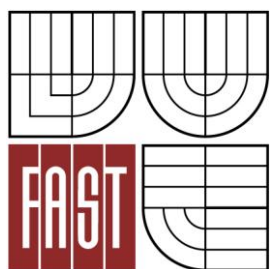




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEODESY

ZAMĚŘENÍ AREÁLU KOSTELA SV. KATEŘINY V KETKOVICÍCH

SURVEY OF AN AREA ST. CATHERINE'S CHURCH IN KETKOVICE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

VERONIKA OBOŇOVÁ

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAKUB FORAL

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3646R003 Geodézie a kartografie
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Veronika Oboňová
Název	Zaměření areálu kostela sv. Kateřiny v Ketkovicích
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Jakub Foral
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2014
Datum odevzdání bakalářské práce	29. 5. 2015
v Brně dne 30. 11. 2014	

.....
doc. RNDr. Miloslav Švec, CSc.
Vedoucí ústavu

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

Podklady a literatura

1. ČSN 013410, ČSN 013411, ČSN 013428, ČSN 013429, ČSN 013432, ČSN 4463-2, ČSN 730415.
2. Metodický návod pro zřizování, určování a vyhledávání podrobného polohového bodového pole, Praha 1985, ČÚZK č.j. 2457/1983-21.
3. Michalčák, O. a kol.: Inženýrská geodezie I., Bratislava 1988.
4. Návod pro obnovu katastrálního operátu, ČÚZK č.j. 21/1997-23.
5. Švábenský, O. - Vitula, A.: Inženýrská geodézie I., Brno VUT 1990.
6. Švábenský, O. - Vitula, A.: Inženýrská geodézie II., Brno VUT 1991.
7. Směrnice pro zaměřování nemovitých kulturních památek, Praha 1976.
8. Blažek, R. – Skořepa, Z. : Geodézie 30 Výškopis. Praha: ČVUT, 1997. 93 s. ISBN 80-01-01598
9. Nevosád, Z. – Vitásek, J. : Geodezie I. Brno: Cerm, 1999. 87 s. ISBN 80-214-1152-X
10. Nevosád, Z. – Vitásek, J. : Geodezie III. Brno: Vutium, 2000. 140 s. ISBN 80-214-1774-9
11. Oficiální stránka Českého úřadu zeměměřického a katastrálního. Dostupná na www.cuzk.cz
12. Kašička, F. : Stavebně historický průzkum. Praha: ČVUT, 2002. 122 s. ISBN 80-01-02498-9

Zásady pro vypracování

1. Prostudování jednotlivých přístupů k řešení zadaného problému v literatuře a jejich rozbor pro teoretickou aplikaci v lokalitě.
2. Rekognoskace zájmového území a případně širšího okolí, opatření dostupných grafických a číselných podkladů.
3. Návrh teoretického postupu řešení bodového pole ve všech dostupných variantách a zhodnocení pro výběr nejvhodnější varianty.
4. Realizace nejvhodnější varianty měřické sítě.
5. Zaměření podrobných prvků ve stanoveném rozsahu a zpracování v grafickém systému MicroStation.
6. Souborné zhodnocení.
7. Požadované výstupy:
 - 7.1. Výkresová dokumentace území - lokalizace území v širších vztazích, dostupné body bodových polí a způsob jejich doplnění.
 - 7.2. Grafické výstupy návrhů měřické sítě v lokalitě.
 - 7.3. Kontrolní kresba polohopisu a výškopisu lokality - komplexně prostory interiéru.

Předepsané přílohy

.....
Ing. Jakub Foral
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Cieľom bakalárskej práce je zameranie vlastného pamiatkového objektu a súvisiaceho okolia kostola sv. Kateřiny v Ketkoviciach. Prvá časť tejto práce sa zaoberá prípravnými prácami a meračskými prácami. Ďalšia časť práce obsahuje popis spracovania nameraných údajov, vytvorenia dokumentácie objektu a komplexnej účelovej mapy tejto lokality v mierke 1:200.

Abstract

The aim of the thesis is a survey of an individual historical object and the close surrounding of St. Catherine's Church in Ketkovice. First part of the thesis deals with preparation and surveying processes. Second part of the thesis incorporates description of data processing, creation of documentation of the object and a complex purpose-built map of the region in gauge 1:200.

Kľúčové slová

zameranie, kostol, účelová mapa, Ketkovice

Key words

Surveying, church, thematical map, Ketkovice

Bibliografická citace VŠKP

OBOŇOVÁ, Veronika. *Zaměření areálu kostela sv. Kateřiny v Ketkovicích*. Brno, 2013. 36 s., 30 s. přílohou Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Jakub Foral.

Prehlásenie :

Prehlasujem, že som bakalársku prácu zpracovala samostatne a že som uviedla všetky použité informačné zdroje.

V Brne dňa

.....

Veronika Oboňová

Pod'akovanie :

Chcela by som predovšetkým poďakovať vedúcemu bakalárskej práce, Ing. Jakubovi Foralovi, za ochotu, rady a pripomienky pri spracovaní tejto práce. Ďalej rodičom za podporu počas celého štúdia na vysokej škole a spolužiačke Monike Lazoríkovej za pomoc pri meraní.

V Brne dňa

Obsah:

1	Úvod	10
2	Lokalizácia a popis areálu.....	11
2.1	Lokalita	11
2.2	História.....	12
3	Prípravné práce.....	13
3.1	Rekognoskácia terénu	13
3.2	Rekognoskácia bodového poľa.....	13
3.3	Voľba prístrojov.....	15
4	Meračské práce	18
4.1	Vybudovanie pomocnej meračskej siete.....	18
4.1.1	Metóda GNSS	18
4.1.2	Rajóny.....	18
4.1.3	Nivelácia	19
4.1.4	Trigonometrické určenie výšky	19
4.2	Podrobné meranie	19
4.2.1	Zameranie blízkeho okolia kostola	19
4.2.2	Zameranie stavby kostola	20
4.2.3	Zameranie pohľadov	20
4.2.4	Zameranie horizontálnych rezov	20
4.2.5	Zameranie vertikálnych rezov	21
4.2.6	Vedenie meračských náčrtov	21
5	Výpočty	22
5.1	Stanoviská.....	22
5.2	Podrobné body	23
5.3	Posúdenie presností merania.....	24
5.3.1	Testovanie presnosti pomocou kontrolného zamerania.....	24
5.3.2	Testovanie presnosti pomocou kontrolných mier	25
5.3.3	Testovanie výšok	25
7	Záver	28

8	Zoznam použitých zdrojov	29
9	Zoznam príloh	30

1 Úvod

Cieľom bakalárskej práce je zameranie kostola sv. Kateřiny a jej priľahlého okolia. Táto práca bude slúžiť aj pre Národní památkový ústav, takže kostol bude zameraný podľa ich zvyklostí. Ide teda o zameranie pôdorysu, blízkeho okolia, kontrolných priečnych a pozdĺžnych profilov kostola, vytvorenie pohľadov kostola.

V prvej časti tejto práce bude predstavená lokalita, ktorou je obec Ketkovice, jej geografická poloha a jej história. Taktiež aj história kostola sv. Kateřiny. Ďalej do tejto časti patrí rekognoskácia bodového pola v okolí a navrhnutie vhodnej meračskej siete.

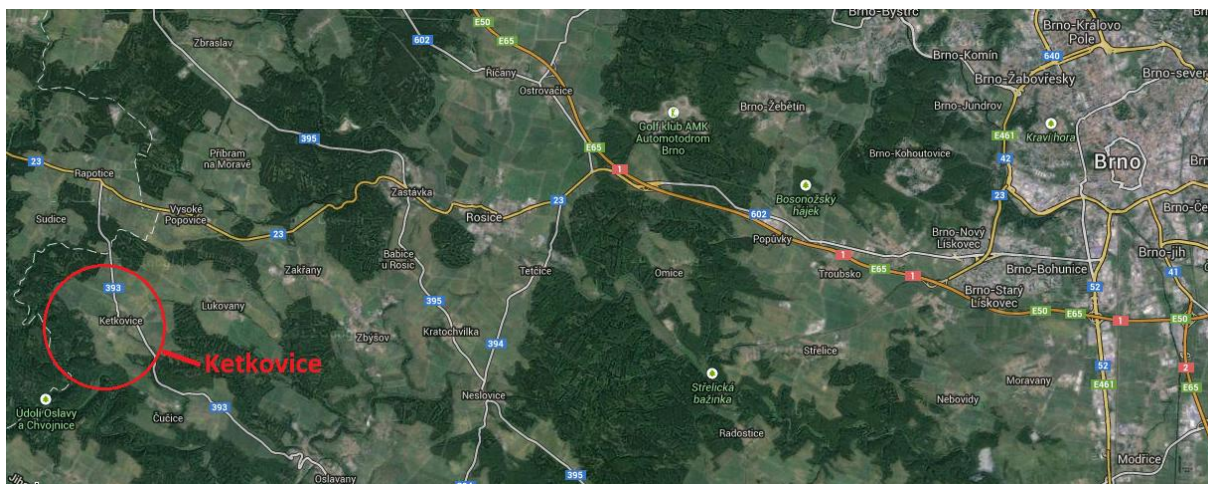
Druhá časť sa zaoberá vytvorením navrhovanej meračskej siete a samotnými meračskými prácami. Okolie kostola bude polohopisne aj výškopisne zamerané, samotný kostol bude zameraný z exteriéru a taktiež aj z interiéru. Táto časť popisuje problémy, ktoré sa vyskytli pri meraní ako aj ich následné riešenia.

Posledná časť popisuje spracovanie nameraných dát, posúdenie presností a na základe týchto získaných údajov vyhotovenie účelovej mapy okolia a dokumentácie kostola.

2 Lokalizácia a popis areálu

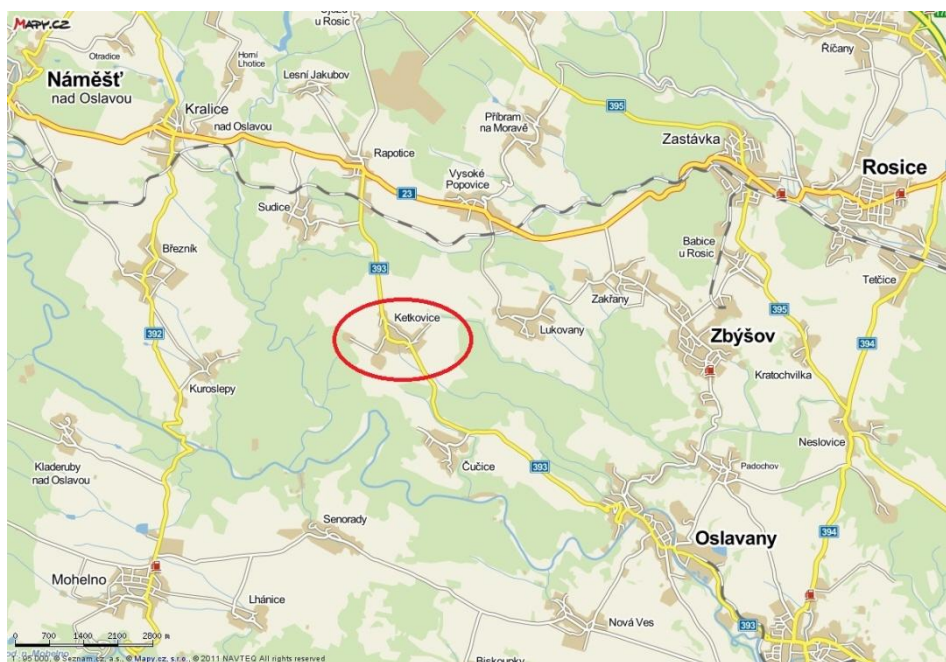
2.1 Lokalita

Obec Ketkovice sa nachádza v juhomoravskom kraji, v okrese Brno venkov. Od stredu mesta Brna je vzdialená približne 30 km smerom na západ.



Obr. 1 lokalizácia (prevzaté z [1])

Obec leží 7 km severozápadne od Oslavan, na východnom okraji Křížanovskej vrchoviny. Približne 2 km západne od Ketkovíc vedie hlboké údolie rieky Chvojnice, južne ďalej rieky Oslavy.

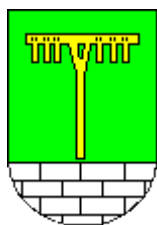


Obr. 2 bližšia lokalizácia (prevzaté z [2])

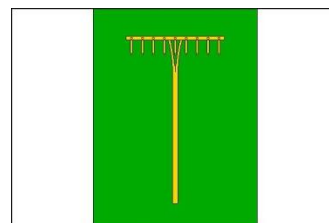
2.2 História

Prvá písomná zmienka o Ketkoviciach je v zakladacej listine třebského kláštora z roku 1101. Do roku 1880 aj s obcou Čučice, ležiacou 2,5 km juhovýchodne od Ketkovic, spadali do hejtmanstva Třebíč a okresu Námest' nad Oslavou. Pri sčítaní ľudu v roku 1890 mali 593 českých obyvateľov a 4 nemeckých. V súčasnej dobe má táto obec približne 600 obyvateľov.

V rokoch 1949-1960 Ketkovice patrili do okresu Rosice, potom Brno-venkov. Od januára 1986 boli spolu s blízkyimi Čučicami, Biskoupkami a Novou Vsou pričlenené k mestu Oslavany, ale v novembri 1990 sa tieto obce opäť osamostatnili. Ketkovice spadajú do správneho obvodu obce s rozšírenou pôsobnosťou Ivančice, matričný úrad je v Oslavoch. V roku 1996 získali Ketkovice vlajku a erb, sú na nich šesťzubé hrable, bývalý znak pánov z Levnova.



Obr. 3 erb obce Ketkovice



Obr. 4 vlajka obce

Kostol svätej Kateřiny Alexandrijskej je rímskokatolícky chrám. Je chránený ako kultúrna pamiatka Českej republiky. Pôvodný kostol pochádzal z 13. alebo podľa vysvätenia zo 14. storočia. Na jeho mieste bol v roku 1780 postavený nový jednolodný barokový chrám s trojboko ukončeným kňazišťom a hranolovou vežou v západnom priečelí. Z južnej strany je ku kostolu pristavená sakristia. Jeho prvým farárom bol Ludolf Jakobný. V roku 1829 bol hlavný oltár namaľovaný Františkom Wernerom z Brna. Varhany, ktoré sa nachádzajú v tomto kostole, pochádzajú z roku 1883. Hodiny na veži boli vybudované v roku 1902. V časovom rozmedzí od roku 1775 do roku 1917 mal kostol tri zvony. Je filiálnym kostolom čučickej farnosti. [3]



Obr. 5 pohľad na kostol sv. Kateřiny zo severu

3 Prípravné práce

3.1 Rekognoskácia terénu

Rekognoskácia terénu v zadanej lokalite prebehla dňa 4.10. 2013. Okolie kostola je ohraničené zo všetkých strán murovaným plotom. Kostol je situovaný medzi záhradami a rodinnými domami. Z troch svetových strán, zo západu, východu a z juhu, sa hneď za týmto plotom nachádza hustý porast ovocných stromov.

Rozsah zameriavaného okolia bol stanovený vedúcim bakalárskej práce, Ing. Jakubom Foralom. Hranicu lokality tvorí oplotenie okolo kostola, múry rodinných domov. Pre lepšie vystihnutie daného okolia, zameriavaná lokalita zasahuje až do blízkej komunikácie.



Obr. 6 zameriavana lokalita (prevzaté z [4])

3.2 Rekognoskácia bodového poľa

Údaje o bodovom poli boli získané z webových stránok Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČUZK). Na týchto stránkach boli nájdené miestopisy vybraných bodov ako aj súradnice ich polohy a výšky. Tieto body slúžili pre pripojenie merania do výškového súradnicového systému Balt po vyrovnaní (Bpv).

Rozloženie bodov stávajúceho bodového poľa je znázornené na nasledovnom obrázku s označením „prehľad bodového poľa“ :



Obr. 7 prehľad bodového poľa (prevzaté z [5])

Z miestopisov boli získané údaje pomocou ktorých boli body polohového bodového poľa vyhladané v teréne. Následne bola skontrolovaná poloha týchto bodov pomocou kontrolných omerných mier uvedených v miestopisoch.

V danej lokalite bol nájdený zhustujúci bod 000000943122050 a ku nemu dva pridružené body 000000943122051 a 000000943122052. Výsledok rekognoskácie polohového bodového poľa sa nachádza v tabuľke tab.3.1. V tejto tabuľke sú uvádzané len vlastné čísla bodov.

číslo bodu	Y [m]	X [m]	stabilizácia	dostupnosť bodu
205	623 462,70	1 162 047,98	vež kostola	nájdený
205.1	623 447,27	1 162 158,32	žulový kameň	nájdený
205.2	623 404,60	1 162 130,57	žulový kameň	nájdený

Tab. 1 Výsledok rekognoskácie polohového bodového poľa

Rekognoskácia výškového bodového poľa prebehla tiež pomocou údajov a kontrolných omerných mier nájdených v miestopisoch týchto bodov. Pre meranie boli použité body Oc2-40, Oc2-40.1 České státní nivelační síť (ČSNS). Bod číslo Oc2-40 sa nachádza priamo na bočnej stene kostola. Bod č. Oc2-40.1 sa nachádza na čelnej stene neďalekého rodinného domu. Výsledok tejto rekognoskácie je uvedený v tabuľke tab. 3.2

číslo bodu	výška [m]	stabilizácia	dostupnosť bodu
Oc2-40	433,622	čepová značka	nájdený
Oc2-39	432,887	čepová značka	nájdený
Oc2-38	439,242	čepová značka	nájdený
Oc2-40.1	432,845	čepová značka	nájdený

Tab. 2 Výsledok rekognoskácie výškového bodového poľa

3.3 Voľba prístrojov

Na zameranie základnej časti pomocnej meračskej siete bola použitá metóda GNSS pomocou prímača Trimble R4 – model3.



Obr. 8 Primac trimble (prevzato z [6])

Na rozšírenie pomocnej meračskej siete a zameranie podrobných bodov bol použitý prístroj Topcon GPT 3003N so sériovým číslom 4D0516 v kombinácii s dreveným statívom leica a odrazným hranolom Topcon.

Výrobcom udaná stredná chyba merania dĺžky u tohoto prístroja je $m_s = \pm (3\text{mm} + 2\text{ppm} \times D)$, pričom D je dĺžka meraná v mm. Pri meraní na hranol je dosah diaľkomeru až 3000 m. Prístroj umožňuje tiež aj meranie bez odrazného hranolu. Stredná chyba meranej dĺžky je v tomto prípade $m_s = \pm 10\text{ mm}$, pri meraní od 1,5m do 25m a $m_s = \pm 5\text{mm}$, pri meraní od 25m. Dosah diaľkomeru pri meraní v bezhranolovom móde je 250m. Stredná chyba smeru meraného v jednej polohe je udávaná ako $m_r = 14''$. V prípade merania smeru v jednej skupine je stredná chyba smeru $m_r = 10''$.



Obr. 9 Totálna stanica Topcon GPT 3003N (prevzato z [7])

Pre určenie výšok pomocného bodového poľa technickou niveláciou bol použitý prístroj Topcon AT-G7 so výrobným číslom AY 777. Tento prístroj s automatickým kompenzátorom má strednú kilometrovú chybu $\pm 2,5$ mm.



Obr. 10 Niveláčny prístroj (prevzaté z [8])

Pri meraní kontrolných pozdĺžnych a priečnych profilov v interiéri kostola, bol na zameranie výšok klenieb použitý laserový diaľkomer disto Bosh DLE 40. Presnosť merania je výrobcom udaná ako $\pm 1,5$ mm. Tento diaľkomer je schopný merať dĺžku od 0,05m až do 40m.



Obr. 11 laserový diaľkomer (prevzaté z [9])

4 Meračské práce

4.1 Vybudovanie pomocnej meračskej siete

Pred započatím samotného podrobného merania bolo nutné vytvorenie pomocnej meračskej siete.

4.1.1 Metóda GNSS

Keďže v blízkosti kostola, z dôvodu hustého porastu ovocných stromov v okolitých záhradách, nebolo možné vidieť ani na jeden z bodov polohového bodového poľa okrem veže kostola a zároveň medzi danými bodmi 205.1 a 205.2 bola postavená stavba, ktorá znemožňuje viditeľnosť medzi týmito bodmi, bola zhodnotená ako najlepšia možnosť metóda GNSS.

Merania boli prevedené metódou RTK (Real time kinematic). Je to moderná metóda pri ktorej GNSS prijímač spracováva korekcie zo základňovej stanice alebo zo siete permanentných staníc. Na základe týchto korekcií a vlastných informácií zo signálov sietí GPS, GLONASS okamžite vyhodnocuje svoju reálnu polohu v teréne. Pre meranie boli použité dáta z permanentných staníc Czepos a VRS Now. Každý bod bol v ten istý deň nezávisle zameraný 2 krát, teda s časovým rozstupom minimálne 1 hodiny, z dôvodu zaručenia inej polohy družíc.

Pomocou tejto metódy bol vytvorený základ pomocnej meračskej siete. Takto boli zamerané body 4001,4002,4003,4004,4005?,4007,4010,4011... Tieto body boli volené s ohľadom na okolitý terén, tak aby sa nenachádzali zo severnej strany v zákryte budov alebo hustého porastu stromov. Taktiež bol dávaný dôraz na to, aby boli body dobre rozmiestnené, z každého bodu aby bolo následne pri meraní možné orientovať toto meranie na minimálne dva ďalšie body a umožňovali zameranie ostatných potrebných pomocných stanovísk.

Bod 4008 bol cielene situovaný priamo pred hlavný vchod do kostola, aby umožňoval zameranie interiérového stanoviska v kostole. Bod 4002 bol umiestnený na kraji chodníka v blízkosti cesty, aby umožňoval zameranie najsevernejšej časti danej lokality. Na tomto stanovisku bol ako jedna z orientácií meraný bod č. 4001, ktorý bol zhotovený len k tomuto účelu. Ďalej body č. 4004,4005,4007 boli stabilizované v blízkych záhradách z južnej strany kostola. Zvyšné body, 4010,4011,4003 boli naopak stabilizované na sever od kostola.

4.1.2 Rajóny

Zhustenie pomocnej meračskej siete bolo uskutočnené prostredníctvom rajónov. Body rajónov boli volené tak aby už vytvorenú pomocnú meračskú sieť rovnomerne doplnili po záujmovej lokalite a aby táto sieť umožňovala zameranie všetkých potrebných podrobných bodov.

Týmto spôsobom bolo určené aj stanovisko 4012 v interiéri kostola, ktoré sa nachádza v časti medzi presbytériom a chrámovou loďou. Stabilizované bolo rozhraním rohu dlažby a špáry.

Takto boli vytvorené ďalšie 2 pomocné stanoviská v okolí kostola.

4.1.3 Nivelácia

Prevažná časť pomocnej meračskej siete, bola výškovo zameraná technickou niveláciou.

Z bodov výškového bodového poľa boli pre meranie použité dva neďaleké body. Konkrétne bod číslo Oc-40 ktorý sa nachádza priamo na severnej strane kostola. Výška tohto bodu bola overená pomocou bodu č. Oc-40.1. Niveláčny ťah vedený z bodu na kostole až na bod č. Oc-40.1 mal dĺžku približne 263 m. Oba body sú stabilizované čapovou značkou.

Následne po overení výšky bodu Oc-40, boli vedené z tohto bodu dva nivelačné ťahy. Ťah na bod Oc-40.1 a ťah okolo kostola ukončený opäť na bode Oc-40, s cieľom výškového zamerania bodov vytvorenej pomocnej meračskej siete. Každý bod bol výškovo zameraný dvakrát a z týchto hodnôt bol napokon vypočítaný aritmetický priemer.

Začiatok na bode č.	Koniec na bode č.	Určené body
Oc-40	Oc-40.1	4001,4002,4011
Oc-40	Oc-40	4003,4004,4005,4007,4008,4010,4011

Tab. 3 Prehľad bodov určených technickou niveláciou

4.1.4 Trigonometrické určenie výšky

Týmto spôsobom bolo výškovo zamerané pomocné stanovisko 4012 v interiéri kostola, ako aj výška podlahy na niekoľkých miestach.

4.2 Podrobné meranie

4.2.1 Zameranie blízkeho okolia kostola

Po vybudovaní a zameraní pomocnej meračskej siete sa ďalej pristúpilo k podrobnému meraniu. Tieto práce sa skladajú z polohopisného a výškového zamerania blízkeho okolia kostola, zamerania objektu z exteriéru a zamerania kostola z interiéru. Pre získanie dát potrebných pre výpočet polohy a výšky podrobných bodov bola použitá metóda tachymetrie.

Pre vyhotovenie účelovej mapy sa zameriavali budovy prienikom muriva s terénom, pričom výstupky menšie ako 0,1 m boli generalizované. Ďalej sa zameriavali vstupy do týchto budov, múriky, oplotenie, vstupy na pozemok, rozhrania plôch, kroviny

a stromy, povrchové, nadzemné inžinierske siete, rozhlasové reproduktory a svietidlá verejného osvetlenia.

4.2.2 Zameranie stavby kostola

Pre vyhotovenie potrebných výstupov bolo nutné stavbu kostola zamerať ako aj z exteriéru, tak aj z interiéru.

4.2.3 Zameranie pohľadov

Pohľady na kostol boli zamerané z každej svetovej strany, aby mohli byť vytvorené spolu štyri výkresy zobrazujúce všetky strany kostola.

Nebolo možné ani účelné zameranie všetkých podrobných bodov na fasáde kostola. Pre meranie boli vybraté body, ktoré následne umožňujú vytvorenie kostry pohľadov. Bol dávany dôraz na to aby body boli rovnomerne rozložené a aby umožňovali zakreslenie všetkých podrobných tvarov ktoré bude možné zobraziť vo výkrese pri mierke 1:100. Celý kostol bol z exteriéru riadne fotograficky zdokumentovaný, pričom pokiaľ to bolo možné, fotografie boli získavané rovnobežne so stranou kostola a kolmo k zemi.



Obr. 12 pohľad na vežu kostola



Obr. 13 okno kostola

4.2.4 Zameranie horizontálnych rezov

Objektom boli zamerané dva pôdorysné rezy približne vo výške 1,10 m a druhý 3,00 m. Výška druhého pôdorysného rezu, 3m, bola volená v tejto úrovni aj z dôvodu aby v tomto reze boli znázornené okná. Meranie bolo geodeticky realizované zo stanoviska č. 4012, orientované na bod č. 4009, ktorý sa nachádza v tesnej blízkosti za oknom sakristie. Avšak všetky potrebné body nebolo možné zamerať z tohto stanoviska, preto bolo pristú-

pené k ich zameraniu pomocou konštručných omerných mier, získaných použitím lasero-
vého diaľkomeru a pásma. Tieto hodnoty boli zaznamenané do vyhotovovaných náčrtov.



Obr. 14 stanovisko 4012

4.2.5 Zameranie vertikálnych rezov

Rezy boli merané pomocou pásma a elektronického diaľkomeru. Pásmo bolo položené na podlahe v smere rezu a s počiatkom na hrane z ktorej vychádzala meračská priamka. Elektronickým diaľkomerom boli následne merané výšky klenieb, a to minimálne obe päty a stredy.

Celou dĺžkou kostola bol zameraný jeden pozdĺžny rez a naň dva kolmé priečne rezy. Pozdĺžny rez A-A' bol vedený osou kostola. Priečný rez B-B', prechádza stredom chrámovej lode a rez C-C' stredom presbytéria až do sakristie. Pre lepšie vystihnutie priebehu schodov vedúcich z exteriéru na chór bol vytvorený rez schodiskom D-D'.

4.2.6 Vedenie meračských náčrtov

Priebežne počas celého zamerania boli vyhotovované meračské náčrty. Celkom bolo vytvorených X náčrtov s XY podrobných bodov.

Pri zameraní okolia kostola vznikli dva meračské náčrty formátu A4 a bol vyhotovený klad týchto náčrtov. Zaznačovali sa do nich body pomocných bodových polí, meračské siete, merané body, omerné miery, merané rozmery predmetov, polohopisná kresba, popisné a evidenčné čísla domov, priebeh inžinierskych sietí. Pre pohľady boli vytvorené štyri náčrty a pre rezy ďalších päť.

5 Výpočty

Po ukončení meračských prác sa pokračovalo výpočtom nameraných dát.

5.1 Stanoviská

Ako prvé boli vypočítané súradnice bodov zameraných metódou GNSS. Všetkých 18 meraní bolo úspešných. Každý bod bol nezávisle meraný dva krát a výsledné súradnice v S-JTSK boli získané aritmetickým priemerom dvojíc meraní.

merane body	1. meranie		2. meranie		výsledné súradnice	
	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]
4001	623557,4	1161982,14	623557,38	1161982,11	623557,39	1161982,13
4002	623453,29	1161992,05	623453,28	1161992,06	623453,29	1161992,06
4003	623466,63	1162041,73	623466,63	1162041,76	623466,63	1162041,75
4004	623458,96	1162085,1	623458,98	1162085,14	623458,97	1162085,12
4005	623433,51	1162113,07	623433,52	1162113,07	623433,52	1162113,07
4007	623439,85	1162067,49	623439,86	1162067,5	623439,86	1162067,50
4008	623467,98	1162048,42	623467,98	1162048,46	623467,98	1162048,44
4010	623441,81	1162039,58	623441,82	1162039,59	623441,82	1162039,59
4011	623461,89	1162019,91	623461,94	1162019,91	623461,92	1162019,91

Tab. 4 Tabuľka výsledkov merania GPS

Potom boli stiahnuté dáta z totálnej stanice, pomocou programu GEOMAN. Počas merania boli v prístroji zavedené fyzikálne korekcie podľa teploty a tlaku. Matematické korekcie boli zavedené priamo pri sťahovaní nameraných dát a mierkový koeficient činí 0.999837840803 (-161 mm/km). Súradnice bodov pomocného bodového poľa ,určených rajónmi, boli vypočítané v programe Groma v. 11.

bod	Y [m]	X [m]
4012	623448,98	1162046,94
4013	623461,72	1162058,92
4014	623440,1	1162055,72

Tab. 5 Tabuľka výsledkov merania rajónov

Pomocou technickej nivelácie boli určené výšky väčšiny bodov pomocnej meračskej siete. Niveláčny ťah, ktorým bola overená výška bodu Oc-40 dosahuje odchýlky -0,009 m, čo je rozdiel medzi meraným prevýšením a prevýšením vypočítaným z daných výšok bodov. Medzná odchýlka bola vypočítaná podľa vzorca:

$$U_h = 40 \cdot \sqrt{R},$$

pričom R je dĺžka nivelačného ťahu v kilometroch. Keďže dĺžka overovacieho ťahu bola 0,276 km, medzná odchýlka dosahuje hodnoty 0,021 m. Táto odchýlka nebola v meraní prekročená.

Ďalšími dvomi nivelačnými ťahmi boli určené potrebné výšky bodov pomocného bodového poľa. Zápisníky a výšky bodov boli počítané priamo v teréne hneď po dokončení merania.

nivelačný ťah	určené body	dĺžka ťahu [km]	medzná odchýlka [mm]	dosiahnutá odchýlka [mm]
Oc-40 - Oc-40.1	4001,4002,4011	0,263	-2	21
Oc-40 - Oc-40	4003,4004,4007, 4008,4010,4011	0,0735	1	11

Tab. 6 Tabuľka posudenia presnosti meraných ťahov

č. bodu	Výška
4001	429,68
4002	429,73
4003	432,40
4004	432,99
4007	433,14
4008	432,70
4010	433,01
4011	430,68
4013	432,73
4014	432,84

Tab. 7 Tabuľka výsledkov merania výšok

5.2 Podrobné body

Súradnice a výšky podrobných bodov boli vypočítané v programe Groma v. 11. Výšky bodov pomocnej meračskej siete ktoré neboli určené niveláciou, boli taktiež vypočítané v tomto programe.

č. bodu	Výška
4005	433,20
4012	433,10

Tab. 8 Tabuľka výsledkov výpočtu výšok

Taktiež boli vypočítané súradnice polohy a výšky bodu č. 4009, ktorý slúžil ako orientácia podrobného merania v interiéri z bodu č. 4012.

Bod	Y [m]	X [m]	Z [m]
4009	623449,44	1162053,65	432.890

Tab. 9 súradnice bodu 4009

5.3 Posúdenie presností merania

Na stanoviskách boli merané aj niektoré podrobné body, ktoré už boli skôr zamerané. Išlo o body, ktoré sú v teréne jednoznačne identifikovateľné a tými väčšinou boli body na rohoch spevnených plôch alebo na rohoch budov. Na týchto bodoch sa testovala ich polohová a výšková presnosť. Požiadavky na tieto body ukladá norma ČSN 01 3410 Mapy veľkých měřítek. Základní a účelové mapy. Stanovuje ich rozloženie a minimálny počet, avšak pre charakter danej práce nebolo potrebné dávať na ne dôraz.

5.3.1 Testovanie presnosti pomocou kontrolného zamerania

Testovanie prebehlo na siedmych takto určených bodoch. Boli vypočítané súradnicové rozdiely :

$$\Delta x = x_m - x_k \quad \Delta y = y_m - y_k$$

pričom x_m a y_m sú súradnice bodov určených prvým meraním a x_k , y_k sú súradnice bodov z druhého merania.

Body majú spĺňať nasledujúce presnosti, aby mohli byť považované za vyhovujúce.

- Polohové odchýlky vypočítané podľa vzťahu

$$\Delta p = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2},$$

musia vyhovovať kritériu:

$$|\Delta p| \leq 1,7 \cdot u_{x,y},$$

pričom pre 3. triedu presnosti je dané: $u_{x,y} = 0,14$ m.

- Výberová stredná súradnicová chyba daná vzťahom

$$s_{x,y} = \sqrt{0,5 \cdot (s_x^2 + s_y^2)},$$

Spĺňa požiadavku

$$S_{x,y} \leq \omega_{2N} \cdot u_{x,y}$$

kde $\omega_{2N} = 1,10$

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N \Delta x_i^2}, \quad s_y = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N \Delta y_i^2}$$

$k = 2$, pretože obe určenia polohy majú rovnakú presnosť
 $N = 7$, počet bodov testovania.

podmienka	dosiahnutá hodnota	medzná hodnota	zhodnotenie
$ \Delta p \leq 1,7 \cdot u_{x,y}$	$ \Delta p _{\max} = 0,04\text{m}$	$\Delta p_{(\text{mez})} = 0,24\text{ m}$	vyhovujú
$s_{x,y} \leq \omega_{2N} \cdot u_{x,y}$	$s_{x,y} = 0,01\text{ m}$	$s_{x,y(\text{mez})} = 0,15\text{ m}$	vyhovuje

Tab. 10 Výsledky testovania

5.3.2 Testovanie presnosti pomocou kontrolných mier

V teréne bolo zameraných 66 priamych spojnic medzi jednoznačne identifikovateľnými podrobnými bodmi. Každá priamo odmeraná vzdialenosť bola porovnávaná s vzdialenosťou zistenou zo súradníc. Bol vypočítaný rozdiel týchto dĺžok podľa vzťahu :

$$\Delta d = d_m - d_k ,$$

pričom d_m je dĺžka medzi bodmi vypočítaná z ich súradníc,
 d_k je dĺžka medzi bodmi určená kontrolným zameraním.

Rozdiely dĺžok musia spĺňať nasledujúce podmienky:

- pre všetky absolútne hodnoty rozdielov dĺžok platí :

$$|\Delta d| \leq 2 \cdot u_d \cdot k$$

Pričom $u_d = 1,5 \cdot \left(\frac{d+12}{d+20} \right) \cdot u_{x,y}$

d je väčšia z dĺžok

$k = 1$ pre dĺžky zistené zo súradníc

$u_{x,y} = 0,14\text{ m}$, pre 3. triedu presnosti

- Ďalej musí platiť nasledovný vzťah, aspoň pre 60% porovnávaných dĺžok

$$|\Delta d| \leq u_d \cdot k.$$

podmienka	splnenie
$ \Delta d \leq 2 \cdot u_d \cdot k$	100%
$ \Delta d \leq u_d \cdot k$	99%

Tab. 11 výsledok testovania

5.3.3 Testovanie výšok

Testovanie bolo opäť prevedené pomocou kontrolne zameraných bodov. Zo súradníc výšok týchto bodov bol určený ich rozdiel :

$$|\Delta H| = H_m - H_k$$

Pričom H_m je výška určená prvým meraním
 H_k je výška určená kontrolným meraním

Rozdiely výšok majú splňať nasledovné :

- pre všetky rozdiely musí platiť:

$$|\Delta H| \leq 2 \cdot u_h \cdot \sqrt{k},$$

pričom $k=2$ keďže výšky majú rovnakú presnosť
 $u_H = 0,12$ pre 3. triedu presnosti

- výberová stredná chyba

$$s_H = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N \Delta H_i^2},$$

má splňať uvedené kritériu pre spevnený povrch :

$$s_H \leq \omega_N \cdot u_H,$$

pričom $\omega_N = 1,20$

$N = 7$, počet testovaných výšok bodov

6 Vyhotovenie výkresov

Po dokončení výpočtov nasledovali práce pre vyhotovenie výkresov. Pre tvorbu výkresov bol použitý program MicroStation PowerDraft V8i, do ktorého boli naimportované body pomocou aplikácie Groma.

6.1 Tvorba účelovej mapy blízkeho okolia

Mierka tejto mapy je 1:200. Po naimportovaní bodov, boli body výškopisu na nespevnenom teréne zaokrúhlené na decimetre. Na spevnených plochách boli výškové kóty ponechané s presnosťou na centimetre.

Účelová mapa bola vyhotovená vo vrstvách tak, aby každý prvok mapy mal dané atribúty. Pri vytváraní samotnej kresby sa postupovalo podľa v teréne vyrobených náčrtov.

Nakoniec bola mapa doplnená o krížiky súradnicovej siete.

6.2 Tvorba pohľadov

Po naimportovaní bodov do výkresov boli najskor vykreslené základne hrany pohľadov podľa vyhotovených náčrtov. Ďalej sa pokračovalo postupným natransformovaním fotografií na dostatočný počet podrobných bodov zameraných na fasáde. Keďže snímky neboli fotené úplne rovnobežne s objektom nebolo možné natransformovať fotografie celoplošne, ale po menších úsekoch. Takýmto spôsobom boli vykreslene podrobné časti okien, veže, okrasných ríms. Nakoniec boli výkresy doplnené o výškové kóty v systéme Bpv a o schémy znázorňujúce smery pohľadov.

6.3 Vyhotovenie pôdorysov a rezov

Boli vyhotovené dokopy dva pôdorysné výkresy. Pôdorys prvého nadzemného podlažia bol zameraný vo výške 1,1 m nad úrovňou podlahy a pôdorys druhého nadzemného podlažia vo výške približne troch metrov. Na základe zameraných bodov a konštrukčných mier, boli následne vykreslené v programe. Kresba bola doplnená o výškové kóty podlahy. Zo zameraných rezov boli využité údaje o výškach piet a vrcholov klenieb, rebier. Tieto prvky boli následne taktiež vykreslené.

Jeden pozdĺžny a tri priečne rezy boli vyhotovené na základe mier získaných pomocou diaľkomeru. Tieto rezy umožňujú vytvorenie lepšej predstavy o priebehu klenieb a stropu kostola. Rezy boli taktiež doplnené o výškové kóty.

7 Záver

Predmetom tejto práce bolo vyhotovenie účelovej mapy areálu kostola , jeho blízkeho okolia a zdokumentovanie Samotného objektu kostola sv. Kateřiny v Ketkoviciach.

Pred začatím samotných meračských prác bola uskutočnená rekognoskácia záujmového územia a bodového poľa. Následne bola navrhnutá meračská sieť ktorá bola zameraná pomocou metódy GNSS a zhustená rajónmi. Pre výškové určenie siete bola použitá metóda technickej nivelácie a trigonometrická metóda.

Okolie kostola bolo zamerané tachymetricky. Pôdorysné rezy boli zamerané polárnou metódou. Pri zameraní rezov bol využitý ručný diaľkomer. Meračské práce prebehli na jeseň v roku 2014.

Po nazhromaždení potrebných dát sa pristúpilo k výpočtným prácam a samotnému vyhotovovaniu výkresov. Taktiež nasledovalo aj zhodnotenie dosiahnutej presnosti merania.

Účelová mapa bola vyhotovená v mierke 1:200, pohľady zo štyroch strán kostola boli vytvorené v mierkach 1:100. Pozdĺžny a priečne rezy spolu s pôdorysnými rezmi sú v mierke 1:50.

8 Zoznam použitých zdrojov

- [1] GOOGLE. Mapový portál [online]. [cit. 2014-10-15]. Dostupné z: <https://www.google.sk/maps/place/Ketkovice,+%C4%8Cesk%C3%A1+republika/@49.1493622,16.242209,2843m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x4712a1a218072931:0x3576d1a156ec66cb?hl=cs> , upravené
- [2] GOOGLE. Mapový portál [online]. [cit. 2014-10-15]. Dostupné z: <https://www.google.sk/maps/place/Ketkovice,+%C4%8Cesk%C3%A1+republika/@49.1937145,16.3871153,11z/data=!4m2!3m1!1s0x4712a1a218072931:0x3576d1a156ec66cb> , upravené
- [3] Ketkovice. Oficiální web obce [online]. [cit. 2014-10-15]. Dostupné z <http://www.ketkovice.cz/trocha-historie-hrad-levnov-a-neco-navic/d-35989>
- [4] Český úřad zeměměřický a katastrální [online]. 2014 [cit. 2014-1-20]. Dostupné z <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [5] Český úřad zeměměřický a katastrální [online]. 2014 [cit. 2014-1-20]. Dostupné z <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [6] Trimble R4 GNSS GEOserver.cz: Geodetické centrum s.r.o., Pardubice [online]. [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: http://www.geoserver.cz/gnss-gps-gis-software/geodeticke-gnss/trimble_r4_gnss_novinka_-1074
- [7] Topcon GPT 3003N [online]. 2014 [cit. 2014-1-20]. Dostupné z http://www.prin.ru/upload/information_system_17/1/6/5/item_165/small_information_item_s_1224492380.jpg
- [8] Topcon AT-G7. tracdiahanoi.com. [online]. [cit. 2014-01-29]. Dostupné z: <http://www.tracdiahanoi.com/uploads/imgproducts/origin/1304742491.jpg>
- [9] [online]. [cit. 2014-01-29]. Dostupné z: http://www.naradie-profesional.sk/system/cache/pictures/245_346_dle40_00.jpg

9 Zoznam príloh

Obr. 1 lokalizácia (prevzaté z [1])	11
Obr. 2 bližšia lokalizácia (prevzaté z [2])	11
Obr. 5 pohľad na kostol sv. Kateřiny zo severu.....	12
Obr. 3 erb obce Ketkovice	12
Obr. 4 vlajka obce	12
Obr. 6 zameriavania lokalita (prevzaté z [4])	13
Obr. 7 prehľad bodového poľa (prevzaté z [5])	14
Obr. 8 Primac trimble (prevzato z [6])	15
Obr. 9 Totálna stanica Topcon GPT 3003N (prevzato z [7])	16
Obr. 10 Niveláčny prístroj (prevzaté z [8]).....	16
Obr. 11 laserový diaľkomer (prevzaté z [9])	17
Obr. 12 pohľad na vežu kostola	20
Obr. 13 okno kostola.....	20
Obr. 14 stanovisko 4012	21
Tab. 1 Výsledok rekognoskácie polohového bodového poľa.....	14
Tab. 2 Výsledok rekognoskácie výškového bodového poľa	15
Tab. 3 Prehľad bodov určených technickou niveláciou.....	19
Tab. 4 Tabuľka výsledkov merania GPS	22
Tab. 5 Tabuľka výsledkov merania rajónov	22
Tab. 6 Tabuľka posudenia presnosti meraných ťahov	23
Tab. 7 Tabuľka výsledkov merania výšok.....	23
Tab. 8 Tabuľka výsledkov výpočtu výšok.....	23
Tab. 9 súradnice bodu 4009	24
Tab. 10 Výsledky testovania.....	25
Tab. 11 výsledok testovania.....	25

10 Zoznam príloh

1 Zápisníky

2 Protokoly o výpočtoch:

3.Zoznamy súradníc

4 Testovanie presnosti

5 Geodetické a nivelačné údaje

6 Meračské náčrty

7 Klad meračských náčrtov

8Rezy

9 Pohľady

10 Účelová mapa

11 Prehľadný náčrt bodového poľa

12 Tabuľka atribútov