

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra speciální geodézie

Obor Geodézie, kartografie a geoinformatika



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Geodetické zaměření skutečného stavu stavebního objektu
a okolního pozemku ve sportovním areálu TJ Sokol Záhoří

Vedoucí práce Ing. Lenka Línková, Ph.D.

Václav Pelikán

2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Pelikán Jméno: Václav Osobní číslo: 486207
 Zadávající katedra: Katedra speciální geodézie
 Studijní program: Geodézie a kartografie
 Studijní obor: Geodézie, kartografie a geoinformatika

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Geodetické zaměření skutečného stavu stavebního objektu a okolního pozemku ve sportovním areálu TJ Sokol Záhoří

Název bakalářské práce anglicky: Geodetic survey of the actual state of building object and its surroundings in sport areal of TJ Sokol Záhoří

Pokyny pro vypracování:

Proveďte geodetické zaměření skutečného stavu stavebního objektu a přilehlého okolí ve sportovním areálu TJ Sokol Záhoří a vyhotovte geodetickou dokumentaci ve vhodném měřítku.


Seznam doporučené literatury:

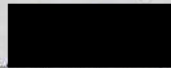
Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb

ČSN 01 3420 Výkresy pozemních staveb - Kreslení výkresů stavební části. ČNI, 2004.

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Lenka Linková, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 17. 2. 2021 Termín odevzdání bakalářské práce: 16. 5. 2021
 Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku


Podpis vedoucího práce

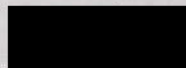

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

17.2.2021

Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Geodetické zaměření skutečného stavu stavebního objektu a okolního pozemku ve sportovním areálu TJ Sokol Záhoří vypracoval samostatně za použití uvedené literatury a pramenů.

Dále prohlašuji, že nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

.....
V Praze dne

.....
Podpis

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval své vedoucí bakalářské práce Ing. Lence Línkové, Ph.D. za odborné vedení, doporučení a poskytnutí odborné literatury a veškerou pomoc při distanční výuce. Dále bych rád poděkoval firmě ARITMET s. r. o. za zapůjčení přístrojového vybavení pro uskutečnění měření. V neposlední řadě patří mé poděkování členům fotbalového oddílu TJ Sokol Záhoří za umožnění provedení měřických prací ve sportovním areálu.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá geodetickým zaměřením skutečného stavu stavebního objektu a přilehlého okolí ve sportovním areálu TJ Sokol Záhoří. Práce obsahuje popis zájmové lokality, stavebního objektu a okolního pozemku, geodetických měřických prací včetně použitých přístrojů a pomůcek, dále jsou zde popsány výpočetní a grafické práce spolu s použitými počítačovými programy. V závěru je zhodnocena přesnost provedeného měření. Výsledkem práce je vyhotovená výkresová dokumentace stavebního objektu a jeho okolí ve sportovním areálu.

Klíčová slova

dokumentace, GNSS, RTK-VRS, totální stanice, polární metoda, BricsCAD, Groma

Abstract

This bachelor's thesis deals with the geodetic survey of the actual state of the building and the surroundings in the sports complex TJ Sokol Záhoří. The thesis comprehends the description of the location of interest, description of the building itself and description of the surrounding property. Then, the geodetic surveying work is described, including used instruments and equipment. What follows is the description of the computer and graphic works together with used software. At the end, the accuracy of performed measurements is summarized. The result of the thesis is a drawing documentation of the building and its surroundings in the sports complex.

Key words

documentation, GNSS, RTK-VRS, total station, polar method, BricsCAD, Groma

Seznam použitých zkratek

2D	dvourozměrný
3D	trojrozměrný
Bpv	Výškový systém baltský – po vyrovnání
CAD	computer-aided design (počítačem podporované projektování)
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DWG	<i>zkráceně</i> drawing (nativní formát souborů programů CAD)
GIS	Geographic Information System (geografický informační systém)
GLONASS	Globalnaja Navigacionnaja Sputnikovaja Sistěma (ruský globální navigační družicový systém)
GMS	Groupe Spécial Mobile (globální systém pro mobilní komunikaci)
GNSS	Global Navigation Satellite System (Globální navigační družicový systém)
GPS	Global Positioning System (americký globální navigační družicový systém)
k. ú.	katastrální území
PDF	Portable Document Format (přenosný formát dokumentů)
PDOP	Position Dilution of Precision (parametr přesnosti polohy)
PPBP	podrobné polohové bodové pole
ppm	parts per million (jedna miliontina celku)
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System (japonský regionální navigační družicový systém)
RMS	root mean square (střední kvadratická chyba)
RTK	Real-time kinematic
SDR 33	výměnný souborový formát z totální stanice
S-JTSK	Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
TXT	textový soubor
VRS	Virtual Reference Station (virtuální referenční stanice)

Obsah

Úvod	9
1 Zájmová oblast	10
1.1 Obecný popis lokality	10
1.2 Historie obce Záhoří	10
2 TJ Sokol Záhoří	12
3 Popis stavebního objektu a jeho okolí	13
3.1 Situování stavebního objektu	13
3.2 Charakter stavebního objektu	13
4 Měřické práce	15
4.1 Použité přístroje a pomůcky	15
4.1.1 Totální stanice Trimble S5	15
4.1.2 GNSS rover Trimble R2	16
4.1.3 Laserový dálkoměr Prexiso X2	16
4.1.4 Ostatní měřické pomůcky.....	16
4.2 Rekognoskace terénu	17
4.3 Metody použité při zaměření objektu a situace.....	17
4.3.1 Metoda real time kinematic	17
4.3.1.1 RTK s virtuálními referenčními stanicemi.....	17
4.3.2 Prostorová polární metoda	18
4.3.3 Metoda konstrukčních oměrných.....	18
4.3.4 Metoda kontrolních oměrných.....	19
4.4 Zaměření stavebního objektu	19
4.4.1 Vybudování sítě měřických bodů.....	19
4.4.2 Měření podrobných bodů	21
4.5 Zaměření okolního pozemku	22
5 Výpočetní práce	23
5.1 Program Groma.....	23

5.2	Zpracování dat ze zaměření stavebního objektu	23
5.2.1	Zpracování GNSS měření	23
5.2.2	Zpracování dat z měření totální stanicí	24
5.3	Zpracování dat ze zaměření okolního pozemku	26
6	Grafické práce	27
6.1	Program BricsCAD	27
6.2	Tvorba výkresové dokumentace stavebního objektu	27
6.2.1	Hladiny a barvy v CAD	28
6.2.2	Kreslení čar	28
6.2.3	Kótování	28
6.2.4	Půdorys	29
6.2.5	Svislé řezy	29
6.2.6	Pohledy	29
6.3	Tvorba výkresové dokumentace okolního pozemku	30
6.3.1	Situace	30
7	Kontrola přesnosti měření	31
8	Závěr	33
	Seznam literatury a zdrojů	34
	Seznam obrázků	36
	Seznam tabulek	37
	Seznam příloh	38

Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá geodetickým zaměřením skutečného stavu stavebního objektu a přilehlého okolí ve sportovním areálu TJ Sokol Záhoří. Cílem je zpracování geodeticky naměřených dat a vyhotovení geodetické dokumentace stavebního objektu a jeho okolí ve vhodném měřítku. Pro tyto potřeby je zvoleno měřítko výkresu 1:50, respektive 1:500.

Vybraný objekt ve sportovním areálu byl postaven pro účely fotbalového klubu jako kabiny a technické zázemí oddílu. Zájmová oblast byla zvolena především z důvodu snadné dostupnosti, dobré znalosti lokality a kvůli chybějící výkresové dokumentaci stavebního objektu. Tato skutečnost byla pravděpodobně způsobena tím, že stavba byla postavena brigádnicky v 60. letech 20. století a nejsou dochovány žádné grafické materiály, pokud vůbec byly někdy vyhotoveny.

Bakalářská práce je rozdělena do několika kapitol, ve kterých jsou nejprve popisovány širší vztahy lokality a historie obce, dále je uvedena charakteristika fotbalového klubu, po které následuje popis zájmového území včetně zaměřovaného objektu.

Následující kapitola pojednává o veškerých provedených měřických pracích, seznamuje s použitými přístroji, s průzkumem terénu, se zaměřením stavebního objektu a pozemku a s metodami k tomu použitými.

Na měřické práce navazuje kapitola výpočetních prací, které byly provedeny v programu Groma a softwaru Trimble Access. Výsledky výpočtů jsou graficky zpracovány programem BricsCAD a výstup je tvořen výkresovou dokumentací stavebního objektu a okolního pozemku. V závěru je zhodnocena dosažená přesnost měření.

1 Zájmová oblast

1.1 Obecný popis lokality

Zaměřovaný objekt se nachází v obci Záhoří (přesněji v části Horní Záhoří), která leží v píseckém okrese na území Jihočeského kraje. Přibližně 7 km jihozápadně od zájmového území se nachází město Písek, jehož dominantou je Kamenný most, nejstarší dochovaný most v České republice. Pod ním protéká řeka Otava, která se stéká s řekou Vltavou u hradu Zvíkov. Ten je neoddelitelně spjatý s historií vesnice Záhoří. Tato obec se rozprostírá na pěti katastrálních územích a zároveň se skládá ze šesti částí: Dolní a Horní Záhoří, Jamný, Kašina Hora, Svatonice a Třešně. Dolní a Horní Záhoří spadá pod k. ú. Horní Záhoří u Písku (obr. 1), zbylým čtyřem částem náleží vlastní katastrální území.

Náves obce protíná silnice první třídy I/29 (Písek-Tábor), což má velký vliv na současný liniový charakter obce. Ta s okolními sídelními jednotkami čítá okolo 800 obyvatel a rozkládá se na území o rozloze 1489 ha. Poloha je vztažena k zeměpisným souřadnicím: 49°20' 59" s. š. a 14°12'50" v. d. [1].

Průměrná nadmořská výška obce je dána hodnotou 492 m n. m. Území spadá pod Bechyňský bioregion, jeho reliéf je pahorkatinný. Nejvyšším bodem území je Velký Mehelník v nedalekých Píseckých horách – 633 m n. m. [2].



Obr. 1: K. ú. Horní Záhoří u Písku [3]

1.2 Historie obce Záhoří

O prvních zdejších obyvatelích není mnoho dochovaných informací, a tak doba, kdy se v místní krajině poprvé usadili a jakého byli původu, není známa. Avšak že se zde již v dávných dobách usídlili lidé, dokazují hroby (mohyly), které se nacházejí na více místech dotčeného území, např. v Píseckých horách a u obce Vojníkov. Osady jsou pravděpodobně slovanského původu, první zmínka hovoří o kmeni zvaném Netolici

(6. století). Název obce Záhoří (kdysi Zahoří) je patrně odvozen od místa založení osady, tudíž za horou, která nese název Záluší.

V 10. století patřil Písek a jeho veškerá okolní půda vévodovi Slavníkovi. Po zániknutí jeho rodu přešlo Záhoří a ostatní osady pod správu českých knížat, konkrétně pod pány ze Zvíkova.

V roce 1307 získal rod Rožmberků hrad Zvíkov a panský dvůr, který byl nejspíš v Dolním Záhoří. A tak se Záhoří poprvé objevuje v písemných pramenech. V průběhu husitských válek tudy procházela císařská i husitská armáda.

Od roku 1472 se na hradě Zvíkov usídlili Švamberkové a to na celých 150 let. V období stavovského povstání a třicetileté války zažilo Záhoří největší úpadek. Hrad Zvíkov byl obsazen císařským vojskem a úplně zpusťl, okolní vesnice byly vypáleny nebo vyrabovány.

V 18. století se stal pánem zdejších statků Adam ze Schwarzenberka. Lid byl poddaný Schwarzenberkům do roku 1918, po vzniku republiky přešlo Záhoří pod samostatnou správu národního výboru [1].



Obr. 2: Historická fotografie návsi obce Záhoří

2 TJ Sokol Záhoří

Počátky záhořského fotbalu se datují k 20. létům 20. století. Byla pořádána přátelská utkání mezi okolními vesnicemi, hrálo se o poutích a posvíceních na louce u nedalekého rybníka. Činnost ovšem neprobíhala organizovaně a příliš pravidelně, postupně ubývalo hráčů i peněz. Tyto skutečnosti vedly k prozatímnímu útlumu kopané v Záhoří.

Po II. světové válce se opět podmínky pro rozvoj sportovní činnosti zlepšily. Mládež ze základní školy se začala více zajímat o sportovní aktivity. Fotbal se hrál pouze příležitostně na improvizovaných hřištích mezi



Obr. 4: Historická fotografie prvního mužstva [5]

Horním a Dolním Záhořím, u kapličky v Dolním Záhoří nebo na návsi u kostela sv. Michala. V padesátých letech bylo na louce za hřbitovem vybudováno hřiště, na kterém se hraje dodnes. Hrací plochu kromě fotbalového týmu využívají i žáci místní základní školy. Fotbal v Záhoří dosahoval větší obliby, a tak byl dne 18. února 1961 zásluhou skupiny nadšenců, kterou vedl Václav Pelikán st., založen fotbalový klub TJ Sokol Záhoří. Téhož roku začala výstavba šaten, později proběhlo jejich rozšíření. Sportovní klub byl v okresních soutěžích reprezentován třemi družstvy (žáci, dorostenci, muži). Mezi největší úspěchy v dospělé kategorii se řadí vítězství v I. B třídě, následný postup do I. A třídy, kterou po pár sezónách také opanovali a posunuli se do krajského přeboru. Mužstvo v konfrontaci s finančně a personálně lépe zabezpečenými městskými kluby nebylo schopno dlouhodobě udržet danou úroveň. Po dvou letech nastal sestup do nižších soutěží, v současné době hraje okresní přebor.

V sezóně 2003/2004 byla uskutečněna výstavba bufetu, závlahového systému, částečná rekonstrukce šaten, hrací plochy a přilehlého okolí [1], [4]. K roku 2020 se klub skládá z asi 120 členů, hrající za družstva mladší a starší přípravky, mladších žáků, mužů „A“ a „B“.



Obr. 3: Klubový znak [5]

u kapličky v Dolním Záhoří nebo na návsi u kostela sv. Michala. V padesátých letech bylo na louce za hřbitovem vybudováno hřiště, na kterém se hraje dodnes. Hrací plochu kromě fotbalového týmu využívají i žáci místní základní školy. Fotbal v Záhoří dosahoval větší obliby, a tak byl dne 18. února 1961 zásluhou

3 Popis stavebního objektu a jeho okolí

3.1 Situování stavebního objektu

Zaměřované fotbalové šatny a jejich okolní pozemek se nachází ve sportovním areálu v Horním Záhoří (obr. 5), který vlastní Tělovýchovná jednota Sokol Záhoří. Budova stojí na stavební parcele č. 95 a je vedena v katastru nemovitostí jako objekt občanské vybavenosti [5].

Areál je z většiny obehnan drátěným plotem. V severozápadní části sousedí s pozemkem římskokatolické farnosti, na kterém je provozován hřbitov, proto se v těchto místech nachází široká cihlová zeď. Ta je přímo napojena na kabiny, což má vliv na tvar a strukturu zadní stěny i celé stavby. Jedná se o velmi atypické řešení stavby. Severní a východní část zájmového území je lemována hlavní a vedlejší silnicí, jižní část ulic s řadovými domy, od nichž vede ke hřišti hlavní přístupová cesta s asfaltovým povrchem. Další vstup zajišťuje neuzavíratelná branka u hlavní silnice, používají ji hlavně obyvatelé, kteří si tudý zkracují cestu domů. Právě častý pohyb občanů po hřišti ovlivnil i postup při budování měřické sítě při měření objektu.



Obr. 5: Zájmová oblast [6]

3.2 Charakter stavebního objektu

Stavba byla budována ve dvou etapách. První etapa probíhala v letech 1961-1963 při založení klubu a skládala se ze stavby dvou šaten, které nyní slouží jako šatna hostů

a rozhodčích, propojených vstupní chodbou a z nářadovny přiléhající k jedné z šaten. Druhá etapa byla uskutečněna v roce 1983 (postup do krajského přeboru) a zahrnovala šatnu domácích, technickou místnost a dvě toalety. Všechny místnosti společně tvoří jeden jednopodlažní objekt (obr. 6), ve kterém všechny šatnové místnosti disponují sprchovým zařízením. První a druhá etapa nejsou komunikačně propojeny, umožňují vstup pouze zvenku.

Stavební práce byly provedeny brigádnicky pod vedením mistra. Činnost nezkušených pracovníků se výrazně promítla do výsledné podoby šaten. Především v části budované v první etapě nebyla zachována pravoúhlost obvodového zdiva. Základy budovy tvoří betonové základové pasy, nosné a obvodové zdivo je vyzděno z plných cihel. Podlaha v místnostech původní stavby je tvořena teracovou dlažbou, v místnostech přístavby poté dlažbou keramickou. Nově byla položena keramická dlažba i v části původní stavby. Původní stavba je zastropena železobetonovou skořepinou. V přístavbě je strop tvořen deskami heraklitu přibítenými na dřevěném roštu a zesponu jsou heraklitové desky potaženy rabicovým pletivem, které bylo omítnuto hladkou štukovou omítkou. Ta se nachází na všech vnitřních a vnějších stěnách objektu. Krov tvoří dřevěné sbíjené vazníky a prostor není přístupný. Střecha je pultová, zastřešena vlnitým eternitem. Římsa na východní straně fasády je podbitá dřevěnými palubkami opatřenými nátěrem lazurou. Veškeré vstupy do budovy byly osazeny ocelovými zárubněmi a dveřní křídla jsou dřevěná. Sociální zařízení jsou odvětrávána nuceně ventilátory, ostatní prostory pouze dřevěnými okny.



Obr. 6: Pohled na přední stranu zaměřovaného objektu

4 Měřické práce

4.1 Použité přístroje a pomůcky

4.1.1 Totální stanice Trimble S5

Pro podrobné zaměření objektu a části situace byla použita totální stanice Trimble S5 2" DR Plus (v. č.: 36920023) (obr. 7), která byla zapůjčena od firmy ARITMET s. r. o. Přístroj od americké společnosti Trimble poskytuje hranolové/bezhranolové měření délek pomocí dálkoměru DR Plus. Totální stanice disponuje technologií MultiTrack, která zajišťuje identifikaci používaného odrazného systému a znemožňuje odraz od jiných reflexních předmětů. K ovládání přístroje byla použita kontrolní jednotka Trimble TSC3, která je vybavena volitelnou klávesnicí ABCD nebo QWERTY a barevným dotykovým displejem. Kontrolní jednotka pracuje pod softwarem Trimble Access, který poskytuje nástroje pro zpracování zakázky, jako například výpočetní úlohy v S-JTSK, export protokolů apod. [7]. V tab. 1 jsou uvedeny některé základní parametry totální stanice.



Obr. 7: Trimble S5
[6]

Tab. 1: Technické parametry Trimble S5

Měření úhlů	
Úhlová přesnost	0,6 mgon
Minimální čtení	0,01 mgon
Měření délek	
Přesnost hranol: standard	1 mm + 2 ppm
Přesnost hranol: tracking	4 mm + 2 ppm
Bezhranolové měření: standard	2 mm + 2 ppm
Bezhranolové měření: tracking	4 mm + 2 ppm
Dosah při měření na hranol	2500 m
Nejkratší možná vzdálenost	0,2 m
Dalekohled	
Zvětšení	30x
Zorné pole na 100 m	2,6 m
Další parametry přístroje	
Napájení	1x dobíjecí baterie Li-Ion
Výdrž baterie	cca 6,5 hodin
Komunikace	USB, serial, bluetooth
Provozní teplota	-20 °C až +50 °C

4.1.2 GNSS rover Trimble R2

GNSS přijímač Trimble R2 (v. č.: 5734S07005) byl zapůjčen od firmy ARITMET s. r. o. a byly ním zaměřeny body stanovisek a většina bodů pro tvorbu situace. Dvoufrekvenční přijímač (obr. 8) využívá pro určování polohy signály družicových systémů GPS, Galileo, GLONASS, Beidou a SBAS.



Obr. 8: GNSS rover Trimble R2 [7]

Při měření byla použita metoda RTK s připojením na síť Trimble VRS Now Czech, která poskytuje korekční data. Přístroj byl ovládán kontrolní jednotkou TSC3 (obr. 8), díky níž lze flexibilně nastavit úroveň přesnosti sběru dat podle požadavků na vykonávané geodetické práce. Přijímač umožňuje práci v náročných podmínkách, měl by být schopen vydržet dvoumetrový pád na betonový povrch [8]. V tab. 2 jsou uvedeny vybrané parametry přijímače.

Tab. 2: Technické parametry GNSS rover Trimble R2

Přesnost RTK měření	
Horizontální přesnost	10 mm + 1 ppm RMS
Vertikální přesnost	20 mm + 1 ppm RMS
Všeobecné parametry přijímače	
Podporované družicové systémy	GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, QZSS, SBAS
Ovládací software	Trimble Access
Použitá ovládací jednotka	TSC3
Napájení	1x dobíjecí baterie Li-Ion
Výdrž baterie	cca 5 hodin
Provozní teplota	-20 °C až +55 °C
Hmotnost	1,08 kg

4.1.3 Laserový dálkoměr Prexiso X2

Ruční laserový dálkoměr Prexiso X2, který byl zapůjčen z katedry speciální geodézie K154, byl použit pro měření vzdáleností uvnitř objektu, především pro zaměření kontrolních oměrných měř a pro metodu konstrukční oměrné. Dále byl využit při zaměření nepřístupných výšek místností pro tvorbu podélného a svislých řezů.

4.1.4 Ostatní měřické pomůcky

Pro měřické práce byly použity další pomůcky: stativ, výtyčky 2,55 m a 4,65 m, kovový podstavec pod stativ, hranol 360° Trimble (konstanta 2 mm), minihranol

(konstanta 0 mm), teploměr, tlakoměr, svinovací pětimetr, samolepicí etikety, dřevěné kolíky a značkovací sprej.

4.2 Rekognoskace terénu

Před samotným měřením, dříve než byla budována měřická síť, byla provedena rekognoskace terénu. Při ní dochází ke zjišťování stavu skutečnosti na místě, kde se mají konat geodetické práce v terénu [10].

Nejprve bylo pomocí webové aplikace Geoprohlížeč, který je provozován resortem ČÚZK, vyhledáno polohové bodové pole v zájmové oblasti a jeho okolí. Na základě toho bylo zjištěno, že poblíž i ve sportovním areálu by se měly nacházet body PPBP a trigonometrický bod č. 930080080 [3]. Následovalo ověření vyhledaných bodů přímo v terénu. Po průzkumu bylo shledáno, že žádný bod nelze pro měření použít. Body PPBP nebyly podle geodetických údajů nalezeny a trigonometrický bod na kostelní věži nebyl viditelný z důvodu právě probíhajících oprav věže. Před měřením byly připraveny náčrty s pohledy na fasádu a s vnitřními prostory objektu viz příloha 1.

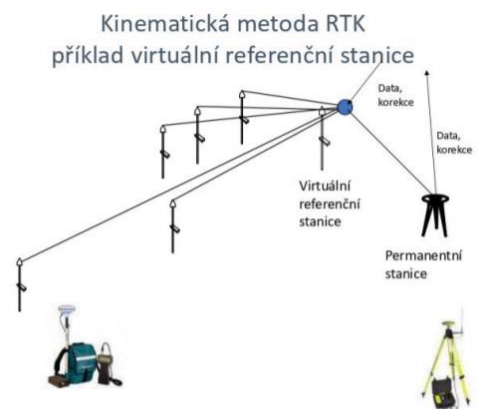
4.3 Metody použité při zaměření objektu a situace

4.3.1 Metoda real time kinematic

Metoda real time kinematic, tzv. RTK využívá dvojici GNSS aparatur, kdy jedna stojí na určovaném bodě nebo se pohybuje po určované trase a druhá je permanentní GNSS stanicí o známých souřadnicích. Zásadní výhodou této metody je určování polohy neznámého bodu v reálném čase. GNSS aparatura na určovaném bodě získává v reálném čase měření z permanentní stanice spolu se souřadnicemi známého bodu pomocí mobilních telefonů (GSM komunikací) nebo radiovým přenosem. Aparatura na určovaném bodě řeší vektor mezi známým a určovaným bodem v reálném čase a počítá tak polohu určovaného bodu [10].

4.3.1.1 RTK s virtuálními referenčními stanicemi

Při měření byla použita metoda RTK s virtuálními referenčními stanicemi, zkráceně RTK-VRS. Jedná se o metodu, kdy GNSS aparatura umístěná na určovaném bodě (přijímač) se připojí do sítě permanentních GNSS stanic (Trimble VRS Now Czech) a zašle síti svou přibližnou polohu (obr. 9). Na základě toho vygeneruje obslužný software síť permanentních stanic virtuální

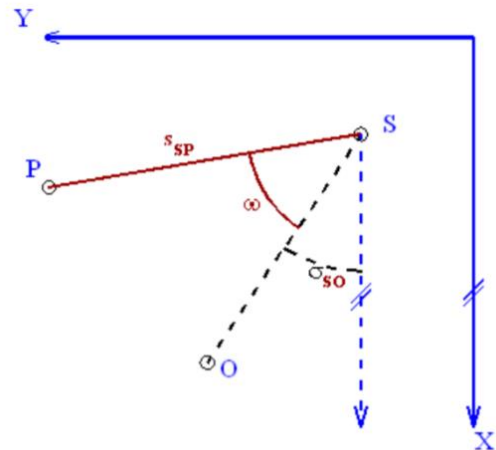


Obr. 9: Metoda RTK-VRS [10]

permanentní GNSS stanici ve vhodné vzdálenosti od určovaného bodu. Pomocí měření ze sítě Trimble VRS Now CZ vytváří software model, ze kterého produkuje fiktivní měření odpovídající poloze virtuální referenční stanice a zasílá ho do aparatury na určovaném bodě. Ta vypočítá polohu určovaného bodu z vektoru mezi určovaným bodem a bodem, na kterém je fiktivně umístěna virtuální referenční stanice. Za kvalitních observačních podmínek se přesnost měření pohybuje mezi 10 až 50 mm v závislosti na typu přijímače [10].

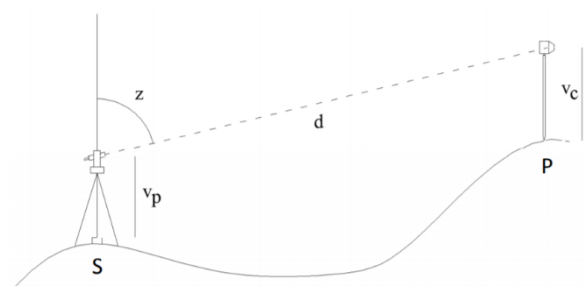
4.3.2 Prostorová polární metoda

Prostorová polární metoda patří mezi základní geodetické metody, které slouží pro výpočet souřadnic podrobných bodů. Pro výpočet polohové složky bodu (souřadnice X a Y) je zapotřebí ze známého bodu (stanoviska) změřit šikmou délku, vodorovný a zenitový úhel na určovaný bod P s orientací na další bod o známých souřadnicích. Dále je třeba vypočítat směrnik σ_{SP} na určovaný bod. Jedná se o orientovaný úhel, který svírá směr osy X se spojnicí bodů S a P, a je vypočten jako součet směrníku σ_{SO} a měřeného vodorovného úhlu ω na určovaný bod (obr. 10). Výsledné souřadnice X a Y určovaného bodu P jsou získány z výpočtu souřadnicových rozdílů bodů S a P, do kterých vstupuje směrnik σ_{SP} a vodorovný úhel ω , a jejich následného součtu se známými souřadnicemi stanoviska.



Obr. 10: Polární metoda (polohová složka) [11]

Je-li v průběhu měření podrobných bodů ze stanoviska zaměřen zenitový úhel i šikmá délka na určovaný bod a zároveň je známa výška cíle a přístroje (obr. 11), lze vypočítat výšku určovaného bodu neboli souřadnici Z [11].



Obr. 11: Polární metoda (výpočet výšky bodu) [11]

4.3.3 Metoda konstrukčních oměrných

Metoda je určena pro výpočet souřadnic lomových bodů objektu, které nebylo možno zaměřit při podrobném měření totální stanicí a předpokládá se u nich pravouhlost. Pro použití konstrukčních oměrných musí být známy souřadnice počátečního a koncového bodu stěny. První oměrná míra od počátečního bodu má vždy

kladné znaménko, a to stejné platí, leží-li další bod oměrné míry od předchozího bodu vpravo. Leží-li nalevo, značí se záporným znaménkem [12].

4.3.4 Metoda kontrolních oměrných

Kontrolní oměrné slouží ke kontrole dvou sousedních zaměřených podrobných bodů, kdy byla měřena vodorovná vzdálenost mezi nimi [12]. Kontrolní míry byly měřeny svinovacím pětimetrem a ručním dálkoměrem. Měřené kontrolní míry byly porovnány s délkami vypočtenými ze souřadnic podrobných bodů objektu (kap. 7 tab. 6).

4.4 Zaměření stavebního objektu

4.4.1 Vybudování sítě měřických bodů

Po provedené rekognoskaci terénu byla vybudována měřická síť pro zaměření stavebního objektu ve dnech 6. a 7. března 2021. Nejprve bylo nezbytné vhodně zvolit stanoviska vně objektu. Při rozmisťování venkovních stanovisek muselo být dodrženo několik požadavků na jejich polohu. Body sítě se nesměly nacházet v přílišné blízkosti budovy a stromů, aby nebyla ovlivněna kvalita měření metodou GNSS, a aby byla dobrá viditelnost na zaměřované podrobné body na fasádě objektu. Dále musela být zachována přímá viditelnost z jednoho stanoviska na dvě další a zároveň musela být zachována z některých stanovisek dobrá viditelnost i do vnitřních prostorů objektu. Body nesměly příliš zasahovat do přilehlé hrací plochy, aby nedošlo k jejímu poškození.

Venkovní body sítě byly dočasně stabilizovány dřevěnými kolíky, které byly následně očíslovány a označeny oranžovým sprejem z důvodu lepší přehlednosti sítě (obr. 12). Celkem bylo takto okolo objektu vybudováno osm bodů s číselným označením 4001 až 4008. Následně byly zaměřeny pomocí GNSS aparatury, konkrétně metodou RTK-VRS. Doba měření každého bodu měla trvání 30 sekund. Body byly měřeny dvakrát s minimálním hodinovým rozestupem proto, aby bylo druhé měření provedeno při jiné konfiguraci družic a mohla být případně odhalena jeho chyba (příloha 2).

Uvnitř objektu bylo dohromady vybudováno pět bodů měřické sítě s číselným označením 5001 až 5005, které byly dočasně stabilizovány samolepicími etiketami opatřenými o křížový znak. V interiéru byla stanoviska vhodně umístěna tak, aby byla z každého zajištěna přímá viditelnost na venkovní bod měřické sítě a současně bylo možné zaměřit co nejvíce podrobných bodů uvnitř. Celkem bylo tedy vybudováno třináct bodů měřické sítě – osm venkovních (obr. 13) a pět vnitřních (obr. 14). Přehled měření

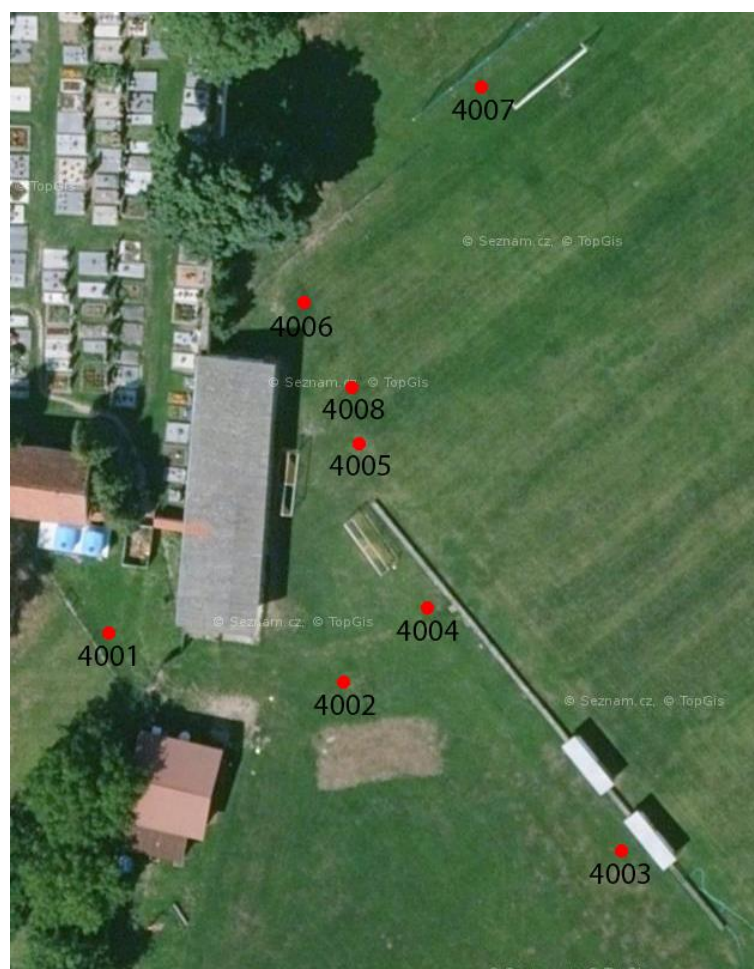


Obr. 12: Stabilizace venkovních bodů

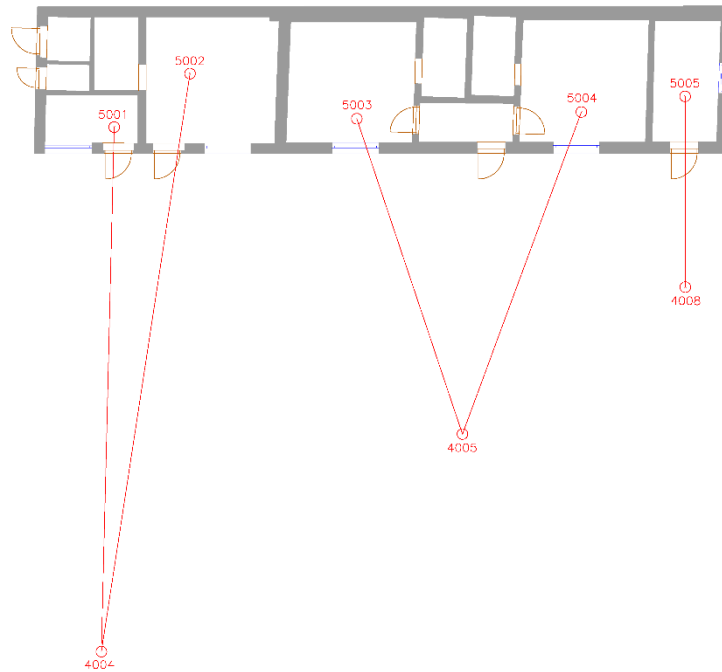
na venkovních stanovištích je uveden v tab.3. Zaměření stanovišek metodou GNSS bylo nakonec použito pouze pro zpracování situačního výkresu, pro stavební objekt nikoliv, podrobněji viz kap. 5.2 a 5.3.

Tab. 3: Přehled měření na stanovištích

Stanoviško	Orientace	Rajón
Měření první den	-	-
4001	4003, 4004	-
4002	4001, 4003	-
4004	4001, 4003	5001, 5002
4005	4003, 4007	-
4006	4002,4007	-
Měření druhý den	-	-
4005	4002,4007	5003,5004
4008	4003, 4007	5005



Obr. 13: Přehled venkovních stanovišek [6]



Obr. 14: Přehled vnitřních stanovišek

4.4.2 Měření podrobných bodů

Ve stejných dnech, kdy byla vybudována měřická síť, bylo provedeno měření podrobných bodů stavebního objektu. Před zahájením samotného měření byla v kontroleru TSC3 vytvořena nová zakázka, do které byla po celou dobu měřických prací ukládána veškerá naměřená data.

Při měření na stanovisku bylo vždy dodržováno několik zásad. Totální stanice byla vždy zhorizontována a zcentrována nad bodem měřické sítě. Dále byla pomocí teploměru a tlakoměru měřena teplota vzduchu a atmosférický tlak, aby bylo možné zavést fyzikální korekce pro měřené délky. Po zadání těchto atmosférických hodnot do totální stanice byly opravy měřených délek provedeny přístrojem automaticky. Pokaždé byla změřena také výška přístroje a byla rovněž zadána do totální stanice (příloha 3).

Na venkovních stanoviskách byla orientace měřena ve dvou polohách dalekohledu na dva viditelné body měřické sítě v dostatečné vzdálenosti za použití minihranolu. Ten byl nastaven na patřičnou výšku a byl natáčen ve směru měření na totální stanici. Ze stanoviska 4004 byly rovněž ve dvou polohách dalekohledu zaměřeny vnitřní body sítě 5001 a 5002. Totéž bylo provedeno na stanovisku 4005 na body 5003 a 5004, a na stanovisku 4008 na bod 5005. Pro kvalitnější stabilitu totální stanice při měření na vnitřních stanoviskách byl stativ umístěn na kovový podstavec.

V interiéru na bodech 5001 až 5005 byla vždy provedena orientace na jeden vnější bod sítě, ze kterého byl předtím vnitřní bod zaměřen. Dohromady bylo měřeno na jedenácti stanoviskách a dva zbylé body sítě byly použity pouze pro orientace.

Podrobné body objektu byly zaměřeny pomocí totální stanice v bezhranolovém režimu v jedné poloze dalekohledu. Pro měření bodů byla použita prostorová polární metoda, kdy byla do přístroje vždy registrována šikmá délka, vodorovný a zenitový úhel. Na objektu byly měřeny body určené pro tvorbu půdorysu, řezů a pohledů. Jednalo se především o rohy zdiva, rozhraní dveří, oken a dalších významných bodů pro vytvoření výkresové dokumentace. Totální stanicí bylo zaměřeno 442 podrobných bodů číslovaných 1-442. Body byly v průběhu měření zaznamenávány do připravených měřických náčrtů (příloha 1) a současně byly bodům přidělovány kódy pro rychlejší orientaci při zpracovávání.

Pro zaměření toalet a všech sprch byla použita metoda konstrukčních oměrných (kapitola 4.3.3). Byly změřeny také výšky těchto místností za pomoci ručního laserového dálkoměru. Pro kontrolu měření byly některé body zaměřeny dvakrát z různých stanovisek (kapitola 7 tab. 7) a byla použita metoda kontrolních (kapitola 7 tab. 6).

4.5 Zaměření okolního pozemku

Zaměření okolního pozemku ve sportovním areálu TJ Sokol Záhoří bylo provedeno 10. dubna 2021. Pro zaměření podrobných bodů, které sloužily pouze pro tvorbu situačního výkresu, byla použita především metoda GNSS RTK-VRS s připojením na síť Trimble VRS Now CZ (příloha 2). Metodou GNSS bylo zaměřeno v souřadnicovém systému S-JTSK celkem 223 podrobných bodů s číselným označením 500 až 722.

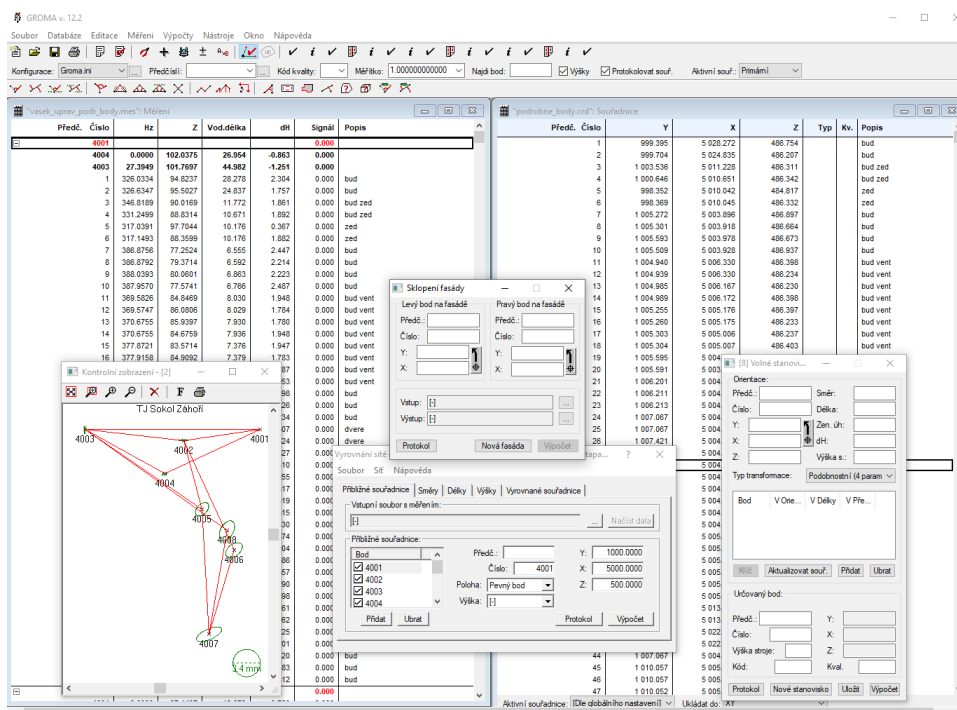
V severní části sportovního areálu nebylo možné použít metodu GNSS pro zaměření podrobných bodů, neboť zde byla hustá vegetace. Proto bylo v této části měření podrobných bodů doplněno o polární prostorovou metodu za pomoci totální stanice. Nejprve byly v okolí vybudovány tři pomocné body 4009, 4010 a 4011, které byly stabilizovány dřevěnými kolíky, a následně byly zaměřeny GNSS aparaturou. Body měřické sítě pro zaměření stavebního objektu nebylo možno použít z důvodu jejich předešlého odstranění. Mezi pomocnými body bylo vhodně zvoleno volné stanoviště 4012. Přístroj byl zhorizontován a byla změřena teplota a atmosférický tlak. Poté byla na body 4009, 4010 a 4011 měřena orientace ve dvou polohách dalekohledu (příloha 3).

Totální stanicí v hranolovém režimu bylo zaměřeno 47 podrobných bodů v S-JTSK s číselným označením 723 až 769. Veškeré podrobné body pro zpracování situace byly kódovány, aby nemusel být veden měřický náčrt. Ve sportovním areálu a v jeho přilehlém okolí byly měřeny všechny polohopisné prvky. Jedná se například o rozhraní silnic a chodníků, zeleň, oplocení, hranici hřiště, lavičky, zábradlí, střídací lavice, osvětlení, budovy, vstupy do areálu a podobně.

5 Výpočetní práce

5.1 Program Groma

Groma je geodetický systém pracující v prostředí Microsoft Windows. Systém je určen ke komplexnímu zpracování geodetických dat od surových údajů přenesených z totální stanice až po výsledné seznamy souřadnic, výpočetní protokoly a kontrolní kresbu. Lze v něm řešit všechny základní geodetické úlohy. Umí zpracovávat data ve formátech všech běžných záznamníků, dávkově i jednotlivými výpočty. Navíc obsahuje jednoduchou grafiku a možnost digitalizace rastrových dat. Při všech výpočtech vznikají automaticky textové protokoly o výpočtu, které lze editovat dle potřeby [13]. Pro veškeré výpočetní práce byla použita Groma v. 12.2, pracovní prostředí programu je znázorněno na obr. 15.



Obr. 15: Pracovní prostředí programu Groma v. 12.2

5.2 Zpracování dat ze zaměření stavebního objektu

5.2.1 Zpracování GNSS měření

Při měření stavebního objektu byla všechna venkovní stanoviště dvakrát zaměřena GNSS aparaturou (příloha 2). S přihlédnutím k tomu, že měření totální stanicí má vzhledem k rozsahu zaměřovaného objektu vyšší přesnost než měření GNSS přijímačem, bylo po dokončení měřických prací rozhodnuto, že výkresy objektu nebudou polohově připojeny do souřadnicového systému S-JTSK. Z tohoto důvodu nebyly polohové

souřadnice stanovisek zaměřené GNSS technologií dále zpracovávány a pro tvorbu výkresů stavebního objektu byl použit místní polohový souřadnicový systém. Pro výškové připojení objektu byla použita zprůměrovaná výšková souřadnice Z stanoviška 4001 zaměřená GNSS metodou ve výškovém systému Bpv. Více o místní souřadnicové soustavě a výškovém připojení je uvedeno v následující kapitole 5.2.2.

5.2.2 Zpracování dat z měření totální stanicí

Naměřená data a protokoly z měření byly pomocí kontrolní jednotky TSC3 exportovány do formátu SDR33, respektive TXT a staženy na externí disk. Nežli mohl být měřický zápisník ve formátu SDR33 nahrán do programu Groma, musel být v Gromě nastaven měřítkový koeficient roven jedné, aby při výpočetních pracích nedocházelo k opravě délek z kartografického zkreslení a nadmořské výšky. Zápisník byl importován do Gromy, kde byla provedena oprava výšky cíle u orientací z prvního dne měření, protože se zde vyskytla konstantní chyba při jejím zadávání do přístroje. Poté byly provedeny drobné editace, jako odstranění chybných měření apod. Následně byly pomocí funkce *Zpracování zápisníku* redukovány šikmé délky na vodorovné, zpracováno měření v obou polohách, redukovány směry, vypočítáno převýšení, zpracována opakovaná měření, obousměrně měřené délky a převýšení.

Pro výpočty bodů měřické sítě byla zvolena místní souřadnicová soustava s počátkem na stanovišku 4001 o souřadnicích $y = 1000,000$ m a $x = 5000,000$ m. Výška bodu 4001 byla převzata ze zprůměrovaného GNSS měření tohoto bodu v systému Bpv. Souřadnicová osa y byla vložena do měřené spojnice mezi body 4001 a 4003, a souřadnicová osa x doplnila systém na pravouhlý. Tím byly získány souřadnice bodu 4003, kde $y = 1044,982$ m a $x = 5000,000$ m. Z převýšení z bodu 4001 na bod 4003 byla vypočtena výška bodu 4003. Zbývající body venkovní měřické sítě byly vypočteny pomocí výpočetní úlohy *Polární metoda* nebo *Volné stanoviško* (příloha 4).

Při měření totální stanicí byl mezi body sítě proveden nadbytečný počet měření, proto byla síť polohově vyrovnána v programu Groma. Před výpočtem byla jednotlivým bodům přiřazena různá charakteristika podle toho, jakým způsobem budou do vyrovnání vstupovat. Bod 4001 byl zvolen jako pevný, jeho výsledné souřadnice se po vyrovnání nezměnily. U bodu 4003 byla zvolena pevná souřadnice x , která se vyrovnáním sítě nemění, ale souřadnice y ano. Pro ostatní body byla zvolena volná poloha bodu, souřadnice těchto bodů se vyrovnáním změnily. Před výpočtem vyrovnání byly nastaveny parametry vyrovnávané sítě, za vstupní přibližné souřadnice sítě byly nastaveny již dříve vypočtené (přibližné) souřadnice a převýšení byla přepočtena na spojnici stabilizačních značek. Následoval samotný výpočet vyrovnání sítě, který proběhl

automaticky na principu metody nejmenších čtverců viz příloha 5. Výsledné vyrovnané souřadnice venkovních bodů sítě jsou uvedeny v tab. 4 spolu s původně vypočtenými (přibližnými) souřadnicemi těchto bodů (příloha 6).

Tab. 4: Porovnání vyrovnaných a přibližných souřadnic venkovních stanovišek

-	Vyrovnané souřadnice		Vypočtené souřadnice		Rozdíly souřadnic	
	Č. b.	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	dY [mm]
4001	1000,0000	5000,0000	1000,0000	5000,0000	0,0	0,0
4002	1019,4914	5002,6956	1019,4930	5002,6960	-1,6	-0,4
4003	1044,9821	5000,0000	1044,9820	5000,0000	0,1	0,0
4004	1024,4968	5011,2444	1024,4967	5011,2441	0,1	0,3
4005	1014,8623	5020,2646	1014,8620	5020,2640	0,3	0,6
4006	1006,7172	5030,8448	1006,7170	5030,8450	0,2	-0,2
4007	1013,0783	5052,2990	1013,0775	5052,2993	0,8	-0,3
4008	1008,5362	5025,7259	1008,5350	5025,7250	1,2	0,9

Pro výpočet souřadnic vnitřních bodů měřické sítě a souřadnic podrobných bodů byly použity vyrovnané souřadnice venkovních stanovišek. Výpočet byl proveden pomocí funkce *Polární metoda dávkou* (příloha 7). V tab. 5 jsou uvedeny výsledné souřadnice bodů měřické sítě (příloha 6).

Tab. 5: Výsledné souřadnice všech bodů měřické sítě

Č. b.	Y [m]	X [m]	Z [m]
4001	1000,000	5000,000	484,450
4002	1019,491	5002,696	483,662
4003	1044,982	5000,000	483,199
4004	1024,497	5011,244	483,587
4005	1014,862	5020,265	483,721
4006	1006,717	5030,845	484,094
4007	1013,078	5052,299	483,592
4008	1008,536	5025,726	484,128
5001	1008,571	5007,158	483,942
5002	1006,312	5008,986	483,972
5003	1006,254	5014,395	484,046
5004	1004,139	5021,102	484,040
5005	1002,784	5024,093	484,079

Souřadnice pro vykreslení pohledů, podélného a příčných řezů (příloha 8) byly přerozděleny do pomocných souřadnicových seznamů. Ty byly zpracovány pomocí funkce *Fasáda*, kdy byly body zaměřené ve svislé rovině sklopeny do vodorovné roviny, což umožňuje načíst body do 2D výkresu v kreslicím programu. Pro zpracování výkresů

bylo nutné vyexportovat vytvořené seznamy souřadnic do formátu TXT. Seznamy souřadnic v textovém formátu byly načteny do kreslicího programu BricsCAD pomocí nadstavby GeoWin.

5.3 Zpracování dat ze zaměření okolního pozemku

Podrobné body (číslované od 500 do 722) okolního pozemku zaměřené GNSS aparaturou v S-JTSK byly pomocí kontrolní jednotky TSC3 vyexportovány do formátu TXT. Souřadnice podrobných bodů (č. 723 až 769) zaměřených totální stanicí byly převzaty z výpočetního softwaru Trimble Access, který je sám počítá v průběhu měření v souřadnicovém systému S-JTSK, informace o výpočtu jsou uvedeny v protokolu z totální stanice (příloha 3).

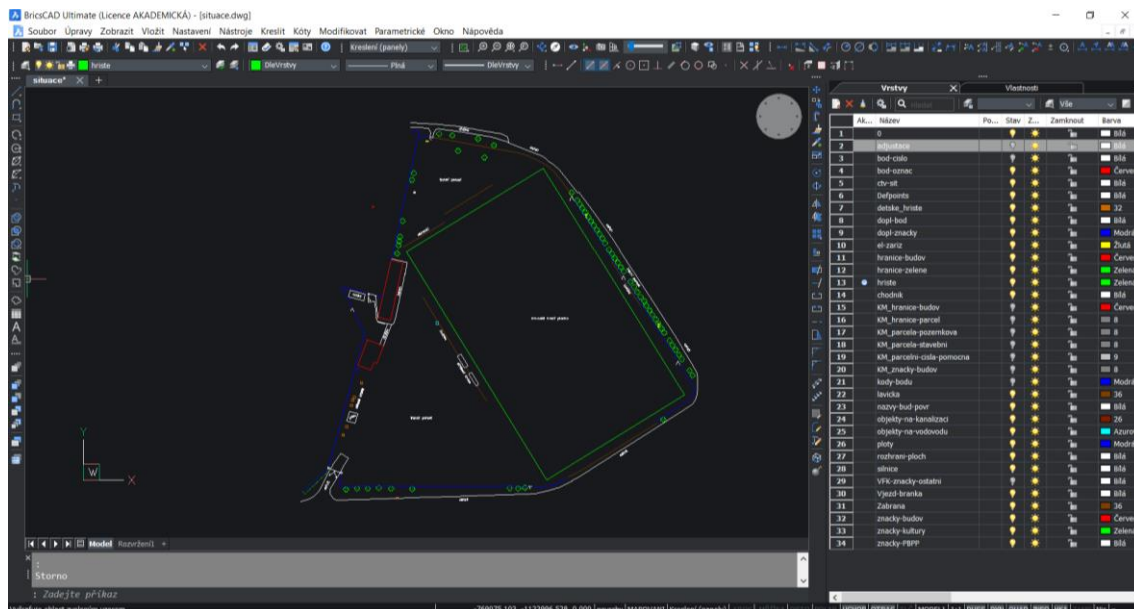
Pro zpracování situačního výkresu bylo potřeba získat také souřadnice čtyř rohů objektu v S-JTSK. Tyto souřadnice byly převzaty z první etapy měření (zaměření stavebního objektu) a byly vypočteny softwarem Trimble Access (příloha 3). Pro vyhotovení výkresu situace byly souřadnice podrobných bodů uspořádány do jednoho textového souboru, který byl nahrán do programu BricsCAD (příloha 9).

6 Grafické práce

6.1 Program BricsCAD

Program BricsCAD je výkonná alternativa CAD softwaru pro práci s výkresovým formátem DWG vyvinutý firmou Bricsys spadající pod mezinárodní technologickou skupinu Hexagon. Program BricsCAD obsahuje nástroje pro kreslení a modelování ve 2D i 3D a je podporován operačními systémy Windows, Linux a macOS. Program je používán napříč různými technickými odvětvími jako například stavebnictví, strojírenství, geodézie, GIS apod. [14].

V programu BricsCAD (obr. 16) byla vyhotovena veškerá dokumentace stavebního objektu a jeho okolního pozemku. Konkrétně byla použita akademická verze BricsCAD V20 a BricsCAD Pro V20 s nadstavbovým programem GeoWin, umožňující import a export souřadnic, kresbu bodových a liniových značek, či jiné výpočetní funkce.



Obr. 16: Prostřední programu BricsCAD

6.2 Tvorba výkresové dokumentace stavebního objektu

Před tvorbou samotných výkresů stavebního objektu muselo být rozhodnuto, jaké bude zvoleno měřítko pro vyhotovení dokumentace. Při volbě měřítka muselo být zohledněno několik faktorů. K jakému účelu bude výkres použit, velikost daného objektu, jeho složitost, hustota jeho konstrukcí a velikost jednotlivých místností. Převážně se stavební výkresy kreslí v měřítku 1:50 nebo 1:100. Po zvážení všech faktorů bylo pro zaměřený objekt vybráno jednotné měřítko 1:50. Od něj se také odvíjí formáty výkresů, základní technický formát výkresu je A4 (210×297 mm) s orientací většinou

na výšku. Větší formáty výkresů (A3, A2) se orientují na šířku a skládají se do formátu A4 tak, aby popisové pole umístěné v pravém dolním rohu výkresu bylo na líci složeného výkresu. Pro tvorbu této kapitoly a jejích podkapitol bylo čerpáno ze zdrojů [15], [16], [17] a [18].

6.2.1 Hladiny a barvy v CAD

Pro kreslení výkresu v programech CAD je obecně doporučováno kreslit zobrazované prvky v různých hladinách (vrstvách) z důvodu lepší organizace a přehlednosti výkresu. Pro prvky v jedné vrstvě lze hromadně provést změnu barvy, tloušťky nebo typu čáry. Dále je možné hladiny dle potřeby vypnout a nastavit podle toho, zda se budou tisknout či nikoliv. Pro lepší přehlednost digitálního výkresu je vhodné použít také odlišné barvy pro jednotlivé vrstvy, například pro okenní otvory použít barvu modrou, pro dřevěné prvky barvu hnědou a podobně, dle preferencí vyhotovitele.

6.2.2 Kreslení čar

Dle normy ČSN ISO 128-23 [19] se ve stavebních výkresech vytvořených v programech CAD užívají čtyři tloušťky čar – tenká, tlustá, velmi tlustá a tloušťka pro grafické značky. Rozlišují se také různé typy čar jako např. plná, čárkovaná, čerchovaná apod. Podle tloušťky čar jsou rozlišovány jednotlivé prvky výkresu. Tenkou čarou se vykreslují kóty, šrafy, přerušení kresby, a odkazy; naopak se jí nekreslí konstrukční prvky. Silná čára vyjadřuje konstrukci v pohledu, řezu, nad řezem, pod řezem, rozhraní a obrys materiálu. Velmi tlustá čára vymezuje obrys konstrukce v řezu, dále bývá užívána pro obklad, patu svahu hlavní jámy atd. Poslední používaná grafická čára slouží pro kreslení zařizovacích předmětů, textu kót, značky aj. Pro vyhotovenou dokumentaci v měřítku 1:50 byla použita skupina čar 0,35 mm s tloušťkou v poměru 1:2:4:1,4 (0,18-0,35-0,7-0,25 mm).

6.2.3 Kótování

Kóty udávají délkové a výškové rozměry vykreslovaného objektu ve skutečnosti bez ohledu na měřítko. Ve výkresech stavebních objektů se délkové rozměry kótují v milimetrech a výškové úrovně v metrech, přičemž za výchozí vztažnou rovinu se volí úroveň povrchu podlahy prvního podlaží. U tohoto objektu byla za vztažnou rovinu zvolena podlaha v šatně domácích. Kótovat by se měl každý rozměr stejného předmětu pouze jednou, nemělo by docházet k přehlcení výkresu kótami, čímž by mohla vzniknout

jeho nepřehlednost. Svislý řez ani pohledy by neměly obsahovat vodorovné kóty, pouze kóty výškové a svislé.

6.2.4 Půdorys

Jedná se o pomyslný vodorovný řez konstrukcemi objektu vedený okenními a dveřními otvory přibližně ve výšce 1/3 podlaží a je zobrazován jako pravoúhlý průmět vodorovných řezů na půdorysu. Vzhledem k šikmým stěnám objektu, které byly způsobeny brigádnickou výstavbou objektu, nemohly být zásady pravoúhlého promítání vždy dodrženy, jinak by docházelo k výraznému tvarovému a rozměrovému zkreslení zobrazovaného skutečného stavu objektu. U WC místností, sprch hostů a rozhodčích pravděpodobně došlo ke zkreslení, neboť tyto místnosti byly zaměřeny metodou konstrukčních oměrných. Tato metoda předpokládá kolmost stěn, ovšem měření muselo být napasováno na šikmou stěnu a od ní byla kreslena kolmice. To výrazně ovlivnilo tvar a stočení těchto místností ve výkresu. Půdorys byl orientován hlavní stranou budovy rovnoběžně s dolním okrajem výkresového listu (příloha 10).

6.2.5 Svislé řezy

Svislé řezy jsou zobrazovány jako průměty myšlených svislých řezů objektem na nárysnu. Řez je veden tak, aby co nejlépe vystihoval průběh konstrukce objektu. Řezová rovina může být dle potřeb v prostoru zalamována, nesmí ovšem vzniknout nelogický a nesouvislý obraz. Pro vytvoření řezů nebylo zalamování řezové roviny použito. Poloha svislého řezu se zakresluje a značí do výkresu půdorysu. Objektem byl veden jeden podélný řez a na něj tři kolmé příčné řezy (příloha 10).

6.2.6 Pohledy

Pohledy na fasádu zaměřovaného objektu jsou orientovány rovnoběžně se spodním okrajem výkresu, to platí pro vodorovné prvky objektu, neboť terén před budovou není vodorovný nýbrž nakloněný. Pohledy na průčelí budovy bývají pojmenovány dle názvů světových stran, k nimž jsou průčelí orientována. Lze je také pojmenovávat podle vstupu, kde hlavní vstup představuje první pohled a dále jsou řazeny a pojmenovány dle obcházení budovy (pravý, zadní, levý). Celkem byly vyhotoveny čtyři pohledy (příloha 10).

6.3 Tvorba výkresové dokumentace okolního pozemku

Pro zobrazení prostorového vztahu stavebního objektu vůči okolnímu pozemku sportovního areálu TJ Sokol Záhoří byla vyhotovena výkresová dokumentace v podobě polohového situačního výkresu.

6.3.1 Situace

Situační výkres byl řešen pouze polohově v souřadnicovém systému S-JTSK, výškopisem se tato dokumentace nezabývala, jelikož nebyl pro situaci zájmového území podstatný. Obvykle jsou situační výkresy kresleny v měřítcích 1:1000, 1:500 nebo 1:200 v závislosti na požadavcích objednatele a rozměrech zobrazované oblasti. Vzhledem k poměrné rozsáhlosti sportovního areálu bylo zvoleno měřítko 1:500, přičemž výkres je ve formátu A2 (příloha 10). Grafické práce byly vyhotoveny pomocí programu BricsCAD a především jeho nadstavby GeoWin, která je určena pro tvorbu liniových a bodových značek v oblasti technické dokumentace. Výkres obsahuje obrys zaměřovaného objektu a budovy blízkého občerstvení, rozhraní ploch a jejich popis, značky kultur a další liniové a značkové prvky.

7 Kontrola přesnosti měření

Ke zhodnocení přesnosti dat měřených totální stanicí byly použity dvě měřické metody. První z nich byla již popsána v kapitole 4.3.4 a jedná se o metodu kontrolních oměrných. Byly vybrány vodorovné délky mezi různými zaměřenými body o vypočtených souřadnicích napříč objektem. Tyto délky byly vypočteny ze souřadnic a následně porovnány s délkami se stejným počátečním a koncovým bodem, ovšem zaměřenými pomocí ručního laserového dálkoměru nebo svinovacího metru. Výsledné porovnání je uvedeno v tab. 6. Nejvyšší hodnota rozdílu z vypočtených a naměřených délek činí 0,019 m, naopak nejmenší hodnota rozdílu je 0,002 m. Z rozdílů byl vypočten aritmetický průměr, který je roven 0,008 m.

Tab. 6: Porovnání vypočtených a naměřených délek (kontrolní oměrné)

Č. b.	Vypočtená délka [m]	Naměřená délka [m]	Rozdíl [m]
118-119	0,336	0,340	-0,004
119-121	1,483	1,475	0,008
122-124	2,874	2,885	-0,011
147-147	1,653	1,655	-0,002
150-151	3,861	3,870	-0,009
155-157	1,475	1,465	0,010
267-268	1,052	1,055	-0,003
272-273	3,773	3,775	-0,002
303-310	1,480	1,470	0,010
338-339	3,936	3,955	-0,019
364-370	1,451	1,445	0,006
379-380	0,693	0,690	0,003
411-412	3,793	3,805	-0,012
413-414	1,325	1,335	-0,010
414-416	0,944	0,955	-0,011

Druhou použitou metodou pro kontrolu měření bylo zaměření identických bodů na objektu ze dvou rozdílných stanovisek venkovní měřické sítě. Body byly mezi sebou porovnány a vypočtené hodnoty této kontroly přesnosti měření jsou zpracovány v tab. 7. Z vypočtených souřadnicových rozdílů identických bodů 35/46, 192/264 a 225/231 lze usuzovat, že jejich vyšší hodnota rozdílu je pravděpodobně způsobena umístěním bodů na rozhraní fasády, která je v těchto místech značně poničená, což výrazně ovlivnilo cílení na tyto body. Nejvyšší hodnota souřadnicového rozdílu činí 2,4 cm, proto lze u zaměřených bodů očekávat přesnost $\pm 2,4$ cm.

Tab. 7: Porovnání souřadnic identických bodů zaměřených z rozdílných stanovisek

Č. b.	Y [m]	dY [m]	X [m]	dX [m]	Z [m]	dZ [m]
9/68	1005,593	0,003	5003,978	-0,001	486,673	0,000
	1005,590		5003,979		486,673	
35/46	1010,034	-0,023	5005,070	-0,019	484,160	0,003
	1010,057		5005,089		484,157	
71/194	1007,945	0,002	5012,814	0,004	485,632	0,000
	1007,943		5012,810		485,632	
73/196	1007,790	0,004	5013,371	-0,004	484,839	-0,004
	1007,786		5013,375		484,843	
90/228	1007,604	0,001	5014,071	-0,005	485,998	0,002
	1007,603		5014,076		485,996	
91/227	1007,218	0,008	5015,462	0,003	486,004	-0,002
	1007,210		5015,459		486,006	
94/199	1007,157	0,004	5015,745	-0,005	486,548	0,001
	1007,153		5015,750		486,547	
192/264	1006,112	-0,001	5019,307	0,023	484,199	-0,001
	1006,113		5019,284		484,200	
216/403	1005,361	0,004	5022,146	0,005	486,035	-0,002
	1005,357		5022,141		486,037	
225/231	1004,266	0,024	5025,975	0,019	484,225	0,011
	1004,242		5025,956		484,214	

Kontrola přesnosti měření podrobných bodů zaměřených metodou GNSS byla prováděna průběžně před zpracováním výkresu situace a byla hodnocena na základě hodnoty PDOP z protokolu měření GNSS (příloha 1). PDOP je bezrozměrná charakteristika přesnosti určení polohy GNSS aparatury [9]. Přesahoval-li PDOP u některého z bodů hodnotu 4, pak měření tohoto bodu nebylo použito pro zpracování situačního výkresu, což nastalo celkem u čtyř podrobných bodů.

8 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo geodeticky zaměřit skutečný stav stavebního objektu a přilehlého okolí ve sportovním areálu TJ Sokol Záhoří a vyhotovit geodetickou dokumentaci ve vhodném měřítku.

Na začátku bakalářské práce byla popsána zájmová lokalita a historie obce, fotbalový klub TJ Sokol Záhoří a zaměřovaný objekt a jeho okolní pozemek. Následně bylo pojednáváno o provedených měřických pracích, konkrétně o budování měřické sítě, zaměření budovy a okolního pozemku, použitých metodách a přístrojích. V programu Groma a softwaru Trimble Access byly provedeny veškeré výpočetní práce a výsledky jsou uvedeny v příslušných přílohách. Ze zpracovaných dat byla v programu BricsCAD V20 vyhotovena výkresová dokumentace stavebního objektu a okolního pozemku sportovního areálu. V poslední kapitole byla shrnuta dosažená přesnost měření, z jejíž hodnot lze usuzovat kvalitní provedení měřických prací.

V kapitole grafické práce nastaly komplikace při tvorbě půdorysu z důvodu nerespektování principu pravých úhlů, způsobené brigádnickým provedením výstavby objektu a naopak respektováním linie hřbitovní zdi, ke které je objekt přistavěn, a použitím metody konstrukčních oměrných pro zaměření menších místností. Příčné řezy prokázaly rozdílnost ve struktuře stropů budovy, kde místnosti postavené v první etapě mají strop sešikmený, zatímco místnosti z druhé etapy mají strop vodorovný.

Výsledná výkresová dokumentace se skládá z půdorysu, čtyř svislých řezů a čtyř pohledů v měřítku 1:50 a z výkresu situace v měřítku 1:500. V elektronické příloze je uvedeno dohromady deset výkresů ve formátech DWG a PDF, výkresy byly odevzdány i v tištěné formě.

Bakalářská práce byla vytvořena pro akademické účely, může být také poskytnuta fotbalovému klubu TJ Sokol Záhoří jako chybějící dokumentace stavebního objektu a jeho okolního pozemku anebo jako podkladový materiál pro případnou rekonstrukci sportovního areálu.

Seznam literatury a zdrojů

- [1] *Záhoří: Horní a Dolní Záhoří, Jamný, Třešně, Svatonice, Kašina Hora*. Záhoří: Obec Záhoří v Prácheňském nakl. v Písku, 2008. ISBN 978-80-86566-43-6.
- [2] CULEK, Martin, ed. *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Enigma, 1996. ISBN 80-85368-80-3.
- [3] *Geoprohlížeč ČÚZK. Geoprohlížeč* [online]. [cit. 2021-5-8].
Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [4] *TJ Sokol Záhoří. Sokol Záhoří* [online]. [cit. 2021-5-8].
Dostupné z: <https://sokol-zahori.webnode.cz/>
- [5] *IKatastr* [online]. [cit. 2021-5-8]. Dostupné z: <https://www.ikatastr.cz/>
- [6] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2021-5-8]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>
- [7] Technický popis: Totální stanice Trimble S5. *GEOTRONICS PRAHA* [online]. [cit. 2021-5-8].
Dostupné z: http://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/022516-153A-CZE_TrimbleS5_DS_0515_LR_Geotronics.pdf
- [8] Technický popis: GNSS přijímač Trimble R2. *GEOTRONICS PRAHA* [online]. [cit. 2021-5-8].
Dostupné z: https://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/06/022516-200B-CZE_R2-GNSS-Receiver_DS_A4_1115_LR_Geotronics_novy.pdf
- [9] Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí. *Slovník VÚGTK* [online]. [cit. 2021-5-8].
Dostupné z: <https://www.vugtk.cz/slovník/index.php>
- [10] KOSTELECKÝ, Jakub. *Materiály pro přednášky z Teoretické geodézie 2* [online]. [cit. 2021-5-9].
Dostupné z: https://geo.fsv.cvut.cz/gwiki/155TGD2_Teoretick%C3%A1_geod%C3%A9zie_2#P.C5.99edn.C3.A1.C5.A1ky
- [11] ŠTRONER, Martin. *Měření při účelovém mapování a dokumentaci skutečného provedení budov* [online]. [cit. 2021-5-9].
Dostupné z: https://k154.fsv.cvut.cz/~stroner/GEY2/pred_5_Metrologie_Ucelove_mapovani.pdf
- [12] PROCHÁZKA, Jaromír. *SYLABUS 7. a 8. PŘEDNÁŠKY Z GEODÉZIE 2 (Podrobné polohopisné měření)* [online]. [cit. 2021-5-9].
Dostupné z: https://k154.fsv.cvut.cz/vyuka/geodezie_geoinformatika/ged2/prednaska_gd2_7_8.pdf
- [13] *Groma – Geodetický software* [online]. [cit. 2021-5-9].
Dostupné z: groma.cz/cz/groma

- [14] *Bricsys* [online]. [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://www.bricsys.com/cs-cz/>
- [15] KLIMEŠOVÁ, Jarmila. *Nauka o pozemních stavbách: modul M01*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia. ISBN 978-80-7204-530-3.
- [16] NOVOTNÝ, Jan. *Cvičení z pozemního stavitelství pro 1. a 2. ročník: Konstrukční cvičení pro 3. a 4. ročník SPŠ stavebních*. Praha: Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86817-23-1.
- [17] ČSN 01 3420: *Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části*. Český normalizační institut, 2004.
- [18] *Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb*, Sbírka zákonů České republiky 2006.
- [19] ČSN ISO 128-23: *Technické výkresy – Pravidla zobrazování – Část 23: Čáry na výkresech ve stavebnictví*. Český normalizační institut, 2004.

Seznam obrázků

Obr. 1: K. ú. Horní Záhoří u Písku [3]	10
Obr. 2: Historická fotografie návsi obce Záhoří	11
Obr. 3: Klubový znak [5]	12
Obr. 4: Historická fotografie prvního mužstva [5]	12
Obr. 5: Zájmová oblast [6]	13
Obr. 6: Pohled na přední stranu zaměřovaného objektu.....	14
Obr. 7: Trimble S5 [6]	15
Obr. 8: GNSS rover Trimble R2 [7]	16
Obr. 9: Metoda RTK-VRS [10].....	17
Obr. 10: Polární metoda (polohová složka) [11]	18
Obr. 11: Polární metoda (výpočet výšky bodu) [11]	18
Obr. 12: Stabilizace venkovních bodů	19
Obr. 13: Přehled venkovních stanovisek [6]	20
Obr. 14: Přehled vnitřních stanovisek	21
Obr. 15: Pracovní prostředí programu Groma v. 12.2	23
Obr. 16: Prostředí programu BricsCAD.....	27

Seznam tabulek

Tab. 1: Technické parametry Trimble S5	15
Tab. 2: Technické parametry GNSS rover Trimble R2	16
Tab. 3: Přehled měření na stanoviskách.....	20
Tab. 4: Porovnání vyrovnaných a přibližných souřadnic venkovních stanovisek	25
Tab. 5: Výsledné souřadnice všech bodů měřické sítě.....	25
Tab. 6: Porovnání vypočtených a naměřených délek (kontrolní oměrné)	31
Tab. 7: Porovnání souřadnic identických bodů zaměřených z rozdílných stanovisek	32
Tab. 8: Seznam vyhotovených výkresů	38

Seznam příloh

Příloha 1: Měřické náčrty

Příloha 2: Protokol měření GNSS

Příloha 3: Protokol měření totální stanice

Příloha 4: Protokol o výpočtu venkovních stanovisek

Příloha 5: Protokol o výpočtu vyrovnání venkovních stanovisek

Příloha 6: Seznam souřadnic venkovních a vnitřních bodů sítě

Příloha 7: Protokol o výpočtu vnitřních stanovisek a podrobných bodů objektu

Příloha 8: Seznam souřadnic podrobných bodů ze zaměření stavebního objektu

Příloha 9: Seznam souřadnic podrobných bodů ze zaměření situace

Příloha 10: Výkresy (přehled v tab. 8)

Příloha 11: Zápisník měření ze zaměření stavebního objektu

Tab. 8: Seznam vyhotovených výkresů

Číslo výkresu	Název výkresu	Měřítko	Formát	Název souboru
1	Situace	1:500	A2	situace.dwg/.pdf
2	Půdorys 1.NP	1:50	A2	pudorys_1NP.dwg/.pdf
3	Svislý řez A-A	1:50	A2	svisly_rez_AA.dwg/.pdf
4	Svislý řez B-B	1:50	A4	svisly_rez_BB.dwg/.pdf
5	Svislý řez C-C	1:50	A4	svisly_rez_CC.dwg/.pdf
6	Svislý řez D-D	1:50	A4	svisly_rez_DD.dwg/.pdf
7	Pohled východ	1:50	A2	pohled_vychod.dwg/.pdf
8	Pohled jih	1:50	A4	pohled_jih.dwg/.pdf
9	Pohled západ	1:50	A2	pohled_zapad.dwg/.pdf
10	Pohled sever	1:50	A4	pohled_sever.dwg/.pdf