947	1176838,257	758519,949	1176838,251	6
212202005	758525,699	1176843,744	758525,696	1176843,748	5
212202006	758526,735	1176842,659	758526,738	1176842,663	5
212202007	758523,37	1176839,449	758523,371	1176839,451	2
212202008	758532,405	1176829,978	758532,41	1176829,981	6
212202009	758532,419	1176829,963	758532,413	1176829,967	7
212202010	758541,455	1176820,492	758541,462	1176820,491	7
212202011	758543,734	1176822,666	758543,739	1176822,669	6
212202012	758544,769	1176821,580	758544,773	1176821,582	4



**Tabulka 4.6: Porovnání výšek projektovaných a zaměřených souřadnic základu OP2 na objektu SO212 (vlastní)**

Číslo bodu	Souřadnice projektovaného bodu		Souřadnice vytyčeného bodu		Výšková odchylka
	Z [m]	Z [m]	Z [m]	Z [m]	$\delta$ [mm]
212202001	481,330	481,330	481,333	481,333	3
212202002	481,330	481,330	481,329	481,329	1
212202003	481,330	481,330	481,331	481,331	1
212202004	481,330	481,330	481,325	481,325	5
212202005	481,330	481,330	481,332	481,332	2
212202006	481,330	481,330	481,333	481,333	3
212202007	481,330	481,330	481,328	481,328	2
212202008	481,330	481,330	481,327	481,327	3
212202009	481,330	481,330	481,334	481,334	4
212202010	481,330	481,330	481,331	481,331	1
212202011	481,330	481,330	481,330	481,330	0
212202012	481,330	481,330	481,334	481,334	4

**Tabulka 4.7: Porovnání projektovaných a vytyčených souřadnic – usazení ložiska (vlastní)**

Číslo bodu	Souřadnice projektovaného bodu		Souřadnice vytyčeného bodu		Prostorová souřadnicová odchylka
	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	$\delta$ [mm]
212301023	758508,913	1176812,734	758508,914	1176812,733	1
212301024	758503,736	1176818,162	758503,736	1176818,163	1
212302023	758528,448	1176831,372	758528,449	1176831,372	1
212302024	758523,272	1176836,798	758523,272	1176836,798	0

**Tabulka 4.8: Porovnání výšek projektovaných a vytyčených souřadnic – usazení ložiska (vlastní)**

Číslo bodu	Souřadnice projektovaného bodu		Souřadnice vytyčeného bodu		Výšková odchylka
	Z [m]	Z [m]	Z [m]	Z [m]	$\delta$ [mm]
212301023	484,163	484,163	484,164	484,164	1
212301024	484,327	484,327	484,329	484,329	2
212302023	485,134	485,134	485,133	485,133	1
212302024	485,325	485,325	485,326	485,326	1