



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV GEODÉZIE

INSTITUTE OF GEODESY

GEODETICKÉ ČINNOSTI PŘI STAVBĚ PODCHODU POD ŽELEZNIČNÍ TRATÍ

GEODETIC WORKS IN THE CONSTRUCTION OF A SUBWAY UNDER THE RAILWAY
TRACK

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Adámař

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. JIŘÍ BUREŠ, Ph.D.

BRNO 2019



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	3646R003 Geodézie a kartografie (N)
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Martin Adámať
Název	Geodetické činnosti při stavbě podchodu pod železniční tratí
Vedoucí práce	doc. Ing. Jiří Bureš, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, 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, Návody 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

Podílejte se na geodetických činnostech při stavbě podchodu pod železniční tratí Trenčín - Chynorany. Popište souvislosti geodetických a stavebních činností a postupu výstavby. Použité měřické postupy podrobte teoretické analýze přesnosti v kontextu s předepsanými odchylkami uvedenými v projektové dokumentaci nebo v ČSN. Samostatně zpracujte vybraná naměřená data, vyhodnoťte výsledky, analyzujte dosaženou přesnost a zpracujte potřebnou dokumentaci. V závěru zhodnoťte celý proces geodetických činností.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

ABSTRAKT

Diplomová práca sa zaoberá popisom geodetických činností počas procesu výstavby podchodu pod železničnou traťou v Trenčíne. Podkladom pre činnosti geodeta na stavbe je vyhláška 300/2009 Z. z. V práci sú tieto činnosti opísané v poradí, v akom boli uskutočnené v procese výstavby. Medzi jednotlivé činnosti v skratke patrí: príprava projektovej dokumentácie, vytyčovanie, kontrolné zameranie, zameranie skutočného stavu objektu, kvantifikácia geodeticky merateľných položiek vykonaných stavebných prác, vyhotovenie geodetickej časti dokumentácie skutočného vyhotovenia stavby. Súčasťou práce je taktiež vyhodnotenie procesu vytýčenia stavebného objektu jednotlivých etáp výstavby a vyhodnotenie realizácie objektu. Objekt podchodu je súčasťou modernizácie železničnej trate Nové Mesto nad Váhom – Púchov v meste Trenčín.

KLÍČOVÁ SLOVA

inžinierska geodézia, geodetické činnosti, prechodné stanovisko, projektová dokumentácia, vytyčovanie, kontrolné meranie, dokumentácia skutočného vyhotovenia stavby

ABSTRACT

Diploma thesis describes geodetic works in the construction of a subway under the railway track in Trenčín. Foundation for geodetic works in the construction is decree 300/2009 from the body of laws. The thesis describes these works in the order in which they were executed during the construction process. These works are: preparation of project documents, stake-out, control measurement, measurement of real building execution, quantification of executed building works, creation of real building execution documents. Part of the thesis describes the stake-out evaluation of each building phase and the evaluation of the building execution. The subway is a part of the railway modernization Nové Mesto nad Váhom – Púchov in city Trenčín.

KEYWORDS

engineering surveying, geodetic works, resection, project documents, stake-out, control measurement, documents of real building execution

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Martin Adámať Geodetické činnosti při stavbě podchodu pod železniční tratí. Brno, 2019. 82 s., 91 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce doc. Ing. Jiří Bureš, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Geodetické činnosti při stavbě podchodu pod železniční tratí zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 18. 5. 2019

Bc. Martin Adámať

autor práce

PODĚKOVÁNÍ

V prvom rade by som sa chcel poďakovať doc. Ing. Jiřímu Burešovi, Ph.D. za jeho odborné rady a pripomienky počas konzultácií a celého štúdia, ktoré mi pomohli pri spracovaní tejto práce. Taktiež by som sa chcel poďakovať rodine, ktorá ma podporovala počas celého štúdia. Ďalej by som sa chcel poďakovať celému kolektívu geodetickej spoločnosti GEO-KOD, kde špeciálna vďaka patrí Ing. Jozefovi Kožárovi, za prejavenu dôveru a rady počas pracovného pomeru, a za poskytnutie materiálov potrebných na tvorbu diplomovej práce.

V Brně dne 18. 5. 2019

Bc. Martin Adámať

autor práce

OBSAH

1	ÚVOD.....	11
2	GEODETICKÉ ČINNOSTI VO VÝSTAVBE.....	12
3	POPIS LOKALITY	16
3.1	Modernizácia železničnej trate v Trenčíne	16
3.2	Špecifikácia projektu železničného podchodu.....	17
3.2.1	SO 31.32.07.01 Podchod pre peších a cyklistov.....	19
3.2.2	SO 31.32.07.02 Prístupové komunikácie podchodu.....	20
3.2.3	SO 31.32.07.03 Odvodnenie podchodu	21
4	POPIS POUŽITÝCH MERAČSKÝCH METÓD.....	22
4.1	Prechodné stanovisko.....	22
4.2	Polárna metóda.....	26
4.3	Trigonometrické určenie výšky.....	26
4.4	Metóda GNSS – RTK	27
4.5	Geometrická nivelácia.....	28
5	PRÍSTROJOVÉ VYBAVENIE.....	30
5.1	Leica TCRP1205+.....	30
5.2	Leica Viva TS15	31
5.3	Topcon GRS-1	31
5.4	Topcon DL-101C	32
6	KONTROLNÉ VYTÝČENIE PRED MERANÍM	33
6.1	Polárna metóda.....	33
6.2	Metóda GNSS RTK	34
7	GEODETICKÉ PRÁCE V PRIEBEHU VÝSTAVBY.....	37
7.1	Príprava stavebných objektov na vytýčenie.....	37
7.1.1	SO 31.32.07.01 Podchod pre peších a cyklistov.....	37

7.1.2	SO 31.32.07.02 Prístupové komunikácie podchodu.....	40
7.1.3	SO 31.32.07.03 Odvodnenie podchodu	41
7.2	Geodetické práce v bodovom poli.....	41
7.3	Geodetické práce počas výstavby objektov	43
7.3.1	Založenie staveniska	43
7.3.2	Výkop.....	45
7.3.3	Podkladový betón	46
7.3.4	Základová doska	47
7.3.5	Rámové prefabrikáty.....	49
7.3.6	Komunikácia podchodu	51
7.3.7	Dilatačné celky	53
7.3.8	Odvodnenie podchodu	54
7.3.9	Terénne úpravy	54
7.3.10	Rímsovú stienky.....	56
7.3.11	Dokončovacie práce.....	57
7.4	Geodetické práce na stavenisku	57
7.4.1	Založenie prechodného stanoviska	58
7.4.2	Vytyčovanie	59
7.4.3	Podrobné meranie	60
7.4.4	Export dát zo zákazky.....	60
7.4.5	Kancelárske práce	63
8	SPRACOVATEĽSKÉ PRÁCE	65
8.1	Vyhotovenie geodetických protokolov pre účely fakturácie	65
8.2	Vyhotovenie geodetického protokolu pre DSVS	68
9	VYHODNOTENIE STAVEBNÝCH OBJEKTOV	70
9.1	Vyhodnotenie vytýčenia.....	70
9.2	Vyhodnotenie realizácie.....	73

10	ZÁVER.....	74
11	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	75
12	ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV.....	79
13	ZOZNAM OBRÁZKOV TABULIEK	80
14	ZOZNAM PRÍLOH.....	82

1 ÚVOD

Témou diplomovej práce je popis geodetických činností počas výstavby podchodu pod železničnou traťou. Projekt podchodu je súčasťou modernizácie železničnej trate Nové Mesto nad Váhom – Púchov, žel. Km 100,500 – 159,100 pre traťovú rýchlosť do 160 km/h – 3. etapa úsek žst. Zlatovce (vrátane) – žst. Trenčianska Teplá (mimo) v meste Trenčín. Diplomová práca svojou podstatou spadá do oblasti inžinierskej geodézie a je zameraná na činnosť geodeta zhotoviteľa stavebného objektu. Práce na podchode boli vykonané v období októbra 2016 do augusta 2017. Podchod bol vybudovaný z dôvodu prekládky železničnej vetvy zo stanice Trenčín smerom do Chynorian. Podchod spája komunikácie pre peších medzi centrom mesta Trenčín a Zlatovcami. Geodetická činnosť vo výstavbe v sebe zahŕňa množstvo úloh, ktoré je potrebné vykonať podľa platnej legislatívy, technických noriem a požiadaviek investora. Tieto činnosti sú stanovené vyhláškou Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky 300/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení neskorších predpisov.

Pred samotnými geodetickými činnosťami bolo potrebné naštudovanie projektovej dokumentácie daných objektov, či obsahuje všetky potrebné dokumenty pre správne vytýčenie stavebných objektov. Vzhľadom na to, že objekt podchodu bol budovaný už v prebiehajúcej výstavbe, bolo bodové pole doplnené o potrebný počet bodov siete v blízkosti staveniska. Počas výstavby boli vykonávané vytyčovacie, kontrolné a meračské práce na základe objednávok od zhotoviteľa. Meračské práce na objektoch boli ukončené vyhotovením geodetickej časti dokumentácie skutočného vyhotovenia stavby. Počas merania na stavbe boli používané moderné meračské technológie. Drvivá väčšina meračských prác bola vykonaná totálnou stanicou, keďže išlo o betónové konštrukcie. Pri meraní terénov a výkopov bola použitá aparátúra GNSS.

V teoretickej časti sú opísané postupy jednotlivých metód merania s ohľadom na rozbery presnosti, použité prístroje a pomôcky. Dôraz je kladený na teoretický výpočet prechodného stanoviska, keďže táto metóda je v dnešnej dobe jednou z najpoužívanejších v stavebnej geodézii.

Opis geodetických prác počas stavebného procesu je zoradený chronologicky podľa postupu, v akom bol podchod budovaný.

2 GEODETICKÉ ČINNOSTI VO VÝSTAVBE

Inžinierska geodézia je časť geodézie, ktorá rieši úlohy súvisiace s budovaním vytyčovacích sietí, vytyčovaním a kontrolným meraním priestorovej polohy stavebných objektov, vytyčovaním a kontrolou geometrických parametrov priemyslových objektov a zariadení, meraním území na projekt a vypracovaním geodetickej časti dokumentácie skutočného vyhotovenia stavebného diela. [1]

Jednotlivé činnosti geodeta vo výstavbe sú stanovené vyhláškou 300/2009 Z. z. Vyhláška podrobnejšie upravuje záväzné geodetické systémy, spravovanie informačného systému geodézie, kartografie a katastra a spôsob poskytovania údajov z informačného systému, popis údajov spravovaných v informačnom systéme metaúdajmi, postup pri štandardizácii geografického názvoslovia, postup pri vykonávaní kartografických činností, postup pri vykonávaní geodetických činností, postup pri vydávaní osvedčenia o osobitej odbornej spôsobilosti a spôsob autorizačného a úradného overovania vybraných geodetických a kartografických činností.

Záväznými referenčnými systémami podľa vyhlášky 300/2009 Z. z. § 2 sú Európsky terestrický referenčný systém 1989 s kódom ETRS89, súradnicový systém Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej s kódom S-JTSK, baltský výškový systém po vyrovnaní s kódom Bpv, európsky referenčný systém s kódom EVRS, gravimetrický systém s kódom S-Gr.

Jednotlivé geodetické a kartografické činnosti vo výstavbe upravuje § 30 vyhlášky 300/2009 Z. z. Jednotlivé fázy výstavby inžinierskych stavieb sú podľa ods. (1) vyššie uvedeného paragrafu nasledujúce:

- fáza spracovania projektovej dokumentácie,
- fáza realizácie stavby,
- fáza kolaudácie a prevádzky stavby.

Geodetické činnosti pri realizácii stavieb autorizovaným geodetom a kartografom stavebníka sú definované v ods. (5) § 30 vyhlášky 300/2009 Z. z. nasledujúco:

- protokolárne odovzdanie geodetických a kartografických podkladov súvisiacich so stavbou zhotoviteľovi,

- vybudovanie vytyčovacej siete a určenie jej parametrov, jej ochranu pred poškodením a jej odovzdanie zhotoviteľovi,
- vyznačenie existujúcich podzemných vedení inžinierskych sietí na povrchu v areáli staveniska,
- kontrolné meranie terénu v priestore staveniska pred začatím zemných prác
- vytýčenie priestorovej polohy stavby, ako je vytýčenie hlavných polohových čiar, alebo osí a hlavných polohových bodov trás, hlavných výškových bodov v súlade s územným rozhodnutím a protokolárne odovzdanie zhotoviteľovi,
- tvorbu informačného systému výstavby z projektovej dokumentácie pri líniových stavbách,
- kontrolu geodetických a kartografických činností zhotoviteľa v priebehu výstavby,
- kontrolu správnosti geodeticky meraných položiek predkladaných zhotoviteľom na fakturáciu.

Geodetické činnosti pri realizácii stavieb autorizovaným geodetom a kartografom zhotoviteľa sú definované v ods. (7) § 30 vyhlášky 300/2009 Z. z. nasledujúco:

- protokolárne prevzatie geodetických podkladov súvisiacich so stavbou vytyčovacej siete od autorizovaného geodeta a kartografa stavebníka vrátane kontrolného merania terénu pred začatím zemných prác,
- realizácia podrobného vytýčenia jednotlivých objektov a technologických zariadení podľa projektovej dokumentácie vrátane kontroly podkladov a výkresov podrobného vytýčenia,
- realizácia merania skutočného vyhotovenia stavebných objektov a ich častí, ako aj terénnych úprav a priebehu podzemných inžinierskych sietí pred ich zakrytím, vyhotovenie geodetickej časti dokumentácie skutočného vyhotovenia stavieb a technologických zariadení,
- vypracovanie projektu na meranie posunov a deformácií stavieb, ak si to vyžaduje charakter stavby alebo to ukladá projektová dokumentácia,
- meranie posunov deformácií stavieb počas výstavby, ako aj základné meranie posunov a deformácií pred kolaudáciou stavby, ak si to vyžaduje charakter stavby alebo to ukladá projektová dokumentácia,

- vyhotovenie technickej účelovej mapy (základná mapa diaľnice, základná mapa závodu, základná mapa letiska, technická mapa mesta, atď.), ak si to vyžaduje stavebník
- meranie a kvantifikáciu geodeticky merateľných položiek vykonaných stavebných prác, ktoré sa predkladajú na fakturáciu stavebníkovi,
- archivovanie meračských dokumentov, vytyčovacích výkresov, vytyčovacích protokolov a záznamov v stavebnom denníku. [2]

Geodetické činnosti v stavebníctve sú taktiež definované normou STN ISO 4463-3, Metódy merania v stavebníctve, vytyčovanie a meranie, časť 3: zoznam geodetických činností. Norma poskytuje návod pre geodetov vykonávajúcich meranie a vytyčovanie na stavbe vo forme zoznamu činností, ktoré sa vyžadujú počas prípravy, uskutočňovania stavieb a nadväzujúcich objektov. Norma je pomôckou pri špecifikácii meračských a vytyčovacích prác súvisiacich s uskutočňovaním stavieb tým, že ponúka zoznam obvykle vyžadovaných geodetických činností, ktorý je možné podľa konkrétnych potrieb projektu doplniť alebo zmeniť.

Etapy výstavby, pre ktoré sa môžu vyžadovať geodetické činnosti počas prípravy a zhotovovania stavebných objektov sú v tejto norme definované ako:

- etapa 1: nadobudnutie pozemku alebo budovy,
- etapa 2: príprava stavby,
- etapa 3: vyhotovenie projektovej dokumentácie,
- etapa 4: uskutočňovanie stavby,
- etapa 5: skončenie stavby.

Jednotlivé činnosti počas etapy uskutočňovania stavby, ktoré sú zabezpečované geodetom, definuje norma STN ISO 4463-3 ako:

- kontrola vytýčenia priestorovej polohy stavby s cieľom overiť, či obsah účelovej mapy súhlasí so situáciou v teréne,
- vyhotovenie základného vytyčovacieho výkresu, ktorý bude obsahovať body ZVS, PVS, vytyčovacie priamky, orientačné smery a body VVS,
- vyhotovenie podrobného vytyčovacieho výkresu vrátane bodov VVS pre každý objekt (prvok) stavby, s cieľom zabezpečiť správnu polohu všetkých prvkov stavby,

- vyhotovenie podrobných vytyčovacích výkresov na vytýčenie polohy objektov súvisiacich so zhotovovanou stavbou – komunikácie, oporné múry, odvodňovacie (drenáže) zariadenia, terénne úpravy, atď.,
- vykonanie priebežných kontrolných meraní na overenie kvality zhotovovanej stavby a splnenie daných tolerancií.

Geodetická činnosť v etape skončenia stavby podľa STN ISO 4463-3, súvisí so zabezpečením:

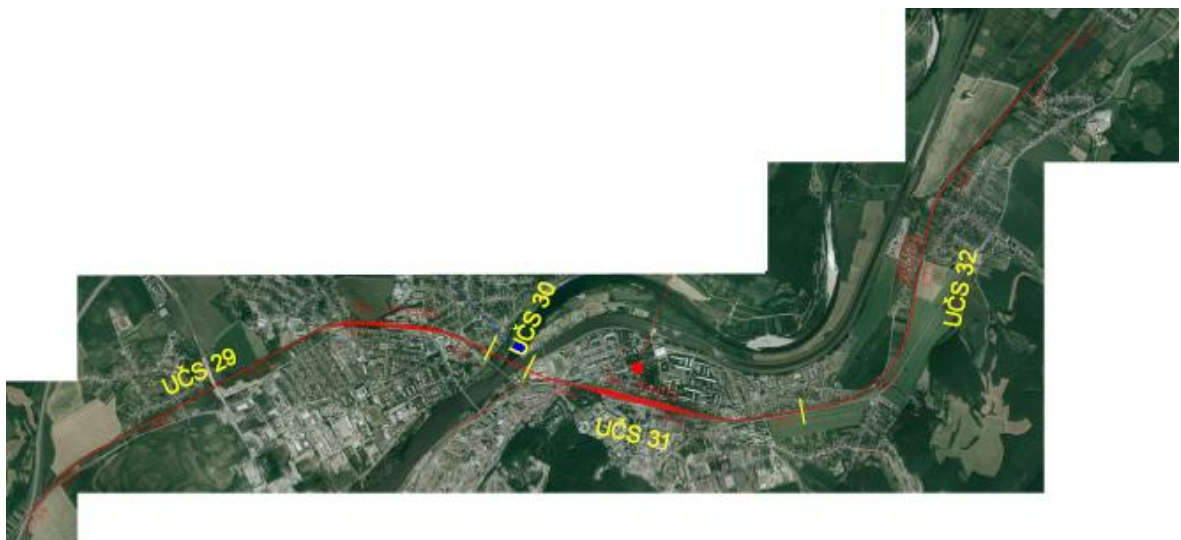
- vykonania meraní (priebežne) a vyhotovenia geodetickej časti dokumentácie skutočného vyhotovenia stavby – priestorová poloha, rozmery zhotovovaných objektov, vedení a objektov nadväzujúcich na stavbu,
- vyhotovenia samostatnej dokumentácie priebehu inžinierskych sietí. [3]

3 POPIS LOKALITY

Riešený projekt podchodu bol súčasťou stavby pre modernizáciu železničnej trate v Trenčíne. Celý projekt rekonštrukcie v meste Trenčín mal dĺžku 12 km, kde z toho približne 8,5 km bolo v intraviláne. Umiestnenie podchodu bolo v odbočke železničnej trate smerom na obec Chynorany.

3.1 MODERNIZÁCIA ŽELEZNIČNEJ TRATE V TRENČÍNE

Rekonštrukcia úseku železničnej trate v Trenčíne bola súčasťou modernizácie železničného koridoru medzi Bratislavou a Žilinou. Projekt modernizácie železníc začal už v roku 2002 rekonštrukciou stanice Bratislava Rača. Hlavnými prvkami rekonštrukcie sú zvýšenie traťovej rýchlosti do 160 km/h, vybudovanie mimoúrovňových krížení s cestnou infraštruktúrou, prestavba železničných staníc, prestavba trakčných vedení, vybudovanie nových železničných telies a vybudovanie nových zabezpečovacích zariadení, pomocou ktorých bude môcť byť vybudovaný integrovaný železničný systém riadenia železničnej dopravy. Následne sa rekonštrukcia presúvala smerom na Žilinu. Počas výstavby boli budované nové telesá, nové premostenia a tunely. Úsek v Trenčíne patrí do označenia Modernizácia železničnej trate Nové Mesto nad Váhom – Púchov, žel. Km 100,500 – 159,100 pre traťovú rýchlosť do 160 km/h – 3. etapa úsek žst. Zlatovce (vrátane) – žst. Trenčianska Teplá (mimo).



Obrázok 3-1: Priebeh trasy rekonštrukcie železničnej trate v meste Trenčín [4]

Obsahom 3. Etapy bolo vybudovanie 3 cestných podjazdov, 7 podchodov pre peších, vybudovanie cestného nadjazdu, rekonštrukcia železničnej stanice v Zlatovciach

a v Trenčíne, rekonštrukcia železničnej zastávky v Opatovej, vybudovanie nových cestných komunikácií z dôvodu preloženia hlavnej trate, vybudovaním nového železničného mostu ponad rieku Váh a rekonštrukcia železničného telesa. Projekt výstavby bol rozdelený na UČS 29, UČS 30, UČS 31 a UČS 32 o celkovej dĺžke 12 km. Nový most ponad rieku Váh patril samostatne do UČS 30. Stavebné práce sa začali v polovici roku 2011 a ukončené boli koncom roku 2017. [5]



Obrázok 3-2: Nový železničný most ponad rieku Váh [6]

Aktuálne modernizácia koridoru prebieha medzi mestami Púchov a Považská Bystrica. Tento úsek je veľmi náročný na realizáciu, pretože je to úsek v údolí meandru rieky Váh a vodnej priehrady Nosice. Súčasťou stavby sú tri mosty križujúce rieku Váh a dva tunely na úseku o dĺžke 8 km.

3.2 ŠPECIFIKÁCIA PROJEKTU ŽELEZNIČNÉHO PODCHODU

Projekt podchodu pre peších a cyklistov je súčasťou modernizácie železničnej trate Nové Mesto nad Váhom – Púchov pre traťovú rýchlosť do 160 km/h v UČS 31. Objekt sa nachádza v katastrálnom území mesta Trenčín. Podchod je však umiestnený v železničnej vetve medzi Trenčínom a Chynoranmi, ktorá musela byť preprojektovaná do novej polohy z dôvodu prekládky hlavnej trate. Stavebný objekt sa nachádza v centre mesta Trenčín pri

ulici Mládežnícka, v blízkosti mestskej krytej plavárne, ochrannej hrádze rieky Váh a pri teraz už nefungujúcom železničnom telese.



Obrázok 3-3: Umiestnenie podchodu v meste Trenčín [autor]

Podchod rieši mimoúrovňové križovanie trate medzi centrom mesta Trenčín a mostom smerujúcim na mestskú časť Zlatovce. Projekt podchodu sa celkovo skladá z piatich priamo súvisiacich stavebných objektov. Tri z týchto objektov budú bližšie charakterizované v nasledujúcich podkapitolách. Nepriamo súvisiace objekty nebudú ďalej opisované z dôvodu veľkého množstva objektov a prác. Zjednodušene išlo hlavne o preložky existujúcich inžinierskych sietí, úpravy železničného telesa, a v neposlednom rade o výstavbu nového železničného zvršku.



Obrázok 3-4: Podchod pod železničnou traťou, smer Trenčín Zlatovce [autor]

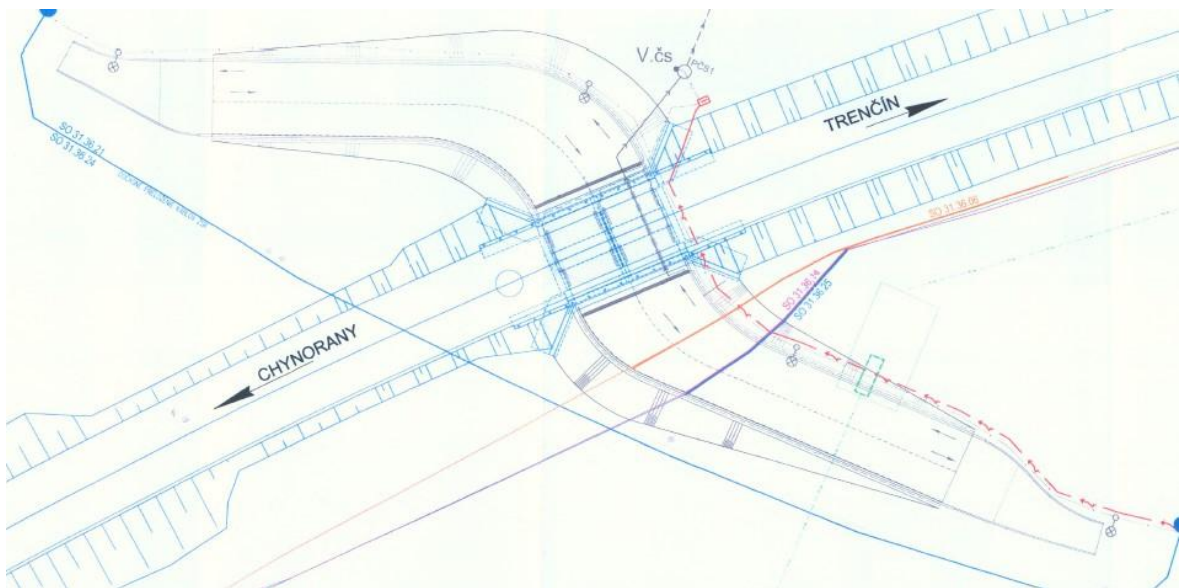
Zoznam priamo súvisiacich SO podchodu:

- SO 31.32.07.01 Žst. Trenčín, železničný spodok – Chynoranská trať, Podchod pre peších a cyklistov v km 50,808
- SO 31.32.07.02 Žst. Trenčín, železničný spodok – Chynoranská trať, Komunikácie podchodu pre peších a cyklistov v km 50,808
- SO 31.32.07.03 Žst. Trenčín, železničný spodok – Chynoranská trať, Odvodnenie podchodu pre peších a cyklistov v km 50,808

3.2.1 SO 31.32.07.01 Podchod pre peších a cyklistov

Navrhovaný podchod, SO 31.32.07.01 Žst. Trenčín, železničný spodok – Chynoranská trať, Podchod pre peších a cyklistov v km 50,808, zabezpečuje prechod verejnosti popod železničné teleso, ktoré je tvorené násypom pre jednokoľajovú neelektrifikovanú trať. Objekt je navrhovaný ako most s dvoma tubusmi, kde je v jednom tubuse umiestnený chodník pre peších a v druhom tubuse je cyklistický chodník. Nosná konštrukcia podchodu je sčasti monolitická a sčasti prefabrikovaná. Súčasťou podchodu sú

monoliticky budované oporné krídla, ktoré tvoria oporu násypu železničného telesa. Základ podchodu tvorí monolitická betónová doska o hrúbke 500mm. Objekt je kompletne zaizolovaný z dôvodu kolísavej hladiny spodnej vody rieky Váh. Odvodnenie podchodu je zabezpečené projektom SO 31.32.07.03. Súčasťou objektu sú taktiež dve zaist'ovacie značky pre koľaj, umiestnené v strede vrchných ríms podchodu. Prístupové cesty do podchodu rieši projekt SO 31.32.07.02. Vytyčovacie práce na podchode sa riadia podľa zaradenia podchodu do kategórie mostov za základe informácie z PD. Po ukončení výstavby bude podchod SO 31.32.07.01 patriť do správy ŽSR. [7]



Obrázok 3-5: Situácia podchodu a komunikácie podľa PD [7]

3.2.2 SO 31.32.07.02 Prístupové komunikácie podchodu

Navrhovaná prístupová komunikácia k podchodu, SO 31.32.07.02 Žst. Trenčín, železničný spodok – Chynoranská trať, Komunikácie podchodu pre peších a cyklistov v km 50,808, slúži pre pripojenie podchodu na existujúce chodníky v blízkosti objektu. Komunikácia je rozdelená na dva pruhy, z čoho jeden je určený pre cyklistov so šírkou 3 m, a druhý je určený pre chodcov, so šírkou 2,5m. Komunikácia je tvorená betónovou rampou so sklonom 8,3% a na koncoch so zámkovou dlažbou, ktorá tvorí prechod medzi rampou a existujúcimi chodníkmi. Súčasťou výstavby komunikácie je taktiež úprava okolitého terénu na svah so sklonom 1:2. Tvar a rozmer betónovej komunikácie je daný cestnými obrubníkmi, ktoré tvoria zároveň spodnú hranu upraveného svahu. Zámková dlažba je ohraničená záhradnými obrubníkmi. Pás slúžiaci pre peších je ohradený zábradlím na oboch stranách tak, aby sa zamedzilo kolízii pešieho s cyklistom.

Odvodnenie komunikácie je zabezpečené projektom SO 31.32.07.03. Po ukončení výstavby bude komunikácia podchodu SO 31.32.07.02 patriť do správy Mesta Trenčín. [7] [8]



Obrázok 3-6: Pohľad na okolitú úpravu terénu a komunikáciu podchodu [autor]

3.2.3 SO 31.32.07.03 Odvodnenie podchodu

Navrhované odvodnenie podchodu a komunikácií, SO 31.32.07.03 Žst. Trenčín, železničný spodok – Chynoranská trať, Odvodnenie podchodu pre peších a cyklistov v km 50,808, slúži na prevod dažďovej a možnej spodnej vody do najbližšej dažďovej kanalizácie v blízkosti podchodu, ktorá je v správe TVS. Systém odvodnenia je zložený z dažďových kanálov, umiestnených na rozhraní tubusov SO 31.32.07.01 a rámp SO 31.32.07.02, a potrubí odvádzajúcich vodu z kanálov do kanalizácie. Súčasťou systému odvodnenia je taktiež prečerpávacía šachta s čerpadlom. Po ukončení výstavby bude odvodnenie podchodu SO 31.32.07.03 patriť do správy Mesta Trenčín. [7] [9]

4 POPIS POUŽITÝCH MERAČSKÝCH METÓD

Vzhľadom k charakteru vykonávaných stavebných prác na objektoch boli použité meračské metódy, ktoré svojou podstatou splňali kritérium vysokej presnosti a efektivity. Pri podrobnom vytyčovaní a meraní bola používaná polárna metóda v kombinácii s prechodným stanoviskom. Výšky pri podrobných prácach boli získané z trigonometrického merania výšok. Pri doplnení bodov vytyčovacej siete v lokalite bola použitá navyše technická nivelácia.

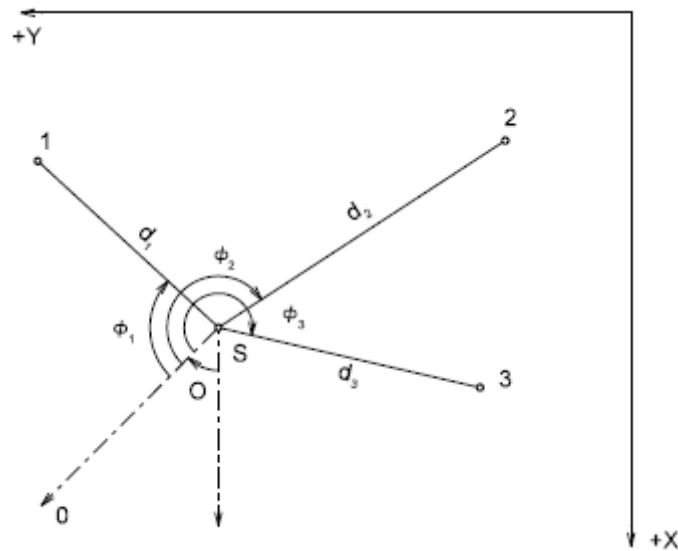
4.1 PRECHODNÉ STANOVISKO

Prechodné stanovisko je definované ako stanovisko na vhodne zvolenom bode, dočasne stabilizovanom, alebo nestabilizovanom, určenom z bodov vytyčovacej siete iba pre okamžitú potrebu vytýčenia stavebného objektu vo vodorovnej rovine polárnymi súradnicami. [1]

Metóda prechodného stanoviska je aktuálne jednou z najpoužívanejších metód v geodézii. Výhodou tejto metódy je nezávislosť od trvalej stabilizácie stanoviska. Vďaka tomu je možné voliť stanovisko voľne v blízkosti stavebných objektov, tak ako to vyžaduje daná činnosť na stavbe. Pri dostatočnom počte orientácií sú získané nadbytočné merania, vďaka ktorým je možné vykonať kontroly určenia polohy stanoviska. Táto metóda sa používa nielen na podrobné vytyčovanie či meranie, ale taktiež aj pri budovaní geodetických sietí. V prístrojových softvéroch sú spravidla dva možné výpočty polohy prechodného stanoviska, a to buď pomocou MNŠ, alebo pomocou transformácie. Ďalším možným spôsobom je výpočet priemeru z viacerých meraných kombinácií. [10] Počas geodetických prác pri výstavbe podchodu bola na výpočet polohy stanoviska používaná práve MNŠ v softvéri Leica System 1200, prípadne v softvéri Leica SmartWorx Viva.

Úloha prechodného stanoviska je daná meraním osnovy vodorovných smerov a dĺžok zo stanoviska, ktoré má neznáme súradnice na body, ktoré majú známe súradnice. Obvyklým prípadom pri určovaní stanoviska je meranie na 3 orientácie. Pre tento prípad bude ďalej opísaný postup vyrovnania pomocou MNŠ. Merané sú 3 vodorovné smery φ_1 , φ_2 , φ_3 , ktoré majú strednú chybu σ_φ a vodorovné dĺžky d_1 , d_2 , d_3 , ktoré majú strednú chybu σ_d . Vodorovná dĺžka nie je priamo meranou veličinou, ale je získaná výpočtom z meranej šikmej dĺžky a zenitového uhlu totálnou stanicou. Pred vyrovnaním je možné

vodorovnú vzdialenosť vynásobiť mierkovým koeficientom, ktorým sa dĺžka opraví o opravu z kartografického skreslenia a opravu z nadmorskej výšky.



Obrázok 4-1: Schéma určenia prechodného stanoviska z troch bodov [autor]

Pri výpočte sú neznámymi veličinami súradnice určovaného stanoviska $[X_s \ Y_s]$ a orientačný posun O meranej osnovy smerov. V prípade určovania výšky stanoviska trigonometricky je ďalšou neznámou výška $[Z_s]$. V procese určovania 3D polohy stanoviska je výhodné určovať súčasne aj výšku s polohou, ktorá sa určí na základe vyrovnania prevýšení h_1, h_2, h_3 , ktoré majú strednú chybu σ_h . Prevýšenia sú spočítané taktiež z meranej šikmej dĺžky a zenitového uhlu. Na základe neznámych veličín je možné zostaviť vektor neznámych:

$$\mathbf{X} = (X_s \ Y_s \ Z_s \ O)^T. \quad (4.1)$$

Hlavnými údajmi vstupujúcimi do vyrovnania je vektor meraní:

$$\mathbf{l} = (\varphi_1 \ \varphi_2 \ \varphi_3 \ d_1 \ d_2 \ d_3 \ h_1 \ h_2 \ h_3). \quad (4.2)$$

Každé meranie t je funkciou neznámych:

$$t = f(\mathbf{X}), \quad (4.3)$$

pre jednotlivé typy meraní majú rovnice tvar:

$$\varphi_{Si} = \arctan\left(\frac{Y_i - Y_S}{X_i - X_S}\right) + O + o_K, \quad (4.4)$$

$$d_{Si} = \sqrt{(X_i - X_S)^2 + (Y_i - Y_S)^2}, \quad (4.5)$$

$$h_{Si} = Z_i - Z_S, \quad (4.6)$$

kde O je orientačný posun a o_K je oprava do správneho kvadrantu.

Pre výpočet výsledných súradníc je potrebné mať k dispozícii približné hodnoty neznámych veličín \mathbf{X}_0 , ktoré sú určené bez vyrovnaní z meraných hodnôt a známych súradníc. Matica derivácií \mathbf{A} funkčných vzťahov podľa neznámych:

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} \frac{\partial \varphi_1}{\partial X_S} & \frac{\partial \varphi_1}{\partial Y_S} & \frac{\partial \varphi_1}{\partial Z_S} & \frac{\partial \varphi_1}{\partial O} \\ \frac{\partial \varphi_2}{\partial X_S} & \frac{\partial \varphi_2}{\partial Y_S} & \frac{\partial \varphi_2}{\partial Z_S} & \frac{\partial \varphi_2}{\partial O} \\ \frac{\partial \varphi_3}{\partial X_S} & \frac{\partial \varphi_3}{\partial Y_S} & \frac{\partial \varphi_3}{\partial Z_S} & \frac{\partial \varphi_3}{\partial O} \\ \frac{\partial d_1}{\partial X_S} & \frac{\partial d_1}{\partial Y_S} & \frac{\partial d_1}{\partial Z_S} & \frac{\partial d_1}{\partial O} \\ \frac{\partial d_2}{\partial X_S} & \frac{\partial d_2}{\partial Y_S} & \frac{\partial d_2}{\partial Z_S} & \frac{\partial d_2}{\partial O} \\ \frac{\partial d_3}{\partial X_S} & \frac{\partial d_3}{\partial Y_S} & \frac{\partial d_3}{\partial Z_S} & \frac{\partial d_3}{\partial O} \\ \frac{\partial h_1}{\partial X_S} & \frac{\partial h_1}{\partial Y_S} & \frac{\partial h_1}{\partial Z_S} & \frac{\partial h_1}{\partial O} \\ \frac{\partial h_2}{\partial X_S} & \frac{\partial h_2}{\partial Y_S} & \frac{\partial h_2}{\partial Z_S} & \frac{\partial h_2}{\partial O} \\ \frac{\partial h_3}{\partial X_S} & \frac{\partial h_3}{\partial Y_S} & \frac{\partial h_3}{\partial Z_S} & \frac{\partial h_3}{\partial O} \end{pmatrix}. \quad (4.7)$$

Jednotlivé derivácie funkcií meraných veličín podľa neznámych (neuvedené derivácie sa rovnajú nule):

Vodorovný smer φ_{Si} :

$$\frac{\partial \varphi_i}{\partial X_S} = \frac{\Delta Y_{Si}}{d_{Si}^2}, \quad (4.8)$$

$$\frac{\partial \varphi_i}{\partial Y_s} = \frac{\Delta X_{Si}}{d_{Si}^2}, \quad (4.9)$$

$$\frac{\partial \varphi_i}{\partial O} = 1. \quad (4.10)$$

Vodorovná dĺžka d_{Si} :

$$\frac{\partial d_i}{\partial X_s} = -\frac{\Delta X_{Si}}{d_{Si}}, \quad (4.11)$$

$$\frac{\partial d_i}{\partial Y_s} = -\frac{\Delta Y_{Si}}{d_{Si}}, \quad (4.12)$$

Prevýšenie h_{Si} :

$$\frac{\partial h_i}{\partial Y_s} = -1. \quad (4.13)$$

Matica váh \mathbf{P} :

$$\mathbf{P} = \text{diag}(p_1 \ p_2 \ p_3 \ p_4 \ p_5 \ p_6 \ p_7 \ p_8 \ p_9), \quad (4.14)$$

kde

$$p_i = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}, \quad (4.15)$$

kde σ_0 je apriórna stredná chyba jednotková, ktorá je volená ako konštanta pre výpočet váh. Stredné chyby σ_i je potrebné definovať tak, aby čo najlepšie zodpovedali situácií merania. Vektor redukovaných meraní:

$$\mathbf{l}' = \mathbf{f}(\mathbf{X}_0) - \mathbf{l}. \quad (4.16)$$

Výpočet prírastkov neznámych \mathbf{dx} :

$$\mathbf{dx} = -(\mathbf{A}^T \times \mathbf{P} \times \mathbf{A})^{-1} \times \mathbf{A}^T \times \mathbf{P} \times \mathbf{l}'. \quad (4.17)$$

Vektor opráv \mathbf{v} :

$$\mathbf{v} = \mathbf{A} \times \mathbf{dx} + \mathbf{l}'. \quad (4.18)$$

Stredná chyba jednotková aposteriorna:

$$s_0 = \sqrt{\frac{\mathbf{v}^T \times \mathbf{P} \times \mathbf{v}}{n-k}}. \quad (4.19)$$

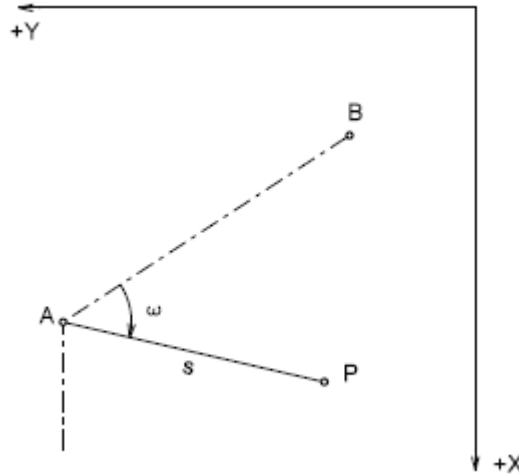
Kovariančná matica vyrovnaných neznámych:

$$\mathbf{M} = s_0^2 \cdot (\mathbf{A}^T \times \mathbf{P} \times \mathbf{A})^{-1}. \quad (4.20)$$

Na diagonále kovariančnej matice sa nachádzajú kvadráty stredných chýb vyrovnaných veličín v poradí σ_{x_s} , σ_{y_s} , σ_{z_s} , σ_o . Výpočet je vykonávaný iteráciami a je ukončený až v prípade dostatočného súladu prvých a druhých opráv. [10] [11]

4.2 POLÁRNA METÓDA

Polárna metóda je základnou a najčastejšie používanou metódou na meranie a vytyčovanie. Princípom úlohy je určenie polohy vytyčovaného bodu P na základe vytyčenia dĺžky s a vytyčeného uhlu ω . Tieto prvky sú vypočítané z pravouhlých súradníc jednotlivých bodov stavebného objektu a z bodov vytyčovacej siete. [12]



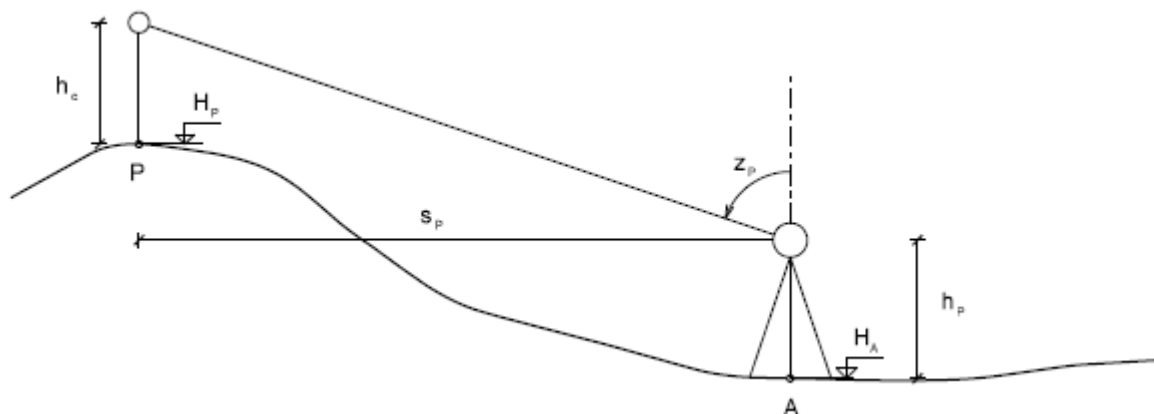
Obrázok 4-2: Schéma vytyčovania bodu polárnou metódou [autor]

4.3 TRIGONOMETRICKÉ URČENIE VÝŠKY

Podstatou tejto metódy je určenie nadmorskej výšky meraného, resp. vytyčovaného bodu pomocou merania prevýšenia, ktoré sa spočíta z meraného zenitového uhlu a meranej dĺžky totálnou stanicou. Výška vytyčovaného bodu P z bodu vytyčovacej siete A sa spočíta podľa vzťahu:

$$H_p = H_A + h_s + s_p \cdot \cot z_p - h_c, \quad (4.21)$$

kde H_A je výška daného bodu A , h_s je výška prístroja nad stabilizačnou značkou, h_c je výška cieľa, s_p je vodorovná dĺžka a z_p je zenitový uhol. [12]



Obrázok 4-3: Schéma určenia výšky trigonometrickou metódou [autor]

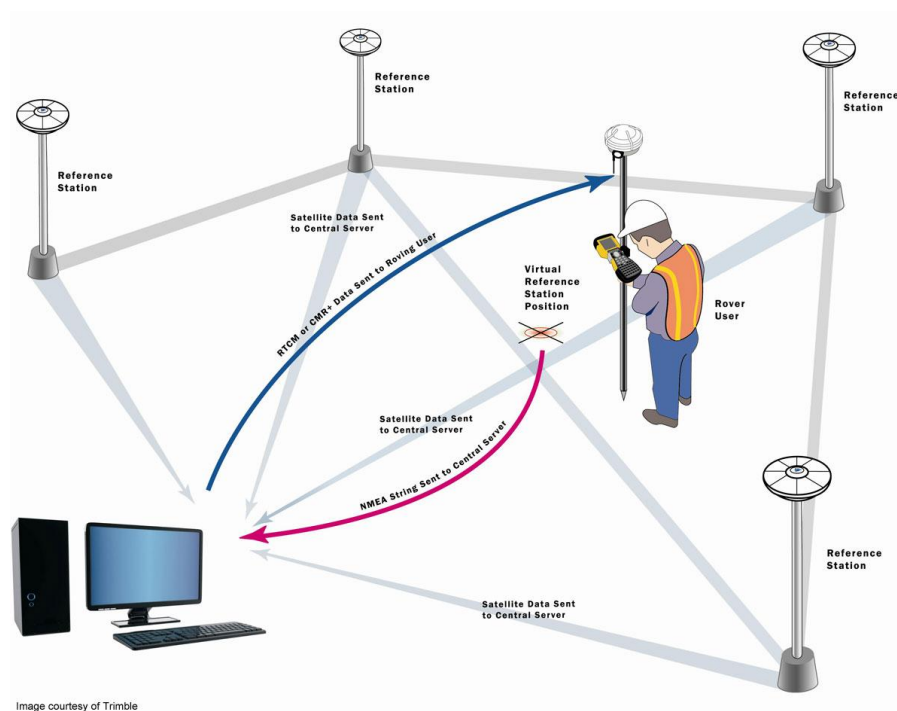
Táto metóda určenia výšok bodov je v súčasnosti veľmi zaužívaná z dôvodu vytyčovania pomocou totálnej stanice, kde sa vytyčujú body priamo v 3D priestore a teda sú vytyčované súradnice polohy X , Y a výška H súčasne jedným meraním. Táto metóda je taktiež používaná pri určení výšky prechodného stanoviska, kde sa určuje priamo výška horizontu prístroja.

4.4 METÓDA GNSS – RTK

Na používanie kinematickej metódy v reálnom čase sú potrebné dva prijímače. Jeden z prijímačov je nepohybujúci sa, inak označovaný ako báza, prípadne referenčný prijímač. Druhý prijímač je pohybujúci sa, inak označovaný ako rover. Oba prijímače musia simultánne vykonávať fázové merania na družice GNSS. Počas procesu merania musí byť zabezpečené internetové, alebo rádiové spojenie, pomocou ktorého sa získava prenos meraných dát, ktoré sú tvorené korekciami z referenčného prijímača do roveru. Rover musí mať softvér na spracovanie fázových meraní, na základe ktorých je po inicializácii schopný z vlastných a prijatých meraní vytvárať diferencie a počítať relatívnu polohu voči polohe referenčného prijímača. [13]

Počas meračských a vytyčovacích prác na stavbe bol prijímač pripájaný k službe SKPOS. Služba SKPOS poskytuje korekcie užívateľom výlučne v koncepte virtuálnej referenčnej stanice. Na začiatku pripojenia RTK rover vyšle riadiacemu centru, ktoré sa

nachádza v GKÚ v Bratislave svoje identifikačné údaje a svoju polohu vo formáte NMEA prostredníctvom internetu. Server na základe tejto polohy vypočíta RTK roveru z fyzicky najbližších permanentných staníc polohu virtuálnej referenčnej stanice. K tejto VRS sa budú vzťahovať korekcie, ktoré server začne po jej vygenerovaní vysielat' späť do rovera v štandarde RCTM. Vďaka prijímaným korekciám z VRS môže prijímač dosahovať centimetrové presnosti v reálnom čase. Výhodou RTK metódy cez službu SKPOS je, že prijímač okamžite vyhodnocuje kvalitu družicových signálov, konfiguráciu družíc a zároveň kvalitu GPRS komunikácie s SKPOS a na základe týchto údajov zobrazuje odhad presnosti aktuálneho merania. Ďalšou výhodou RTK merania je, že sa ním zaznamenávajú priamo súradnice meraných bodov, ktoré nie je potrebné ďalej spracovávať. Stačí ich pretransformovať vhodným transformačným kľúčom priamo do požadovaného súradnicového systému (napr. S-JTSK). Transformačný kľúč môže byť priamo nahratý v softvéri GNSS aparatúry. Presnosť určenia súradníc s využitím služby SKPOS je deklarovaná prevádzkovateľom do 0,02 m v horizontálnej polohe a 0,04 m vo výške. [13] [14]



Obrázok 4-4: Schéma merania metódou RTK prostredníctvom VRS [13]

4.5 GEOMETRICKÁ NIVELÁCIA

Základným princípom nivelácie je určenie prevýšenia medzi bodmi. Meranie sa uskutočňuje čítaním na nivelačnú latu vzad a čítaním na nivelačnú latu vpred pomocou

5 PRÍSTROJOVÉ VYBAVENIE

Vytyčovací a meračské práce boli počas celého procesu výstavby vykonávané pomocou totálnych staníc a aparátúr GNSS. Na meranie v bodovom poli bol navyše použitý digitálny nivelačný prístroj.

5.1 LEICA TCRP1205+

Tento prístroj bol použitý počas celého procesu výstavby podchodu. Prístroj je vybavený elektronickým diaľkometerom, ktorým je možné merať na odrazové hranoly, odrazové fólie a prípadne na akékoľvek povrchy v bezhranovom móde. V prístroji je zabudovaná laserová stopa, ktorá bola využívaná pri vytyčovaní výšok komunikácie na železné tyče. Prístroj disponuje ďalekohľadom s 30-násobným zväčšením obrazu. Stredná chyba merania uhlov je 5" (1,5 mgon) podľa certifikácie ISO 17123-3. Stredná chyba merania dĺžok na odrazové jednotky je 1 mm + 1,5 ppm a stredná chyba merania dĺžok v bez hranolovom móde je 2 mm + 2 ppm na základe certifikácie ISO 17123-4. Prístroj je vybavený automatickým cíelením ATR s možnosťou LOCK, pomocou ktorých je možné sledovať odrazovú jednotku bez potreby znovu zacielenia obsluhou prístroja. Ďalšou výhodou prístroja je taktiež automatické vyhľadávanie strateného hranola funkciou PowerSearch. Prístroj je vybavený softvérom Leica System 1200. [16]



Obrázok 5-1: Leica TCRP1205+ [17]

5.2 LEICA VIVA TS15

Totálna stanica Leica Viva TS15 bola použitá počas merania vytyčovacej siete a na finálne domeranie objektu do DSVS. Prístroj je vybavený elektronickým diaľkometerom, ktorým je možné merať na odrazové hranoly, odrazové fólie a prípadne na akékoľvek povrchy v bez hranolovom móde. Stredná chyba merania uhlov je 2“ (0,6 mgon) podľa certifikácie ISO 17123-3. Stredná chyba merania dĺžok na odrazové jednotky je 1 mm + 1,5 ppm a stredná chyba merania dĺžok v bezhranolovom móde je 2 mm + 2 ppm na základe certifikácie ISO 17123-4. Prístroj je vybavený automatickým cílením ATR s možnosťou LOCK, pomocou ktorých je možné sledovať odrazovú jednotku bez potreby znovuzacielovania obsluhou prístroja. Ďalšou výhodou prístroja je taktiež automatické vyhľadávanie strateného hranola funkciou PowerSearch. Príslušenstvom k prístroju je 360° odrazový hranol na výtyčke a diaľkový ovládač, pomocou ktorého bolo možné ovládať totálnu stanicu jednomožne. Prístroj a diaľkový ovládač je vybavený softvérom Leica SmartWorx Viva. [18]



Obrázok 5-2: Leica Viva TS15 s príslušenstvom [19]

5.3 TOPCON GRS-1

Aparatúra GNSS bola spravidla používaná na menej presné vytyčovacie a meračské práce metódou RTK. Prístroj sa používal na vytyčovanie výkopov, orientačné vytyčovanie priebehu inžinierskych sietí, na zameranie úprav terénu a zameranie polohy inžinierskych

sietí. Aparatúra je zložená z GNSS antény a ovládača. Aparatúra je schopná prijímať dve frekvencie a dokáže prijímať signál z družíc GPS a GLONASS. V prístroji je zabudovaný rádiový modem na príjem GSM a CDMA signálu. Presnosť metódy RTK meraním touto aparatúrou je podľa výrobcu 10 mm + 1,0 ppm v polohe a 15 mm + 1,0 ppm vo výške. [20]



Obrázok 5-3: Aparatúra Topcon GRS-1 [21]

5.4 TOPCON DL-101C

Tento digitálny nivelačný prístroj bol používaný na meranie ZVS pred začatím výstavby podchodu metódou technickej nivelácie. Stredná chyba obojsmerne meraného prevýšenia na 1 km je podľa výrobcu 1,0 mm pri použití hliníkovej nivelačnej laty. Najmenšie čítanie prístroja na túto latu je 1,0 mm / 0,1 mm. Pri meraní v ZVS bola používaná päťmetrová skladacia lata. [22]



Obrázok 5-4: Digitálny nivelačný prístroj Topcon DL-101C [23]

6 KONTROLNÉ VYTÝČENIE PRED MERANÍM

Pred každým meraním v teréne bolo vykonané kontrolné vytýčenie jedného z najbližších bodov PVS k stavenisku. Toto vytýčenie slúžilo na overenie správnej inicializácie a lokalizácie pri meraní aparátúrou GNSS. Pri kontrolnom vytýčení z prechodného stanoviska sa overila jeho poloha voči bodom siete, či nedošlo k posunom bodov PVS a taktiež sa overila vzájomná nadväznosť prechodného stanoviska k bodom siete.

6.1 POLÁRNA METÓDA

Kritérium na posúdenie vytýčenia polárnou metódou bolo spočítané na základe hodnôt presností prístroja a hodnôt presností z vyrovnaného prechodného stanoviska. Vstupné hodnoty presností $m_{x(vol.st.)}$, $m_{y(vol.st.)}$, $m_{h(vol.st.)}$, stanoviska sú prevzaté z protokolu totálnej stanice o založení stanoviska. Hodnoty pre metódu vytýčenia polohy a výšky sú spočítané na základe vzťahov [12]:

$$m_{x(pol.met.)}^2 = s^2 \cdot \sin^2 \omega \cdot m_{\omega}^2 + \cos^2 \omega \cdot m_s^2, \quad (6.1)$$

$$m_{y(pol.met.)}^2 = s^2 \cdot \cos^2 \omega \cdot m_{\omega}^2 + \sin^2 \omega \cdot m_s^2, \quad (6.2)$$

$$m_{h(pol.met.)}^2 = \cot^2 g^2 z \cdot m_s^2 + \frac{s^2}{\sin^4 z} m_z^2. \quad (6.3)$$

Vo vzťahu pre výpočet strednej chyby je uvažovaná meraná dĺžka do 100 m a meraný zenitový uhol, približne 95 gon, čo boli bežné hodnoty pri meraní na stavenisku. Taktiež chyba z určenia výšky prístroja a chyba výšky hranolu boli zanedbané, keďže výška prístroja je určovaná do horizontu prístroja pri prechodnom stanovisku a výška cieľa bola je kríž odrazovej fólie.

Výsledné medzné hodnoty rozdielov súradníc pri kontrolnom vytýčení polárnou metódou z voľného stanoviska boli spočítané ako:

$$m_{x(kontr.vyt.)}^2 = m_{x(vol.st.)}^2 + m_{x(pol.met.)}^2, \quad (6.4)$$

$$m_{y(kontr.vyt.)}^2 = m_{y(vol.st.)}^2 + m_{y(pol.met.)}^2, \quad (6.5)$$

$$m_{h(kontr.vyt.)}^2 = m_{h(vol.st.)}^2 + m_{h(trig.)}^2, \quad (6.6)$$

$$\delta_x = m_{x(\text{kontr.vyt.})} \cdot t, \quad (6.7)$$

$$\delta_y = m_{y(\text{kontr.vyt.})} \cdot t, \quad (6.8)$$

$$\delta_h = m_{h(\text{kontr.vyt.})} \cdot t, \quad (6.9)$$

kde $t = 2$. Výpočet medzných hodnôt a následné porovnanie odchýlok kontrolného vytýčenia bol vykonaný pre bod siete F33.

Tabuľka 6-1: Medzné hodnoty pre kontrolné vytýčenie [autor]

Dátum	ID	m [m]	vol.st.	pol.met.	kontr.vyt.	δ
20.3.2017	F33	m_x	0,001	0,002	0,002	0,004
		m_y	0,001	0,002	0,002	0,004
		m_h	0,001	0,002	0,002	0,004
18.4.2017	F33	m_x	0,002	0,001	0,002	0,004
		m_y	0,001	0,002	0,002	0,004
		m_h	0,002	0,002	0,003	0,005
26.6.2017	F33	m_x	0,003	0,002	0,004	0,007
		m_y	0,003	0,002	0,004	0,007
		m_h	0,003	0,002	0,004	0,007

Tabuľka 6-2: Kontrolné vytýčenie bodov siete polárnou metódou [autor]

Dátum	ID	Súradnice	Y [m]	X [m]	H [m]
20.3.2017	F33	PVS	497217,462	1204071,176	215,384
		Vytýčenie	497217,461	1204071,174	215,385
		Rozdiel	0,001	0,002	-0,001
18.4.2017	F33	PVS	497217,462	1204071,177	215,384
		Vytýčenie	497217,459	1204071,178	215,384
		Rozdiel	0,003	-0,001	0,000
26.6.2017	F33	PVS	497217,462	1204071,177	215,384
		Vytýčenie	497217,462	1204071,177	215,382
		Rozdiel	0,000	0,000	0,002

Z uvedených hodnôt v tabuľkách je zrejmé, že pri kontrolnom vytýčení polárnou metódou nebola prekročená žiadna hodnota a teda je možné usúdiť, že merania v daných prípadoch prebehli v poriadku.

6.2 METÓDA GNSS RTK

Kritérium na posúdenie vytýčenia metódou GNSS RTK bolo spočítané na základe hodnôt polohových presností deklarovaných výrobcami GNSS aparatury a prevádzkovateľom SKPOS. Výpočet je nasledujúci [12]:

$$m_{p(\text{kontr.vyt.})}^2 = m_{p(\text{apar.})}^2 + m_{p(\text{SKPOS})}^2 \cdot \quad (6.10)$$

V ďalšom kroku sa bude vychádzať zo vzťahu $m_p^2 = m_x^2 + m_y^2$ za predpokladu $m_x = m_y$, na základe ktorého sa spočítajú jednotlivé súradnicové chyby, stredná chyba pre výšku je uvedená taktiež vo vzťahoch:

$$m_{x(\text{kontr.vyt.})}^2 = \frac{m_{p(\text{kontr.vyt.})}^2}{2}, \quad (6.11)$$

$$m_{y(\text{kontr.vyt.})}^2 = \frac{m_{p(\text{kontr.vyt.})}^2}{2}, \quad (6.12)$$

$$m_{h(\text{kontr.vyt.})}^2 = m_{h(\text{apar.})}^2 + m_{h(\text{SKPOS})}^2 \cdot \quad (6.13)$$

Medzné hodnoty sú spočítané ako:

$$\delta_x = m_{x(\text{kontr.vyt.})} \cdot t, \quad (6.14)$$

$$\delta_y = m_{y(\text{kontr.vyt.})} \cdot t, \quad (6.15)$$

$$\delta_h = m_{h(\text{kontr.vyt.})} \cdot t, \quad (6.16)$$

kde $t = 2$. Po dosadení hodnôt sú získané medzné hodnoty kontrolného vytýčenia bodu siete metódou GNSS RTK. Jednotlivé medzné hodnoty sú pre obe súradnice $\delta_x = \delta_y = 32\text{mm}$ v polohe a $\delta_h = 85\text{mm}$ vo výške.

Na ukážku bolo vybraných zopár kontrolných vytýčení bodov siete pred meraním metódou GNSS RTK, ktoré sa vykonali počas geodetických prác pri výstavbe objektov.

Tabuľka 6-3: Kontrolného vytýčenie bodov siete metódou GNSS RTK [autor]

Dátum	ID	Súradnice	Y [m]	X [m]	H [m]
12.12.2016	1395	PVS	497270,526	1204031,520	212,573
		Vytýčenie	497270,521	1204031,510	212,592
		Rozdiel	-0,005	-0,010	-0,019
8.3.2017	1395	PVS	497270,526	1204031,520	212,573
		Vytýčenie	497270,521	1204031,519	212,559
		Rozdiel	-0,005	-0,001	0,014
22.6.2017	31902	PVS	497233,762	1204032,808	212,441
		Vytýčenie	497233,765	1204032,790	212,399
		Rozdiel	0,003	-0,018	0,042

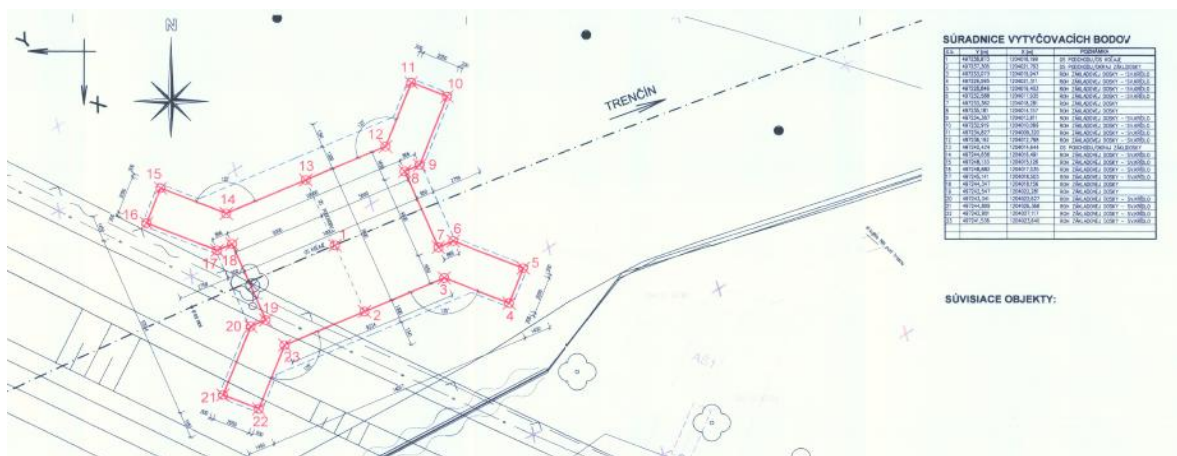
Z hodnôt v tabuľke je zrejmé, že žiaden z rozdielov súradníc neprekročil spočítané medzné hodnoty pri kontrolnom vytýčení a teda je možné usúdiť, že merania metódou GNSS RTK v daných prípadoch prebehli v poriadku.

7 GEODETICKÉ PRÁCE V PRIEBEHU VÝSTAVBY

Geodetické činnosti geodeta počas výstavby sú stanovené vyhláškou 300/2009 Z. z. Súhrn týchto činností je opísaný v takom poradí, v akom boli jednotlivé činnosti vykonávané počas každej etapy stavebného procesu na objektoch. Práce sa začali v októbri 2016 a ukončené boli v auguste 2017. Podchod slúžil verejnosti už od júna 2017, aj keď nebol v úplne dokončenom stave.

7.1 PRÍPRAVA STAVEBNÝCH OBJEKTOV NA VYTÝČENIE

Pred vytyčovacími prácami na stavenisku bolo potrebné vytvoriť zoznam súradníc charakteristických bodov, ktoré boli následne vytyčované v teréne. Tieto súradnice boli získané z príslušných projektových dokumentácií pre jednotlivé objekty, kde boli uvedené buď vo vytyčovacích výkresoch vo formáte .pdf, resp. vo formáte .dwg, alebo priamo v textovom súbore. Polohové súradnice boli uvedené v S-JTSK a výška v Bpv.

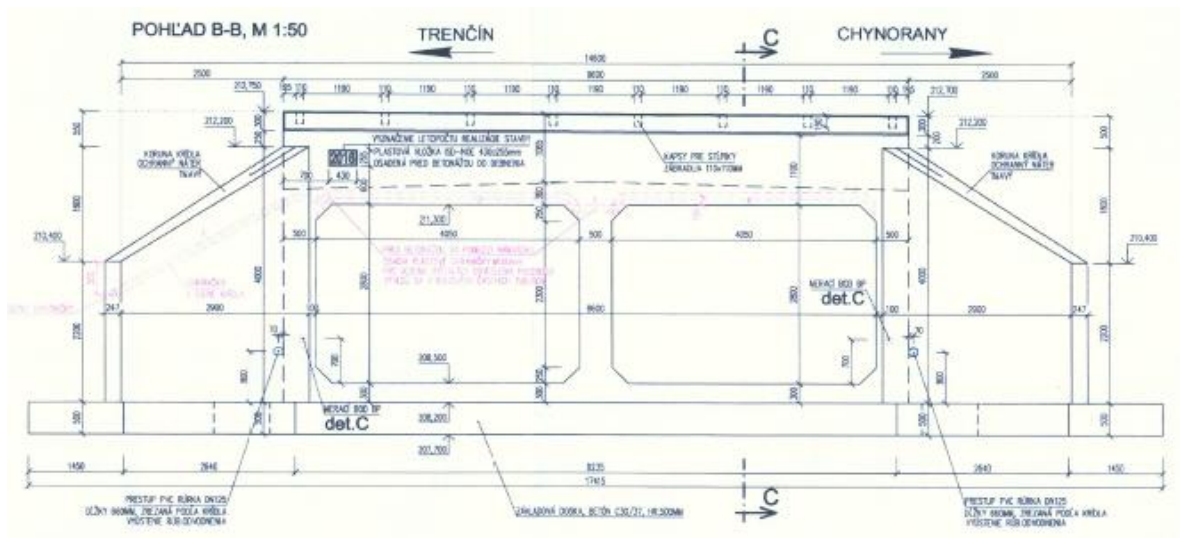


Obrázok 7-1: Ukážka časti vytyčovacieho výkresu SO 31-32-07.01 [7]

7.1.1 SO 31.32.07.01 Podchod pre peších a cyklistov

V prípade objektu podchodu boli v PD uvedené iba súradnice rohov podkladového betónu. Keďže objekt podchodu je trojrozmerný a vytyčovanie v teréne by sa muselo vykonávať komplikovane z papierových výkresov na stavenisku podľa kót z priečnych a pozdĺžnych rezov, bol pred samotnou realizáciou vytvorený 3D model objektu podchodu na základe výkresov PD. Z tohto 3D modelu boli pred objednanými geodetickými prácami na stavbe vyexportované súradnice konkrétnych bodov, ktorých sa týkal daný pracovný úkon na objekte. Dnešné totálne stanice dokážu vytyčovať priamo súradnice X , Y a H

v 3D priestore a z tohto princípu sa možnosť tvorby 3D modelu javí ako efektívna alternatíva na prípravu stavebných objektov pred vytýčením.










Obrázok 7-2: Časť výkresu tvaru dilatačného celku z PD [7]

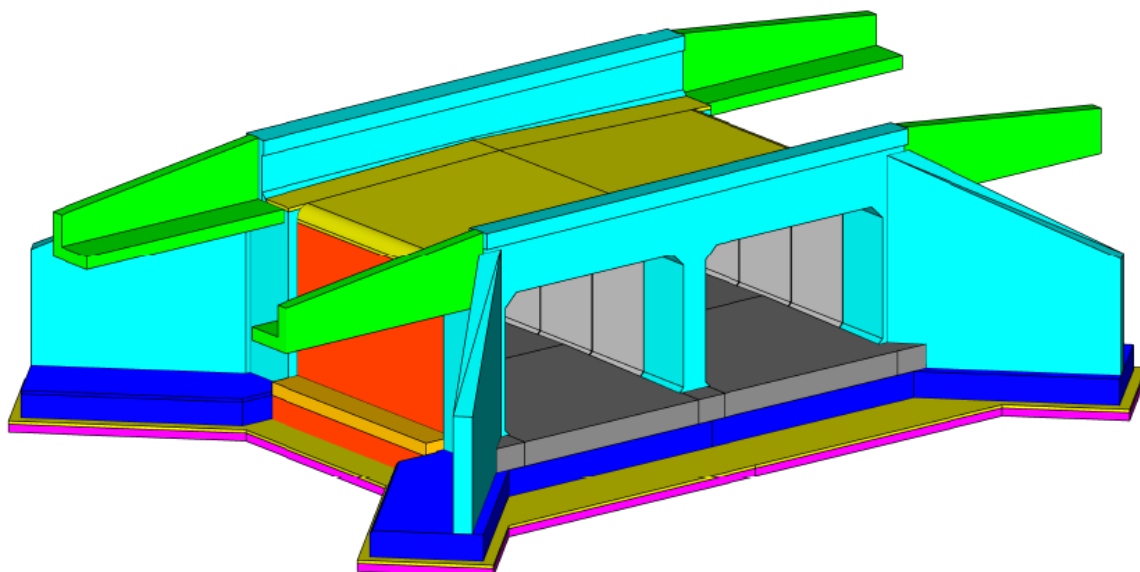
Trojrozmerný digitálny model objektu podchodu bol vytvorený z priečných a pozdĺžnych rezov, výkresov tvarov celkov podchodu, vytyčovacieho výkresu, a podľa rozmerov z projektovej dokumentácie. Model bol vytvorený v softvéri Bentley MicroStation V8i (SELECT series 3) pomocou nástrojov na modelovanie 3D telies. Základom na tvorbu pracovných telies bola plocha vytvorená nástrojom SmartLine o rozmeroch a v tvare časti konštrukcie z PD. Proces modelovania je začatý nakreslením plochy pomocou SmartLine v požadovanom tvare o rozmeroch z priečného rezu alebo pôdorysu. Následne sa plocha vytiahne do výšky alebo do strany, tým teleso získa 3D charakter a vykonajú sa ďalšie úpravy telesa tak, aby získalo požadovaný tvar a rozmer. Niektoré z nástrojov, ktoré boli použité pri modelovaní:

- vytiahnuť teleso,
- upraviť teleso (líce, hranu , vrchol),
- odstrániť objekt telesa,
- zjednotenie telesa,
- prienik telies,
- rozdiel telies,
- zaobliť hrany,
- skosiť hrany.

Každá časť konštrukcie podchodu bola v modeli zaradená do rozličných vrstiev podľa označenia častí konštrukcie z PD na jednoduchšiu orientáciu vo výkrese. Jednotlivé časti konštrukcie boli taktiež odlišené farebne.

Tabuľka 7-1: Zoznam vrstiev a farieb 3D modelu podchodu [autor]

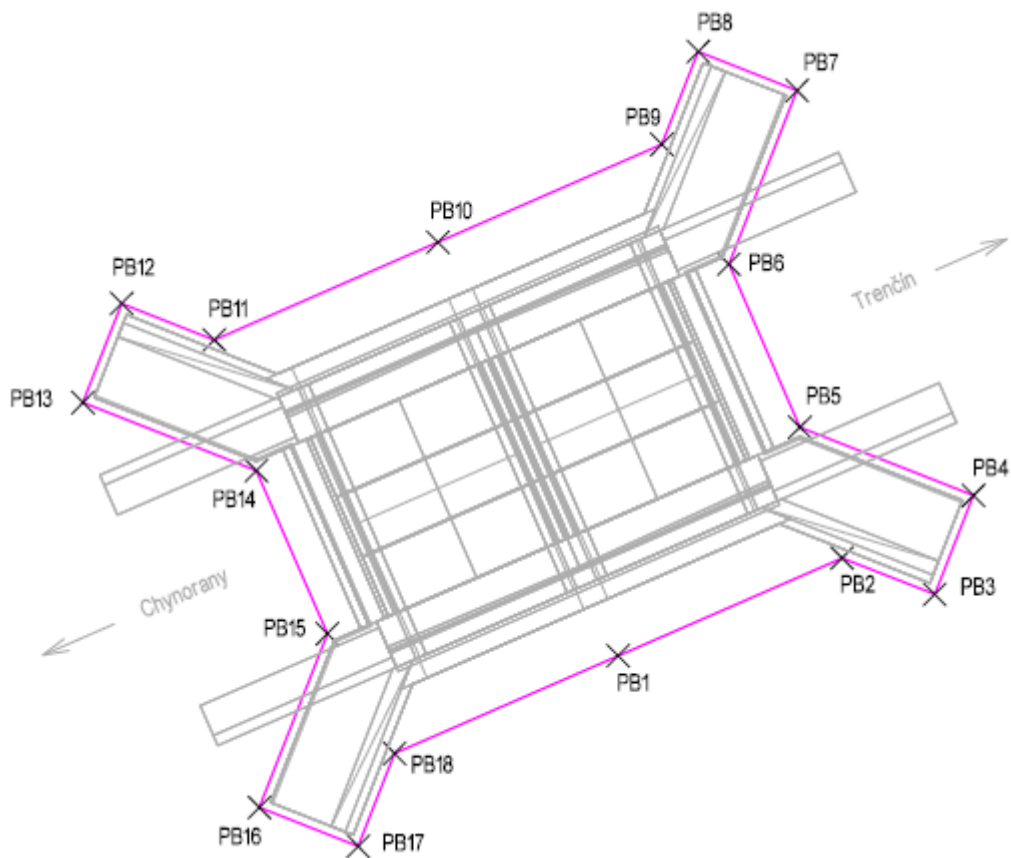
Názov vrstvy	Označenie časti konštrukcie	Názov farby	Farba
000_Vykop	Výkop	-	-
001_Podkladovy_beton	Podkladový betón	fialová	
002_Kryt_izolacie	Betónový kryt izolácie	žltá	
003_Zakladovy_beton	Doska základového betónu	modrá	
004_R2	Stena dilatačného celku R2	azúrová	
005_R1	Stena dilatačného celku R1	azúrová	
006_RS1	Rímsová stienka RS1	zelená	
007_RS2	Rímsová stienka RS2	zelená	
008_RP	Rámové prefabrikáty	bledošedá	
009_Vyrovnavaci_beton	Betón chodníku podchodu	tmavošedá	
010_Vyplnovy_beton	Betón medzi RP	oražová	
011_Primurovka	Krycia stena z tehál	červená	



Obrázok 7-3: 3D model podchodu SO 31-32-07.01 [autor]

Pred samotnými vytyčovacími prácami boli v modeli vyznačené body bunkou podrobného bodu zo súboru .cell, ktoré sa mali vytyčovať, prípadne kontrolovať. Takto získané súradnice bodov boli uložené do textového súboru, ktorý bol následne importovaný do prístroja. Každým postupom vo výstavbe podchodu sa zvyšoval počet vytyčovaných bodov, ktoré boli vždy aktualizované v textovom súbore. Pri predávaní

vytýčenia zhotoviteľovi na stavenisku bol priložený pracovný výkres s označením vytýčených bodov v teréne.



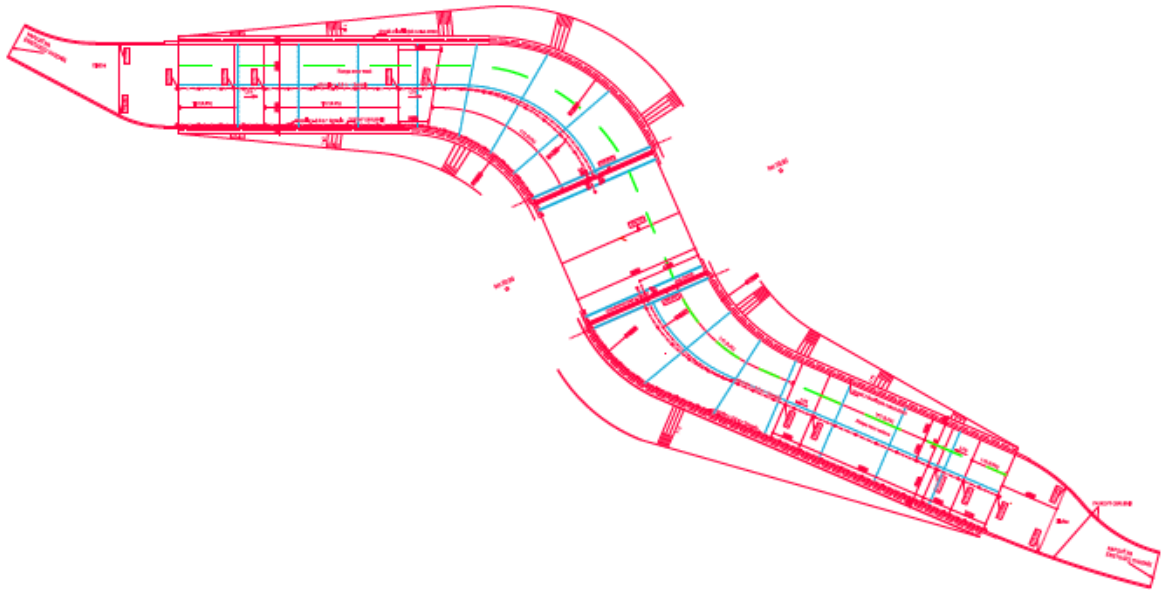
Obrázok 7-4: Pracovný výkres podkladového betónu [autor]

Vďaka vytvorenému 3D modelu objektu bolo možné rýchlo a efektívne vykonávať vytyčovacie práce a prípravu pred každodennými povinnosťami geodeta na stavbe. Výhodou je, že model bol priamo umiestnený v projektovaných polohových súradniciach a výškach. Pomocou 3D modelu bolo možné okamžite, po spracovaní zamerania, vizuálne porovnať jednotlivé časti konštrukcie podchodu s projektom v softvéri MicroStation a tým konzultovať proces výstavby so zhotoviteľom.

7.1.2 SO 31.32.07.02 Prístupové komunikácie podchodu

V prípade prípravných prác na vytyčovanie objektu komunikácií nebolo potrebné vytvárať 3D model objektu z toho dôvodu, že komunikácia je tvorená hlavne povrchom chodníku. Na základe toho boli polohové súradnice prevzaté priamo z digitálneho vytyčovacieho výkresu. Body vo vytyčovacom výkrese boli uvedené bez výšok, a preto k nim bolo potrebné priradiť nadmorské výšky z výkresov priečných rezov, pozdĺžnych

profilov a výškových kót. Na základe týchto údajov bol vytvorený zoznam súradníc v textovom súbore, ktorý bol pred vytyčovacími prácami importovaný do prístrojov. Tvar úpravy svahov nebol vo vytyčovacom výkrese definovaný súradnicami, ale iba sklonom svahu. Na orientačné vytyčenie vrchnej hrany svahu boli súradnice hrany prevzaté priamo z digitálneho vytyčovacieho výkresu. V konečnom procese výstavby bol však svah prispôsobený aktuálnemu terénu v lokalite.



Obrázok 7-5: Vytyčovací výkres komunikácie podchodu z PD [8]

7.1.3 SO 31.32.07.03 Odvodnenie podchodu

Súradnice priebehu kanalizácie boli prevzaté priamo z digitálneho výkresu situácie, keďže nebol dodaný vytyčovací výkres objektu. Charakteristickým prvkom kanalizácie je prečerpávacía šachta umiestnená v blízkosti podchodu. Kanalizácia bola napojená na kanalizačnú stoku v správe TVS. Spád kanalizácie bol prispôsobený skutočnému stavu.

7.2 GEODETICKÉ PRÁCE V BODOVOM POLI

Body vytyčovacej siete v blízkosti objektu boli súčasťou ZVS a PVS pre UČS 31. Rozmiestnenie bodov bolo prispôbené stavenisku tak, aby bolo pri postavení prechodného stanoviska možné zaorientovať na minimálne 3 body siete. V blízkosti staveniska sa nachádzal bod ZVS s označením VS162.4, ktorý je stabilizovaný klinom v oceľovej rúre vyliatej betónom. Body PVS, ktoré boli doplnené v blízkosti objektu, boli stabilizované meračskými klincami v betónových základoch a odrazovými fóliami na objektoch.

Spôsob merania siete bol vykonaný nasledujúcim spôsobom. Základným procesom merania bol polygónový ťah cez voľné stanoviská, kde boli body siete merané vždy z 2 voľných stanovísk. Meranie sa začalo postavením prístroja na bode siete s orientáciami na všetky viditeľné body siete a prechodné stanovisko. Pri meraní bol nastavený mierkový koeficient na 1,000000000 a boli zapísané hodnoty teploty a tlaku pri každom stanovisku. Orientácie boli merané vždy v dvoch polohách ďalekohľadu a v dvoch skupinách, ako je uvedené v norme STN ISO 4463-1. [24] Pri meraní bol použitý prístroj Leica Viva TS15 s uhlovou presnosťou 0,6 mgon, ktorá tiež vyhovuje požiadavke normy STN ISO 4463-1. Na konci merania na stanovisku bol skontrolovaný rozdiel uzáveru na nulový smer. V prípade presiahnutia hodnoty uzáveru nad 1,5 mgon bolo vykonané opakované meranie na stanovisku. Počas celého merania bolo prihliadané na to, aby bol meraním vytvorený čo najväčší počet trojuholníkov medzi bodmi siete. Výška bodov siete bola určená technickou niveláciou prístrojom Topcon DL101-C.

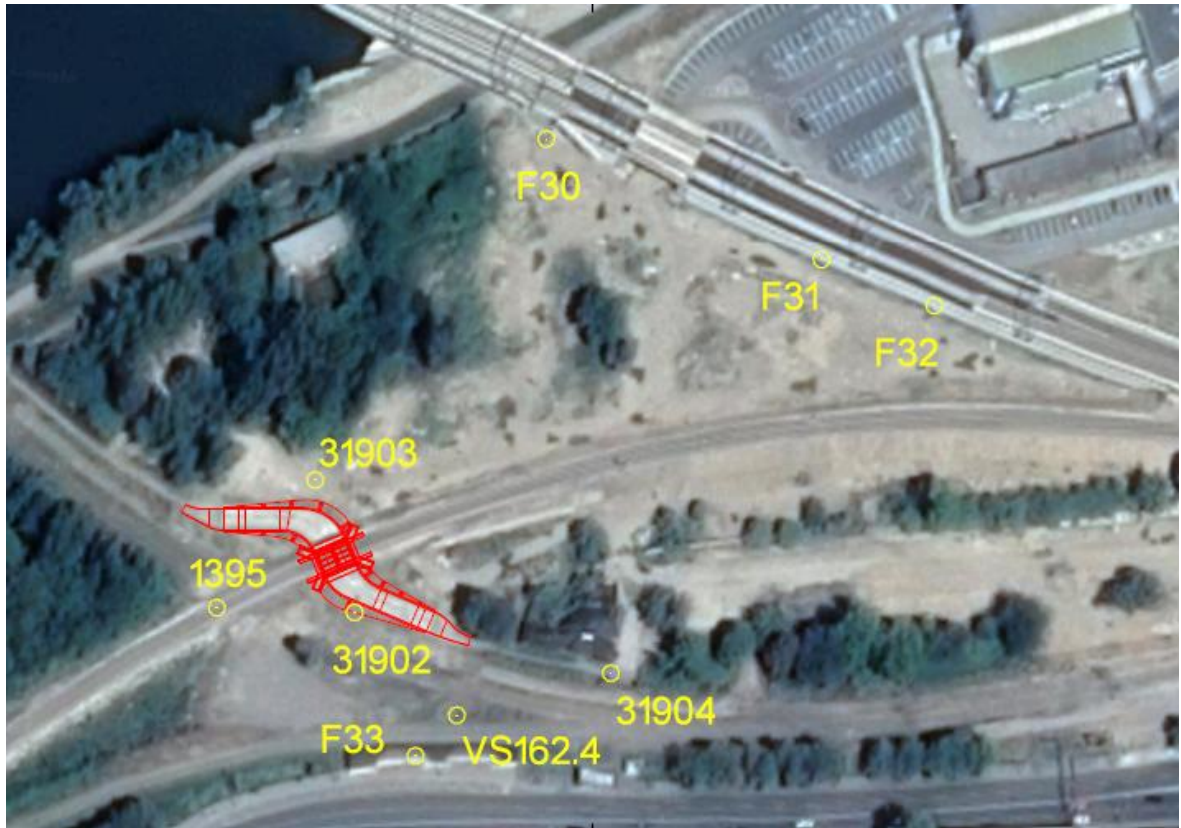
Polohová zložka vytyčovacej siete bola následne vyrovnaná MNŠ v programe PLS. Výšková zložka siete bola vyrovnaná pomocou služby na intranete spoločnosti GEO-KOD.

Počas procesu výstavby bol bod 1395 a bod 31902 zničený z dôvodu stavebných prác. Absencia týchto bodov neovplyvnila ďalšiu geodetickú činnosť, keďže v okolí stavby sa stále nachádzal dostatočný počet orientácií.

Schéma vytyčovacej siete s podkladom koordinačnej situácie stavby sa nachádza v prílohe č. 1.

Tabuľka 7-2: Súradnice bodov vytyčovacej siete [autor]

ID	Y [m]	X [m]	H [m n. m.]	Stabilizácia
F30	497182,512	1203906,076	218,440	odrazová fólia
F31	497108,994	1203938,347	217,438	odrazová fólia
F32	497078,856	1203950,694	217,070	odrazová fólia
F33	497217,462	1204071,177	215,384	odrazová fólia
31902	497233,762	1204032,808	212,441	klinec
31903	497244,260	1203997,393	210,124	klinec
31904	497165,301	1204049,070	209,907	klinec
VS162.4	497206,415	1204060,322	212,956	pažnica
1395	497270,529	1204031,529	212,573	klinec



Obrázok 7-6: Situácia rozloženia bodov vytyčovacej siete voči podchodu [autor]

7.3 GEODETICKÉ PRÁCE POČAS VÝSTAVBY OBJEKTOV

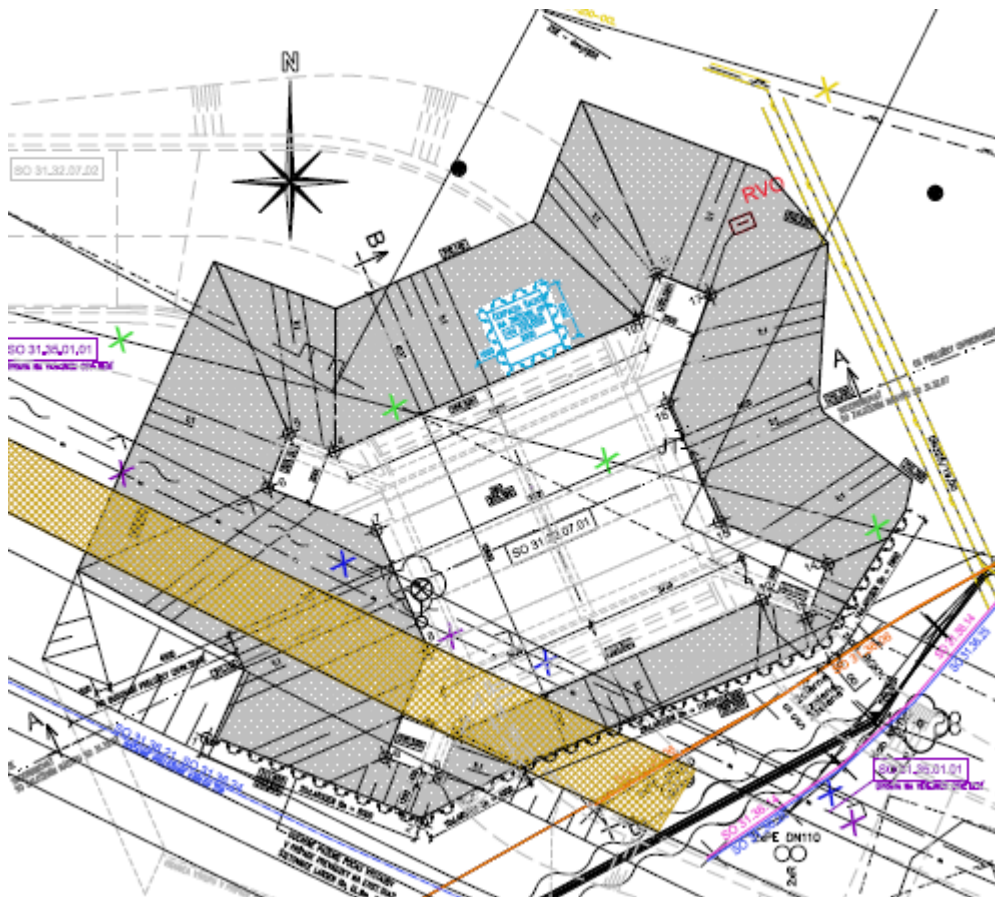
Vytyčovacie a meračské práce na objektoch sa vykonávali z bodov PVS v blízkosti staveniska. Tieto body slúžili na pripojenie objektov do záväzných referenčných systémov, a to konkrétne do S-JTSK a Bpv. Pri vytyčovaní bol zavádzaný do prístroja mierkový koeficient na opravu dĺžok zo zobrazenia a z nadmorskej výšky, ktorý bol rovnaký pre všetky UČS rekonštrukcie v Trenčíne. Veľkosť koeficientu je 0,9998660000, to je -134 mm / km. Pri vytyčovaní a meraní aparátúrou GNSS bol zavedený do zákazky merania lokálny transformačný kľúč pre stavbu v Trenčíne. Vytyčovacie práce totálnou stanicou boli vykonávané polárnou metódou, vytýčenie výšok prebiehalo trigonometricky a pri určení polohy prístroja pred vytýčením bola použitá metóda prechodného stanoviska s výpočtom súradníc cez MNŠ.

7.3.1 Založenie staveniska

Pred zahájením stavebných prác bol vytýčený rozsah staveniska objektov SO 31-32-07.01 a SO 31-32-07.02 v teréne za prítomnosti vedúceho stavby od zhotoviteľa a stavebného dozoru pre objekt. Toto vytýčenie bolo vykonané v novembri 2016.

7.3.2 Výkop

Vytýčenie výkopu prebehlo súčasne s vytyčovaním staveniska v teréne. Body boli stabilizované drevenými kolíkmi, na ktoré bol napísaný výškový rozdiel od projektovanej výšky. Výška sa vzťahovala k hlave dreveného kolíka. Vytýčenie bolo vykonané metódou GNSS. Pred začatím výkopových prác bolo vykonané znovuvytýčenie bodov výkopu a taktiež aj vytyčenie priebehu paženia výkopu a vytyčenie umiestnenia čerpacej šachty vo výkope. Vytýčenie bolo vykonané v decembri 2016.



Obrázok 7-8: Vytýčovací výkres výkopu podchodu

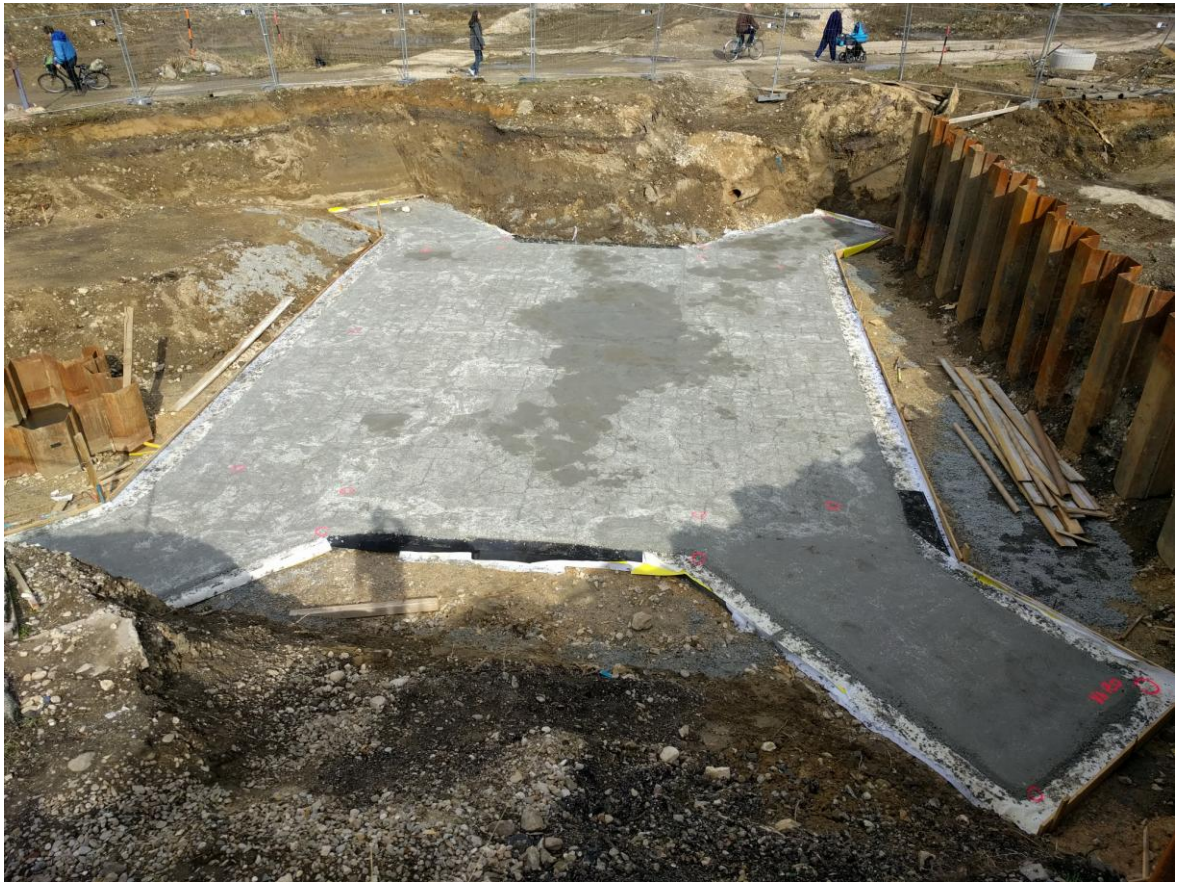
Počas výkopových prác boli uskutočnené kontrolné merania hĺbky výkopu jedným bodom, na základe ktorých sa výkop upravoval. V procese výstavby bol najskôr uskutočnený výkop pre podchod SO 31-32-07.01. Výkop pre komunikáciu SO 31-32-07.02 bol realizovaný iba čiastočne, a to z dôvodu, že tvoril prístupovú rampu pre stavebnú techniku k podchodu a teda nebol realizovaný úplne. Pred stavebnými prácami na komunikácii bol tento výkop znovu vytýčený a upravený podľa vytýčenia do finálnej podoby. Následne po vykonaní výkopových prác bol zameraný výkop a paženie metódou GNSS v decembri 2016.



Obrázok 7-9: Výkop podchodu a komunikácie, smer Trenčín centrum [autor]

7.3.3 Podkladový betón

Stavebné práce sa začali výstavbou podchodu SO 31-32-07.01. Po výmene podlažia vo výkope bol vytýčený tvar podkladového betónu. Vytýčenie bolo vykonané metódou GNSS dňa 8. marca 2017. Vytýčených bolo celkovo 18 lomových bodov betónu. Body boli stabilizované drevenými kolíkmi s uvedenými výškovými rozdielmi od projektu, ktoré sa vzťahovali k hlave kolíku. Vytýčovaná výška betónu podľa PD je 207,640 m n. m. a hrúbka je 150 mm. Projektovaná výška je vzťahnutá k vrchnej ploche betónu. Po betonáži bol podkladový betón zameraný polárnou metódou dňa 14. marca 2017. Betón bol zaizolovaný izoláciou a na ňu bola následne naliata ďalšia vrstva betónu s hrúbkou 60 mm, ktorá tvorila ochranný kryt izolácie.



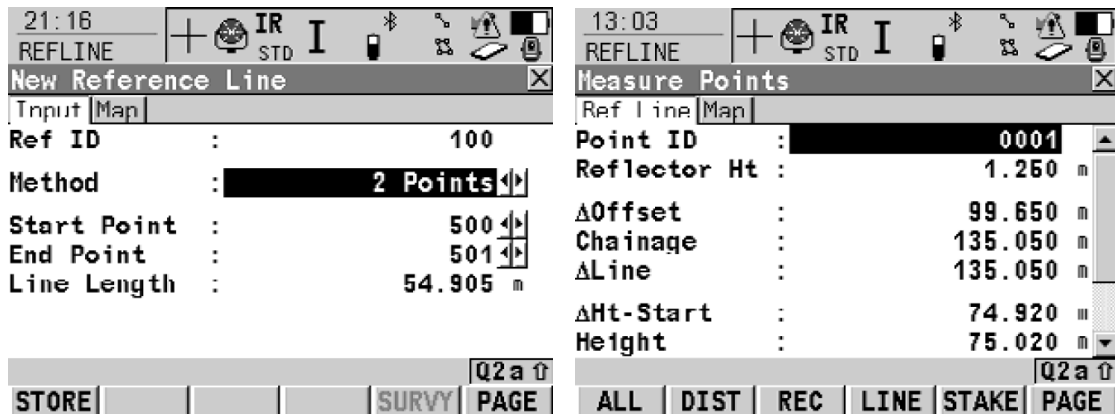
Obrázok 7-10: Podkladový betón s krytom izolácie [autor]

7.3.4 Základová doska

Táto časť konštrukcie patrí do spodnej stavby podchodu. Vytýčenie dosky prebehlo 20. marca 2017. Vytýčenie bolo polárnou metódou a celkovo sa vytýčilo 22 bodov. Body boli stabilizované meračským klincom do betónu, prípadne fixkou. Hrúbka dosky je 500 mm podľa PD a nadmorská výška vrchnej plochy dosky je 208,200 m n. m. Pred betonážou boli vykonané kontrolné zameranie osadeného debnenia dňa 6. apríla 2017. Debnenie bolo kontrolované pomocou programu referenčná priamka v totálnej stanici.

Program referenčnej priamky umožňuje merať a vytyčovať body relatívne k vopred definovanej priamke. Pred meraním sa vyberie zo zoznamu bodov v prístroji počiatkový a koncový bod priamky. Následne je vykonané meranie na odrazový hranol a sú určené súradnice meraného bodu. K tomuto bodu je softvérom spočítané staničenie od počiatku priamky, kolmica vzhľadom k priamke a výškový rozdiel od zadanej priamky. Pri definovaní referenčnej línie je možné nastaviť parametre odsadenia počiatku línie, odsadenie línie do strán a taktiež aj výškové odsadenie línie. Pred meraním je možné vybrať si výšku, ku ktorej sa má prirovnávať výškový rozdiel meraných bodov. Táto výška

sa môže preberať buď z počiatočného bodu línie, alebo je výška interpolovaná k miestu staničenia meraného bodu.



Obrázok 7-11: Rozhranie programu referenčnej priamky Leica System 1200 [25]

Počas kontroly bol hrot tyčky odrazového hranolu pokladaný na vnútornú hranu debnenia, čo bol vlastne styk debnenia s betónom. Kontrolné body boli volené približne v polovici debnenia pri kratšom debniacom poli a po tretinách pri dlhších debniacich poliach. Na displeji totálnej stanice sa kontrolovala iba hodnota kolmice. Stavebným dozorom bola stanovená hodnota odchýlky 20 mm, ktorá musela byť splnená. Pri hodnotách väčších ako 20 mm bolo debnenie upravené stavebníkmi do požadovaného odchýlky. Týmto procesom sa zaručila priamosť betónových hrán. Súbežne s kontrolou prebiehalo vytýčenie výšky vrchnej plochy základovej dosky. Pri každom kontrolovanom bode, ktorý sa vyznačil na debnenie fixkou, bola na debnenie napísaná hodnota výškového rozdielu od projektu. Stavebníci si od týchto miest metrom vyniesli danú hodnotu a stabilizovali si ju klincom do dosky debnenia. Po kontrole debnenia bola vykonaná betonáž, po ktorej bola základová doska zameraná polárnou metódou dňa 10. apríla 2017.



Obrázok 7-12: Základová doska podchodu [autor]

7.3.5 Rámové prefabrikáty

Dňa 10. apríla 2017 boli vytýčené osi prefabrikátov tubusu. Body na vytýčenie boli prevzaté z pripraveného 3D modelu objektu. Stabilizácie bodov boli rysky vyznačené fixkou v smere osí. Osadené prefabrikáty boli zamerané dňa 12. apríla 2017.



Obrázok 7-13: Osadené rámové prefabrikáty tubusov [autor]

Osadené prefabrikáty nemali však správne vonkajšie rozmery výšky a dĺžky, čo zhotoviteľ konzultoval so stavebným dozorom a projektantom, ktorí zmenu schválili. Svetlé rozmery prefabrikátov boli však zhodné s projektom. Svetlá šírka tubusu je 4050 mm a svetlá výška je 2800 mm. Rozdiely v rozmeroch prefabrikátov voči projektu, spôsobili počas výstavby zmeny v hrúbke betónu predných stien a v hrúbke štrkového podložia pod železničnou traťou.

Tabuľka 7-3: Rozdiely rozmerov jedného kusu prefabrikátu [autor]

Rozmer	Projekt [mm]	Skutočnosť [mm]	Rozdiel [mm]
Celková šírka	4450	4450	0
Celková výška	3400	3500	100
Svetlá šírka	4050	4050	0
Svetlá výška	2800	2800	0
Dĺžka	1480	1780	300

7.3.6 Komunikácia podchodu

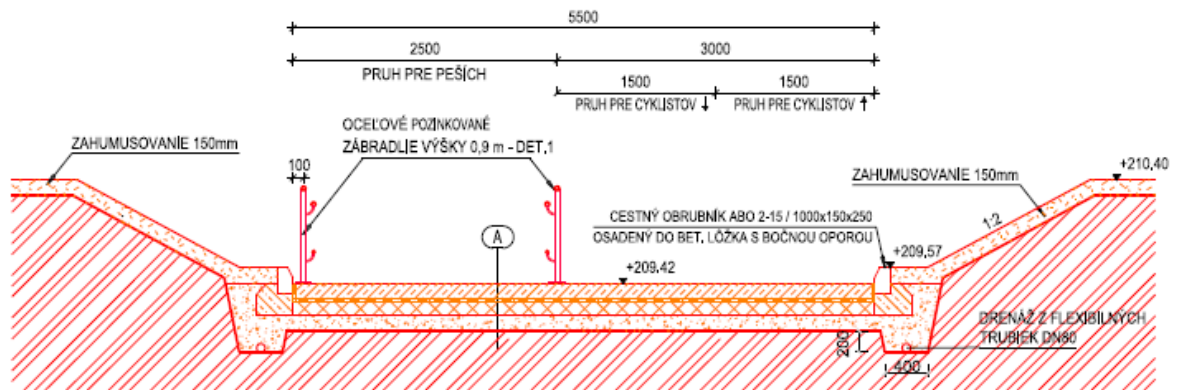
Po osadení prefabrikátov tubusov boli začaté práce na komunikácii podchodu. Ako prvá bola začatá strana od Zlatoviec. Prvým vytýčením bolo vytýčenie drenáže metódou GNSS. Následne po osadení bol zameraný výkop a osadená drenáž.



Obrázok 7-14: Drenáž na odvodnenie podchodu [autor]

Ďalšie vytýčenie tvaru komunikácie bolo vykonané až po navážke štrkového podlažia komunikácie. Vytýčenie bolo vykonané 18. apríla 2017 polárnou metódou. Vytýčené body boli v teréne stabilizované železnými tyčami. Vytýčenie bodov bolo vykonané v dvoch krokoch. Prvým krokom bolo navedenie výtyčky do projektovanej polohy, následne sa na miesto vytýčenia zatĺkla železná tyč. Druhým krokom bolo vyznačenie projektovanej výšky na tyč. Pri vzdialenostiach do 30 m bola výška vytyčovaná laserovou stopou priamo na tyč meraním v bezhranolovom móde. Pri väčších vzdialenostiach bol na vrch tyče položený odrazový hranol a vyznačenie výšky sa vykonalo domeraním pomocou metra. Vyznačenie výšky na tyči bolo izolačnou páskou. Počas vytyčovania výšky bola tyč dodatočne popravená, ak to bolo potrebné, do projektovanej polohy. Vytyčovaná výška bola výškou vrchnej plochy betónu komunikácie,

ktorá tvorila styk hrany cestného obrubníka s betónovým krytom. V prípade vytýčenia oblúkových častí komunikácie bola použitý program totálnej stanice s názvom referenčný oblúk. Táto funkcia pracuje podobne ako program referenčnej priamky. Počas vytyčovacích prác oblúku boli body vytyčované približne po 1,5 m – 2 m.



Obrázok 7-15: Vzorový priečny rez komunikáciou podchodu podľa PD [8]

Jednotlivé vrstvy komunikácie neboli počas výstavby kontrolované, keďže sa išlo o chodník, na ktorom nebola určená cestná premávka. Vrstvy boli však zamerané do dokumentácií. Celková skladba vrstiev, s hrúbkou 450 mm, rámp komunikácie:

- Cement betónový kryt 150 mm
- Hydroizolačná fólia 10 mm
- Kamenivo spevnené cementom 140 mm
- Štrkopiesok 150 mm

Po osadení obrubníkov bola vykonané ich zameranie a zameranie plochy kameniva spevneného cementom, ktoré bolo vysypané medzi obrubníkmi. Ďalšie meračské práce spočívali už iba v zameraní betónového krytu komunikácie, dlažby, ktorá tvorila napojenie nového stavu na skutočný stav chodníkov a zameranie zábradlí.



Obrázok 7-16: Osadené obrubníky komunikácie podchodu [autor]

7.3.7 Dilatačné celky

Nasledujúcou etapou výstavby podchodu bolo postavenie oporných krídel, predných stien a ríms podchodu. Vytýčené boli iba predné steny podchodu a výška vrchných ríms. Obe vytýčenia boli realizované polárnou metódou. Ostatné vytýčenia rozmeru konštrukcie podchodu si realizoval sám zhotoviteľ pomocou metra a vodováh na základe kót z výkresov rezov, čoho dôsledkom bolo chybné určenie hrúbky oporných krídel. Taktiež v tejto fázy neboli vykonané žiadne kontroly debnení. Po betonáži boli celky zamerané polárnou metódou v júni 2017.



Obrázok 7-17: Podchod po betonáži dilatačných celkov [autor]

7.3.8 Odvodnenie podchodu

Stavebné práce na objekte odvodnenia prebiehali súbežne s prácami na podchode a komunikácii. Projekt odvodnenia nebol nakoniec realizovaný podľa projektu z dôvodu križovania trasy kanalizácie s plynovým potrubím. Vytýčenie prebehlo iba orientačne a zmena realizácie bola konzultovaná so stavebným dozorom a projektantom. Prečerpávacía šachta bola umiestnená v bezpečnej vzdialenosti od plynového potrubia a napojenie kanalizácie bolo nakoniec realizované do inej stoky, ako bolo projektované. Súčasťou projektu boli odvodňovacie kanáliky umiestnené pred vstupom do tubusov podchodu. Smer a výška týchto kanálikov bola vytýčená na žiadosť zhotoviteľa. Počas stavebných prác potrubia kanalizácie bol zameraný výkop, potrubie, šachta a zásyp potrubia.

7.3.9 Terénne úpravy

Po vyhotovení betónových konštrukcií podchodu sa vykonalo zhotovenie zásypu prechodových oblastí. Tieto časti tvorili spevnený prechod medzi konštrukciou podchodu a násypom železničného telesa. Prechod bol vyhotovený štrkovým násypom vo vrstvách,

medzi ktoré bola položená geomreža s geotextílou. Tieto oblasti boli zamerané metódou GNSS.



Obrázok 7-18: Prechodová oblasť podchodu [autor]

Súčasne s poslednými stavebnými prácami bol upravovaný okolitý terén. Násyp bol vytvorený dovezenou zeminou a následne bol upravený pomocou stavebnej techniky do požadovaného tvaru. Tvar násypu neodpovedal projektu, ale bol prispôsobený skutočnému stavu povrchu v lokalite. Vrchná vrstva úpravy terénu bola tvorená približne 10 cm vrstvou sypkej zeminou, na ktorú bol vysiaty trávnik.



Obrázok 7-19: Svah terénu po úprave [autor]

7.3.10 Rímsové stienky

Poslednou stavebnou činnosťou na podchode bolo vyhotovenie rímsových stienok, ktorých činnosťou je podpora železničného zvršku. Na žiadosť zhotoviteľa bol vytýčený iba smer koncových bodov jednotlivých celkov. Kontrola debnenia nebola vykonaná. Zameranie vyhotovených stienok prebehlo v júni 2017 polárnou metódou.



Obrázok 7-20: Rímsová stienka po realizácii [autor]

7.3.11 Dokončovacie práce

Súčasťou posledných geodetických prác na objekte bolo domeranie zábradlí do dokumentácie a domeranie prípadných zmien počas dokončovania objektu. Železničný zvršok a koľaj boli súčasťou ďalších stavebných prác, ktoré bezprostredne súviseli s objektom podchodu. Výstavba železničného zvršku je súčasťou projektu rekonštrukcie Chynoranskej trate s označením SO 31-32-07.1.

7.4 GEODETICKÉ PRÁCE NA STAVENISKU

Každodenná činnosť geodeta na stavbe začínala naštudovaním rozpisu objednaných prác od zhotoviteľov stavby v harmonograme. Práce sa vykonávali na celom úseku stavby, to znamená na UČS 29 až UČS 32 každodenne. Na základe týchto stavebných objektov na ktoré boli vykonané objednávky sa pripravili podklady v podobe výkresov a súradníc a taktiež vybrali sa prístroje a pomôcky potrebné na meranie. Práce na rôznych stavebných objektoch boli dohodnuté v rozličných časoch počas celej pracovnej doby. Po príchode na

stavenisko boli stavebníci informovaný o prítomnosti geodetov a ich výkone práce ústnym pohovorom.

7.4.1 Založenie prechodného stanoviska

Práce geodeta začali vhodným umiestnením voľného stanoviska v blízkosti časti stavby, na ktorej sa malo vykonať meranie voči viditeľným orientáciám. Pred meraním bola v prístroji vytvorená zákazka s označením dátumu merania a stavebného objektu, napr. 31320701_0521. Toto označenie urýchlilo hľadanie súborov a ich roztriedenie do adresárov stavebných objektov z pamäťovej karty pri spracovaní dát na konci dňa. Do vytvorenej zákazky bol importovaný súbor so súradnicami projektovaných bodov príslušných stavebných objektov. Na súradnice ZVS a PVS bola vytvorená samostatná zákazka, ktorá bola pred každým meraním zvolená za riadiacu a teda nebolo nutné pred každým meraním importovať body bodového poľa. Následne boli aktualizované hodnoty teploty a tlaku v prístroji. Pri meraniach bol zavádzaný mierkový koeficient 0,9998660000, ktorý platil pre celý úsek stavby.

Ďalším krokom postupu bolo meranie na viditeľné orientácie. Pri každom meraní bola nastavená správna konštanta hranolu, aby sa predišlo hrubým chybám pri výpočte súradníc stanoviska. Používané konštanty hranolov:

- +0,0 mm GPR121 (veľký hranol),
- +17,5 mm GMP111-0 (mini hranol),
- +23,1 mm GRZ122 (360° hranol),
- +34,4 mm odrazová fólia.



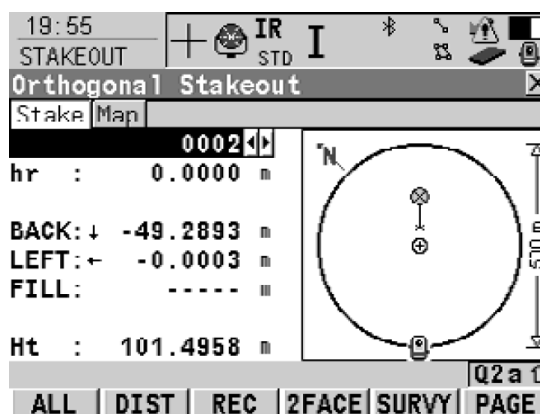
Obrázok 7-21: Zľava doprava GPR121, GMP111-0, GRZ122, fólia [26, 27, 28, 29]

Pri každom postavení prechodného stanoviska boli zamerané minimálne 3 orientácie. Výpočet súradníc stanoviska prebehol MNS v softvéri prístroja. Následne boli skontrolované stredné chyby spočítaných súradníc stanoviska a bolo vykonané kontrolné

vytýčenie jedného z bodov orientácie. Po vytýčení boli skontrolované súradnicové rozdiely vytýčenia tohto bodu a meranie bolo uložené.

7.4.2 Vytýčovanie

Po nastavení stanoviska boli začaté vytýčovanie. Jednou z možností bolo vytýčovanie bodov priamo navádzaním výtyčky do projektovaných súradníc. Program v prístroji zobrazuje súradnicové rozdiely aktuálnej polohy výtyčky voči projektovaným súradniciam. Posunom výtyčky do požadovaného smeru, buď k prístroju, od prístroja, doľava, doprava, bol figurant navádzaný na správne miesto. Po vytýčení boli súradnice vytýčeného bodu zaregistrované. Ďalšou možnosťou je vytýčovanie bodov pomocou referenčnej priamky. Tento typ vytýčenia bol používaný väčšinou pri určovaní orientácie častí konštrukcie, kontrolách debnenia a pri vytýčovaní pod prekážkami. V tomto prípade bol vyznačený smer a hodnota dĺžky fixkou alebo sprejom na zem. Vytýčovanie metódou GNSS bolo vykonávané obdobným spôsobom.



Obrázok 7-22: Softvérové rozhranie programu vytýčovania Leica System 1200 [25]

Po ukončení vytýčovacích prác bol geodetom vypísaný protokol o vytýčení v papierovej podobe. Obsah protokolu:

- identifikačné údaje oboch strán,
- dátum vytýčenia,
- názov stavebného objektu,
- počet vytýčených bodov,
- stabilizácia bodov,
- popis činnosti geodeta,
- označenie predaných dokumentov objednávateľovi,

- náčrt,
- podpis.

Protokol bol vypísaný v dvoch kópiách, kde jedna z kópií bola určená objednávateľovi a druhá z kópií bola založená do archívu. Po vytýčení boli stavebníci a vedúci stavby v teréne oboznámení s vytýčenými bodmi a boli prediskutované prípadné pripomienky. Vedúcemu stavby bol k protokolu o vytýčení priložený pracovný výkres s označením vytýčených bodov.

7.4.3 Podrobné meranie

V prípade podrobného merania stavebných objektov bol rovnaký postup ako pri vytyčovaní. Rozdiel bol vo vybraní programu merania v prístroji. Objektom podrobného merania boli vyhotovené časti konštrukcií v priebehu výstavby, upravené svahy, potrubia, násypy, výkopy a ďalej. Každému podrobnému bodu bol určovaný kód a prípadne poznámka. Prostredníctvom kódov sa každému meranému bodu priradí bunka a línia v spracovateľskom softvéri. Kódová tabuľka bola vopred nahratá v pamäti prístroja. Zoznam niektorých kódov použitých pri meraní:

- B betón (bod),
- B1 betón (línia),
- H terén (bod),
- H1 terén (línia),
- SA poklop šachty (kruhový),
- SS poklop šachty (štvorcový),
- LA lampa verejného osvetlenia,
- DZ dopravné značenie.

Pri označovaní líniových kódov bol definovaný začiatok línie písmenom Z na konci kódu, napr. B1Z. Číslo v líniovom kóde udávalo, koľká línia je aktuálne kódovaná, to znamená, že počas podrobného merania mohlo byť súbežne meraných niekoľko línií jedného typu kódu naraz. Vďaka tomu bolo meranie 3D objektov značne uľahčené. Na spájanie viacerých kódov k jednému bodu bolo používané znamienko +, napr. B1Z+B2Z.

7.4.4 Export dát zo zákazky

Po ukončení merania boli vyexportované merané údaje prostredníctvom programu Export dát zo zákazky. Pri exporte bol zvolený súbor s príponou .frt, v ktorom sú

nadefinované údaje, ktoré sa majú exportovať zo zakázky do .txt súboru. Celkovo boli exportované 3 súbory, ktorým sa pri zadávaní názvu zmenila prípona.

Prvý súbor exportu bol s príponou .log, tzv. logfile. Tento formát je možné otvoriť v akomkoľvek textovom editore. Obsahom súboru boli:

- údaje o prístroji,
- dátum založenia zakázky,
- počiatkové nastavenia prístroja (mierkový koeficient, teplota, tlak),
- nastavenie stanoviska (metóda určenia stanoviska),
- merané orientácie s meranými hodnotami,
- vypočítané súradnice stanoviska so strednými chybami,
- registrované údaje z vytýčenia,
 - označenie vytyčovaného bodu,
 - súradnicové odchýlky od vytýčenia,
- nastavenie údajov referenčnej priamky,
 - označenie bodu,
 - súradnice meraného bodu,
 - počiatkový bod a koncový bod línie,
 - staničenie a kolmica,
 - dĺžka línie,
 - údaje o odsadení priamky.

```

-----
Nastavenie stanoviska - metoda "Pretinanie spat (voľne stanovisko)"
-----
observacie
-----
Císlo bodu      Hz      V      sd      hc      Konstanta      Poloha      ATR status      EDM typ
F33             385.6034      96.1510      58.754      0.000      0.0344
31902          10.5922      97.6174      19.057      0.100      0.0175
F30            226.6826      96.4441      118.386      0.000      0.0344
F31            264.5613      97.5092      143.375      0.000      0.0344
-----
odchylky F33:  dhZ= -0.0002      dvzd= -0.000      dh= 0.004      Pouzity ako= 3D
odchylky 31902: dhZ= -0.0041      dvzd= -0.001      dh= -0.002      Pouzity ako= 3D
odchylky F30:  dhZ= 0.0003      dvzd= 0.000      dh= -0.000      Pouzity ako= 3D
odchylky F31:  dhZ= -0.0001      dvzd= -0.002      dh= -0.002      Pouzity ako= 3D
-----
vysledky
-----
Stanovisko: w001      Y=497230.610 X=1204014.032 H=211.830 hi=0.000
Orientacny posun: 33.4364
Chyba orientacneho posunu: 0.0003
-----
Stredna chyba Y: 0.001
Stredna chyba X: 0.001
Stredna chyba H: 0.001
-----
-----
vytycovanie, ver. 8.01
-----
Zakazka: 313207.1_0406
Zaciatok vytycovania: 06.04.17, 09:09:23
-----
Stanovisko: w001      Y= 497230.610      X= 1204014.032      H= 211.830      hi= 0.000
-----
Císlo bodu: F33VYT
Císlo projektovaneho bodu: F33
Vyska cieľa: 0.000      konstanta: 0.0344      Vyskove odsadenie: 0.000
Projektovany bod: Y= 497217.462      X= 1204071.177      H= 215.384
Vytyceny bod: Y= 497217.461      X= 1204071.177      H= 215.383
odchylky: dy= 0.001      dx= 0.000      dh= 0.001      dyx= 0.001
-----
Referencna priamka, ver. 8.01
-----
Zakazka: 313207.1_0406
Zaciatok vytycovania: 06.04.17, 09:16:31
-----
Stanovisko: w001      Y= 497230.610      X= 1204014.032      H= 211.830      hi= 0.000
-----
Informacie o referencnej priamke
-----
Oznacenie referencnej priamky: -----
Pociatocny bod: Z617      Y= 497244.347      X= 1204018.156      H= 208.200
Koncovy bod: Z618      Y= 497242.547      X= 1204022.281      H= 208.200
Dĺzka línie: 4.501
Odsadenie priamky: 0.000
Odsadenie vyskove: 0.000

```

Obrázok 7-23: Štruktúra súboru s príponou .log [autor]

Druhý súbor exportu mal príponu .zap, tzv. zápisník. Tento formát súboru je možné otvoriť v textovom editore. Obsah súboru s príponou .zap:

- označenie stanoviska,
- súradnice stanoviska,
- výška stanoviska,
- označenie meraných bodov,
- merané hodnoty,
 - horizontálny uhol,
 - vertikálny uhol,
 - šikmá dĺžka,
 - vodorovná dĺžka,
 - prevýšenie,
 - výška cieľa,
 - súradnice meraných bodov,
- mierkový koeficient,
- konštanta hranolu,

- *.stx (opravený zoznam súradníc),
- *.vtx (vektorová kresba pre softvér Kokeš),
- vykres,
 - *.dgn (výkres softvéru MicroStation).

Takto roztriedené dáta korešpondovali s harmonogramom objednávok a spätný proces vyhľadávania bol značne urýchlený aj pre tých, ktorí ďalej pracovali s dátami a neboli ich fyzicky sami merať v teréne.

Dáta boli opravené o prípadné chyby v kódach, resp. boli odstránené duplicity v súbore meraných súradníc. Keďže výsledkom merania boli okrem meraných uhlov a dĺžok priamo zoznamy súradníc, tak ďalšie spracovanie prebiehalo práve s nimi. Súbor .stx bol pomocou firemnej služby dostupnej cez internetový server konvertovaný na vektorovú kresbu, s koncovkou .vtx, pre softvér Kokeš. Na prevod bola použitá tabuľka parametrov línií a bodových znakov. Následne bol súbor importovaný do softvéru Kokeš, kde bol výkres vyexportovaný do formátu .dgn pre MicroStation. V tomto softvéri bola kresba upravená do finálnej podoby, bol doplnený popis plôch a prípadné poznámky pre ďalšie spracovanie.

Posledným úkonom k danému meraniu bolo vypísanie záznamu o terénnych prácach. Tento dokument slúžil pre interné záležitosti o vykonanej geodetickej činnosti v konkrétny deň. Záznam prácach sa nachádza v prílohe č. 2. V tlačive bol zaznamenaný:

- dátum merania,
- objednávateľ,
- číslo objektu,
- merači,
- predmet merania,
- použité prístroje,
- metóda merania,
- použité orientácie,
- počet meraných bodov,
- vyhotovené dokumenty,
- prípadné poznámky k meraniu,
- relatívna cesta k adresáru dát.

8 SPRACOVATEĽSKÉ PRÁCE

Predmetom spracovateľských prác bolo vypracovanie požadovaných dokumentov podľa vyhlášky 300/2009 Z. z. Hlavnými dokumentáciami počas procesu výstavby sú geodetické protokoly pre kvantifikáciu merateľných položiek stavebných prác a geodetická časť dokumentácie skutočného vyhotovenia stavby. [2]

8.1 VYHOTOVENIE GEODETICKÝCH PROTOKOLOV PRE ÚČELY FAKTURÁCIE

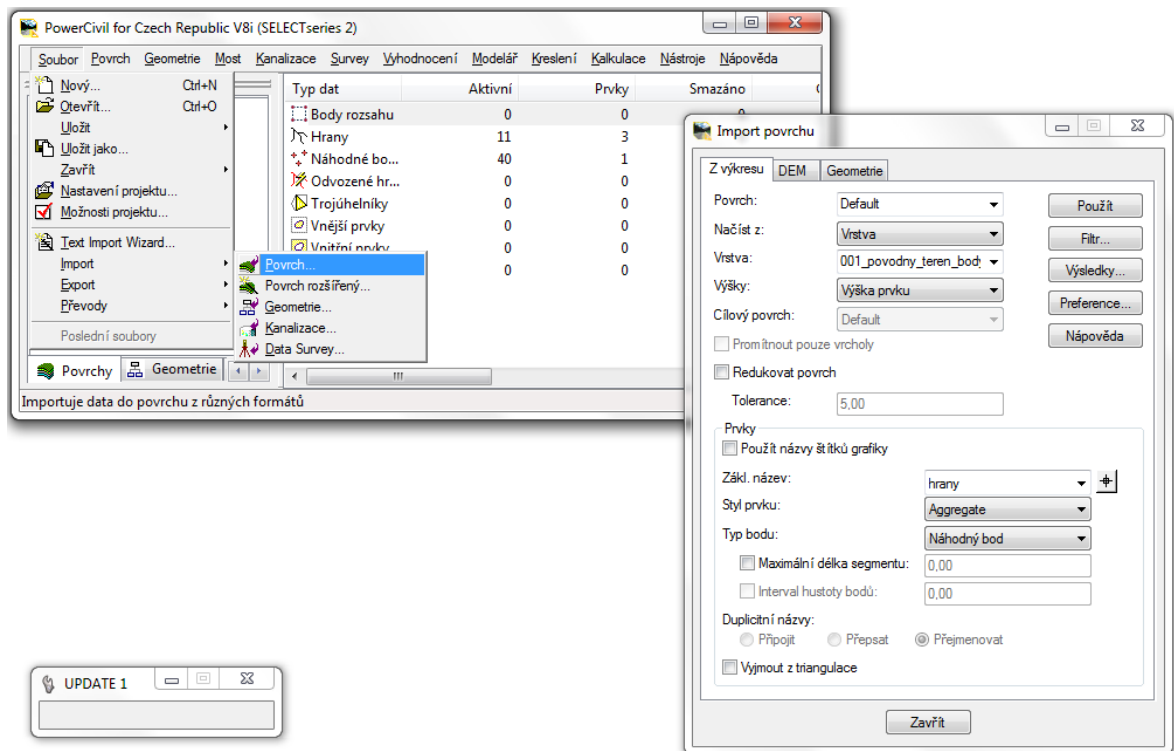
Jednou z dôležitých činností geodeta na stavbe je vyhotovovanie geodetických protokolov o vypočítaných plochách, kubatúrach a dĺžkach použitých materiálov. Tieto protokoly sú predávané zhotoviteľovi a slúžili ako jeden z mnohých dokumentov, na základe ktorých si zhotoviteľ vypracovával fakturácie. Fakturačné protokoly boli vyhotovované každý mesiac k 20. dňu v mesiaci. Pred každým spracovaním protokolu prebehla konzultácia so zhotoviteľom objektu o vykonaných prácach a množstve použitého materiálu.

Postup vyhotovenia fakturačných protokolov spočíval v niekoľkých krokoch. Prvým krokom bolo vyhľadanie všetkých meraní na objekte za daný mesiac. Tieto merania boli zvlášť archivované do adresára objektu. Štruktúra adresára objektu:

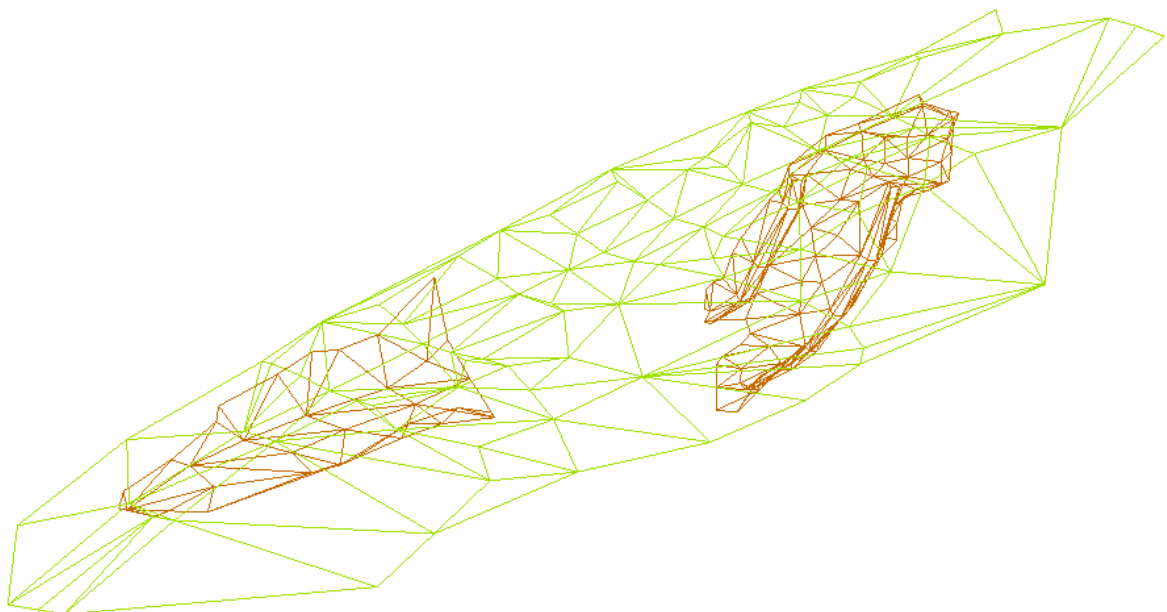
- Názov objektu,
 - DSVS,
 - Elaborat, (vyhotovený elaborát DSVS),
 - Data, (zálohované dáta z podrobných meraní),
 - Fakturacia, (jednotlivé protokoly pre každý mesiac),
 - PD, (projektová dokumentácia),
 - Vytyčenie, (zálohované dáta z vytýčení).

Po vyhľadaní všetkých dát bol založený adresár s vlastným poradovým číslom pre fakturáciu, kde bol vytvorený výkres .dgn, v ktorom boli spojené všetky výkresy z meraní za celý mesiac. Vo výkrese bola upravená kresba, prebehlo roztriedenie častí stavby do vrstiev podľa typu materiálu. Výpočet dĺžok a plôch bol vykonaný digitálne z výkresu pomocou nástrojov softvéru MicroStation. Pre výpočet kubatúr bol použitý softvér Bentley PowerCivil for Czech Republic V8i (SELECTseries 2).

Na výpočet kubatúr je potrebné vygenerovať digitálny model terénu z meraných bodov. Na začiatku sa vytvorí povrch, do ktorého sa importujú merané hrany a body. Následne sa musí povrch triangulovať. Tým sú vytvorené trojuholníky DMT. Niektoré z nich sú prípadne odstránené z modelu, ak narušajú logické väzby povrchu.

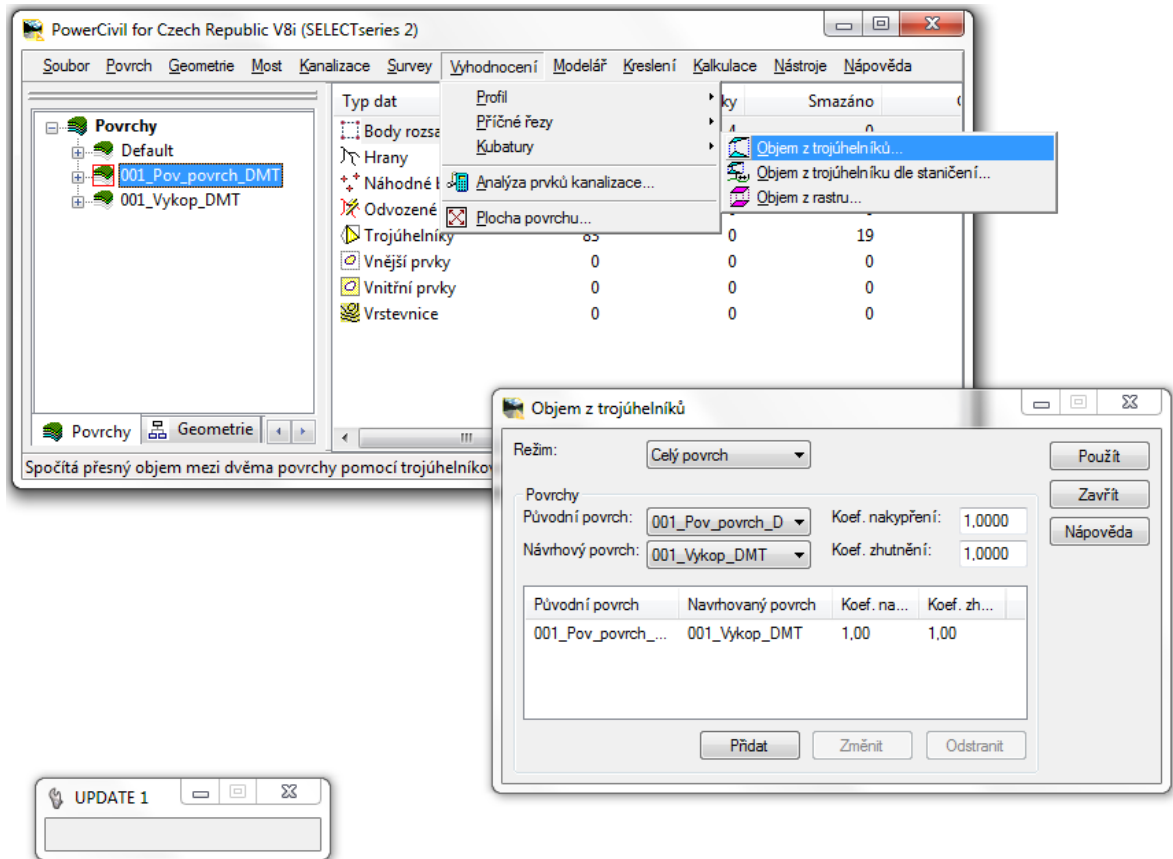


Obrázok 8-1: Rozhranie tvorby DMT v softvéri PowerCivil [autor]



Obrázok 8-2: Digitálny model povrchov objektu komunikácie podchodu [autor]

Takýmto spôsobom boli vytvorené DMT pre povrchy, z ktorých rozdielu mala byť vypočítaná kubatúra násypu alebo výkopu. Výpočet kubatúr bol vykonaný cez nástroj programu PowerCivil s názvom výpočet Objemu z trojuholníkov. V nastavení sa vyberú dva povrchy určené pre výpočet. Jeden z povrchov je vybraný ako pôvodný a druhý ako návrhový. Výsledkom je hodnota kubatúry určená vo vybraných jednotkách.



Obrázok 8-3: Rozhranie výpočtu kubatúr v softvéri PowerCivil [autor]

Po ukončení zisťovania množstva materiálu bol vyplnený formulár „výkazu výmer“ pre fakturačné obdobie. Tento formulár bol súčasťou protokolu fakturácie, ktorý bol zložený z týchto častí:

- úvodný list protokolu,
- výkaz výmer,
- protokol o výpočte kubatúr,
- situácia.

Protokol bol predaný zhotoviteľovi v štyroch papierových kópiách. Pred odovzdaním zhotoviteľovi bol protokol autorizačne overený stavebným dozomom

a hlavným geodetom stavby. Geodetický protokol pre účely fakturácie sa nachádza v prílohe č. 5.

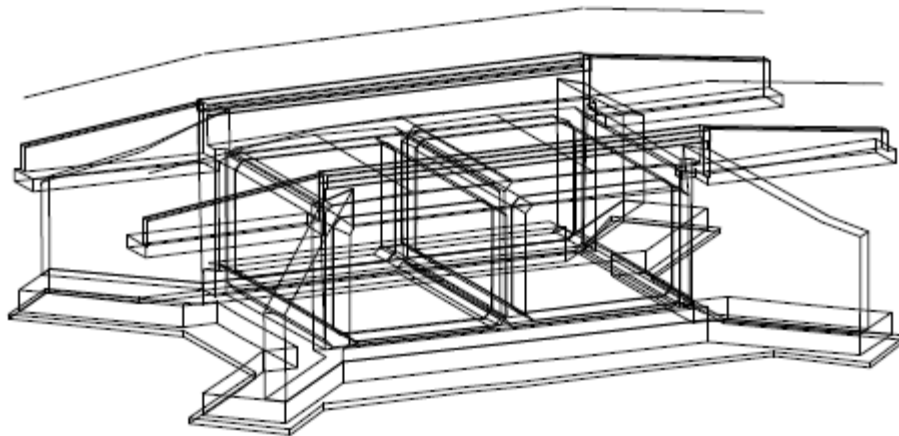
8.2 VYHOTOVENIE GEODETICKÉHO PROTOKOLU PRE DSVS

Podľa vyhlášky č. 300/2009 Z. z., § 35, ods. (4), elaborát z geodetickej časti dokumentácie obsahuje:

- technickú správu,
- zoznam súradníc a výšok podrobných bodov,
- súbor údajov obsahujúci polohopis, popis, prípadne výškopis v digitálnej a grafickej forme. [2]

Geodetická časť DSVS vznikla priamym meraním nadväzujúcim na PVS stavby. Táto požiadavka je taktiež uvedená vo vyhláške. Stavebný objekt bol zmeraný v polohovom systéme S-JTSK a výškovom systém Bpv.

Digitálna kresba bola vytvorená v softvéri MicroStation spojením priebežne meraných častí stavebného objektu počas celého procesu výstavby. Kresba DSVS bola spracovávaná v 3D výkresoch. Výsledný model bol upravený do jedného celku s rozdelením častí konštrukcie do príslušných vrstiev. Do kresby bol doplnený aktuálny stav KN, trvalý záber stavby a popisné informácie.



Obrázok 8-4: 3D kresba podchodu z elaborátu DSVS [autor]

Do zoznamu súradníc boli z výkresu .dgn vyexportované dôležité lomové body konštrukcií, ku ktorým bolo doplnené označenie číslom a poznámka.

Technická správa bola vyhotovená podľa zásad geodetickej spoločnosti GEO-KOD. Obsahom technickej správy sú:

- identifikačné údaje oboch strán,
- predmet a postup prác,
- východiskové podklady,
- polohový a výškový systém,
- nadväznosť na právne a technické predpisy,
- charakteristika geodetických a kartografických prác,
- analýza presnosti,
- poznámky,
- obsah elaborátu.

Elaborát DSVS bol predaný zhotoviteľovi v siedmich papierových kópiách. Pred odovzdaním zhotoviteľovi bol elaborát autorizačne overený hlavným geodetom stavby. Geodetická časť DSVS sa nachádza v prílohe č. 6.

9 VYHODNOTENIE STAVEBNÝCH OBJEKTŮV

Súčasťou diplomovej práce bolo vyhodnotenie vytýčenia objektov voči záväznej norme STN 73 0422, ktorá bola uvedená v DP a pre porovnanie bola použitá novšia norma STN 73 0420-2. Pri porovnaní realizácie objektov nebola stanovená žiadna záväzná norma, a preto bolo toto vyhodnotenie vykonané voči 2,5 násobku vytyčovacích odchýlok vyššie uvedených noriem. Vyhodnotenie realizácie betónových konštrukcií bolo navyše vykonané voči norme STN 73 0210-2.

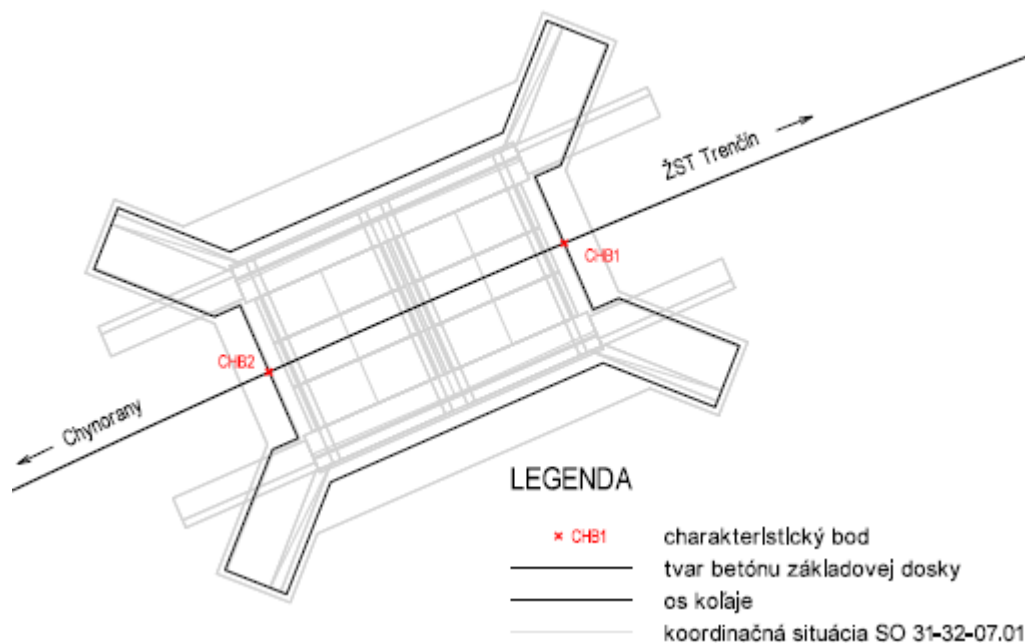
9.1 VYHODNOTENIE VYTÝČENIA

Na základe špecifikácie z PD bola presnosť vytýčenia daná STN 73 0422. Presnosť vytyčovania líniových a plošných stavebných objektov. Objekt podchodu SO 31-32-07.01 bol v norme zaradený do kategórie mostov na základe PD, kde je účel objektu definovaný ako premostenie železničnej trate ponad komunikácie pre verejnosť. [7]

Na základe normy sa presnosť vytýčenia priestorovej polohy mostu posudzuje podľa kritérií pre presnosť vytýčenia polohy charakteristických bodov osi mosta a určenia hlavných výškových bodov. [30] Podchod bol na základ typu konštrukcie zaradený do železobetónového monolitického druhu mostu podľa tabuľky 10 normy. Pre tento druh mostu je medzná odchýlka ± 30 mm vodorovnej vzdialenosti medzi charakteristickými bodmi v osi pri dĺžke ≤ 50 m. Keďže charakteristické body neboli určené v PD, boli súradnice týchto bodov dopočítané do osi základového betónu. Os základového betónu je totožná s osou železničnej trate. Vyhodnotený rozdiel CHB so situáciou je uvedený nižšie. Výškový rozdiel nemohol byť spočítaný, keďže výška nebola predmetom vytýčenia. Výška bola vytýčená až pri kontrolovaní debnenia ako domerok.

Tabuľka 9-1: Číselné vyhodnotenie vytýčenia CHB [autor]

Projektované súradnice			Vytýčené súradnice			Odchýlky vytýčenia			
ID	Y [m]	X [m]	H [m]	Y [m]	X [m]	H [m]	Dĺžka [m]		Rozdiel
							Projekt	Meraná	
CHB1	497234,282	1204016,219	208,200	497234,284	1204016,216	207,617	10,000	9,997	-0,003
CHB2	497243,447	1204020,219	208,200	497243,446	1204020,215	207,630			



Obrázok 9-1: Schéma charakteristických bodov [autor]

Vytyčenie CHB bolo vykonané v rámci povolených medzných odchýlok z tabuľky 10 normy STN 73 0422.

Kritériom vytýčenia podrobných bodov sú medzné pozdĺžne a priečne odchýlky, vzťahnuté k charakteristickým bodom osi mostu. Medzné výškové odchýlky sú vzťahnuté k hlavným výškovým bodom. Tieto hodnoty sú rozdelené pre jednotlivé stavebné etapy v tabuľke 11 normy STN 73 0422. [30]

Tabuľka 9-2: Tabuľka 11 z normy STN 73 0422 [30]

Stavebná etapa	Medzná odchýlka v mm		
	pozdĺžna	priečna	výšková
Zemné práce	±100	±100	±50
Spodná stavba	±20	±20	±20
Nosná konštrukcia vrátane ložisiek a zvršku mostu	±20	±15	±15

Ďalšou z možných platných noriem na vytyčovanie stavieb je norma STN 73 0420-2. Presnosť vytyčovania stavieb. Časť 2: Vytyčovacie odchýlky. Kritériom presnosti vytýčenia podrobných bodov sú medzné vytyčovacie pozdĺžne a priečne odchýlky vzťahnuté k CHB osi mostu. Medzné výškové odchýlky sú vzťahnuté k hlavným výškovým bodom. Hodnoty medzných odchýlok sú uvedené v tabuľke 27 normy. [31]

Tabuľka 9-3: Tabuľka 27 z normy STN 73 0420-2 [31]

Stavebná etapa	Medzná odchýlka v mm		
	pozdĺžna	priečna	výšková
Zemné práce	±100	±100	±50
Zemné konštrukcie	±70	±50	±30
Spodná stavba	±30	±20	±15
Nosná konštrukcia	±20	±15	±10
Zvršok mostu	±15	±10	±4

Vyhodnotenie vytyčovacích prác komunikácie podchodu bolo vykonané iba na podrobné body. Kritériom presnosti vytýčenia podrobných bodov komunikácie sú medzné a priečne odchýlky, vzťahnuté k hlavným bodom trasy, medzné výškové odchýlky sú vzťahnuté k hlavným výškovým bodom. Vyhodnotenie vytýčenia komunikácie bolo taktiež vykonané voči normám STN 73 0422 a STN 73 0420-2. [30] [31] Počas vytyčovacích prác bol vytyčovaný kryt vozovky. Nižšie uvedené medzné hodnoty z tabuliek noriem sa vzťahujú práve ku krytu vozovky.

Tabuľka 9-4: Časť tabuľky 8 z normy STN 73 0422 [30]

Body podrobného vytýčenia	Medzná odchýlka v mm		
	pozdĺžna	priečna	výšková
Kryt vozovky	±40	±30	±4

Tabuľka 9-5: Časť tabuľky 23 z normy STN 73 0420-2 [31]

Body podrobného vytýčenia	Medzná odchýlka v mm		
	pozdĺžna	priečna	výšková
Kryt vozovky	±20	±15	±4

Na základe vyhodnotení je možné usúdiť, že všetky polohové vytyčovacie práce polárnou metódou spĺňali medzné hodnoty stanovené normami. Odchýlky boli prekročené vo viacerých prípadoch vytyčovania metódou GNSS RTK pri vytýčení podkladového betónu. Priame vytýčenie výšok bolo možné realizovať iba v niektorých prípadoch vytýčení. V týchto prípadoch väčšina vytýčených hodnôt spĺňala požadované medzné odchýlky. Vytýčenie výšok bolo v drvivej väčšine vykonávané pomocou domerkov. Vyhodnotenie podrobného vytýčenia bodov základovej dosky je uvedené v prílohe č. 3. Tieto body boli vybrané z toho dôvodu, že tie súradnice týchto bodov boli stanovené v PD:

9.2 VYHODNOTENIE REALIZÁCIE

Keďže v projektovej dokumentácii nebola stanovená norma na vykonanie presnosti realizácie objekt, boli použité medzné vytyčovacie odchýlky z noriem uvedených v kapitole 9.1. Tieto odchýlky boli prepočítané na medzné odchýlky realizácie ako 2,5-násobok vytyčovacích odchýlok pre jednotlivé etapy výstavby.

Táto hodnota bola získaná zo vzťahu pre medznú vytyčovaciu odchýlku spočítanú z medznej odchýlky vyhotovenia $\delta_{vyt.} = 0,4 \cdot \delta_{vyhot.}$. Po úpravách vznikne vzťah $\delta_{vyhot.} = 2,5 \cdot \delta_{vyt.}$, pomocou ktorého bola spočítané medzné odchýlky realizácie pre jednotlivé etapy výstavby z tabuľky 11 normy STN 73 0422.

Pri vyhodnotení realizácie bola taktiež použitá norma STN 73 0210-2 [32]. Geometrická presnosť vo výstavbe. Podmienky zhotovovania. Časť 2: Presnosť monolitických betónových konštrukcií. Na základe tejto normy boli porovnávané rozmery susedných bodov v pôdoryse podľa tabuľky A.1.1 – Medzné odchýlky celkových rozmerov a polohy konštrukcií. V prílohách je zobrazené taktiež grafické vyhodnotenie prekročených odchýlok.

Tabuľka 9-6: Časť tabuľky A.1.1 z normy STN 73 0210-2 [32]

Predmet	Základné rozmery v m				
	do 4	nad 4 do 8	nad 8 do 16	nad 16 do 25	nad25
Rozmery v pôdoryse, napr. dĺžky, šírky	±12	±15	±20	±25	±30

Väčšina kontrolovaných bodov podchodu nespĺňala medzné hodnoty. Jedným z dôvodov je to, že počas výstavby stien podchodu neboli vykonané kontrolné merania pri osadení debnení pred betonážou. Treba podotknúť, že k prekročeniu odchýlok realizácie mohlo napomôcť osadenie chybných rozmerov rámových prefabrikátov tubusu podchodu. V prípade základovej dosky boli tieto práce vykonané, a to sa ukázalo aj na výsledku vyhotovenia dosky, ktoré všetky spĺňajú medzné hodnoty. Taktiež pri komunikácii bolo vykonané presné vytýčenie bodov na železné tyče, ktoré boli počas celej výstavby občasne skontrolované počas geodetických prác na objekte. Tým sa zaistila stabilizácia vytýčených bodov počas celého procesu výstavby komunikácie. Vyhodnotenie realizácie betónu základovej dosky sa nachádza v prílohe č. 4.

10 ZÁVER

Cieľom diplomovej práce bol popis geodetických činností počas výstavby podchodu pod železničnou traťou v Trenčíne porovnanie etáp výstavby so stanovenou legislatívou z PD. Podchod je súčasťou projektu modernizácie železničnej trate Nové Mesto nad Váhom – Púchov a aktuálne slúži občanom mesta na bezpečný prechod z centra do mestskej časti Zlatovce.

Práca je v teoretickej časti zameraná na prácu so súčasnou legislatívou a na vyhľadanie medzných odchýlok v normách, ktoré sa používajú pri vytyčovacích prácach. Jednou z týchto noriem je norma STN 73 0422. Taktiež je táto časť zameraná na postupy pri výpočte presnosti prechodného stanoviska, ktoré je neoddeliteľnou súčasťou modernej geodézie. Praktická časť sa sústreďuje na geodetické činnosti počas jednotlivých stavebných etáp, od prípravy z projektovej dokumentácie, cez práce v teréne až po vyhotovenie geodetickej časti dokumentácie skutočného vyhotovenia stavby. Taktiež je v tejto časti popísaný sled každodenných prác geodeta v komplexe stavieb. Tieto práce sú vykonávané na základe požiadaviek zhotoviteľa stavebných objektov. Kancelárske práce súviseli s vyhotovením geodetických protokolov pre podklad k fakturáciám a taktiež spracovanie geodetickej časti dokumentácie skutočného vyhotovenia stavby. V práci je zobrazená časť z veľkého množstva dokumentácií, ktoré sú všetky archivované v databáze stavby. Tieto dokumenty sú uvedené v prílohách č. 5 a 6. Na základe meraní po realizácii jednotlivých častí konštrukcie bolo vyhotovené porovnanie realizácie voči projektu. Takmer 65% bodov z digitálneho modelu, ktoré boli určené na vytýčenie, nedodržalo medzné odchýlky po realizácii. Tento fakt je spôsobený tým, že neboli počas výstavby niektorých celkov vykonané kontrolné merania debnení pred betonážou. V prípade komunikácie boli prekročené odchýlky iba na bodoch, ktoré boli napojené na reálny stav.

Geodetické činnosti vo výstavbe sú neoddeliteľnou súčasťou stavebných prác, ktoré svojou prítomnosťou ovplyvňujú kvalitu stavby. Meračské práce na stavbách musia byť vykonávané precízne a zodpovedne, pretože chyby geodeta môžu ovplyvniť celkovú stabilitu stavby, čo sa môže podpísať na stratách finančných alebo aj ľudských. V dnešnej dobe tieto práce uľahčujú moderné technológie a výpočtová technika, vďaka ktorým sa riziká chýb znižujú a práca sa urýchľuje.

11 ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] Terminologická komise ČÚZK. *Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí* [online]. Zdíby: VUGTK, 2005-2019 [cit. 22. 5. 2019]. Dostupné z: https://www.vugtk.cz/slovník/index.php?jazykova_verze=cz
- [2] Vyhláška Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej Republiky 300/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení neskorších predpisov.
- [3] STN ISO 4463-3. *Metódy merania v stavebníctve. Vytyčovanie a meranie. Časť 3: Zoznam geodetických činností*. 1. vyd. Bratislava: Slovenský ústav technickej normalizácie, 2002.
- [4] REMING CONSULT a. s. *ŽSR, Modernizácia železničnej trate Nové Mesto nad Váhom – Púchov, žel. km 100,500 – 159,100 pre traťovú rýchlosť do 160 km/h – 3. etapa úsek žst. Zlatovce (vrátane) – žst. Trenčianska Teplá (mimo)* [online]. Bratislava: REMING, 2014 [cit. 22. 5. 2019]. Dostupné z: <http://www.reming.sk/files/2014-08-06-100137-0109-III-etapa.pdf>
- [5] REMING CONSULT a. s. *Modernizácia koridorov* [online]. Bratislava: REMING, 2014 [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: <http://www.reming.sk/--17-9-zsr-modernizacia-zeleznicnej-trate-nove-mesto-nad-vahom--puchov-v-zkm-100500--159100-pre-trat-rychlost-do-160-kmhod>
- [6] REMING CONSULT a. s. *Výročná správa 2017* [online]. Bratislava: REMING, 2018 [cit. 22. 5. 2019]. Dostupné z: <http://www.reming.sk/files/2018-07-31-085251-reming-VS-2017.pdf>
- [7] Projektová dokumentácia. *SO 31-32-07.01. Žst. Trenčín, železničný spodok - Chynoranská trať, Podchod pre peších a cyklistov v km 50,808*. Bratislava, 2016.
- [8] Projektová dokumentácia. *SO 31-32-07.02. Žst. Trenčín, železničný spodok - Chynoranská trať, Komunikácie podchodu pre peších a cyklistov v km 50,808*. Bratislava, 2016.

- [9] Projektová dokumentácia. *SO 31-32-07.03. Žst. Trenčín, železničný spodok - Chynoranská trať, Odvodnenie podchodu pre peších a cyklistov v km 50,808*. Bratislava, 2016.
- [10] ŠTRONER, Martin. *K přesnosti volného stanoviska* [online]. Praha: ČVUT – Fakulta stavební, 2012. [cit. 22. 5. 2019]. Dostupné z: http://k154.fsv.cvut.cz/~stroner/ING2/volne_stanovisko.pdf
- [11] HAMPACHER, Miroslav, ŠTRONER, Martin. *Zpracování a analýza měření v inženýrské geodézii*. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT (CTN), 2015. ISBN 978-80-01-05843-5.
- [12] ŠVÁBENSKÝ, Otakar, VITULA, Alexej, BUREŠ, Jiří. *Inženýrská geodézie I. GE16. Modul 03.Návody ke cvičením*. Brno: VUT – Fakulta stavební, 2006.
- [13] Slovenská priestorová observačná služba. *Informácie o službe* [online]. Bratislava: Geodetický a kartografický ústav, 2019 [cit. 22. 5. 2019]. Dostupné z: <http://www.skpos.gku.sk/o-skpos.php#rtk>
- [14] REPÁŇ, Peter, HAVADEJ, Peter. *Využitie technológie GNSS v podmienkach SKPOS* [online]. Prešov: Progres CAD Engineering, 2010. [cit. 22. 5. 2019]. Dostupné z: http://www.pce.sk/clanky/VYUZITIE_TECHNOLOGIE_GNSS_V_PODMIENKACH_SL_UZBY_SKPOS.pdf
- [15] FORAL, Jakub, ŠVÁB, Tomáš. *Základy geodézie*. Brno: GEFIS, 2010.
- [16] GEOTECH Bratislava s. r. o. *Totálne stanice Leica TPS1200+. Technické parametre a porovnanie* [online]. Bratislava: GEOTECH. 2013 [cit. 22. 5. 2019]. Dostupné z: <https://www.geotech.sk/downloads/Totalne-stanice/TPS1200+-technicke-parametre.pdf>
- [17] *Leica TCPRI200+*. [online]. [cit. 22. 5. 2019]. Dostupné z: https://www.nationaltoolhiresops.co.uk/uploaded/thumbnails/LeicaTPS1200_1224_400x400.jpg
- [18] GEOTECH Bratislava s. r. o. *Leica Viva TS15. Najrýchlejšia snímkovacia a skenovacia totálna stanica* [online]. Bratislava: GEOTECH. 2013 [cit. 22. 5. 2019]. Dostupné z: <https://www.geotech.sk/downloads/Totalne-stanice/TS11-15/VivaTS15-prospekt-SK.pdf>

- [19] *Leica Viva TS15*. [online]. [cit. 22. 5. 2019]. Dostupné z: <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0542/7477/products/ts15-4.jpg?v=1408028400>
- [20] Topcon. *Topcon GRS-1* [online]. Topcon Totalcare, 2019 [cit. 22. 5. 2019]. Dostupné z: http://www.topconcare.com/en/hardware/gnss-receivers/grs_1/
- [21] *Topcon GRS-1*. [online]. [cit. 22. 5. 2019]. Dostupné z: <https://www.ee.co.za/wp-content/uploads/2014/10/viinstruments-153-10-2014-fig5.jpg>
- [22] Topcon. *Topcon DL-101C* [online]. Topcon, 1997-2005 [cit. 22. 5. 2019]. Dostupné z: <http://www.topcon.com.sg/survey/dl.html>
- [23] *Leica Viva TS15*. [online]. [cit. 22. 5. 2019]. Dostupné z: <http://ss-survey.com/uploaded/img/1299817218.gif>
- [24] STN ISO 4463-1. *Metódy merania v stavebníctve. Vytyčovanie a meranie. Časť 1: Plánovanie, organizácia, postupy merania a preberacie podmienky*. 1. vyd. Bratislava: Slovenský ústav technickej normalizácie, 2002.
- [25] Leica Geosystems AG. *Leica TPS1200+. Applications Field Manual* [online]. Engineering Surveyor. 2019 [cit. 22. 5. 2019]. Dostupné z: <https://www.geotech.sk/downloads/Totalne-stanice/TS11-15/VivaTS15-prospekt-SK.pdf>
- [26] *Leica GPR121*. [online]. [cit. 22. 5. 2019]. Dostupné z: <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/616cCe6VmKL.SX425.jpg>
- [27] *Leica GMP111-0*. [online]. [cit. 22. 5. 2019]. Dostupné z: <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0542/7477/products/prism-Leica-GMP111.jpg?v=1416479683>
- [28] *Leica GRZ122*. [online]. [cit. 22. 5. 2019]. Dostupné z: https://cdn.shopify.com/s/files/1/0009/8726/7123/products/Leica-GRZ122-360-Prism_600x600.jpg?v=1534030042
- [29] *Leica Reflective Tape*. [online]. [cit. 22. 5. 2019]. Dostupné z: <https://surveyequipment.com/media/catalog/product/cache/1/image/640x/903be06a881aa18fc50d3dc96e8b9fba/1/e/leica-gzm-29-30-31-reflective-target.jpg?1534372515>
- [30] STN 73 0422. *Presnosť vytyčovania líniových a plošných objektov*. Bratislava: Slovenský ústav technickej normalizácie, 1999.

[31] STN 73 0420-2. *Presnosť vytyčovania stavieb. Časť 2: Vytyčovací odchýlky.* Bratislava: Slovenský ústav technickej normalizácie, 1986.

[32] STN 73 0210-2. *Geometrická presnosť vo výstavbe. Podmienky zhotovovania. Časť 2: Presnosť monolitických betónových konštrukcií.* Bratislava: Slovenský ústav technickej normalizácie, 1993.

12 ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV

3D	trojrozmerný, priestorový
ATR	Automatic Target Recognition, (z angl.) automatické vyhľadávanie cieľa
Bpv	Výškový systém Baltský - po vyrovnaní
DMT	Digitálny model terénu
DSVS	Dokumentácia skutočného vyhotovenia stavby
ETRS89	Európsky terestrický referenčný systém 1989
EVRS	Európsky vertikálny referenčný systém
GKÚ	Geodetický a kartografický ústav v Bratislave
GLONNAS	Global'naja Navigacionnaya Sputnikovaya Sistema, (z rus.) Globálny navigačný satelitný systém – ruský družicový systém
GNSS	Global Navigation Satellite System, (z angl.) Globálny navigačný satelitný systém
GPS	Global Positioning System, (z angl.) Globálny lokalizačný systém
CHB	Charakteristický bod
ISO	International Organization for Standardization, (z angl.) Medzinárodná organizácia pre normalizáciu
MNŠ	Metóda najmenších štvorcov
PD	Projektová dokumentácia
ppm	parts per million, (z angl.) jedna milióntina
PVS	Podrobná vytyčovací sieť
RTK	Real Time Kinematic, (z angl.) Kinematická metóda v reálnom čase
S-Gr	Gravimetrický systém
S-JTSK	Systém jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej
SKPOS	Slovenská priestorová observačná služba
SO	Stavebný objekt
STN	Slovenská technická norma
TVS	Trenčianska vodohospodárska spoločnosť
UČS	Ucelená časť stavby
VRS	Virtuálna referenčná stanica
VVS	Výšková vytyčovací sieť
ZVS	Základná vytyčovací sieť
ŽSR	Železnice Slovenskej republiky

13 ZOZNAM OBRÁZKOV TABULIEK

Obrázok 3-1: Priebeh trasy rekonštrukcie železničnej trate v meste Trenčín [4].....	16
Obrázok 3-2: Nový železničný most ponad rieku Váh [6]	17
Obrázok 3-3: Umiestnenie podchodu v meste Trenčín [autor].....	18
Obrázok 3-4: Podchod pod železničnou traťou, smer Trenčín Zlatovce [autor]	19
Obrázok 3-5: Situácia podchodu a komunikácie podľa PD [7].....	20
Obrázok 3-6: Pohľad na okolitú úpravu terénu a komunikáciu podchodu [autor]	21
Obrázok 4-1: Schéma určenia prechodného stanoviska z troch bodov [autor]	23
Obrázok 4-2: Schéma vytyčovania bodu polárnou metódou [autor].....	26
Obrázok 4-3: Schéma určenia výšky trigonometrickou metódou [autor].....	27
Obrázok 4-4: Schéma merania metódou RTK prostredníctvom VRS [13].....	28
Obrázok 4-5: Schéma nivelačnej zostavy geometrickej nivelácie [autor].....	29
Obrázok 5-1: Leica TCRP1205+ [17]	30
Obrázok 5-2: Leica Viva TS15 s príslušenstvom [19]	31
Obrázok 5-3: Aparatúra Topcon GRS-1 [21]	32
Obrázok 5-4: Digitálny nivelačný prístroj Topcon DL-101C [23].....	32
Obrázok 7-1: Ukážka časti vytyčovacieho výkresu SO 31-32-07.01 [7]	37
Obrázok 7-2: Časť výkresu tvaru dilatačného celku z PD [7].....	38
Obrázok 7-3: 3D model podchodu SO 31-32-07.01 [autor].....	39
Obrázok 7-4: Pracovný výkres podkladového betónu [autor]	40
Obrázok 7-5: Vytyčovací výkres komunikácie podchodu z PD [8]	41
Obrázok 7-6: Situácia rozloženia bodov vytyčovacej siete voči podchodu [autor]	43
Obrázok 7-7: Pracovný výkres priebehu inžinierskych sietí [autor]	44
Obrázok 7-8: Vytyčovací výkres výkopu podchodu	45
Obrázok 7-9: Výkop podchodu a komunikácie, smer Trenčín centrum [autor].....	46
Obrázok 7-10: Podkladový betón s krytom izolácie [autor].....	47
Obrázok 7-11: Rozhranie programu referenčnej priamky Leica System 1200 [25].....	48
Obrázok 7-12: Základová doska podchodu [autor]	49
Obrázok 7-13: Osadené rámové prefabrikáty tubusov [autor]	50
Obrázok 7-14: Drenáž na odvodnenie podchodu [autor].....	51
Obrázok 7-15: Vzorový priečny rez komunikáciou podchodu podľa PD [8].....	52
Obrázok 7-16: Osadené obrubníky komunikácie podchodu [autor].....	53
Obrázok 7-17: Podchod po betonáži dilatačných celkov [autor].....	54

Obrázok 7-18: Prechodová oblasť podchodu [autor].....	55
Obrázok 7-19: Svah terénu po úprave [autor]	56
Obrázok 7-20: Rímsová stienka po realizácii [autor]	57
Obrázok 7-21: Zľava doprava GPR121, GMP111-0, GRZ122, fólia [26, 27, 28, 29].....	58
Obrázok 7-22: Softvérové rozhranie programu vytyčovania Leica System 1200 [25]	59
Obrázok 7-23: Štruktúra súboru s príponou .log [autor]	62
Obrázok 7-24: Štruktúra súboru s príponou .zap [autor]	63
Obrázok 7-25: Štruktúra súboru s príponou .stx [autor].....	63
Obrázok 8-1: Rozhranie tvorby DMT v softvéri PowerCiwil [autor]	66
Obrázok 8-2: Digitálny model povrchov objektu komunikácie podchodu [autor].....	66
Obrázok 8-3: Rozhranie výpočtu kubatúr v softvéri PowerCivil [autor]	67
Obrázok 8-4: 3D kresba podchodu z elaborátu DSVS [autor]	68
Obrázok 9-1: Schéma charakteristických bodov [autor]	71
Tabuľka 6-1: Medzné hodnoty pre kontrolné vytýčenie [autor]	34
Tabuľka 6-2: Kontrolné vytýčenie bodov siete polárnou metódou [autor]	34
Tabuľka 6-3: Kontrolného vytýčenie bodov siete metódou GNSS RTK [autor]	36
Tabuľka 7-1: Zoznam vrstiev a farieb 3D modelu podchodu [autor].....	39
Tabuľka 7-2: Súradnice bodov vytyčovacej siete [autor].....	42
Tabuľka 7-3: Rozdiely rozmerov jedného kusu prefabrikátu [autor].....	50
Tabuľka 9-1: Číselné vyhodnotenie vytýčenia CHB [autor]	70
Tabuľka 9-2: Tabuľka 11 z normy STN 73 0422 [30]	71
Tabuľka 9-3: Tabuľka 27 z normy STN 73 0420-2 [31]	72
Tabuľka 9-4: Časť tabuľky 8 z normy STN 73 0422 [30].....	72
Tabuľka 9-5: Časť tabuľky 23 z normy STN 73 0420-2 [31]	72
Tabuľka 9-6: Časť tabuľky A.1.1 z normy STN 73 0210-2 [32]	73

14 ZOZNAM PRÍLOH

- Príloha č. 1: Schéma vytyčovacej siete v okolí objektu SO 31-32-07.01 a 31-32-07.02
- Príloha č. 2: Záznam o terénnych prácach
- Príloha č. 3: Vyhodnotenie vytýčenia základovej dosky objektu SO 31-32-07.01
- Príloha č. 4: Vyhodnotenie realizácie základovej objektu SO 31-32-07.01
- Príloha č. 5: Geodetický protokol pre účely fakturácie
- Príloha č. 6: Elaborát geodetickej časti dokumentácie skutočného vyhotovenia stavby objektu SO 31-32-07.01

Príloha č. 1

**Schéma vytyčovacej siete v okolí objektu SO 31-32-07.01
a SO 31-32-07.02**

Samostatná príloha

Príloha č. 2

Záznam o terénnych prácach

Záznam o terénnych prácach

GEO-KOD, s.r.o.

Geodetické a kartografické práce, Žitná 21, 831 06 Bratislava, tel.: 02/4464 6551, geokod@geokod.sk, www.geokod.sk

Číslo zákazky : **2012.055.118**

Základné údaje

Dátum :	<u>10.4.2017</u>	Vedúci :	_____
Merač :	<u>VIHo</u>	Figurant/i :	<u>MaAd</u>
Objednávateľ / kontaktná osoba :	<u>LUVAS/CrIa</u>		
Miesto merania / stavebný objekt :	<u>Podchod na Chynoranskej vetve TN/SO 31-32-07.01</u>		
Predmet / účel merania :	<u>Zameranie základovej dosky.</u>		

Popis pracovnej činnosti

Metóda merania :	IMP :	<u>Leica TCRP 1205+</u>	GNSS :	_____
<u>Priestorová polárna metóda (PPM)</u>	Nivelák :	_____	Iné :	_____
- použité čísla pre voľné stanoviská :	<u>W001</u>			
- použité čísla pre PMB :	<u>F33,F30,F31,31902</u>			
- použité čísla pre podrobné body :	_____			
- počet zameraných / vytýčených bodov celkom :	<u>33</u>			
Faktory, ktoré ovplyvnili meranie (doprava, poškodenie meracej techniky a pod.):				

Redukcie použité pri meraní dĺžok

GeoPPM : -134

Počasié pri meraní

Teplota : _____ Popis : _____

Kontrola merania / vytýčenia

Absolútna kontrola (vytýčenie bodu ZVS / PVS) : F33

Relatívna kontrola (kontrolné omerné miery) : _____

Predmet spracovania

Logfile (kontrola) Kokeš (dávka) *.vtx *.dgn Porovnanie s PD Iné : _____

Dočasná archivácia dát (celá cesta)

Z:\Z_2012_055_Data_meraci\2017-04\31320701_170410_VIHo_LUVAS_mer_ZB

Poznámky

Záznam vypracoval

Dátum : 10.4.2017

Vedúci : MaAd

Podpis

Kontrolu záznamu vykonal/a

Dátum : _____

Garant : _____

Podpis

Príloha č. 3

**Vyhodnotenie vytýčenia základovej dosky objektu SO
31-32-07.01**

Súradnice základovej dosky SO 31-32-07.01 podľa projektovej dokumentácie				Vytýčené súradnice				Odhýlky vytýčenia				Medzné odchýlky v m podľa STN 73 0422, Tab. 11				Medzné odchýlky v m podľa STN 73 0420-2, Tab. 27			
ID	Y [m]	X [m]	H [m]	Y [m]	X [m]	H [m]	dY [m]	dX [m]	dL [m]	dQ [m]	dH [m]	Pozdĺžna	Priečna	Výšková	Pozdĺžna	Priečna	Výšková		
																		0,020	0,020
ZB1	497237,305	1204021,793	208,200	497237,305	1204021,798	207,619	0,000	0,005	0,002	-0,005	-0,581	✓	✓	-0,581	✓	✓	-0,581		
ZB2	497233,073	1204019,947	208,200	497233,076	1204019,948	207,617	0,003	0,001	0,003	0,000	-0,583	✓	✓	-0,583	✓	✓	-0,583		
ZB3	497229,595	1204021,311	208,200	497229,598	1204021,315	207,621	0,003	0,004	0,004	-0,002	-0,579	✓	✓	-0,579	✓	✓	-0,579		
ZB4	497228,846	1204019,403	208,200	497228,848	1204019,403	207,627	0,002	0,000	0,002	0,001	-0,573	✓	✓	-0,573	✓	✓	-0,573		
ZB5	497232,588	1204017,935	208,200	497232,588	1204017,939	207,615	0,000	0,004	0,002	-0,004	-0,585	✓	✓	-0,585	✓	✓	-0,585		
ZB6	497233,382	1204018,281	208,200	497233,384	1204018,277	207,610	0,002	-0,004	0,000	0,004	-0,590	✓	✓	-0,590	✓	✓	-0,590		
ZB7	497235,181	1204014,157	208,200	497235,183	1204014,154	207,623	0,002	-0,003	0,001	0,004	-0,577	✓	✓	-0,577	✓	✓	-0,577		
ZB8	497234,387	1204013,811	208,200	497234,387	1204013,810	207,636	0,000	-0,001	0,000	0,001	-0,564	✓	✓	-0,564	✓	✓	-0,564		
ZB9	497232,919	1204010,069	208,200	497232,923	1204010,071	207,623	0,004	0,002	0,004	0,000	-0,577	✓	✓	-0,577	✓	✓	-0,577		
ZB10	497234,827	1204009,320	208,200	497234,831	1204009,319	207,615	0,004	-0,001	0,003	0,002	-0,585	✓	✓	-0,585	✓	✓	-0,585		
ZB11	497236,192	1204012,798	208,200	497236,192	1204012,800	207,614	0,000	0,002	0,001	-0,002	-0,586	✓	✓	-0,586	✓	✓	-0,586		
ZB12	497240,424	1204014,644	208,200	497240,421	1204014,643	207,622	-0,003	-0,001	-0,003	0,000	-0,578	✓	✓	-0,578	✓	✓	-0,578		
ZB13	497244,656	1204016,491	208,200	497244,657	1204016,496	207,614	0,001	0,005	0,003	-0,004	-0,586	✓	✓	-0,586	✓	✓	-0,586		
ZB14	497248,133	1204015,126	208,200	497248,131	1204015,129	207,616	-0,002	0,003	-0,001	-0,004	-0,584	✓	✓	-0,584	✓	✓	-0,584		
ZB15	497248,882	1204017,035	208,200	497248,882	1204017,032	207,619	0,000	-0,003	-0,001	0,003	-0,581	✓	✓	-0,581	✓	✓	-0,581		
ZB16	497245,141	1204018,503	208,200	497245,140	1204018,504	207,622	-0,001	0,001	-0,001	-0,001	-0,578	✓	✓	-0,578	✓	✓	-0,578		
ZB17	497244,347	1204018,156	208,200	497244,347	1204018,152	207,619	0,000	-0,004	-0,002	0,004	-0,581	✓	✓	-0,581	✓	✓	-0,581		
ZB18	497242,547	1204022,281	208,200	497242,545	1204022,278	207,640	-0,002	-0,003	-0,003	0,002	-0,560	✓	✓	-0,560	✓	✓	-0,560		
ZB19	497243,341	1204022,627	208,200	497243,341	1204022,629	207,645	0,000	0,002	0,001	-0,002	-0,555	✓	✓	-0,555	✓	✓	-0,555		
ZB20	497244,809	1204026,368	208,200	497244,810	1204026,374	207,634	0,001	0,006	0,003	-0,005	-0,566	✓	✓	-0,566	✓	✓	-0,566		
ZB21	497242,901	1204027,117	208,200	497242,906	1204027,117	207,637	0,005	0,000	0,005	0,002	-0,563	✓	✓	-0,563	✓	✓	-0,563		
ZB22	497241,536	1204023,640	208,200	497241,532	1204023,641	207,654	-0,004	0,001	-0,003	-0,002	-0,546	✓	✓	-0,546	✓	✓	-0,546		

Poznámky: Orientácia odchýlok je uvádzaná voči osi kolaje proti smeru stúpajúceho staničenia železničnej trate, Trenčín - Chynorany.

Znak " - " symbolizuje nameraný údaj. Znak " ✓ " symbolizuje medznú hodnotu normy.

Výškové vytýčenie prebehlo pri kontrole debnenia. Prekročené výškové rozdiely sú irelevantné.

Príloha č. 4

Vyhodnotenie realizácie základovej dosky objektu SO

31-32-07.01

Samostatná príloha

Príloha č. 5

Geodetický protokol pre účely fakturácie

Samostatná príloha

Príloha č. 6

**Elaborát geodetickej časti dokumentácie skutočného
vyhotovenia stavby objektu SO 31-32-07.01**
Samostatná príloha