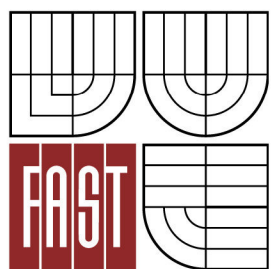




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEODESY

GEODETICKÉ PRÁCE PŘI REKONSTRUKCI MĚSTSKÉ SILNIČNÍ KŘIŽOVATKY V UHERSKÉM HRADIŠTI

GEODETIC WORKS DURING REKONSTRUKCION OF ROAD CROSSING IN UHERSKÉ
HRADIŠTĚ

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

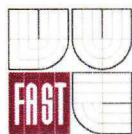
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. MAREK LOVECKÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ BUREŠ, Ph.D.

BRNO 2013



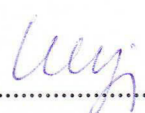
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program N3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3646T003 Geodézie a kartografie
Pracoviště Ústav geodézie

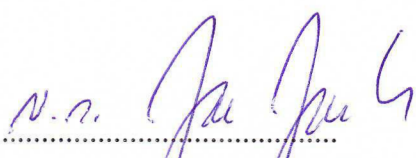
ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant Lovecký Marek
Název Geodetické práce při rekonstrukci městské silniční křižovatky v Uherském Hradišti.
Vedoucí diplomové práce Ing. Jiří Bureš, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce 30. 11. 2012
Datum odevzdání diplomové práce 24. 5. 2013

V Brně dne 30. 11. 2012


.....
doc. Ing. Josef Weigel, CSc.
Vedoucí ústavu




.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

- [1] ANDĚL J. – Matematická statistika, SNTL, Praha 1978
- [2] BÖHM J., RADOUCH V., HAMPACHER M. – Teorie chyb a vyrovnávací počet, GKP Praha, 1990
- [3] BITTERER, L. - Vyrovnávací počet, ŽU v Žilině, EDIS, 2006, ISBN 80-8070-517-8
- [4] DUBIŠAR P. – Charakteristiky vnitřní spolehlivosti polohové sítě, GaKO 39/81, Praha 1993
- [5] INGEDULD M., JANDOUREK J., RATIBORSKÝ J., BLAŽEK R. – Metody výpočtu a vyrovnání geodetických sítí, skriptum, ČVUT Praha 1993
- [6] MICHALČÁK O., VOSIKA O., VESELÝ M., NOVÁK Z. – Inžinierska geodézia I, SNTL Praha 1985
- [7] MICHALČÁK O., VOSIKA O., VESELÝ M., NOVÁK Z. – Inžinierska geodézia II, ALFA Bratislava 1990, ISBN 80-05-00678-0
- [8] ŠVÁBENSKÝ O., VITULA A., BUREŠ J. - Inženýrská geodézie I, GE16 modul 03, Návodý ke cvičením, studijní opora pro studijní programy s kombinovanou formou studia, VUT v Brně, Fakulta stavební.
- [9] KRCHO J. - Modelovanie georeliéfu a jeho geometrickej štruktúry pomocou DTM, polohová a numerická presnosť. Bratislava 2001. ISBN 80-85401-92-4
- [10] ČSN související bezprostředně s řešenou problematikou

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Podílejte se na geodetických pracích při rekonstrukci městské silniční křižovatky v Uherském Hradišti. Popište postup výstavby a v té souvislosti i použité měřické technologie. Použité měřické postupy podrobte teoretické analýze přesnosti v kontextu s předepsanými odchylkami uvedenými v projektové dokumentaci nebo v ČSN. Zpracujte vybraná naměřená data a vyhotovte geodetickou dokumentaci.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



.....
Ing. Jiří Bureš, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá geodetickými pracemi, které souvisí se zkapacitněním silnice II/497 a úpravou křižovatky se silnicí I/55 v Uherském Hradišti. Práce se z větší části věnuje oblasti inženýrské geodézie. Řeší problematiku vytyčení během výstavby, až po zaměření skutečného provedení stavby. Jednotlivé měřické postupy jsou podrobeny analýze v kontextu s předepsanými odchylkami uvedenými v projektové dokumentaci nebo ČSN. Na vybraná měření je zpracována geodetická dokumentace.

Abstract

This thesis is engaged in geodetic works related to the increase of the capacity of the road II/497 and the modification of the intersection with the road I/55 in the town of Uherské Hradiště. The work is mostly focused on the field of the engineering geodesy. It resolves the issues from the alignment during the construction to the focus of the construction itself. Individual survey procedures are analyzed in the context of the prescribed deviations specified in the project documentation or ČSN. Geodetic documentation for the selected measurements is worked out.

Klíčová slova

Vytyčovací síť, ČSN, geodetická dokumentace.

Key words

Surveying network, ČSN, geodetic documentation.

Bibliografická citace VŠKP

Lovecký, Marek. *Rekonstrukce městské silniční křižovatky v Uherském Hradišti*. Brno, 2013. 49 s., Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Jiří Bureš, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2013

.....
podpis autora
Marek Lovecký

Poděkování:

Rád bych tímto poděkoval Ing. Jiřímu Burešovi, Ph.D., vedoucímu diplomové práce, za cenné rady a připomínky, kterými přispěl k jejímu vypracování a Ing. Davidu Kupkovi jako ověřovateli geodetických prací.

V Brně dne

.....
podpis autora
Marek Lovecký

OBSAH

ÚVOD	10
1. PŘEHLED O SOUČASNÉM STAVU VÝKONU ZEMĚMĚŘICKÝCH ČINNOSTÍ NA STAVBÁCH	11
1.1. Související legislativa	11
1.2. Výkon zeměměřických činností ÚOZI na stavbách	13
2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ZÁJMOVÉ STAVBĚ	15
2.1. Členění stavby na stavební objekty	16
2.2. Postup výstavby	16
3. GEODETICKÉ ČÁSTI PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE	18
4. GEODETICKÉ PRÁCE SPOJENÉ S VÝSTAVBOU	19
4.1. Kontrola přesnosti použitých měřidel	19
4.1.1. Kontrola úhlové přesnosti přístroje Topcon QS3A	19
4.1.2. Kontrola součtové konstanty přístroje Topcon QS3A	21
4.2. Vytyčovací síť stavby	22
4.2.1. Rozbor přesnosti vytyčovací sítě	24
4.2.2. Kontrola přesnosti podrobných bodů v katastrální mapě	27
4.2.3. Ověření výšky hlavního výškového bodu stavby	27
4.3. Vytyčení přeložek inženýrských sítí	28
4.3.1. Rozbor přesnosti vytyčení	29
4.3.2. Vytyčení přeložky vodovodu	30
4.3.3. Zaměření skutečného provedení stavby	31
4.4. Vytyčení komunikace	33
4.4.1. Kontrolní zaměření a vyhodnocení nestmelených podkladních vrstev	34
4.4.2. Vytyčení obrubníků	36
4.4.3. Vytyčení stmelených podkladních vrstev vozovky	36
4.4.4. Kontrolní zaměření a vyhodnocení stmelených podkladních vrstev vozovky	37
4.5. Dokumentace vytyčení – (protokoly o vytyčení)	38
5. SOUBORNÉ ZPRACOVÁNÍ GEODETICKÉ DOKUMENTACE STAVBY	40
5.1. Dokumentace skutečného provedení stavby	40
5.2. Geometrický plán	41
6. ZÁVĚR	42

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	44
SEZNAM TABULEK	47
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	48
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	49

ÚVOD

Diplomová práce s názvem *Geodetické práce při rekonstrukci městské silniční křižovatky v Uherském Hradišti* se zabývá geodetickými pracemi souvisejícími se zkapacitněním silnice II/497 a úpravou křižovatky se silnicí I/55 v Uherském Hradišti. Vznikla na podkladě skutečného měření a vytyčování v terénu, které bylo realizováno v době od května do srpna roku 2012. Stěžejní část práce je postavena na oblasti inženýrské geodézie, konkrétně se zaměřením na problematiku liniových staveb a zabývá se současným stavem zeměměřické činnosti na stavbách. V úvodu je rozebrána současná legislativa ve stavebnictví a výkon úředně oprávněných zeměměřických inženýrů na stavbách, dále je popsán stavební a časový harmonogram stavebních prací. V práci jsou uvedeny podklady pro vytyčení, které byly zadány projektantem. Před samotnými geodetickými pracemi na stavbě bylo vykonáno úhlové ověření přístroje a ověření součtové konstanty přístroje. Pro podrobné vytyčování na stavbě byla vybudována vytyčovací síť, která je podrobena vnějšímu a vnitřnímu rozboru přesnosti. V práci je řešena problematika vytyčení a zaměření přeložek vybraných inženýrských sítí v dané lokalitě, dále vytyčení a kontrolní zaměření jednotlivých podkladních vrstev vozovky, které jsou kontrolovány s odchylkami předepsanými v projektové dokumentaci. Vybrané realizační části jsou uvedeny v přílohách. V závěru práce je řešeno zaměření skutečného stavu podle příslušných směrnic. Jednotlivá měření jsou prováděna a zpracována v souladu s projektovou dokumentací nebo v souladu s příslušnými *Českými státními normami*. K vybraným geodetickým pracím je zpracována geodetická dokumentace. Práce hodnotí a analyzuje současný stav zeměměřických činností na stavbách liniového charakteru.

1. PŘEHLED O SOUČASNÉM STAVU VÝKONU ZEMĚMĚŘICKÝCH ČINNOSTÍ NA STAVBÁCH

1.1. Související legislativa

Předpisy mohou být rozděleny do tří hlavních kategorií podle jejich právní závaznosti:

- zákony, vyhlášky a nařízení vlády,
- normy,
- technologické předpisy a pravidla, návody.

Zákony, vyhlášky a nařízení vlády mají obecně právní závaznost. Vyhlášky provádí jednotlivé zákony. Nedodržení zákonů může být trestně stíháno.

Některé ze souvisejících zákonů (v platném znění):

Zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením [1].

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu [2].

Zákon č. 359/1992 Sb., o zeměměřických a katastrálních orgánech [3].

Zákon č. 344/1992 Sb., o katastru nemovitostí České republiky [4].

Zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii [5].

Zákon č. 20/1993 Sb., o zabezpečení výkonu státní správy v oblasti technické normalizace, metrologie a státního zkušebnictví [6].

Vyhláška č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb. [7].

Vyhláška č. 499/2006 S., kterou se provádí zákon č. 183/2006 Sb. [8].

Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavbu. [9].

Vyhláška č. 26/2007 Sb., kterou se provádí zákon č. 265/1992 Sb., zákon č. 344/1992 Sb. [10].

Vyhláška č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření, [11].

Nářízení vlády č. 430/2006 Sb., o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání [12], [13].

Normy jsou dokumenty ve formě kvalifikovaných doporučení, které mají zajistit, aby materiály, výrobky a služby vyhovovaly danému účelu a splňovaly za určitých podmínek základní kvalitativní požadavky. Normy nejsou obecně závazné, jsou

doporučené, ale mohou se stát závaznými tehdy, jsou-li uvedeny v obecně závazném předpisu nebo v obchodních smlouvách mezi zhotovitelem a odběratelem. Rozlišují se normy národní (ČSN) tzv. *Česká technická norma* a mezinárodní normy (ISO) [13]. Mezinárodní normy, které jsou přejaté do norem evropských, nesou označení EN ISO. V České republice je jediný orgán, který je oprávněný k vydávání norem, a to *Český normalizační institut*. Významné normy jsou také normy DIN, jejichž zkratka označuje název pro *Deutsche Institut für Normung* [14]. Příklady souvisejících technických norem:

ČSN 73 0415 – *Geodetické body* [15].

ČSN 73 0420-1 – *Přesnost vytyčování staveb – Část 1: Základní požadavky* [16].

ČSN 73 0420-2 – *Přesnost vytyčování staveb – Část 2: Vytyčovací odchylky* [17].

ČSN ISO 4463-1 – *Měřicí metody ve výstavbě – Vytyčování a měření – Část 1: Navrhování, organizace, postupy měření a přijímací podmínky* [18].

ČSN ISO 4463-2 – *Měřicí metody ve výstavbě – Vytyčování a měření – Část 2: Měřické značky* [19].

ČSN ISO 4463-3 – *Měřicí metody ve výstavbě – Vytyčování a měření – Část 3: Kontrolní seznam geodetických a měřicích služeb* [20].

ČSN 73 6121 – *Stavba vozovek – Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění kontroly a shody* [21].

ČSN 73 6126-1 – *Stavba vozovek – Nestmelené vrstvy – Část 1: Provádění kontroly a shody* [22].

Technologické předpisy a pravidla, a návody mají platnost omezenou pouze na určitý rezort, organizaci či technologii. Technologické předpisy pro geodézii vydává ČUZK nebo například *Ministerstvo dopravy pro geodetické práce na železnici* [13].

Základním zákonem ve stavebnictví je zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu tzv. stavební zákon [2]. Zákon v roce 2012 prošel rozsáhlou novelizací.

Zákon nařizuje vlastníku technické infrastruktury poskytnout úřadu územního plánování v grafickém vyhotovení polohopisnou situaci technické infrastruktury dokončené a zkolaudované v souřadnicovém systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální v měřítku katastrální mapy, případně v měřítku podrobnějším. Jestliže byla technická infrastruktura dokončená a zkolaudovaná před dnem nabytí účinnosti zákona, poskytne polohopisné údaje v jemu dostupném systému, pokud zákon nestanoví jinak.

Rozhodnutí o umístění stavby vymezuje stavební pozemek, umísťuje navrhovanou stavbu, stanoví její druh a účel, podmínky pro zpracování projektové dokumentace pro vydání stavebního povolení, pro ohlášení stavby a pro napojení na veřejnou dopravní a technickou infrastrukturu. Zákon stanovuje, kdy se má rozhodnout o dělení nebo scelování pozemků, kdy není potřeba rozhodnutí o dělení nebo scelování pozemků s odkazem na zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a o pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů [23]. Dále je zákonem vymezena dokumentaci skutečného provedení stavby. Stavebník předloží úřadu údaje určující polohu definičního bodu stavby a adresního místa, dokumentaci skutečného provedení stavby, pokud při jejím provádění došlo k nepodstatným odchylkám oproti vydanému stavebnímu povolení, ohlášení stavebnímu úřadu nebo ověřené projektové dokumentaci. Geodetická část skutečného provedení stavby se předloží, jde-li o stavbu technické nebo dopravní infrastruktury. Geometrický plán se doručí, jestliže je stavba předmětem evidence v katastru nemovitostí nebo dochází-li k rozdělení pozemku. Pokud se stavba nachází na území obce, která vede technickou mapu a její vedení je stanoveno závaznou vyhláškou, musí stavebník ohlásit a doložit příslušnému úřadu změny týkající se obsahu technické mapy obce. Při provádění stavby, která vyžaduje stavební povolení nebo ohlášení, musí být veden stavební deník. Geodetická měření mají být zaznamenány ve stavebním deníku.

1.2. Výkon zeměměřických činností ÚOZI na stavbách

Výkon činností zeměměřických oprávněných inženýrů na stavbách stanovuje zákon č. 200/1994Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením [1]. Tento zákon vymezuje zeměměřické činnosti a upravuje práva a povinnosti při jejich výkonu, ověřování výsledků zeměměřických činností, geodetické referenční systémy a státní mapová díla. Úředně oprávněný zeměměřický inženýr je fyzickou osobou, které bylo uděleno úřední oprávnění pro ověřování výsledků zeměměřických činností. ÚOZI ověřuje výsledky zeměměřických činností, které jsou využívány pro správu a vedení katastru nemovitostí a pro státní mapová díla nebo výsledky zeměměřických činností ve výstavbě. Úřední oprávnění je dle § 14 udělováno *Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním*. Pro oblast inženýrské geodézie je udělováno oprávnění podle § 13 písmene *c*, a jedná se o ověřování geodetického podkladu pro výstavbu, dokumentaci o vytyčovací síti, dokumentaci o vytyčení prostorové polohy,

rozměru a tvaru stavby pro účely výstavby a o dohledu na dodržování její prostorové polohy a geodetické části dokumentace skutečného provedení stavby, která obsahuje geometrické, polohové a výškové určení dokončené stavby nebo technického zařízení.

ÚOZI se podílí na přípravě stavby, projektování stavby a provádění stavby. Při přípravě staveb ÚOZI ověřuje nově zhotovené geodetické podklady a posuzuje správnost a vhodnost použitých existujících geodetických podkladů.

Při projektování stavby je ÚOZI ověřováno:

- vyhotovení geodetických podkladů pro projektovou činnost nebo doplnění geodetických podkladů použitých při přípravě stavby,
- zhotovení projektu vytyčovací sítě,
- zhotovení geodetických podkladů pro územní řízení,
- zřízení a zaměření všech bodů, které byly využity pro účely projektování a mohou být využity při vytyčovacích, kontrolních a dokumentačních činnostech,
- zhotovení vytyčovacích výkresů,
- zpracování koordinačního výkresu (zastavovacího plánu stavby), spolupráce na koordinaci prostorového umístění objektů,
- zhotovení projektu měření posunů a přetvoření v souladu s platnou technickou normou a v součinnosti se statikem a geotechnikem.

Při provádění stavby ÚOZI ověřuje:

- vytyčení obvodu staveniště před přejímkou staveniště,
- zřízení a zaměření bodů vytyčovací sítě a jejich zabezpečení proti poškození nebo zničení, kontrolu vytyčovací sítě během stavby,
- vytyčení prostorové polohy stavby,
- vytyčení stávajících podzemních vedení na povrchu, pokud mohou být dotčena stavební činností,
- vytyčení tvaru a rozměrů objektů stavby,
- geodetické kontrolní nebo ověřovací měření, nebo určení posunů a přetvoření objektů,
- zaměření skutečného provedení stavby před jejím předáním stavebníkovi [24].

2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ZÁJMOVÉ STAVBĚ

Uherské Hradiště bylo založeno jako královské město českým králem Přemyslem Otakarem II. 15. října roku 1257. Sloužilo jako ochrana Moravy před vpády nepřátelských vojsk. Jeho původní název byl Nový Velehrad, později Hradiště. Současný název je datován od roku 1587. Od roku 1990 je historické jádro města vyhlášeno městskou památkovou zónou. V Uherském Hradišti žije asi dvacet šest tisíc obyvatel. Spolu se sedmi městskými částmi (Uherské Hradiště, Jarošov, Mařatice, Míkovice, Vésky, Sady, Rybárny) tvoří druhou největší aglomeraci ve Zlínském kraji [25].

Rekonstruovaná křižovatka leží na hlavní silniční tepně v Uherském Hradišti, v zastavěné části. Jedná se o průsečnou křižovatku silnice I/55 Olomouc – Uherské Hradiště – Břeclav – hraniční přechod Poštorná a silnice II/497 Zlín – Březolupy – Uherské Hradiště. V Uherském Hradišti se křižovatka nachází na třídě Maršála Malinovského a Velehradské třídě. Rekonstrukce se dotkla také přilehlých ulic Všehrdova a Štefánikova. Silnice první třídy byla řešena v délce 343,90 m ve směru od Kunovic na Staré Město a silnice druhé třídy v délce 190 m od křižovatky směrem na Jarošov. Zájmová lokalita se nachází v katastrálním území Uherské Hradiště.



Obrázek 1: Pohled na rekonstruovanou křižovatku [26]

2.1. Členění stavby na stavební objekty

Celková realizace stavby byla rozdělena do šesti etap stavebních prací. Jednotlivé stavební práce jsou členěny na objekty, které jsou sestaveny v následujícím přehledu [44].

Tabulka 1: Členění stavebních objektů

Číslo SO	Název objektu
SO 001	Příprava území
SO 101	Silnice I/55
SO 111	Silnice II/497
SO 113	Úprava ulice Všehrdova
SO 114	Úprava ulice Štefánikova
SO 118	Úprava napojení místních komunikací
SO 119.1	Úprava sjezdu z I/55
SO 119.2	Úprava sjezdů z II/497 a MK
SO 121	Chodníky a cyklostezky
SO 191	Trvalé dopravní značení
SO 301.2	Kanalizace
SO 355	Přeložka vodovodu v prostoru křižovatky DN350
SO 356	Přeložka vodovodu DN350
SO 441	Světelná signalizace I/55 a II/497
SO 451.1	Veřejné osvětlení I/55
SO 451.2	Veřejné osvětlení II/497
SO 463	Přeložka O2 podél I/55
SO 464	Ochrana kabelů O2
SO 465	Přeložka UPC
SO 466	Přeložka metropolitní sítě podél I/55
SO 501.2	Přeložka plynovodu v prostoru křižovatky

2.2. Postup výstavby

Realizace výstavby byla naplánovaná v časovém horizontu od 16. 4. 2012 do 20. 7. 2012. Stavební práce se protáhly i do následujícího měsíce po předpokládaném ukončení stavby. Geodetické práce na stavbě probíhaly od května do konce srpna.

V první fázi výstavby byla řešena úprava silnice na Velehradské třídě a jednalo se o pravou stranu ve směru na Staré Město. Dále byla provedena první část úprav ulice Všehrdovy a to konkrétně pravý jízdní pruh. Druhá etapa realizace probíhala na třídě Maršála Malinovského. Jednalo se o pravou stranu komunikace ve směru od Kunovic ke křižovatce. Zbývající levá strana Velehradské třídy byla dokončena ve třetí etapě a tím třetí etapa zakončila stavební práce na Velehradské třídě. Čtvrtou fází výstavby se prováděly

stavební práce na třídě Maršála Malinovského a levá strana ulice Všeřdovy, bráno ze směru od křižovatky. Pátá a šestá etapa výstavby se věnovala úpravám na ulici Sokolovské, se zasahujícími pracemi do ulice Štefánikovy.

3. GEODETICKÉ ČÁSTI PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE

Podklady pro geodetické vytyčení jsou obsaženy v projektové dokumentaci pro provedení stavby. Jestliže je vytyčení předmětem stavebního objektu, je odkaz na vytyčení uveden v technické zprávě. Vytyčení je zpracováno do samostatné přílohy *Geodetický koordinační výkres* nebo je řešeno formou tabulky se seznamem souřadnic a výškami v technické zprávě. Body jsou uvedeny v souřadnicovém systému *Jednotné trigonometrické síť katastrální* a výškovém systému *Balt po vyrovnání*. Dále jsou v projektové dokumentaci uvedeny hodnoty odchylek pro kontrolní měření zemní pláně a nestmelených podkladních vrstev vozovky.

U zemní pláně má být provedeno kontrolní měření po 20 bm v příčných profilech dle dokumentace stavby. U nestmelené vrstvy šterkodrti a MZK mají být měřeny odchylky od projektových výšek po 40 bm ve třech bodech profilu. Odchylka tloušťky vrstvy a sklonu vozovky mají být měřeny po 100 bm. Pro stmelené podkladní vrstvy vozovky se nepodařilo pro vypracování této práce získat požadované odchylky stanovené projektem. Příslušné rozbory přesnosti jsou proto vyhodnocovány na základě ČSN.

Tabulka 2: Hodnoty odchylek pro kontrolní měření vrstev z projektové dokumentace

Typ vrstvy	Odchylka od projektových výšek [mm]	Hodnota sklonu	Tloušťka vrstvy	Průměr ze všech měření nesmí být
Zemní plán	± 30	$\pm 0,5\%$		
ŠD	± 20	$\pm 1 \%$	$h_{pr.} > 0,9h$ $h_{min.} > 0,8h$	$> \pm 0,5 \text{ mm}$
MZK	- 20 + 10	$\pm 0,5\%$	$h_{min.} > 0,8h$	$> \pm 0,5 \text{ mm}$

4. GEODETICKÉ PRÁCE SPOJENÉ S VÝSTAVBOU

4.1. Kontrola přesnosti použitých měřidel

Před započítím geodetických prací na stavbě byla provedena kontrola totální stanice Topcon QS3A. Jednalo se o provedení kontroly úhlové přesnosti přístroje a ověření součtové konstanty.

4.1.1. Kontrola úhlové přesnosti přístroje Topcon QS3A

Kontrola úhlové přesnosti přístroje, který byl používán během geodetických prací, byla provedena dle normy *ČSN ISO 8322-4 Geodetická přesnost ve výstavbě, Určování přesnosti měřících přístrojů, část 4: Teodolity* [27]. V terénu bylo zvoleno pevné stanovisko a vybrány čtyři zřetelné cíle.

Měření bylo provedeno ve čtyřech skupinách a ve dvou polohách dalekohledu. Body byly změřeny v pořadí A, B, C, D v první poloze dalekohledu a následně ve druhé poloze dalekohledu v pořadí D, C, B, A. Postup výpočtu byl proveden následovně. Směry každé řady byly zredukovány na směr OA jako $0,0000^g$ v první poloze dalekohledu a v druhé poloze dalekohledu. Vypočítaly se průměry hodnot ve sloupci 5 a 6. V sedmém sloupci se vypočítaly průměry ze skupin. Rozdíly d byly počítány mezi hodnotami ve sloupci 8 a odpovídajícími hodnotami ve sloupci 7 a následně byl vypočítán aritmetický průměr \bar{d} rozdílů v každé skupině. Pro každý směr byly vypočítány odchylky v jako d minus odpovídající \bar{d} pro každou skupinu. Součet odchylek pro každou skupinu má být přibližně roven nule. Hodnota \bar{d} je brána jako hodnota, o kterou je každý směr ve skupině znehodnocen, proto je každý směr opraven o hodnotu \bar{d} . Ve sloupci 11 se vypočítaly čtverce všech hodnot ze sloupce 10 a vypočetl se celkový součet čtverců. Počet nadbytečných měření byl 9. Dále byla vypočtena hodnota směrodatné odchylky v obou polohách dalekohledu. Tato hodnota byla vynásobena odmocninou ze dvou a výsledkem je směrodatná odchylka směru měřeného v obou polohách dalekohledu.

Tabulka 3: Ukázka výpočtu směrodatné odchylky směru

Datum: 21. 5. 2012										
Místo: Strážnice										
Měřič: Lovecký Marek										
Přístroj: Topcon QS3A										
Podmínky: teplota 15°C, atmosférický tlak 1009 hPa, čas měření 10:30, povrch asfalt										
Skupina	Cíl	I Poloha [gon]	II Poloha [gon]	I pol. Redukovaná [gon]	II pol. Redukovaná [gon]	Průměr Skupiny [gon]	Ø na stanovisku [gon]	d [mgon]	v [mgon]	v ² [mgon]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
I	A									
	B									

$$s = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n}} \quad s = \sqrt{\frac{2,56}{9}}$$

v ... opravy

n ... počet nutných měření

$$s = 5,3^{cc}$$

$$s = \sqrt{2} \times s = 8^{cc}$$

Kontrola přesnosti měření svislých úhlů byla vykonána na čtyři cíle umístěné v různých výškových úrovních. Poloha cílů byla přesně definována. Pořadí měření na každý ze čtyř cílů bylo libovolné. Po zaměření první polohy následovala ihned druhá poloha, vše bylo opět měřeno ve čtyřech skupinách.

Postup výpočtu přesnosti svislých úhlů byl proveden následovně. V pátém sloupci tabulky byl vypočten součet čtení v první poloze a rozdíl 400^s minus čtení v druhé poloze. Takto získaná hodnota zenitového úhlu byla podělena dvěma. Pro každý cíl se vypočetly průměrné hodnoty ze čtyř skupin. Postup výpočtů s opravami a stanovení směrodatné odchylky je obdobný jak pro vodorovné úhly. Výsledkem je směrodatná odchylka svislého úhlu měřeného v obou polohách dalekohledu.

Tabulka 4: Ukázka výpočtu směrodatné odchytky svislého úhlu

Skupi - Na	Cíl	I Poloha [gon]	II Poloha [gon]	$I + (400 - II)$ [gon]	Průměr Skupiny, m $\frac{I + (400 - II)}{2}$ [gon]	Průměr na stanovisku [gon]	v [cc]	v^2 [cc]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(7)	(8)	(10)	(11)
I	A							
	B							

Výpočet směrodatné odchytky.

$$s = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n}}$$

v ... opravy

n ... počet nutných měření

$$s = \sqrt{\frac{0,74}{12}}$$

$$s = 2,5^{cc}$$

$$s = \sqrt{2} \times s = 4^{cc}$$

4.1.2. Kontrola součtové konstanty přístroje Topcon QS3A

Při práci s elektronickými dálkoměry patří určení nebo ověření součtové konstanty dálkoměru k nejdůležitějším úkonům. Ověření součtové konstanty bylo vykonáno měřením na tři stativy o základně složené ze tří úseků. Stativy byly zařazeny do přímky s takovou přesností, aby případné vybočení neovlivnilo určovanou hodnotu součtové konstanty. Původní hodnota součtové konstanty byla v přístroji nastavena na hodnotu -2 mm . Po změření prvního úseku, kdy délka mezi stativy byla cca 5 m, byl změřen druhý a třetí úsek o délkách cca 10 a 15 m. Každý z měřených úseků je ovlivněn součtovou konstantou a platí následující vztah [28].

$$(a_i + PSM) + (b_i + PSM) = (c_i + PSM)$$

Hodnota součtové konstanty byla pak určena ze vztahu uvedeného níže.

$$PSM = c_i - (a_i + b_i)$$

Výsledná PSM hranolu je tedy

$$PSM = -0,0005m$$

Její střední chyba

$$m_{PSM} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n}} = 0,0003m$$

Test významnosti změny PSM, nejistota určení PSM (riziko $\alpha = 5\%$)

$$\delta_{PSM} = t \cdot m_{PSM}$$

$$\delta_{PSM} = 2 \times 0,0003 = 0,0006m$$

Hodnotu součtové konstanty není třeba přenastavit, neboť $PSM < \delta_{PSM}$

4.2. Vytyčovací síť stavby

Potřebnou přesnost vytyčovací sítě lze odvodit z požadované přesnosti na vytyčení podrobných bodů silniční komunikace, které jsou nejnáročnějším objektem z hlediska přesnosti. Nejpřísnějším kritériem pro podrobné vytyčení pozemní komunikace je dle ČSN 73 0420-2, tabulky 23, kryt vozovky [17]. Mezní vytyčovací příčná odchylka krytu vozovky je $\delta_{x_M} = \pm 15 \text{ mm}$. Vybudování horizontální složky vytyčovací sítě stavby se má řídit nejpřísnějším kritériem podrobného vytyčení. Z mezní vytyčovací odchylky je odvozena potřebná přesnost polární metody.

$$\delta_{x,y} = 0,015 \text{ m}$$

$$m_{x,y} = \frac{\delta_{x,y}}{t} = 0,0075 \text{ m}$$

$$m_{x,y}^2 = m_{x,y(M)}^2 + m_{x,y(VS)}^2$$

Při použití zásady stejného vlivu platí

$$m_{x,y(M)} = m_{x,y(VS)}$$

Ze vztahu pro polární metodu odvodíme střední chybu délky m_s a střední chybu úhlu m_ω . Do vzorce dosadíme hodnoty pro nejméně příznivou konfiguraci vytyčení na stavbě. Nejméně příznivé podmínky nastanou, když $\cos = 90^\circ$.

$$m_{x,y(M)}^2 = \left(1 + \frac{S^2}{s_{A,B}^2} - \frac{S}{s_{A,B}} \cos\omega\right) m_{X,Y(VS)}^2 + \frac{1}{2}(m_S^2 + S^2 m_\omega^2) \quad [28]$$

Ze vzorce vypočteme střední chybu délky $m_s = 0,006 \text{ m}$ a střední chybu úhlu $m_\omega = 24''$. Přístroj Topcon QS3A splňuje požadavky nejpřísnějšího kritéria pro podrobné vytyčení.

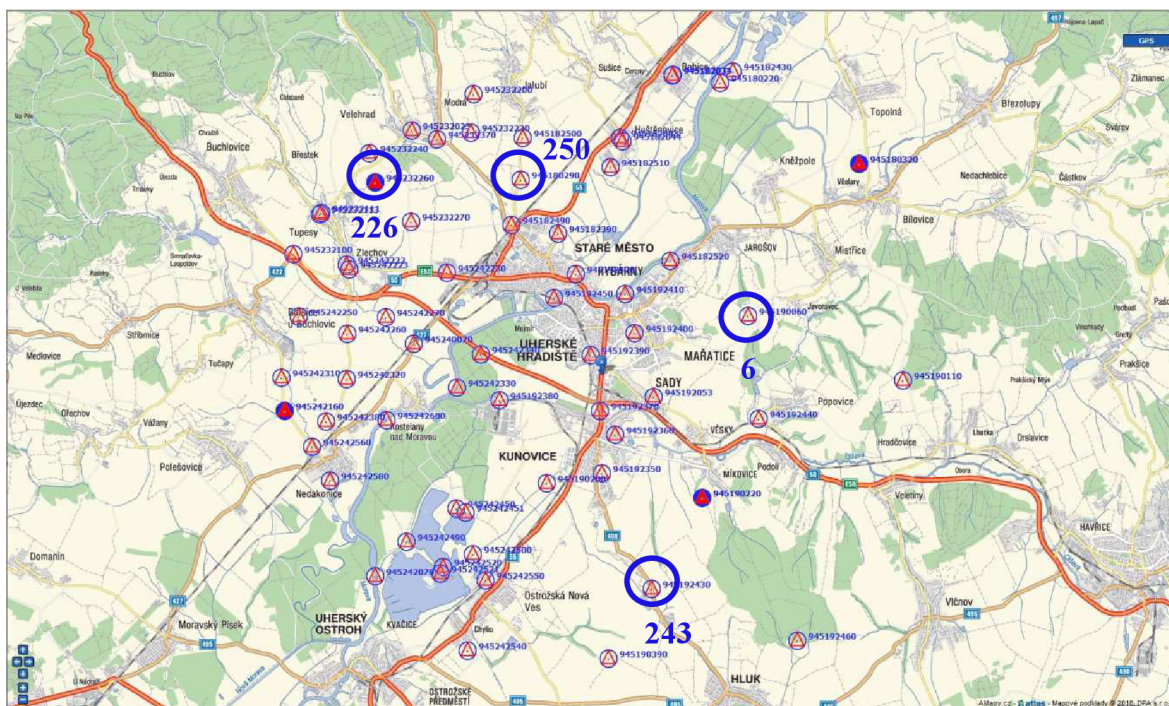
Na základě koordinačních výkresů a rekognoskace území dotčeného stavbou, bylo zvoleno umístění primárního systému stavby. Umístění bodů vytyčovací sítě bylo voleno s ohledem na funkčnost během stavebních prací a vzájemnou viditelnost mezi body. Síť byla budována jako vložená s návazností na státní bodové pole [13]. Vybudovaná síť umožňuje jak horizontální tak výškové vytyčení během následujících stavebních prací.

Horizontální složka vytyčovací sítě byla vybudována prostřednictvím metody GNSS – RTK. Při měření byly přijímány družice sítí GPS + Glonass. Pro měření byl použit dvoufrekvenční přístroj Topcon GRS-1 s anténou Topcon PG-A1. Body byly zaměřeny metodou RTK s použitím VRS. Doba měření na bodech byla 5 vteřin a odstup opakovaných měření byla jedna hodina. Výškově byla vytyčovací síť připojena trigonometrickou metodou na nivelační bod prvního řádu LP – 114, bod je součástí nivelačního pořadu PL Slavkov – Kunovice.

RTK – VRS (virtuální referenční stanice) je produktem síťového řešení, který je využíván jak v reálném čase, tak v postprocessingu. Data referenční stanice, při zohlednění korekcí FKP získaných ze síťového řešení, jsou transformována a v reálném čase přenášena do místa X, Y, Z navigační pozice roveru na základě NMEA zprávy. Řeší se velmi krátký, maximálně několikametrový vektor VRS – rover, v němž se neprojeví vnější vlivy, které se jinak projevují u dlouhých vektorů [29].

Pro výpočet GPS měření byl použit software TopSURV v. 7. 5. 2. 0. Výchozí souřadnice byly získány spolu s měřením z permanentní stanice.

Pro transformaci do S – JTSK byl použit program TranGPS 2. 1. 1. 1. s použitím dříve určeného transformačního klíče. Pro vyrovnání byla použita prostorová podobnostní transformace. Schéma rozložení určovaných bodů s vyznačením všech daných bodů použitých pro transformaci do souřadnicového systému JTSK ukazuje následný obrázek.



Obrázek 2: Rozložení identických bodů [30]

4.2.1. Rozbor přesnosti vytyčovací sítě

Vytyčovací síť byla zaměřena metodou GNSS – RTK. Kontrolní měření bylo provedeno stejnou metodou. Při měření bylo použito virtuální referenční stanice. Výrobce udává přesnost přístroje Topcon GRS-1 při použití metody GNSS – RTK je 10 mm + 1 ppm pro horizontální složku a pro vertikální složku je to hodnota 15 mm + 1 ppm. Virtuální referenční stanice se generuje 5 km od roveru ve směru k nejbližší stanici [31].

Výpočet rozdílu dvojího měření byl proveden následovně:

$$m_{\Delta}^2 = m_{GPS}^2 + m_{GPS(k)}^2$$

Kde m_{GPS} je přesnost prvního měření a $m_{GPS(k)}$ je přesnost kontrolního měření.

$$m_{\Delta p}^2 = 0,015^2 + 0,015^2 = 0,021 \text{ m}$$

$$m_{\Delta V}^2 = 0,020^2 + 0,020^2 = 0,028 \text{ m}$$

$$\delta_{\Delta p} = m_{\Delta p} \cdot t = 0,021 \cdot 2 = 0,042 \text{ m}$$

$$\delta_{\Delta V} = m_{\Delta V} \cdot t = 0,028 \cdot 2 = 0,056 \text{ m}$$

$$\Delta_p^2 = \Delta Y^2 + \Delta X^2$$

Z odchylek v souřadnicích X a Y byla vypočtena střední polohová chyba a je porovnávána s mezní polohovou odchylkou. Polohová odchylka je odchylka vytyčeného bodu ve vodorovné rovině [28].

Dle ČSN 73 0415 (5.2 Polohové geodetické body) [15] je stanovena základní střední souřadnicová chyba bodu základního polohového bodového pole $m_{x,y} = 0,015 \text{ m}$ a zhušťovacího bodu $m_{x,y} = 0,020 \text{ m}$. Výrobce udává přesnost metody GNSS – RTK je $10 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$. Pro vzdálenost 5 km tato hodnota činí $m_{x,y}^{\text{Měř}} = 0,015 \text{ m}$. Pak lze napsat pro trigonometrický bod a pro zhušťovací bod obdobně:

$$m_p^2 = m_{x,y}^2 + m_{x,y}^{\text{Měř}^2}$$

$$m_p = 0,021 \text{ m}$$

$$\delta_p = t \cdot m_p = 2 \cdot 0,021 = 0,042 \text{ m}$$

Dle KN je stanovena základní střední souřadnicová chyba pro kód kvality 3 $m_{x,y} = 0,140 \text{ m}$. Vyhláška č. 26/2007Sb., (Příloha 13, bod 13.2) [10] stanovuje mezní souřadnicovou chybu $\delta_{x,y}$ jako dvojnásobek základní střední souřadnicové chyby a je tedy $\delta_{x,y} = 0,280 \text{ m}$. Tolerance je vypočtena dle vztahu $T = 2\delta_{x,y} = 0,560 \text{ m}$. Pro vytyčovací odchylku je bráno 20% ze stavební odchylky, což je $\delta_{x,y} = \frac{\delta_{x,y}}{5} = 0,110 \text{ m}$. Přejdeme-li z mezní odchylky na střední chybu $m_{x,y}$ při použití součinitele konfidence $t = 2$ dostaneme $m_{x,y} = \frac{\delta_{x,y}}{t} = 0,055 \text{ m}$. Mezní odchylka vypočtená dle ČSN musí být menší, jak mezní odchylka stanovená dle KN. Návaznost připojení do souřadnicového systému JTSK je kontrolována dle mezní souřadnicové chyby vypočtené dle ČSN.

Tabulka 5: Kontrola připojení do S-JTSK

Bod	ΔY [m]	ΔX [m]	m_{xy} [m]	$\delta_{x,y(V)}$ [m]	$\delta_{x,y}$ [m]
000945182500	-0,002	-0,003	0,003	0,006	0,050
000945190060	-0,006	-0,004	0,005	0,010	0,042
000945192430	0,003	-0,006	0,005	0,010	0,050
000945232260	0,005	0,005	0,005	0,010	0,050

$\Delta Y, \Delta X \dots$ odchylky na identických bodech

Výsledné souřadnice a výšky z měření GPS byly získány prostým aritmetickým průměrem.

Porovnání výšky určené GNSS měřením a výšky určené trigonometrickou nivelací je provedeno následovně. Přesnost určení výšky metodou GNSS – RTK je $15\text{ mm} + 1\text{ ppm}$. S uvážením vzdálenosti vygenerování virtuální referenční stanice 5 km dostaneme přesnost 20 mm .

Odchylka trigonometrického určení výška byla určena dle vztahu

$$m_{Hi}^{2\text{ trig}} = (\cot g^2 z_1 + \cot g^2 z_2) m_s^2 + \left(\frac{s_1^2}{\sin^4 z_1} + \frac{s_2^2}{\sin^4 z_2} \right) m_z^2 \quad [28]$$

kde $m_z = 10^{cc}$ a $m_s = 2 + 2\text{ ppm}$ [32]

Odchylka rozdílu dvojího určení výšky

$$m_{\Delta H}^2 = m_{\Delta H}^{GPS^2} + m_{\Delta H}^{Trig^2}$$

Mezní chyba rozdílu dvojího určení výšky

$$\delta_H = m_{\Delta H} \cdot t$$

kde součinitel konfidence je volen 2.

Ověření přesnosti vytyčovací sítě bylo provedeno prostřednictvím délky vypočtené z GNSS měření a délky získané z měření dálkoměrem. Dle ČSN 73 0420-2 tabulky 23 – *Mezní vytyčovací odchylky podrobného vytyčení* [17], je nejpřísnějším kritériem příčná odchylka krytu vozovky:

$$\delta x_M = \pm 15\text{ mm}$$

$$m_{\Delta} = \frac{\delta x_M}{t} = 7,5\text{ mm}, \quad \text{kde } t = 2$$

Při použití zásady stejného vlivu dostaneme:

$$m_{x,y} = \frac{m_{\Delta}}{\sqrt{2}} = 5,3\text{ mm}$$

Odchylka rozdílu délek:

$$m_s = m_{x,y} \cdot \sqrt{2} = 7,5\text{ mm}$$

Mezní rozdíl délek s použitím $t = 2$:

$$\delta_s = m_s \cdot t = 15 \text{ mm}$$

Tabulka 6: Porovnání délky vypočtené a měřené dálkoměrem

Vzdálenost mezi body (1)	Délka vypočtená z GNSS měření [m] (2)	Délka měřená dálkoměrem [m] (3)	Dosažená odchylka Δ [m] (4) = (3) – (2)	Mezní odchylka δ_s [m]
4001 - 4002	163,719	163,728	0,010	0,015
4001 - 4003	158,994	159,006	0,012	0,015
4001 - 4032	153,325	153,317	-0,008	0,015
4031 - 4032	121,120	121,111	-0,009	0,015

4.2.2. Kontrola přesnosti podrobných bodů v katastrální mapě

Kontrola přesnosti podrobných bodů v katastrální mapě byla provedena měřením na vybrané rohy budov v dané lokalitě. Souřadnice byly posuzovány podle přílohy 13, bodu 13.2, vyhlášky č. 26/2007Sb. [10], kde je stanovena mezní souřadnicová chyba jako dvojnásobek základní střední souřadnicové chyby.

$$m_{xy} = 0,14m$$

$$u_{xy} = m_{xy} t = 0,14 \cdot 2 = 0,28m$$

4.2.3. Ověření výšky hlavního výškového bodu stavby

Ověření výchozího nivelačního bodu LP – 114 bylo provedeno prostřednictvím trigonometrické nivelace na dva sousední nivelační body prvního řádu ZL-094-103 a ZL-094-102 nivelačního pořadu PNS-ZL094 Uherské Hradiště.

Tabulka 7: Hodnoty daných výšek nivelačních bodů

Číslo nivelačního bodu	Daná výška [m]
LP-114	180,800
ZL-094-103	180,660
ZL-094-102	180,704

Rozbor přesnosti pro ověření nivelačního bodu byl proveden porovnáním rozdílu dvojího převýšení. Mezní hodnota daného převýšení $\delta_{\Delta hD}$ je vyčíslena dle vyhlášky č. 31/1995 Sb. [7], podle bodu 4.8 a je tedy $\delta_{\Delta hD} = 2,0 + 1,50\sqrt{R}$, kde R je délka oddílu v kilometrech. Přesnost měřeného převýšení je dána vztahem pro přesnost trigonometrického určení výšky:

$$m_{hM}^2 = (\cot g^2 z_1 + \cot g^2 z_2) m_s^2 + \left(\frac{s_1^2}{\sin^4 z_1} + \frac{s_2^2}{\sin^4 z_2} \right) m_z^2$$

$$\delta_{hM} = m_{hM} \cdot t, \quad \text{kde } t = 2$$

$$\delta_{RP}^2 = \delta_{dané}^2 + \delta_{měř.}^2$$

Tabulka 8: Porovnání převýšení mezi daným a nově naměřeným převýšením

Převýšení mezi body	Dané převýšení (1) [m]	Kontrolní převýšení (2) [m]	Střední chyba měření kontrolního převýšení [m]	Délka oddílu [m]	Rozdíl převýšení (1) – (2) [m]	Mezní hodnota δ [m]
LP-114 ZL-094-103	0,140	0,139	0,002	173	0,001	0,003
ZL-094-103 ZL-094-102	-0,044	-0,045	0,001	53	0,001	0,003

4.3. Vytyčení přeložek inženýrských sítí

Pod názvem „vytyčování“ jsou ve stavebnictví označovány obecně dvě kategorie úkonů. Tyto kategorie se od sebe z hlediska vymezení přesnosti zásadně liší.

První kategorií vytyčování je úkon, u kterého je výsledkem vytyčování vytyčovací značka, a teprve na základě této vytyčovací značky se provádí stavební práce. Tento druh vytyčování je předmětem normy ČSN 73 0420-1 [16], 73 0420-2 [17]. Provedená vytyčovací značka umožňuje kontrolovat přesnost a správnost vytyčení.

Druhou kategorií vytyčování tvoří úkony, prováděné současně se stavebními úkony (při ukládání stavebních hmot, stavebních dílců, odstraňování zeminy...). Takto provedené vytyčení je součástí stavebního úkonu a lze jej posoudit pouze spolu s přesností stavebního úkonu [33].

Požadavky na přesnost jednotlivých vytyčení jsou stanoveny mezními vytyčovacími odchylkami δ_x v ČSN 73 0420-2 [17] pro různé typy objektů. Při jiných nárocích na přesnost se vytyčení řídí požadavky uvedenými v projektu. V případech, kdy nejsou vytyčovací odchylky uvedeny v ČSN 73 0420-2 [17], se přesnost vytyčení odvodí z tolerance T_x . Tolerance se skládá z mezní vytyčovací odchylky, odchylky montáže a odchylky stavebních dílců. A jedná se o absolutní hodnotu rozdílu mezních hodnot geometrického parametru $T_x = |x_{max} - x_{min}|$, kde

x_{max} je horní mezní hodnota geometrického parametru,

x_{min} je dolní mezní hodnota geometrického parametru.

Geometrický parametr je dle ČSN ISO 1803 definován jako veličina v daném směru, přímce nebo úhlu. [28], [34]

4.3.1. Rozbor přesnosti vytyčení

Rozbor přesnosti vytyčení přeložek inženýrských sítí je posuzován dle ČSN 73 0420-2 podle bodu 6.10 *Nadzemní a podzemní vedení* [17]. Stanoveným kritériem přesnosti je zde mezní vytyčovací odchylka δx_M . Mezní vytyčovací odchylka je uvedena v podélném a příčném směru. Přesnost podrobného vytyčení se posuzuje podle kritérií pro přesnost vytyčení podrobných bodů vedení z HB a přesnost určení jejich výšek z HVB. HB se umisťují v ose vedení ve vzájemné vzdálenosti od 150 m do 350 m. HVB se umisťují ve vzájemné vzdálenosti, které nepřekračují hodnoty platné pro HB osy a vzdálenosti maximálně 30 m od osy nadzemního (podzemního) vedení. V našem případě byly podrobné body vytyčovány z bodů primární sítě. Kritéria přesnosti jsou stejná jako při vytyčování z HB osy. Body primární sítě nemají být vzdáleny více než 30 m od osy vedení. Vzdálenost dvou sousedních bodů nemá překročit hodnotu 350 m.

Tabulka 9: Mezní odchylky vytyčení podrobných bodů pro podzemní vedení dle ČSN 73 0420-2

Druh vedení a jeho umístění	Mezní vytyčovací odchylky δx_M [mm] vztahované k HB osy		
	Podélná	Příčná	Výšková
Potrubí - zastavěné území a podél komunikace	± 50	± 50	$1\% < \text{sklon} \leq 10\%$ ± 10
Kabely - zastavěné území a podél komunikace	± 80	± 80	± 30

Tabulka 10: Výpočet souřadnicové chyby $m_{x,y}$ z mezní odchylky δx_M

Druh vedení	Mezní vytyčovací odchylky δx_M [mm]					
	(1) Podélná		(2) Příčná		Výšková	
Potrubí	δx_M	50	δx_M	50	δx_V	10
	$m_{p(1)}$	25	$m_{p(2)}$	25	m_v	5

	$m_{x,y}$	25				
Kabely	δx_M	80	δx_M	80	δx_V	30
	$m_{p(1)}$	40	$m_{p(2)}$	40	m_v	15
	$m_{x,y}$	40				

Ukázka výpočtu střední souřadnicové chyby pro potrubí.

$$\delta x_M = 50 \text{ mm}$$

$$m_{p(1)} = \frac{\delta x_M}{t}, \text{ kde } t \text{ je voleno } 2$$

$$m_{x,y} = \sqrt{\frac{(m_{p(1)}^2 + m_{p(2)}^2)}{2}}$$

Mezní souřadnicová odchylka vyhovuje pro výběr metod a při posuzování přesnosti jen v případě, kdy lze předpokládat přibližně stejnou přesnost ve směru obou souřadnic. Jestliže lze předpokládat rozdílnou přesnost, vyhovuje lépe mezní polohová odchylka [33].
Výpočet výškové odchylky:

$$\delta x_V = 10 \text{ mm}$$

$$m_v = \frac{\delta x_{Mv}}{t}, \quad \text{kde } t \text{ je voleno } 2$$

4.3.2. Vytyčení přeložky vodovodu

Vytyčení přeložek jednotlivých inženýrských sítí bylo provedeno z bodů primární sítě polární metodou s využitím volného stanoviska. Volné stanovisko je v současnosti jedním z nejpoužívanějších postupů v zeměměřictví. Vyžaduje dostatečně hustou výchozí síť, ale při dalších pracích poskytuje značnou volnost. Při volbě stanoviska není nutné body trvale stabilizovat. Volné stanovisko je velmi stabilní metodou [35].

Vytyčení přeložky vodovodu bylo provedeno ve dvou krocích. Nejprve bylo provedeno samostatné vytyčení a následně bylo vykonáno kontrolního zaměření. Vytyčené body byly v terénu stabilizovány dřevěnými kůly. Vytyčovány byly lomové body, jejichž souřadnice byly získány z koordinačního výkresu. U jednotlivých podrobných bodů přeložky vodovodu nebyly vytyčovány výšky, byla vytyčena pouze výška blízkého bodu pro výkopové práce.

4.3.3. Zaměření skutečného provedení stavby

Dle *směrnice GIS – SVK, a. s., Podmínky zpracování dokumentace skutečného provedení staveb a geodetické dokumentace* [36], mají být trasy vodovodních řádů, kanalizační stoky, vodovodní a kanalizační přípojky zaměřeny zásadně před záhozem a provedením terénních úprav. Trasa musí být měřena v ose potrubí, odchylka osy trasy mezi dvěma zaměřovanými body nemá přesáhnout 15 cm. Minimální hustota bodů v intravilánu je 1 bod na 30 m a v extravilánu 1 bod na 70 m. V trase musejí být zaměřeny všechny odbočky, směrové a výškové lomy, šoupátka, domovní ventily, hydranty, vzdušníky, kalosvody, středy poklopů, obrysy šachet, vodárenským objektů, chráničky, změny materiálu, změny DN, počáteční a koncové body trasy a křížení s jiným podzemním vedením. V kanalizačních potrubích se má měřit niveleta dna všech potrubí do šachet vstupujících i vystupujících.

Obecné podmínky pro vyhotovení jsou:

- souřadnicový systém JTSK,
- výškový systém Bpv ,
- 3. třída přesnosti mapování dle ČSN 01 3410,
- měřítko mapování 1 : 500.

Výkresy jsou rozčleněny na části:

- účelová mapa polohopisné situace,
- měřené a pomocné body pro polohopis,
- vodovod,
- kanalizace,
- elektrika.

Pro potřeby *Účelové mapy polohopisné situace* je mapované území vymezeno uličním prostorem přilehlého k SVK, a.s. V extravilánu je mapované území vymezeno šířkou 50 m na obě strany od osy potrubí. Jestliže je v intravilánu již polohopis zpracován, využije se tohoto zpracovaného podkladu.

Předávaná geodetická dokumentace musí obsahovat:

- 1) technickou zprávu
- 2) na předávaném CD:

- technickou zprávu v ASCII tvaru,
- seznam souřadnic a výšek bodů ZPBP a PPBP v ASCII tvaru (stanoviska a body použité pro připojení), týká se doměření polohopisu,
- geodetické údaje o PPBP v ASCII tvaru (při hustotě bodů PPBP a ZPBP, použitých pro připojení, menší jak 2 body na 1 km trasy), týká se doměření polohopisu,
- seznam souřadnic a výšek podrobných bodů vodovodních a kanalizačních zařízení, polohopisné situace a ostatních měřených bodů v ASCII tvaru,
- soubor účelových *.dgn výkresů.

3) seznam souřadnic a výšek podrobných bodů vodovodních a kanalizačních zařízení vytištěný a podepsaný

4) kontrolní kresbu dokumentace

Směrnice *GIS – SVK, a. s., Podmínky zpracování dokumentace skutečného provedení staveb a geodetické dokumentace*, je závazná pro všechny osoby a organizace, které zpracovávají a zaměřují vodárenská zařízení pro Slovácké vodovody a kanalizace. Text směrnice je závazný pro všechny nové stavby a platí i pro převod stávající dokumentace do digitální formy. Jestliže nejsou dodrženy podmínky při vyhotovení a zaměření není výsledný elaborát převzat. Slovácké vodovody a kanalizace mají vyhrazené právo na případné změny a dodatky.

Zaměření skutečného provedení trasy vodovodu se řídilo výše zmíněnou směrnicí. Měření bylo provedeno před záhozem polární metodou z volného stanoviska.

poř. číslo	popis	znak	vrstva	barva	tloušťka	styl
			LV	CO	WT	LC
1	znak bodu		2	4	4	0
2	číslo bodu		3	0	0	ft=1tx=0.8
3	kóty dna potrubí		4	4	0	ft=1tx=0.8
4	kóty terénu		5	5	0	ft=1tx=0.8
5	vodovodní řad - 1.TP	L	11	7	1	0
6	vodovodní řad - 2.TP	L	11	58	1	0
7	vodovodní řad - 3.TP	L	11	17	1	0
8	výtlačný řad - 1.TP	L	12	7	1	4
9	výtlačný řad - 2.TP	L	12	58	1	4
10	výtlačný řad - 3.TP	L	12	17	1	4
11	vodovodní přípojka	L	13	5	0	0
12	domovní uzávěr	DU	13	5	0	0
13	chránička na řadu	multiline	14	5	0	5
14	šoupátko	SOU	15	7	0	0
15	hydrant podzemní	HYP	16	7	0	0

Obrázek 3: Ukázka atributů dle směrnice SVK, a.s.

4.4. Vytyčení komunikace

Liniový stavební objekt je v ČSN 73 0401 *Názvosloví v geodézii a kartografii* [37] definován jako stavební objekt, u něhož podstatně převládá jeden rozměr, tj. délka nad šířkou a výškou. Jako příklad liniové stavby norma uvádí most a tunel. Jako další příklad mohou být uvedeny železniční a silniční komunikace, vodní toky, podzemní a nadzemní vedení, štoly [33]. Trasu komunikace charakterizuje prostorová čára, která se skládá z osy a nivelety [38].

Vytyčení kompletní skladby vozovky se týkalo celé úpravy silnice II/497, části silnice I/55 ze směru od Kunovic na Staré Město a ulic Všehrdovy a Sokolovské. Vytyčení nestmelených podkladních vrstev vozovky

Vytyčení jednotlivých podkladních vrstev vozovky předcházelo vytyčení pro výkopové práce. Jednotlivé vrstvy byly vytyčovány v průběhu stavebních prací z příslušných koordinačních výkresů. Poloha bodů byla v terénu stabilizována železnými roxory.

Z vytyčovacích prací nestmelených podkladních vrstev vozovky jsem se v průběhu stavebních prací aktivně zúčastnil vytyčení a kontrolního zaměření šterkodrti. V práci jsou následně tyto geodetické činnosti rozebrány.

Rozbor přesnosti vytyčení výšky šterkodrti vychází z projektové dokumentace pro kontrolní měření nestmelených podkladních vrstev vozovky. Nejpřísnějším kritériem pro

vyhotovení šterkodrti je v projektové dokumentaci uvedena tloušťka vrstvy 150 mm. Průměrná tloušťka vrstvy má být 0,9 h, kde h je projektovaná tloušťka vrstvy.

$$0,9 \cdot 150 = 135 \text{ mm}$$

Cílem rozboru přesnosti je stanovení výškového přesnosti tak, aby výše zmíněné tloušťky vrstvy byly zajištěny. Pro účel rozboru přesnosti se považuje odchylka průměrné tloušťky vrstvy a nominální tloušťky vrstvy za dolní mezní odchylku geometrického parametru tloušťky vrstvy, která činí $\delta = 15 \text{ mm}$. Tolerance je dvojnásobkem mezní odchylky $T = 2 \cdot \delta = 30 \text{ mm}$. Pro vytyčovací práce bereme z tolerance 20% [28]. Přejdeme-li z tolerance na mezní odchylku vytyčení, dostaneme výslednou mezní vytyčovací odchylku výšky 6 mm.

$$\delta x_V = \frac{T}{5} = 6 \text{ mm}$$

S vypočtenou mezní vytyčovací odchylkou výšky $\delta x_V = 6 \text{ mm}$ má být provedeno vytyčení šterkodrti. Výšková mezní vytyčovací odchylka podrobného vytyčení dle ČSN 73 0420-2 [17] pro vrstvu podkladu vozovky je $\delta x_V = \pm 10 \text{ mm}$. Tato hodnota však překračuje hodnotu pro kontrolní měření dle projektové dokumentace, proto je vytyčení provedeno s vyšší přesností, která vyplývá z projektové dokumentace.

Pro polohové vytyčení bodu byla zvolena mezní vytyčovací odchylka dle ČSN 73 0420-2 podle tabulky 23 – Mezní vytyčovací odchylky podrobného vytyčení [17]. Zde je uvedeno pro vrstvu podkladu vozovky mezní příčná vytyčovací odchylka $\delta x_M = \pm 30 \text{ mm}$. Mezní příčná vytyčovací odchylka je přísnějším kritériem ve srovnání s podélnou mezní vytyčovací odchylkou. Splnění požadavku na příčnou odchylku zaručí splnění požadavku na podélnou odchylku. Polohové vytyčení bylo provedeno polární metodou z bodů vytyčovací sítě. Pro výškové vytyčení byla zvolena trigonometrická metoda. Vzdálenosti jednotlivých vytyčovaných bodů nepřesahovaly 100 m. Trigonometrická metoda splňuje požadavky vytyčení. Jednotlivé vytyčené podrobné body byly kontrolně zaměřeny.

4.4.1. Kontrolní zaměření a vyhodnocení nestmelených podkladních vrstev

Kontrolní měření ve stavebnictví tvoří samostatnou skupinu měřických úkonů. Přesnost kontrolního měření není stanoveno v ČSN 73 0420-1, 73 0420-2 [33]. Cílem kontroly geometrické přesnosti staveb je prokázat splnění požadavků, které jsou kladeny

na geometrickou přesnost staveb. Kontrolní měření je vyvoláno potřebou spolehlivosti. Při přejímání staveb nebo jejich částí je třeba protokolárně doložit, že geometrická přesnost odpovídá požadavkům, které jsou stanoveny projektovou dokumentací [34]. Nejistota splnění požadavku je zde brána 10 %.

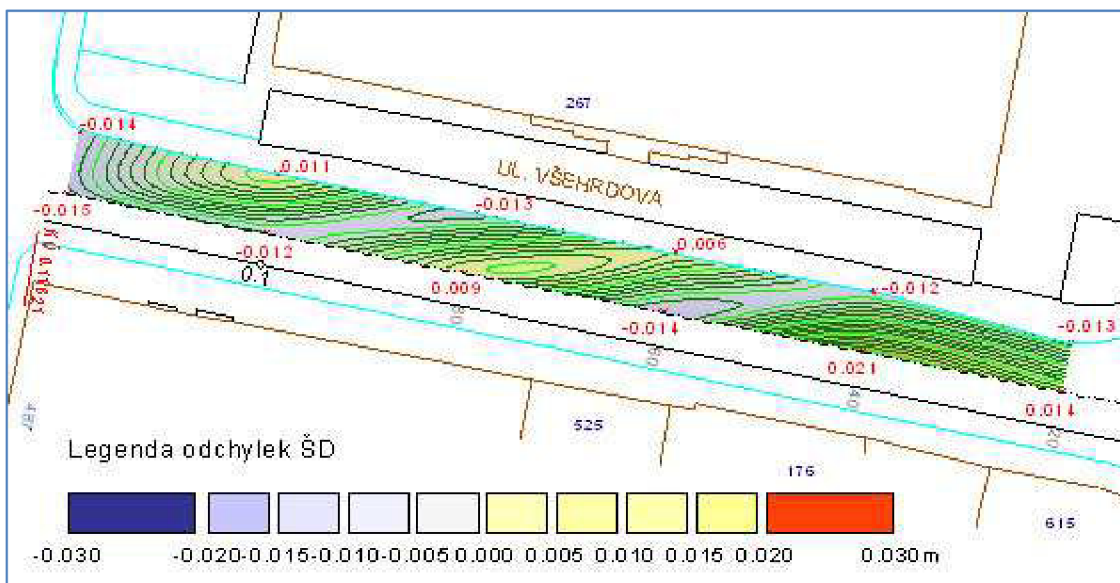
Z nestmelených podkladních vrstev proběhlo při výstavbě kontrolní zaměření výšky pláňe, šterkodrti a mechanicky zpevněného kameniva. Kontrolní měření vrstev proběhlo na celém úseku rekonstruované silnice II/497, ulici Všehrdovy a Sokolovské a také na části rozšíření silnice I/55. V práci je zpracováno kontrolní zaměření šterkodrti. Hodnoty kontrolovaných parametrů jsou následující a jsou získány z projektové dokumentace:

- průměrná tloušťka vrstvy 0,9 *h*,
- minimální tloušťka vrstvy 0,8 *h*,
- odchylka od příčného sklonu $\pm 1\%$,
- odchylka od projektových výšek ± 20 mm na 40 mm,
- průměrná odchylka ze všech měření $< \pm 5$ mm.

Při kontrolním měření byly měřeny body v příčných profilech po 20 m, v ose komunikace a v okraji odsazení + 6 m od osy komunikace. Příčný profil je profil vedený napříč terénem, konstrukcí nebo objektem, kolmo na trasu či osu objektu [40]. Jednotlivé body byly polohově vytyčeny ve shodě s koordinačním výkresem s přesností vytyčení ± 3 cm. Výškově bylo měření provedeno se stejnou metodou a stejnou přesností jako při vytyčení podrobných bodů vrstvy. U šterkodrti byla kontrolována odchylka od projektových výšek, tloušťka vrstvy a odchylka od příčného sklonu.

Tabulka 11: Odchylky sklonu šterkodrti od projektového sklonu

Body profilu	Vypočtený sklon [%]	Projektový sklon + odchylka [%]
1326 – 1348	3,48	3,29 ± 1,0
1321 – 1343	2,89	2,50 ± 1,0
1317 – 1339	2,12	2,50 ± 1,0
1313 – 1335	2,81	2,50 ± 1,0
1309 – 1331	1,93	2,50 ± 1,0
1305 – 1327	1,90	2,50 ± 1,0



Obrázek 4: Grafické znázornění odchylky vrstvy šterkodrti od projektových hodnot

Grafické vyhodnocení bylo provedeno v programu Atlas verze 4.70.4. [41]. Základní vrstevnice byly nastaveny po 2 mm a každá 5 vrstevnice je zvýrazněná. Pro rozdíl výšek překračující hodnotu odchylky stanovenou projektem $\pm 20 \text{ mm}$ je zvolena sytá barva, v záporných hodnotách modrá barva a v kladných hodnotách červená barva. V případě splnění požadavku je zvoleno nevýrazné barevné vyobrazení.

4.4.2. Vytyčení obrubníků

Vytyčení obrubníků předcházelo vytyčení stmelěných podkladních vrstev vozovky. Obrubníky byly vytyčovány v místech kompletní výstavby vozovky a v místech, kde došlo k vybudování nových chodníků a nových ostrůvků uvnitř komunikace. Vytyčení probíhalo z bodů vytyčovací sítě polární metodou. Vytyčené body byly na místě stabilizovány železnými roxory. Body byly polohově odsazovány o 15 cm a výškově byly odsazeny o 12 cm na úroveň výšky obrubníku. Požadavek na odsazení bodů vytyčení vzešel od vyhotovitele stavby. Vytyčené body byly vždy kontrolně vytyčeny.

4.4.3. Vytyčení stmelěných podkladních vrstev vozovky

Vytyčení částí stmelěných vrstev vozovky se týkalo všech rekonstruovaných asfaltových ploch křižovatky.

Geodetickými pracemi jsem se aktivně podílel na vytyčení vrstvy ACP 22S na ulici Sokolovské. Rozbor přesnosti vytyčení je zpracován na základě ČSN 73 6121, *Stavba vozovek – Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody*.

Nejpřísnějším kritériem pro vyhotovení vrstvy ACP je zde uvedena tloušťka vrstvy. Tloušťka vrstvy ACP je 90 mm. Průměrná tloušťka vrstvy má být 0,9 h.

$$0,9 \cdot 90 = 81 \text{ mm}$$

S využití postupu uvedeného v kapitole 4.4.1. Vytyčení nestmelených podkladních vrstev vozovky vypočteme hodnotu mezní odchylky vytyčení výšky 3,6 mm.

$$\delta x_V = \frac{T}{5} = 3,6 \text{ mm, kde } T = 18 \text{ mm}$$

Přesnost polohové vytyčení byla provedena na základně ČSN 73 0420-2. Vrstva ACP je vrstva podkladu vozovky. Mezní příčná vytyčovací odchylka dle normy je $\delta x_M \pm 30 \text{ mm}$.

Z hlediska ČSN 73 0420-2 je uvažována mezní vytyčovací výšková odchylka vrstvy podkladu vozovky $\delta x_V = \pm 10 \text{ mm}$. V normě ČSN 73 6121 se uvádí přísnější kritérium pro vytyčení, proto bylo výškové vytyčení provedeno s větší přesností dle normy ČSN 73 6121, aby bylo zajištěno splnění požadavku.

Polohové vytyčení bodů bylo provedeno z bodů vytyčovací sítě polární metodou. Pro výškové vytyčení byla zvolena trigonometrická metoda. Vzdálenosti jednotlivých vytyčovaných bodů nepřesáhly 100 m. Trigonometrická metoda splňuje požadavky vytyčení. Jednotlivé vytyčené podrobné body byly kontrolně zaměřeny.

4.4.4. Kontrolní zaměření a vyhodnocení stmelených podkladních vrstev vozovky

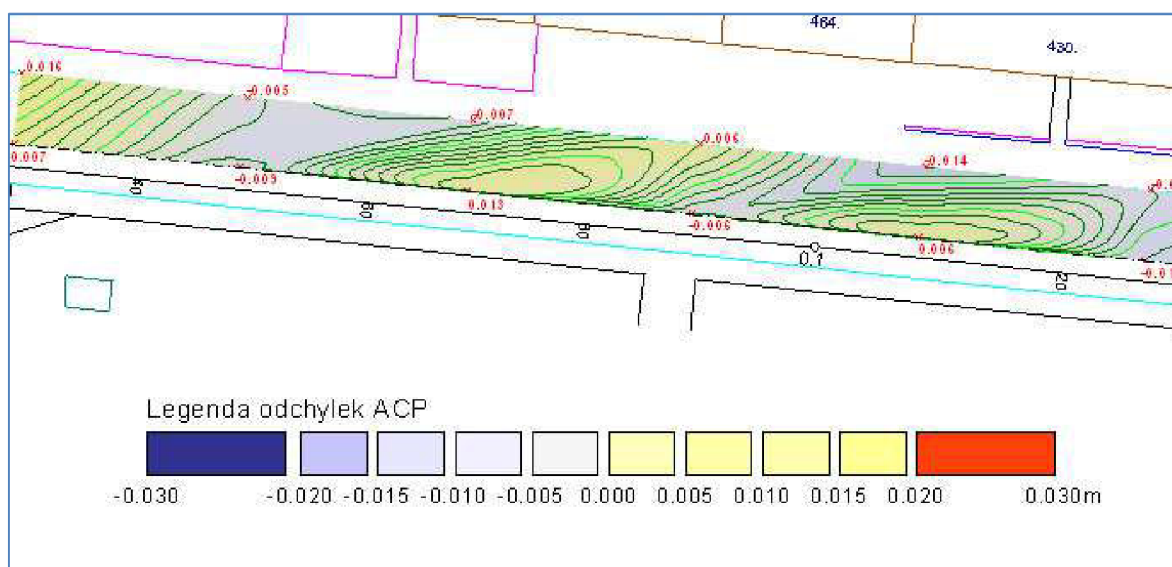
Kontrolní zaměření vrstvy ACP proběhlo na podkladě ČSN 73 6121 *Stavba vozovek – Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody* [21]. Z geodetického hlediska musí vyhotovení vrstvy splnit požadavky bodu 6.4.2 *Tloušťka vrstvy* a bodu 6.4.5 *Odchylky od projektových výšek*. Podmínky jsou zde uvedeny následující:

- průměrná tloušťka vrstvy nad 30 mm – 0,90 h,
- minimální tloušťka vrstvy 0,80 h,
- odchylka od projektových výšek $\pm 20 \text{ mm}$,
- odchylka od příčného sklonu $\pm 0,5 \%$.

Při zpracování kontrolního měření byla provedena taky kontrola průměrné odchylky ze všech měření $< \pm 5 \text{ mm}$. Kontrolní zaměření vrstvy ACP bylo provedeno se stejnou přesností, s jakou bylo provedeno její vytyčení. Kontrolní body byly měřeny v příčných profilech po 20 m, v ose komunikace a v okraji odsazení + 6 m od osy komunikace. V následující tabulce jsou uvedeny odchylky sklonu.

Tabulka 12: Odchylky sklonu vrstvy ACP od projektovaného sklonu

Body profilu	Vypočtený sklon [%]	Projektový sklon + odchylka [%]
11179 – 11141	2,73	2,50 ± 0,5
11183 – 11145	2,62	2,50 ± 0,5
11187 – 11149	2,40	2,50 ± 0,5
11191 – 11153	2,91	2,50 ± 0,5
11195 – 11157	2,40	2,50 ± 0,5
11199 – 11161	2,78	2,50 ± 0,5
11103 – 11165	2,62	2,50 ± 0,5
11107 – 11169	2,99	2,50 ± 0,5
11111 – 11173	2,96	2,50 ± 0,5



Obrázek 5: Grafické znázornění odchylky vrstvy ACP od projektových hodnot

4.5. Dokumentace vytyčení – (protokoly o vytyčení)

O vytyčení sekundárního systému konkrétního stavebního objektu se má vyhotovovat protokol o vytyčení. Tento protokol se zakládá jako součást stavebního deníku [13]. Protokoly o vytyčení slouží jako záznam vytyčovací práce.

V přílohové části jsou zpracovány protokoly o vytyčení vodovodu, vytyčení nestmelené podkladní vrstvy šterkodrti, vytyčení stmelené podkladní vrstvy ACP a

protokoly o kontrolním zaměření vrstev. Protokoly o vytyčení jsou zpracovány podle následujících náležitostí:

- název a jméno osoby, která vytyčení provedla,
- číslo protokolu resp. zakázky,
- název stavby,
- datum, kdy vytyčení bylo provedeno,
- název objednatele vytyčení,
- co bylo předmětem vytyčení,
- podklady, které byly použity pro vytyčení s označení čísla výkresů,
- údaje o použité projektové dokumentaci (kdo dokumentaci vyhotovil, stupeň PD, číslo soupravy a čísla dalších použitých výkresů),
- údaje, jak byly v terénu vyznačeny vytyčené body,
- popis vytyčovací práce,
- seznam použitých daných výškových bodů (s uvedením výškového systému),
- seznam použitých daných polohových bodů (s uvedením souřadnicového systému),
- potvrzení o předání vytyčení v terénu,
- datum předání a převzetí (jména, podpisy, razítka),
- ověření dle zákona č. 200/1994 Sb. [1],
- průvodní zpráva,
- vyčíslení odchylek, prokázání přesnosti,
- případné upozornění na nesoulad ve shodě s PD,
- náčrt situace vytyčení v souladu s PD,
- údaje o zápisech do stavebního deníku (datum, strana).

5. SOUBORNÉ ZPRACOVÁNÍ GEODETICKÉ DOKUMENTACE STAVBY

Geodetická část skutečného provedení stavby ke kolaudačnímu souhlasu se vyhotovuje na základě *Vyhlášky č. 31/1995 Sb., dle § 13, odstavce 5* [7]. Podle vyhlášky má geodetická část dokumentace obsahovat číselné a grafické vyjádření výsledků zaměření skutečné polohy, výšky a tvaru pozemních, podzemních a nadzemních objektů a zařízení, včetně technického vybavení, vzhledem k bodům vytyčovací sítě. Vyhláška uvádí doporučená měřítka pro vyhotovení. Dále se má dokumentace obsahovat seznam souřadnic a výšek bodů bodového pole, vytyčovací sítě a podrobných bodů.

5.1. Dokumentace skutečného provedení stavby

Vyhotovení a zaměření dokumentace skutečného provedení stavby se řídilo směrnici na pořizování grafických dat *Jednotné digitální technické mapy Zlínského kraje* [42] (JDTM ZK). Jedná se o podrobné digitální mapové dílo velkého měřítka vyjadřující skutečný stav technických a přírodních objektů a zařízení nad, na a pod zemským povrchem. JDTM ZK se buduje postupným přímým měřením území Zlínského kraje.

Obecné podmínky pro vyhotovení jsou:

- souřadnicový systém JTSK,
- výškový systém Bpv,
- 3. třída přesnosti mapování dle *ČSN 01 3411*,
- měřítko mapování 1 : 500.

Předměty měření polohopisu jsou:

- stavební objekty a zařízení,
- dopravní objekty a zařízení,
- vodohospodářské objekty a zařízení,
- městská zeleň,
- podzemní prostory,
- podzemní vedení,
- nadzemní vedení.

U výškopisu se měří nadmořské výšky podrobných bodů. Při vykreslování se v místech nahromadění výšek výšky odsouvají do pomocné hladiny. Ponechávají se pouze

výšky, které dostatečně vystihují průběh terénu. Není dovoleno posouvat texty kolem měřeného bodu!

Správce datového skladu JDM ZK je GEOVAP. K práci je přiložen orientační výtisk skutečného provedení stavby.

5.2. Geometrický plán

Na celou stavbu byl v závěru geodetických prací vyhotoven geometrický plán pro rozdělení pozemku. Na vypracování geometrického plánu jsem se podílel pouze měřickou činností, proto zde geometrický plán není zpracován.

Podle stavebního zákona [2] se u staveb technické a dopravní infrastruktury předkládá na stavební úřad geometrický plán a to tehdy, jestliže je stavba předmětem evidence v katastru nemovitostí nebo její výstavbou dochází k rozdělení pozemku.

Zpracování geometrického plánu se řídí vyhláškou č. 26/2007 Sb. [10], obsah a náležitosti geometrického plánu jsou stanoveny v § 78 a podrobně rozebrány v příloze č. 17 této vyhlášky.

6. ZÁVĚR

Diplomová práce popisuje geodetické činnosti v procesu rekonstrukce křižovatky silnice I/55 se silnicí II/497 v Uherském Hradišti. Z prvních kapitol, týkajících se legislativní otázky, vyplývá provázanost geodetických prací s řadou zákonů a vyhlášek, nařízení, norem a technických předpisů. Činnost ÚOZI je popsána v souvislosti s jeho činností se stavebníky, projektanty a stavbyvedoucími.

V textu je popsán samotný postup realizace výstavby se zaměřením na jednotlivé stavební činnosti. Rekonstrukce městské křižovatky, která se nachází ve frekventované části města, probíhala za provozu. V práci je uvedeno rozčlenění stavebních prací tak, aby bylo možné během rekonstrukce zachovat silniční provoz. Před zahájením geodetických prací byla provedena kontrola úhlové přesnosti přístroje a ověření součtové konstanty. K uvedeným kontrolám je zpracován postup měření a výpočtu. Výsledkem úhlové kontroly přístroje je směrodatná odchylka směru ve dvou polohách dalekohledu. Ověření součtové konstanty spočívá v kontrole správného nastavení hodnoty součtové konstanty v přístroji.

Vytyčovací síť byla vybudována metodou *GNSS – RTK* s použitím virtuální referenční stanice s využitím sítě permanentních stanic *Topnet*. Vnitřní přesnost vytyčovací sítě je charakterizovaná střední kvadratickou odchylkou v poloze 10 mm . Přesnost navázání na geodetický referenční systém *JTSK* odpovídá dle *ČSN 73 0415 Geodetické body* [15] I. třídě přesnosti tj. střední souřadnicová chyba $m_{x,y} = 20\text{ mm}$. Výškově byla vytyčovací síť připojena trigonometrickou metodou na nivelační bod I. řádu LP – 114 se střední chybou převýšení 2 mm .

Z inženýrských sítí je názorně zpracován vodovod na tř. Maršála Malinovského. Rozbor přesnosti vychází z *ČSN 73 0420-2* [17], vytyčení splňuje kritérium stanovené touto normou dle bodu *6.10 Nadzemní a podzemní vedení* a to mezní polohovou vytyčovací odchylkou $\delta x_M = 50\text{ mm}$ a mezní výškovou vytyčovací odchylkou $\delta x_V = 10\text{ mm}$. K vytyčení vodovodu je zpracován protokol o vytyčení a dokumentace skutečného provedení stavby. Dále je zpracováno vytyčení vybrané nestmelené podkladní vrstvy vozovky a stmelené podkladní vrstvy vozovky. Z nestmelené podkladní vrstvy vozovky je zpracována vrstva štěrkodrti. Rozbor přesnosti vytyčení štěrkodrti vychází z požadavků uvedených v projektové dokumentaci. Mezní výšková odchylka vytyčení je $\delta x_V = 6\text{ mm}$. Rozbor přesnosti vytyčení stmelené podkladní vrstvy vozovky ACP je zpracován na základě *ČSN 73 6121* [21]. Výškové vytyčení je provedeno s mezní

výškovou vytyčovací odchylkou $\delta x_V = 3,6 \text{ mm}$. Vyhotovení jednotlivých podkladních vrstev vozovky podléhalo ověření, zda byla během výstavby dodržena požadovaná přesnost. Kontrolní měření bylo provedeno se stejnou přesností, s jakou bylo provedeno vytyčení jednotlivých vrstev vozovky. Probíhalo v příčných profilech po 20 m v ose komunikace a v odsazení + 6 m na okraj vozovky. Byla kontrolována odchylka od projektových výšek, tloušťka vrstvy a odchylka od projektového sklonu vozovky. U podkladní vrstvy šterkodrti došlo na bodě 1331 k překročení mezní odchylky stanovené v projektové dokumentaci. Toto překročení však spadá do dané nejistoty splnění požadavku 10%. U vrstvy ACP byly předepsané odchylky dodrženy. Výsledky jsou zpracovány do přehledných tabulek. K odchylkám od projektových výšek je zpracováno grafické znázornění. Na celou stavbu je zpracována dokumentace skutečného provedení stavby dle směrnice na pořizování grafických dat *JDITM ZK* a vyhotoven kontrolní výtisk.

Práce je provázána řadou ČSN, které se sebou úzce souvisí. Nejvíce je však rozebírána norma *ČSN 73 0420-2 Přesnost vytyčování staveb – Část 2: Vytyčovací odchylky*. Při práci s normami se nelze zaměřit pouze na jednu normu. Je třeba pracovat s normami v širší souvislosti, které jsou mezi sebou vzájemně provázány.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, v platném znění
- [2] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, v platném znění
- [3] Zákon č. 359/1992 Sb., o zeměměřických a katastrálních orgánech, v platném znění
- [4] Zákon č. 344/1992 Sb., o katastru nemovitostí České republiky, v platném znění
- [5] Zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii, v platném znění
- [6] Zákon č. 20/1993 Sb., o zabezpečení výkonu státní správy v oblasti technické normalizace, metrologie a státního zkušebnictví, v platném znění
- [7] Vyhláška 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, v platném znění
- [8] Vyhláška č. 499/2006 Sb., kterou se provádí zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, v platném znění
- [9] Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavbu, v platném znění
- [10] Vyhláška č. 26/2007 Sb., kterou se provádí zákon č. 265/1992 Sb., a zákon č. 344/1992 Sb., v platném znění
- [11] Vyhláška č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření.
- [12] Nařízení vlády č. 430/2006 Sb., o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání, v platném znění
- [13] ŠVÁBENSKÝ, O. VITULA, A. BUREŠ, J. Inženýrská geodézie I, elektronická studijní opora předmětu GE16 modul 02, Geodézie ve stavebnictví, VUT v Brně, 2006
- [14] Mbkc.cz [on-line, 13.5.2013], dostupné z <http://www.mbk.cz/iso/co-znamena-zkratka-iso-a-dalsi-informace>
- [15] ČSN 73 0415 – Geodetické body
- [16] ČSN 73 0420-1 – Přesnost vytyčování staveb – Část 1: Základní požadavky
- [17] ČSN 73 0420-2 – Přesnost vytyčování staveb – Část 2: Vytyčovací odchylky
- [18] ČSN ISO 4463-1 – Měřicí metody ve výstavbě – Vytyčování a měření – Část 1: Navrhování, organizace, postupy měření a přijímací podmínky
- [19] ČSN ISO 4463-2 – Měřicí metody ve výstavbě – Vytyčování a měření – Část 2: Měřické značky
- [20] ČSN ISO 4463-3 – Měřicí metody ve výstavbě – Vytyčování a měření – Část 3:

Kontrolní seznam geodetických a měřících služeb

- [21] ČSN 73 6121 – Stavba vozovek – Hutněné asfaltové vrstvy – Provádění kontroly a shody
- [22] ČSN 73 6126-1 – Stavba vozovek – Nestmelené vrstvy – Část 1: Provádění kontroly a shody
- [23] Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a o pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů
- [24] POLÁK, P. Součinnost geodetů a úředně oprávněných zeměměřických inženýrů s účastníky výstavby. Aktuální problémy inženýrské geodézie 2008. Brno, Český svaz geodetů a kartografů. Brno 2008, str. 7 – 13.
- [25] Město-uh.cz [on-line 21. 2. 2013], dostupné z <http://www.mesto-uh.cz/Folders/1306-1-Historie+mesta.aspx>,
- [26] Mapy.cz [on-line, 8.2.2013], dostupné z <http://www.mapy.cz/#x=17.468586&y=49.067961&z=15&l=15&c=2-3-8-15-25-Z-h>
- [27] ČSN ISO 8322 – 4 – Geodetická přesnost ve výstavbě, Určování přesnosti měřících přístrojů, část 4: Teodolity
- [28] ŠVÁBENSKÝ, O. VITULA, A. BUREŠ, J. Inženýrská geodézie I, elektronická studijní opora předmětu GE16, modul 03, Návody ke cvičením, VUT v Brně, 2006
- [29] BUREŠ, J. – Analýza experimentálních měření GPS – RTK. Geodetický a kartografický obzor č. 4/2009, nakladatelství Vesmír, spol. s r.o., str. 75 – 87
- [30] Geoportal.cuzk.cz [on-line, 4. 3. 2013] dostupné z <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/?wmcid=503&srs=EPSG:102067>
- [31] Topnet.geodis.cz [on-line, 20. 3. 2013], dostupné z <http://topnet.geodis.cz/topnet/topnet.aspx>
- [32] Obchod.geodis.cz [on-line, 17. 4. 2013], dostupné z http://obchod.geodis.cz/uploads/documents/geodezie/QS_info.pdf
- [33] HERDA, M. ŠILAR, F. – Vytyčovací odchylky ve stavebnictví, Vydavatelství ÚNM, Praha, 1971
- [34] BUREŠ, J. – Kontrola geometrických parametrů a ověřování přesnosti rozměrů ve výstavbě. 44. Geodetické informační dny, Sborník přednášek, Spolek zeměměřičů Brno, 2008, Brno geodetické informační dny
- [35] ŠTRONER, Martin. – K přesnosti volného stanoviska. Geodetický a kartografický

- obzor č.8/2012, nakladatelství Vesmír, spol. s r.o., str. 170 – 176
- [36] Směrnice GIS – SVK, a. s., číslo směrnice 0.004, revize 7, účinnost od 27. 2. 2009, správce Slováké vodovody a kanalizace Uherské Hradiště
- [37] ČSN 73 0401 – Názvosloví v geodézii a kartografii
- [38] MICHALČÁK, O. VOŠKA, O. VESELÝ, M. NOVÁK, Z. – Inžinierska geodézia II, ALFA Bratislava 1990
- [39] Obalovna-ostrava.cz [on-line, 26. 3. 2013], dostupné z <http://obalovna-ostrava.cz/?oo>
- [40] MICHALČÁK, O. VOŠKA, O. VESELÝ, M. NOVÁK, Z. – Inžinierska geodézia I, SNTL Praha 1985
- [41] Atlas DMT verze 4.70.4. elektronická nápověda
- [42] Směrnice na pořizování grafických dat Jednotné digitální technické mapy Zlínského kraje, Geovap, 2010

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Členění stavebních objektů.....	16
Tabulka 2: Hodnoty odchylek pro kontrolní měření vrstev z projektové dokumentace	18
Tabulka 3: Ukázka výpočtu směrodatné odchylky směru	20
Tabulka 4: Ukázka výpočtu směrodatné odchylky svislého úhlu.....	21
Tabulka 5: Kontrola připojení do S-JTSK.....	25
Tabulka 6: Porovnání délky vypočtené a měřené dálkoměrem	27
Tabulka 7: Hodnoty daných výšek nivelačních bodů	27
Tabulka 8: Porovnání převýšení mezi daným a nově naměřeným převýšením	28
Tabulka 9: Mezní odchylky vytyčení podrobných bodů pro podzemní vedení dle ČSN 73 0420-2	29
Tabulka 10: Výpočet souřadnicové chyby $m_{x,y}$ z mezní odchylky δx_M	29
Tabulka 11: Odchylky sklonu štěrkodrtí od projektového sklonu.....	35
Tabulka 12: Odchylky sklonu vrstvy ACP od projektovaného sklonu	38

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Pohled na rekonstruovanou křižovatku [26]	15
Obrázek 2: Rozložení identických bodů [30]	24
Obrázek 3: Ukázka atributů dle směrnice SVK, a.s.	33
Obrázek 4: Grafické znázornění odchylky vrstvy štěrkodrti od projektových hodnot.....	36
Obrázek 5: Grafické znázornění odchylky vrstvy ACP od projektových hodnot	38

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ČSN – Česká technická norma

ISO – Mezinárodní organizace pro normalizaci

EN – Evropská norma

ČUZK – Český úřad zeměměřický a katastrální

SO – stavební objekt

NTL – nízkotlaký

RTK – Real time kinematic

FKP – FlächenKorrekturParametr

NMEA – National Marine Electronics Association

PD – projektová dokumentace

SVK – Slovenské vodovody a kanalizace

Bpv – Balt po vyrovnání

JTSK – Jednotná trigonometrická síť katastrální