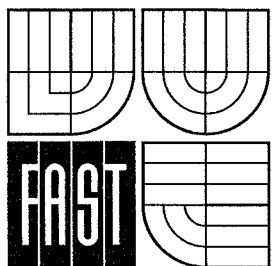


**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV GEODÉZIE**

**FACULTY OF CIVIL ENGINEERING**  
**INSTITUTE OF GEODESY**

**3D MODEL KOSTELA V OBCI MORAVSKÝ SVĚTÝ JÁN.**  
3D MODEL OF CHURCH IN MORAVSKÝ SVĚTÝ JÁN. MUNICIPALITY

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

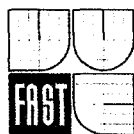
**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

Pavel Vadina

**VEDOUcí PRÁCE**  
SUPERVISOR

doc. Ing. DALIBOR BARTONĚK, CSc.

BRNO 2013



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Student** Vadina Pavel

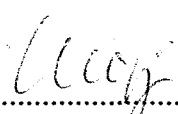
**Název** 3D model kostela v obci Moravský Svatý Ján.

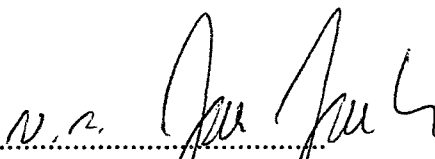
**Vedoucí bakalářské práce** doc. Ing. Dalibor Bartoněk, CSc.

**Datum zadání bakalářské práce** 30. 11. 2012

**Datum odevzdání bakalářské práce** 24. 5. 2013

V Brně dne 30. 11. 2012

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

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

## **Podklady a literatura**

1. Fišer Zdeněk, Vondrák Jiří a kol. Mapování. 2. vydání Brno, CERM s. r. o. 2006, ISBN 80-7204-472-9
2. Fišer Zdeněk, Vondrák Jiří. Mapování II. Brno, VUT v Brně 2004, ISBN 80-214-2669-1
3. Tuček, J.: Základy GIS, principy a praxe. Computer Press 1998.
4. Firemní literatura k systému ARC/INFO nebo Geomedia Intergraph
5. Další elektronické zdroje podle potřeby.

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

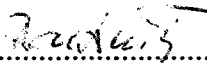
1. Zaměřte historický objekt - kostel v obci Moravský Svätý Ján.
2. Po vnějším zaměření objektu vytvořte 3D model v CAD systému (MicroStation, AutoCAD).
3. Výstup finalizujte v programu SketchUp a prezentujte jej na Google Earth

Výstupy: technická zpráva, 3D model

## **Struktura bakalářské/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).



.....  
doc. Ing. Dalibor Bartoněk, CSc.  
Vedoucí bakalářské práce

## **ABSTRAKT**

Táto práca je zameraná na zameranie historického objektu, kostola sv. Jána Krstiteľa, v Moravskom Svätom Jáne a vytvorenie 3D modelu tohto objektu. Objekt bol zameraný geodetickými metódami. Na meranie boli použité bezhranolová totálna stanica Leica TCR 803 power a GNSS aparátúra Leica Viva GS08 NetRover. 3D model objektu bol vytvorený softvérom Bentley MicroStation V8i a Trimble SketchUp. Model kostola bol následne vložený do databázy 3D modelov stavieb aplikácie Google Earth, kde bude sprístupnený širokej verejnosti ako dôležitý orientačný bod v dedine.

## **KLÚČOVÉ SLOVÁ**

3D model, kostol sv. Jána Krstiteľa, Microstation V8i, Trimble Sketch Up, Google Earth, geodetické zameranie

## **ABSTRACT**

This work is focused on measurement of the historical object, church of St. John the Baptist, in Moravský Svätý Ján and on creating of 3D model of this object. The object was measured by surveying methods. The reflectorless total station Leica TCR 803 power and GNSS aparature Leica Viva GS08 NetRover were used for measurement. 3D model of the object was created by software Bentley MicroStation V8i and Trimble SketchUp. The model of church was subsequently inserted to the database of 3D models of buildings of application Google Earth. The model will be available for the public on Google Earth as important landmark in the village.

## **KEYWORDS**

3D model, church st. John the Baptist, Microstation V8i, Trimble Sketch Up, Google Earth, geodetic surveying



## **Bibliografická citace VŠKP**

VADINA, Pavel. *3D model kostela v obci Moravský Svatý Ján.*. Brno, 2013. 37 s., 5 s. příl.  
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie.  
Vedoucí práce doc. Ing. Dalibor Bartoněk, CSc..

**Prohlášení:**

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

V Moravskom Sv. Jáne, dňa 23.5.2013

.....

podpis autora

Pavel Vadina

## **Pod'akovanie**

Rád by som poďakoval doc. Ing.Daliborovi Bartoněkovi, CSc. za vedenie mojej bakalárskej práce.

Ďalej ďakujem môjmu otcovi Pavlovi Vadinovi st. za pomoc pri zriaďovaní a zameriavaní siete meračských stanovísk a samotnom podrobnom meraní objektu.

Chcem poďakovať aj Ing.Kristíne Kováčovej za rady a pomoc pri zostavovaní textovej časti tejto práce.

Nakoniec by som chcel poďakovať Hane Hajdinovej za vyhotovenie fotografií objektu.

## OBSAH

1. ÚVOD .....	9
2. TEORETICKÝ ZÁKLAD.....	11
2.1 História obce Moravský Svätý Ján .....	11
2.2 História kostola sv. Jána Krstiteľa .....	12
2.3 INFORMÁCIE O OBJEKTE .....	13
2.3.1 Poloha objektu .....	13
2.3.2 Popis objektu .....	14
3. METÓDY.....	16
3.1 Metódy zberu dát .....	16
3.1.1 Laserové skenovanie.....	17
3.1.2 Fotogrametrické metódy.....	19
3.1.3 Technológia GNSS.....	20
3.1.4 Geodetické metódy .....	21
3.1.5 Metódy zberu dát – ostatné metódy .....	22
3.2 MicroStation .....	23
3.3 Google .....	24
3.3.1 Google Earth.....	24
3.3.2 Google 3D Warehouse .....	25
3.3.3 Trimble SketchUp .....	25
3.4 Groma.....	25
4. POSTUP PRÁCE .....	27
4.1 Zvolené metódy zberu dát a použité príslušenstvo .....	27
4.2 Zber dát .....	28
4.2.1 Meračská sieť.....	28
4.2.2 Vyhotovenie fotodokumentácie.....	30
4.2.3 Podrobné zameranie objektu .....	30

4.3	Spracovanie nameraných dát .....	31
4.4	Tvorba 3D modelu .....	32
4.4.1	Tvorba drôteného modelu v MicroStation-e.....	32
4.4.2	Tvorba 3D modelu v SketchUp-e .....	32
4.4.3	Export modelu do 3D Warehouse .....	33
4.4.4	Export modelu do Google Earth-u.....	33
5.	Záver .....	34
6.	Zoznam použitých zdrojov.....	35
7.	Zoznam použitých skratiek .....	36
8.	Zoznam príloh.....	37

# 1. ÚVOD

3D modely rôzneho druhu objektov sa v súčasnosti tešia stále väčšej popularite. Veľké množstvo firiem pohybujúcich sa v oblasti stavebníctva alebo projektovania využíva 3D modely stavieb pre ich vysokú výpovednú hodnotu o budúcom výsledku ich činnosti na prezentovanie ich projektov a záujmov. Táto forma prezentácie je ľahšie pochopiteľná pre laickú verejnosť, ktorá je schopná aj bez technických znalostí predstaviť si výsledky činnosti stavebných firiem a celkového výsledku úprav ich okolia.

Taktiež je možné prostredníctvom 3D modelov priblížiť verejnosti celé územné oblasti a jednoduchým spôsobom vytvoriť ilúziu o zapracovaní stavebných diel do krajiny a pôsobenia ich vzhľadu a funkcie na okolité prostredie.

Ďalšou možnosťou využitia 3D modelov stavieb je ich umiestnenie do interaktívnych elektronických mapových podkladov. Vzhľadom na veľký rozmach satelitnej navigácie je v záujme spoločností vytvárajúcich mapové podklady a aplikácie do satelitných navigačných prístrojov pokúsiť sa všetkými dostupnými spôsobmi čo najviac uľahčiť užívateľom ich navigáciu. Ako jedna z možností, ktorá pre uľahčenie navigácie prispieva, je umiestnenie 3D modelov významných, resp. charakteristických stavieb do máp navigačných prístrojov, ktoré sa v prípade priblíženia sa k týmto objektom v navigačnom prístroji zobrazia a uľahčia tým užívateľovi orientáciu.

Cieľom mojej práce však nie je prezentácia budúcich architektonických diel, ale prezentácia jedného z tých historických. Konkrétne cieľom mojej práce je:

- Zameranie historického objektu – rímskokatolíckeho kostola svätého Jána Krstiteľa v obci Moravský Svätý Ján.
- Po vonkajšom zameraní objektu vytvoriť 3D model tohto objektu a následne ho sprístupniť verejnosti prostredníctvom internetu pomocou aplikácie Google Earth.

K výberu tejto témy ma priviedlo to, že v dnešnej dobe je vďaka rozmachu a ľahkej prístupnosti dátových sietí a hlavne internetu možné šíriť medzi verejnosťou rôzne informácie. Prostredníctvom internetu je aj možné veľmi jednoducho a efektívne zvýšiť všeobecné povedomie občanov o historických objektoch a ako vedľajší produkt tohto snaženia aj povedomie o obciach, v ktorých sa tieto objekty nachádzajú.

Ideálnou pomôckou pre takúto činnosť vyzerajú byť interaktívne služby a aplikácie spoločnosti Google, na čele ktorých je aplikácia s názvom Google Earth, ktorej základná verzia je prístupná bez akýchkoľvek poplatkov a špeciálnych požiadaviek na prístrojové vybavenie a technické znalosti pre širokú verejnosť.

## 2. TEORETICKÝ ZÁKLAD

### *2.1 História obce Moravský Svätý Ján*

Obec Moravský Svätý Ján sa nachádza na západnom Slovensku. V okolí obce Moravský Svätý Ján sa archeológom podarilo nájsť pozostatky ľudskej činnosti už z obdobia neolitu. Ďalej bolo objavené veľké množstvo železných a bronzových predmetov datovaných do pred Veľkomoravského obdobia. Medzi bronzovými predmetmi bola objavená aj rímska minca datovaná do obdobia rokov 306-307.

Vo veľkomoravskom období bolo okolie obce hojne využívané, čo dokazujú aj početné nálezy predmetov z tohto obdobia.

Písomné údaje o tom, kedy obec ako taká vznikla, sa do dnešných dní nezachovali. V povestiach je však spomínané jej zničenie za tatárskeho vpádu v rokoch 1241-1242. Prvá písomná zmienka o obci Moravský Svätý Ján pochádza z roku 1449. Kde je obec spomínaná pod menom ZENTH JÁNOS. Do obce v rokoch 1540-1550 prišla z dnešného Nemecka a Švajčiarska cez Južnú Moravu kvôli prenasledovaniu komunita anabaptistov – habáni. Potomkovia habánov žijú v obci dodnes. V roku 1761 im však bol nariadený prechod na katolícku vieru (Leskovská, 2008).

Značný rozvoj zažila obec po roku 1743 po tom, čo sa panstvo z Ostrého Kameňa, pod ktoré obec patrila, rozhodlo, že presťahuje svoje sídlo do obce Moravský Svätý Ján. Odvtedy bolo toto panstvo označované ako Svätójánske. Do máp sa obec dostala v roku 1755 pri prvom mapovaní monarchie, o čom svedčí prípis o úhradu nákladov na vydržiavanie zememeračských komisií.

Prvá poštová stanica na okolí bola zriadená v obci v roku 1771. V roku 1778 bola v obci na základe povolenia cisárovnej Márie Terézie otvorená prvá škola s vyučovacím jazykom nemeckým, ktorá existovala až do roku 1884 (Leskovská, 2011). Od zrušenia poddanstva v roku 1848 sa obec neustále menila a rozširovala.



V roku 1891 bola do obce privedená železnica, ktorá prispela k značnému rozvoju obce. Približne od tohto roku sa v obci datuje aj začiatok prevádzky prvej lekárne.

Od obdobia 1. sv. vojny sa rozvoj obce na čas spomalil. K zmenám v hospodárskej situácii na území obce prišlo až na prelome 20-tych a 30-tych rokov 20. storočia počas budovania inundačných hrádzí a pohraničného opevnenia.

Za čias prvej Československej republiky v ťažkých časoch hospodárskych kríz, v obci fungovalo viacero urbárskych spoločností, obecný liehovar, sladovňa firmy Zweig z Olomouca a niekoľko hospodárskych dvorov v okolí obce. Od 30-tych rokov 19. storočia v obci pôsobili spolky ako Sokol, Orol, Slovenská liga a Československá obec legionárska.

Počas obdobia 2. sv. vojny otvorila v centre obce nemecká firma Salvator fabriku na konzervovanie zeleniny, ktorá v obci po viacerých premenách funguje z časti dodnes.

Od roku 1948 do roku 1989 bola časť územia obce susediaca s Rakúskom premenená na neprístupné pohraničné pásmo. V obci bolo roku 1952 založené JRD, ktoré počas čias socializmu spolu s konzervárňou zamestnávalo väčšinu obyvateľov obce.

V roku 1994 bol obnovený cezhraničný styk s Rakúskom pomocou dočasného pontónového mostu. Od roku 2005 je možné rieku Moravu prekročiť po ocelovom moste (Zajíčková a spol., 1999).

## ***2.2 História kostola sv. Jána Krstiteľa***

Na mieste dnešného kostola sv. Jána Krstiteľa stál pôvodne barokový kostol postavený v roku 1759 počas obdobia protireformácie. Bol postavený na mieste jeho ešte staršieho predchodcu, o ktorom sa však nedochovali bližšie informácie len to, že bol zničený pri požiari obce v roku 1609.

V rokoch 1840-1851 bol z bližšie neurčeného dôvodu vystavaný nový kostol v klasicistickom štýle. Išlo však len o výstavbu korpusu kostola, ktorá

bola pristavaná k barokovej veži z roku 1759. Podľa dochovaných zápisov v kanonických vizitáciách sa môžeme domnievať, že kostol v klasicistickom štýle bol postavený z dôvodu nevyhovujúcich rozmerov. Z tých istých zdrojov sa môžeme dozvedieť aj detailnejšie informácie o použitých materiáloch a rozmeroch barokovej stavby kostola z roku 1759. Vo vizitáciách je uvedené toto: „Kostol je vybudovaný z pevného materiálu, pokrytý šindľom, strecha, keďže zateká, vyžaduje opravu. Štvorcová veža nadväzuje na telo kostola. Bola postavená v roku 1759 z pevného materiálu. Má šindľovú strechu. Kostol i so sanktuáriom má dĺžku 13 siah, šírku 3 siah, výšku 3 siah. Veža je novopostavená z pevného materiálu. Jej výška spolu s dvojistou šindľovou strechou je 14 siah, dĺžka 2 siah, šírka 1,5 siah. Má 4 veľké a 6 malých okien. Sú na nej slnečné hodiny. Kostol má spolu so sakristiou 4 brány opatrené hrebeňmi, bez pokladničiek.“ (Zajíčková a spol., 1999). V blízkosti kostola sa v minulosti nachádzal aj cintorín, ktorý bol z hygienických dôvodov premiestnený do inej časti obce.

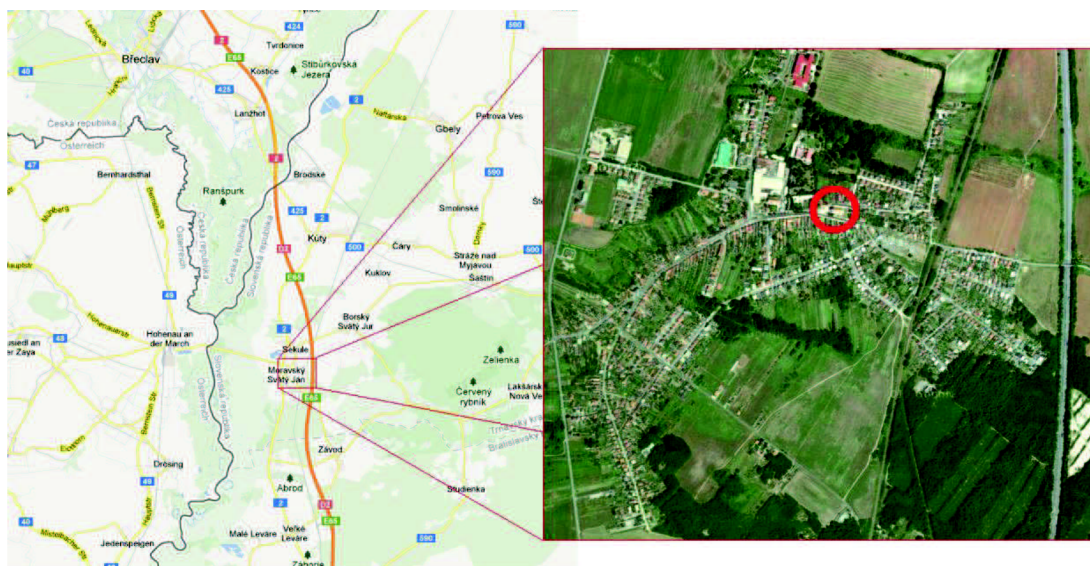
Z historických stavieb sa na území obce ešte nachádza pôvodne barokový dnes do secesnej podoby prestavaný kaštieľ, tri kaplnky, morový stĺp s plastikou Nepoškvrneného počatia Panny Márie postavený v roku 1824, viacero prícestných krížov a božích múk. Najväčšia kaplnka bola postavená roku 1839 na „habánskom dvore“ kaplnka je zasvätená Menu Panny Márie, druhá je osemuholníková kaplnka bližšie neurčeného stavebného slohu. Posledná, tretia kaplnka sa nachádza v areáli kaštieľa, je vystavaná z neomietnutých červených tehál. Pôvodne slúžila ako záhradný ateliér princa Hohenlohe.

## ***2.3 INFORMÁCIE O OBJEKTE***

### **2.3.1 Poloha objektu**

Hlavný farský rímskokatolícky kostol zasvätený svätému Jánovi Krstiteľovi, ktorého vypracovanie 3D modelu je cieľom mojej bakalárskej práce, sa nachádza v centre obce Moravský Svätý Ján, ktorá leží na území Slovenskej republiky. Obec sa nachádza neďaleko trojštátia Českej republiky, Rakúska a Slovenskej republiky. V obci je hraničný priechod do Rakúska.

Samotný kostol sa nachádza na východnom konci námestia Slovenského národného povstania. Na náprotivnej strane námestia sa nachádza morový stĺp. Hneď vedľa kostola sa nachádza fara, v ktorej sídli farský úrad.



Obr. 1: Poloha kostola sv. Jána Krstiteľa

### 2.3.2 Popis objektu

Kostol sa v dnešnej podobe skladá z barokovej veže, ktorá stojí na západnej strane stavby. Na vežu nadväzuje klasicistická hlavná loď, ku ktorej je na východnej strane pripojené kňazište a po stranách na konci hlavnej lode a začiatku kňazišťa je z južnej strany pristavaná sakristia a zo severnej strany je pristavaný samostatný vchod. Kostol je murovaný, na streche je pálená krytina - bobrovka. Na kostolnej veži sa na západnom priečelí nachádzajú hodiny, ktoré sú však v súčasnosti nefunkčné. Veža má trojstupňovú strechu s pálenou strešnou krytinou a na samom konci je zakončená kovovým krytom s ocelovým krížom. Na veži sa nachádza desať menších svetlíkov a tri lamelami zakryté okná, za ktorými sa nachádzajú zvony, štvrté okno slúži v súčasnosti ako prechod na podkrovie. Na západnom priečelí sa vo výklenku v stene nad hlavným vchodom do kostola nachádza plastika patróna kostola svätého Jána Krstiteľa. Vchody do kostola sú v súčasnosti štyri. Cez vežu je priechodný hlavný vchod. Na južnej strane hlavnej lode sa nachádza druhý vchod. Ďalšie dva vchody sa nachádzajú v postranných prístavbách. V minulosti sa na náprotivnej strane druhého vchodu nachádzal ešte jeden,

piaty vchod, ktorý je však v súčasnosti zamurovaný. Hlavná loď je osvetlená pomocou ôsmich polkruhovo zakončených empírových okien na každej strane hlavnej lode štyri. Šesť okien ústi do hlavného priestoru lode kostola a dve na chór na ktorom je umiestnený organ. Ďalej sa po stranách kňazišťa nachádzajú dve veľké polkruhové okná, tretie okno na východnej strane kňazišťa je zamurované. Ďalšie dve okná sa nachádzajú na východnej strane prístavieb po jednom na každej strane. Na kostole je v súčasnosti zrejmé značné poškodenie fasády a strešnej krytiny. Posledná rekonštrukcia bola vykonaná v roku 1994, kedy došlo k obnove interiérových náterov a vonkajšej fasády kostola. Zároveň bola vykonaná aj čiastočná rekonštrukcia strešnej krytiny. V interiéri bola obnovená aj všetka výzdoba v podobe plastík a všetky oltáre (Zajíčková a spol., 1999).



Obr. č. 2 Kostola sv. Jána Krstiteľa v Moravskom Svätom Jáne

## 3. METÓDY

### 3.1 Metódy zberu dát

Pred každou tvorbou priestorového modelu, či už stavby, terénu alebo celého územia je potrebné správne zvoleným spôsobom získať o modelovaných objektoch potrebné informácie, najmä informácie o polohe jednotlivých bodov, ktoré dané objekty vystihujú. Keďže cieľom tejto práce je vyhotovenie 3D modelu stavby, je potrebné získať informácie o polohe jednotlivých charakteristických bodov v reálnom trojdimenzionálnom priestore.

Vzhľadom na to, že ide o stavebný objekt je potrebné získať informácie o priestorovej polohe jednotlivých plôch a teda vlastne hrán, ktoré tieto plochy utvárajú a vytvárajú tak samotný objekt.

Spôsobov získavania týchto údajov existuje v dnešnej dobe veľké množstvo.

Ide o rôzne technológie a postupy, pomocou ktorých je možné priestorové informácie o polohe jednotlivých častí objektu získať.

Pred začatím prác na tvorbe modelu je potrebné zvážiť niekoľko aspektov, ktoré budú viesť k očakávanému výsledku našej práce.

- Po vedomostnej stránke, resp. stránke skúseností s prácou s daným vybavením.
- Zvážiť časové nároky na práce v teréne a pri spracovávaní získaných údajov.
- Veľmi dôležité je aj finančné hľadisko potrebné na vyhotovenie meraní, ich spracovanie a vyhotovenie požadovaných výstupov.
- Takisto je potrebné zvoliť správnu metódu aj s ohľadom na požiadavky resp. samotný vzhľad výsledného modelu.

Aspektov a kritérií pre výber potrebnej technológie je množstvo a záleží už len na vyhotoviteľovi, akú metódu a vybavenie použije.

V dnešnej dobe sa pri tvorbe 3D modelov objektov resp. modelov terénu uplatňujú najmä tieto metódy:

1. Laserové skenovanie ( pozemné, letecké, ... )
2. Fotogrametrické metódy ( blízka fotogrametria, DPZ, ... )
3. Technológia GNSS ( RTK, statické metódy, ... )
4. Geodetické metódy ( pozemné merania – terestriálne )
5. Radarová interferometria ( družicové, geologické, ... )
6. Špeciálne metódy ( sledovanie fyzikálnych veličín, ... )

### **3.1.1 Laserové skenovanie**

Technológia laserového skenovania je relatívne mladá technológia, ktorá sa v súčasnosti teší veľkej obľube. Počas niekoľkých desaťročí sa táto technológia používala prevažne na meranie vzdialeností. V priebehu času však boli zdokonalené zariadenia, ktoré emitujú pomocou diód samotný laserový lúč. Ako u všetkých elektronických prístrojov prišlo aj u týchto zariadení k zmenšeniu ich rozmerov a k zníženiu ich energetickej náročnosti. Takisto s rozvojom laserovej technológie a zvýšením počtu vyrábaných kusov, sa znížila predajná cena samotných zariadení, čo viedla k zvýšeniu ich dostupnosti pre užívateľov. Výrobcovia geodetických prístrojov si uvedomili veľký potenciál tejto technológie a začali s ňou experimentovať. Výsledkom ich experimentov bolo, že k laserovému diaľkomeru bola pripojená jednotka, ktorá zaznamenáva smer vysielaného laserového lúča. Takto vznikol pozemný laserový skener.

Samotný princíp fungovania pozemného laserového skenera je veľmi jednoduchý a v praktickom použití veľmi účinný. Laserový lúč je vysielaný vysielacou diódou pod určitým známym smerovým vektorom. Vyslaný lúč, resp. jeho časť, je odrazený od zameriavaného objektu späť k prístroju, kde je zaznamenaná prijímacou diódou. Z rozdielov časov od vyslania lúča po jeho prijatie, alebo na základe fázových posunov medzi vyslaným a prijatým laserovým lúčom a frekvencie daného laserového lúča sa vypočíta vzdialenosť zariadenia od zameriavaného objektu. Keďže je už pri vyslaní lúča známy jeho

smer, je na základe získaných údajov možné vypočítať polohu bodu, odkiaľ sa laserový lúč odrazil.

Ďalším vývojom a zdokonaľovaním laserových prístrojov dospeli výrobcovia k záveru, že pre ešte realistickejší vnem zo získaných údajov, by bolo potrebné doplniť tieto zariadenia možnosťou získavať o jednotlivých meraných bodoch aj iné informácie ako len ich polohu. K laserovým skenerom začali pridávať zariadenia, ktoré sú schopné na meranom bode získať aj informáciu napr. o jeho farbe. Posledné modely laserových skenerov sú vybavené digitálnym fotoaparátom zabudovaným priamo v tele prístroja, ktorý často pomocou hlavných optických častí prístroja zaznamenáva priestor, ktorý je pomocou skeneru snímaný. V kombinácii s tvorbou fotografií vyhotovovaných priamo prostredníctvom skenovacieho zariadenia, sú skenery schopné priamo určiť polohu daného zaznamenaného bodu na zosnímanej fotografii a tak tomuto bodu priradiť jeho výslednú farbu. Dokonca výrobcovia zašli už tak ďaleko, že je možné pomocou priamo k prístroju dodávaného softvéru premietnuť prístrojom zosnímanú fotografiu na vytvorený priestorový model.

Ďalším krokom vo vývoji laserových skenovacích zariadení bolo ich umiestnenie na letecké dopravné prostriedky, čím vznikol letecký laserový skener. O takýchto prístrojoch by sa dalo povedať, že sú to vlastne len upravené pozemné laserové skenery doplnené o zariadenia potrebné na určenie polohy skeneru v priestore. Nie je to však vždy úplná pravda existuje totiž veľa typov zariadení od rôznych výrobcov, ktorý svoje skenery upravujú a zdokonaľujú rôznym spôsobom. Do väčšiny leteckých laserových skenerov inštalujú ich výrobcovia gyroskopické zariadenia, pomocou ktorých je laserový skener udržiavaný v požadovanej rovine. Ďalej je k zariadeniam pridávaný GNSS prijímač, ktorý sa stará o určovanie polohy laserového skenera v priestore, a veľa iných či už hardvérových alebo softvérových prídavných zariadení. Tieto možnosti priameho určovania polohy skeneru pomocou technológie GNSS sa začali používať už aj v kombinácii s pozemnými skenermi, na určenie polohy jednotlivých stanovísk na ktorých laserový skener pracoval. Jednou z možností je na laserový skener pripevniť GNSS



anténu, ktorá v čase snímania laserovým skenerom určuje samotnú polohu zariadenia (Staněk a spol., 2007).



Obr. 3: Laserový skener Leica doplnený GNSS prijímačom  
([http://www.geotech.sk/img/Laserove-skenery-HDS/P20/P\\_0563\\_POWERPOINT\\_resize.jpg](http://www.geotech.sk/img/Laserove-skenery-HDS/P20/P_0563_POWERPOINT_resize.jpg))

Pozemné laserové skenery sú však v súčasnosti svojou cenou dostupné skôr väčším, resp. špecializovaným geodetickým firmám, ktorým sa ich stále značná nákupná cena vyplatí.

### **3.1.2 Fotogrametrické metódy**

Fotogrametria je veda, ktorá pre získavanie geometrických, rádiometrických a sémantických informácií o objektoch používa dvojrozmerné väčšinou digitálne fotografie. Väčšia časť merania sa vykonáva na samotných fotografiách daných objektov. Samotná fotografia prešla dlhým vývojom od jednoduchých meraní pomocou dierkovej komory cez vynález ďalekohľadu, vynález fotografie, objavenie priesekovej a stereografickej metódy až po dnešné digitálne vyhodnocovacie metódy.

Vývoj digitálnych technológií v oblasti počítačovej techniky v 80-tych rokoch minulého storočia znamenal obrovský rozvoj vo fotogrametrii. Urýchlenie prác potrebných na vyhodnotenie snímok prospelo k výraznému skráteniu času potrebného na vyhotovenie výsledných požadovaných produktov, či už v podobe ortofotomáp alebo 3D modelov rôznych objektov, alebo tiež k analýze výsledkov činnosti v rôznych odvetviach ako napr. medicína.



Pre nasnímanie stavebných objektov a vypracovanie ich priestorových modelov sa v súčasnosti najčastejšie používa tzv. prieseková fotogrametria. Je to jedna z najstarších fotogrametrických metód. Vo svojej podstate by sme túto metódu mohli prirovnať ku geodetickej metóde pretínania vpred. Princíp tejto metódy spočíva vo vyhotovení takých fotografií objektu, aby vzájomný uhol, ktorý zvierajú osy dvoch susedných snímok bol v rozpätí  $50^{\circ}$  –  $70^{\circ}$ . Na fotografiách je potrebné vyznačiť aspoň 6 identických bodov, ktoré by mali byť rovnomerne rozmiestnené na fotografii. Z tohto dôvodu je ideálne, aby sa fotografie v čo najväčšej ploche prekrývali. Vyhodnocovacia oblasť by mala byť viditeľná aspoň na dvoch, resp. troch vyhotovených a zorientovaných snímkach (Staněk a spol., 2007).

Táto metóda sa javí ako najmenej časovo náročná pre potreby vyhotovenia priestorových objektov a z tohto dôvodu je aj hojne využívaná. Pre presné rozmery výsledného rozmeru je ale potrebné používať na tento účel vyvinuté fotoaparáty, tzv. meračské. V každom prípade je však možné použiť aj neprofesionálne, tzv. nemeračské fotoaparáty, ktoré je však potrebné pred meraním kalibrovať, resp. zistiť hodnoty a skreslenia ich optických častí.

Pre dosiahnutie kvalitných výsledkov je v prípade použitia fotogrametrických metód potrebná značná skúsenosť pri vyhotovovaní fotografií a aj ich samotného spracovania a výslednej tvorby 3D modelov.

### **3.1.3 Technológia GNSS**

Ako bolo už vyššie spomenuté, technológia určovanie polohy pomocou technológie GNSS je v súčasnosti veľmi obľúbená. Táto technológia je v podstate prístupná kdekoľvek po celom svete. Takisto prístroje potrebné na príjem a spracovanie signálov navigačných družíc sú cenovo dostupnejšie. Pre potrebu dosiahnutia vyššej presnosti je potrebné ďalšie vybavenie, či už druhého prístroja umiestneného na známom bode potrebného pre diferenčné určenie vzájomnej polohy, a teda aj polohy v priestore, prepojeného s pohyblivým zariadením. tzv. roverom, pomocou rádiového signálu; alebo vzdialeného dátového prístupu pomocou GSM technológie k údajom zo sietí tvorených permanentnými stanicami prijímajúcich GNSS signálu ako napr. CZEPOS alebo SKPOS. Tento spôsob určovania polohy pomocou zariadenia

prijímajúceho GNSS signál a prijímajúceho korekcie zo siete permanentných staníc sa nazýva RTK.

Použitie GNSS technológií k zberu priestorových údajov sa javí ako ideálne pri tvorbe modelov terénu a určovanie polohy samotných snímacích systémov, ako sú napr. laserové skenery, fotokomory umiestnené na lietadlách a iných. Avšak GNSS technológie sú už menej vhodné, resp. nevhodné, na meranie za účelom vyhotovenia priestorových modelov stavieb.

### **3.1.4 Geodetické metódy**

Geodetické metódy patria k najrozšírenejším a najpoužívanejším metódam zberu priestorových údajov vôbec. Používajú sa vo viacerých odvetviach geodézie, napr. v odvetviach inžinierskej geodézie, katastra alebo v dnešnej dobe veľmi často spomínaného odvetvia GIS.

Tieto metódy sú v súčasnosti charakterizované elektronickými tachymetrami alebo, ak chceme, univerzálnymi meračskými stanicami, ktorým sa v bežnej praxi hovorí totálne stanice. Tieto ozaj univerzálne meracie stanice v súčasnosti kombinujú takmer všetky dostupné technológie používané v bežnej geodetickej praxi: či už ide o základné úlohy ako je meranie smerov a dĺžok a tým aj určenie polohy zameriavaných bodov vzhľadom k iným bodom, alebo určenie polohy samotného prístroja, t.j. stanoviska, pomocou výpočtov z priamo meraných hodnôt pomocou totálnej stanice, resp. pomocou doplnenia zariadenia o prijímač GNSS signálov. Zariadenia sú doplnené mechanizovaným alebo automatickým pohybovaním a diaľkovým ovládaním slúžiacim na účely automatického cielenia a vykonávania požadovaných úkonov na merača vybaveného diaľkovým ovládačom. Dokonca zariadenia, ktoré sú vybavené bezhranolovým diaľkomerným systémom sú schopné v určitej miere, aj keď za cenu pomalšieho merania na dané body, zastúpiť laserové skenery. Geodetické metódy zberu dát je možné použiť pri prakticky každej úlohe v geodetickej praxi.

Bezhranolové totálne stanice patria v dnešnej dobe k bežnému vybaveniu geodetických firiem. Samotné bezhranolové diaľkomery, u ktorých ako technické prevedenie dnes prevláda laserová technológia merania

vzdialeností, majú vďaka značnému pokroku v tejto oblasti pomerne veľký dosah. Získavanie údajov pomocou takýchto zariadení je komfortné a rýchle. Meranie je schopný vykonávať už po krátkom zaškolení takmer každý zamestnanec geodetickej firmy. Dôležité je to, že ako aj pri laserových skeneroch, ide o „bezdotykovú“ metódu merania priestorovej polohy bodov, kedy nie je potrebný priamy kontakt s objektom, čo by mohlo byť v niektorých prípadoch nežiaduce a pri vysokých alebo ťažko prístupných objektoch až nemožné. Spracovanie takto získaných údajov je možné pomocou bežného softvérového vybavenia, ktoré geodet používa v svojej praxi dennodenne. Takže nám ešte k tomu aj odpadá zdĺhavé zaškolenie pracovníkov. Ďalšou z výhod použitia bezhranolových totálnych staníc pre získavanie dát pre torbu 3D modelov je, že pri meraní dochádza k výberu dôležitých bodov na meranom objekte a tým zároveň ku prvotnej generalizácii výsledného modelu, čo je v prípade použitia laserových skenerov potrebné do značnej miery urobiť dodatočne pri spracovaní nameraných údajov.

Hlavnou nevýhodou tejto metódy je doba potrebná na uskutočnenie samotných meraní. Vzhľadom na rýchlosť dnešných laserových skenerov je metóda zberu väčšieho množstva dát pomocou totálnych staníc niekoľkonásobne zdĺhavejšia a z dôvodu potreby značenia si nameraných bodov do náčrtov aj namáhavejšia (Staněk a spol., 2007).

V prospech použitia bezhranolových totálnych staníc pri získavaní dát pre tvorbu priestorových modelov však hovoria ich výhody uvedené vyššie a predovšetkým pomer ich nákupnej ceny a úžitkovej hodnoty pre firmy.

### **3.1.5 Metódy zberu dát – ostatné metódy**

Medzi ostatné v dnešnej dobe často používané metódy patria radarové interferometrické metódy a metódy snímania rôznych fyzikálnych veličín.

S rozvojom družicových systémov a pokrokov v radarovej technológii prišlo k skombinovaniu týchto zariadení za účelom mapovania zemského povrchu. Mapovanie je uskutočňované pomocou radarov umiestnených na družiciach nachádzajúcich sa na obežnej dráhe Zeme. Radarmi vybavené družice sú schopné mapovať aj Zemský povrch, ktorý je zakrytý porastom, je pod snehovou pokrývkou, alebo sa nachádza na dne svetových oceánov.

Tieto zariadenia sú schopné poskytovať dáta len so značne hrubou presnosťou, a teda nie sú využiteľné pre presnejšie práce. Takisto treba podotknúť, že prístup k údajom získaným pomocou týchto družíc je pre bežného človeka takmer nemožný. Z tohto dôvodu sa takto získané údaje v bežnej geodetickej praxi nepoužívajú.

Častejšie sa so špeciálnymi zariadeniami vyhl'adávajúcimi zmeny fyzikálnych veličín, alebo tzv. podzemnými radarmi, stretávame pri činnosti pracovníkov, ktorý pod zemským povrchom niečo hľadajú. Ide hlavne o zamestnancov správcov sietí, geodetov vyhl'adávajúcich podzemné sieťové vedenia alebo archeológov pátrajúcich po historických artefaktoch. Na tieto účely bola vyvinutá celá škála rozmanitých zariadení, ktoré informujú ich používateľa o výskyte a následne aj o približnej polohe hľadaných objektov či anomálií.

Tieto zariadenia sú však použiteľné len na presne určený účel a nie sú využívané na tvorbu priestorových modelov či už stavieb alebo terénu. Iba ak by išlo o zmapovanie objektov ako sú už spomínané vedenia inžinierskych sietí alebo historické pamiatky bez toho, aby prišlo k ich odkryvaniu spod zemského povrchu (Staněk a spol., 2007).

### ***3.2 MicroStation***

MicroStation je program pochádzajúci z rúk odborníkov spoločnosti Bentley. Našiel široké uplatnenie v architektúre, stavebníctve či inžinierskych sieťach a pod.

MicroStation V8i sa využíva pri tvorbe 3D modelov objektov a budov a tieto modely obsahujú kompletnú informáciu o parametroch reálnych objektov. Tento program je jedinečný v oblastiach výmeny dát, podpore užívateľských požiadaviek a tiež obsahuje množstvo aplikácií, ktoré umožňujú verné prekreslenie objektu do 3D modelu. Po umiestnení určených súradníc bodov (2D alebo 3D) umožňuje MicroStation pomocou línie ich prepojenia a vytvorenia drátového modelu vytvoriť 3D model objektu.

Microstation pracuje vo vlastnom formáte DGN. Formát DGN nemá žiadne obmedzenia presnosti, veľkosti výkresu či počtu vrstiev. MicroStation ale nie je napevno spojený s formátom DGN, ale tiež dokáže otvoriť a uložiť aj súbory v iných formátoch a rovnako má možnosť priamo pracovať s DWG a DXF výkresmi vytvorenými v AutoCAD-e. MicroStation od verzie V8 umožňuje export v ňom vytvorených modelov priamo do aplikácií spoločnosti Google. (Sýkora, 2007).

### **3.3 Google**

Google je najznámejší internetový vyhľadávač na svete od americkej spoločnosti Google, Inc. Ako internetový vyhľadávač bol vytvorený v roku 1997 Sergejom Brinom a Larrym Pageom a približne 50% všetkých vyhľadávaní vo svete je práve cez google.com, ako uvádza server NetRatings. Spoločnosť google sa snaží stále inovovať svoje služby a ponúka množstvo sprievodných operačných systémov, softvérov a aplikácií.

#### **3.3.1 Google Earth**

Aplikácia Google Earth (GE) nám poskytuje možnosť vidieť Zem ako zo satelitu. Práca v nej je v podstate jednoduchá, ovládanie pomocou navigácie a základných ovládacích prvkov, napr. rotácia kamery, posun, zoom atď. GE poskytuje základnú variantu pre nekomerčné účely zadarmo, teda je dostupný naozaj širokej verejnosti. Takmer každý má možnosť vidieť ktorékoľvek miesto na Zemi – či už oceány, mestá, konkrétne budovy, historické pamiatky, je tu možnosť zobrazenia prieletu trasou medzi dvomi miestami, prezerania 3D modelov časti terénu, objektov a tiež je možné pripojiť a zobrazit' v GE vlastné dáta (formát KML alebo v jeho komprimovanej verzii KMZ) a dáta z iných serverov pomocou WMS. GE umožňuje vyhľadávať podľa názvu objektu, adresy či súradníc v systéme WGS84. Samozrejme sú dostupné aj platené verzie – Google Earth Pro, ktorý predstavuje verziu vhodnú pre výskum a prezentácie s využitím geografických informácií (Vrňáková, 2009).

Pomocou aplikácie Google Earth je možné aj plánovanie trás pre cestovanie. Stavebný objekt, ako je kostol v Moravskom Svätom Jáne, je

použitelný ako významný orientačný bod, pretože je viditeľný zo širokého okolia a hlavne zo všetkých hlavných pozemných komunikácií, ktoré obcou, resp. jej okolím, prechádzajú.

### **3.3.2 Google 3D Warehouse**

Spoločnosť Google dáva všetkým užívateľom voľný priestor pre uloženie 3D modelov a umožní ich vyhľadávanie. Týmto spôsobom sa môže autor 3D modelu podeliť so svojím výtvorom si širokou verejnosťou bez nutnosti vytvorenia vlastnej web stránky.

Galéria 3D modelov zahŕňa geograficky umiestnené modely, teda skutočné objekty presne umiestnené v GE a publikované v Galérii 3D objektov; a ostatné, geograficky neumiestnené modely (Vrňáková, 2009).

### **3.3.3 Trimble SketchUp**

SketchUp je veľmi obľúbeným softvérom architektov a dizajnérov. Pôvodne bol produktom spoločnosti @Last Software, neskôr Google Inc a momentálne spoločnosti Trimble. Podobne ako GE aj SketchUp existuje v platenej verzii, ale základná verzia je bezplatná.

Pôvodne mal SketchUp slúžiť na vytváranie konceptov pri tvorbe návrhov a poskytovať len skicy. Avšak vďaka schopnosti softvéru podrobne spracovať požadovaný detail našiel uplatnenie aj v mnohých iných oblastiach stavebníctva, kde je ideálnym programom pre návrh, skicovanie a dizajn, a teda spracovanie prvotného návrhu. Pre vytvorenie detailných 3D modelov možno použiť tradičné CAD produkty, ale práca s nimi je omnoho náročnejšia (Vrňáková, 2009).

## **3.4 Groma**

Groma je systém na spracovanie geodetických výpočtov, ktorý umožňuje z údajov z totálnej stanice získať výsledné zoznamy súradníc, výpočtové protokoly i kontrolnú kresbu. Tento systém je možné doplniť o rozširujúce moduly, ktoré sú buď bezplatne zahrnuté v štandardnej konfigurácii, alebo sa predávajú samostatne (viac na <http://groma.cz/cz/>).

Na polohové a výškové vyrovnanie geodetických sietí metódou najmenších štvorcov slúži Modul vyrovnania siete. Tento modul je plne integrovaný do prostredia systému Groma. Dáta môžeme priamo načítať zo zoznamu meraní preneseného z totálnej stanice bez ručného zadávania ([http://groma.cz/cz/mod\\_grmnet](http://groma.cz/cz/mod_grmnet)).

## 4. POSTUP PRÁCE

### 4.1 Zvolené metódy zberu dát a použité príslušenstvo

K zberu dát na získanie priestorových informácií o objekte bola použitá kombinácia niekoľkých metód.

Ako hlavné bolo zvolené geodetické zameranie objektu pomocou totálnej stanice značky Leica typ TCR 803 power. Táto totálna stanica vybavená bezodrazovým diaľkomerom s technológiou PinPoint je schopná za pomoci bezodrazového diaľkomeru zamerať polohu objektu na vzdialenosť až 400 metrov. Technológia PinPoint použitá u tohto typu totálnej stanice zabezpečuje minimálnu stopu laserového diaľkomera na zameriavanom objekte. Veľkosť tejto stopy je na vzdialenosť 200 metrov menej ako 8 centimetrov, teda na vzdialenosť 100 metrov menej ako 4 centimetre. Pričom vzdialenosť pri meraní podrobných bodov na objekte sa pohybuje v rozmedzí 30 až 50 metrov. A teda výsledná veľkosť laserovej stopy je v takom prípade najviac 2 centimetre. Táto technológia však zaručuje aj relatívne vysokú presnosť samotného merania dĺžok bezodrazovým diaľkomerom na úrovni 2 mm + 2ppm. Laserový lúč vychádza priamo z osi ďalekohľadu, čím odpadá jeho koincidencia so stredom zámerného kríža ďalekohľadu ako tomu bolo u predchádzajúcich modelov tohto výrobcu. Presnosť merania uhlov použitým typom totálnej stanice sa pohybuje na úrovni 3" čo predstavuje 1 mgon teda cca 10<sup>cc</sup> (Informačná brožúra Leica). Totálna stanica je vybavená laserovým centrovacím zariadením.

Na určenie polohy objektu v priestore bola použitá dvojfrekvenčná GNSS aparátúra v podobe roveru Leica Viva GS08 NetRover umožňujúca príjem signálov z družíc GPS a GLONASS doplnená kontrolerom (ovládačom) Leica CS10.

Na určenie polohy v tomto prípade bola využitá metóda RTK s pripojením do Slovenskej priestorovej observačnej služby GNSS – SKPOS. GNSS aparátúra prijímala z SKPOS pomocou vstavaného GSM modemu korekcie, ktoré boli zasielané prostredníctvom štandardu NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) s frekvenciou odosielania 1Hz v koncepcii VRS vo formáte RTCM 3.1. Pre výpočet nadmorských výšok v systéme Bpv



z nameraných elipsoidických výšok určených v systéme ETRS89 bol použitý v GNSS aparátúre inštalovaný Digitálny výškový referenčný model - DVRM verzia 05.2005 (<http://www.gku.sk/predmet-cinnosti/geodeticke-zaklady/gnss-uvod>).

Fotodokumentácia objektu bola vykonaná pomocou digitálnej zrkadlovky Sony Alpha 200 osadenej optikou s ohniskovou vzdialenosťou 18 - 70 mm s rozlíšením snímača 10 megapixelov a kompaktného fotoaparátu Sony DCS 600 vybaveného optikou nazývanou „rybie oko“ s ohniskovou vzdialenosťou 5,1 - 15,3 mm s rozlíšením snímača 6 megapixelov. Optika „rybie oko“ je výhodná na vyhotovovanie širokouhlých záberov, a teda záberov veľkých stavieb, okolo ktorých je relatívne málo priestoru s potrebou zachytiť na jednom snímku čo najväčšiu časť objektu.

Ako ďalšie príslušenstvo boli použité 4 statívy, 4 centračné podložky, 2 odrazové hranoly Leica GPR1 osadené v držiakoch Leica GPH1, 2 podstavce pre hranoly, 1 podstavec pre GNSS anténu, laserový diaľkomer Leica Disto D5, mini odrazový hranol Leica GMP111, 1 statív pre fotoaparát a ďalšie bežné príslušenstvo.

## **4.2 Zber dát**

### **4.2.1 Meračská sieť**

Pred započatím samotných meračských prác na objekte bola vykonaná rekognoscácia jeho okolia a samotná obhliadka objektu. Na základe zistených skutočností bol v okolí objektu pomocou geodetických klincov označených farbou, stabilizovaný potrebný počet bodov meračskej siete. Počet meračských stanovísk, z ktorých bolo vykonané podrobné zameranie objektu, bol kvôli členitosti a rozlohe objektu stanovený na desať. Z celkového počtu desať meračských bodov boli štyri body umiestnené v okolí objektu tak, aby tvorili taký štvoruholník, aby z každého bodu bolo možné vidieť dva susedné body. Tieto štyri body tvorili hlavnú meračskú sieť a boli pracovne označené číslami 4001 až 4004.

Zameranie meračskej siete prebiehalo následným spôsobom. Na bodoch hlavnej meračskej siete boli súčasne postavené štyri statívy vybavené

centračnými podložkami. Tieto podložky boli vycentrované nad body pomocou jedného centračného zariadenia, ktorým v tomto prípade bola totálna stanica. Tento postup bol zvolený z dôvodu minimalizovania chyby z centrácie, resp. aby jej hodnota bola na všetkých stanoviskách totožná. Na takto vycentrované podložky boli umiestnené dva odrazové hranoly nasadené na podstavcoch a jeden podstavec osadený GNSS anténou. Vždy tri pri sebe najbližšie stojace statívy v strede s totálnou stanicou plnili funkciu trojpodstavcovej sústavy a na štvrtom bode, na ktorý nebolo vidieť bol umiestnený nadstavec vybavený GNSS aparátúrou. Zameranie hlavných bodov meračskej siete bolo uskutočnené zameraním susedných bodov totálnou stanicou vo dvoch polohách ďalekohľadu a v troch skupinách. Pri meraní v ďalšej skupine sa používalo cielecie na odrazový hranol z opačnej strany ako v predchádzajúcej skupine (ľavá p.I, ľavá p.II - pravá p.I, pravá p.II- ľavá p.I, ľavá p.II). Ostatné meračské body boli zamerané len v jednej skupine v oboch polohách ďalekohľadu pomocou merania vzdialeností na mini hranol používaný pre presné vytyčovanie. V dvoch prípadoch a to pri bode č. 4005 (bod pred farou) a bode č. 4008 (bod v parku za kostolom) však pre zvlnenie terénu nebolo možné na tento hranol cielecie. V takomto prípade súradnice stanoviska boli určené pomocou výpočtu voľného stanoviska, teda metódy pretínania vzad. V okolí boli ešte na lampy verejného osvetlenia umiestnené tri kusy samolepiacich odrazových fólií o rozmeroch 2 x 2 centimetre, ktoré boli zamerané obdobným spôsobom ako meračské body č. 4005 až č. 4010. Tieto body boli označené ako body č. 4011 až č. 4013 a počas podrobného merania slúžili ako kontrolné body.

Meranie GNSS aparátúrou prebiehalo nasledovným spôsobom. V ovládači GNSS aparátúry bola nastavená dĺžka jedného merania a teda aj priemerovania prijímaných údajov na dobu 15 min. Meranie bolo na každom bode zopakované dva razy s potrebným odstupom medzi jednotlivými meraniami aspoň 1 hodina.

Výška prístrojov nad bodmi bola zistená tak, že pomocou laserového diaľkomera bola po vycentrovaní podložky zmeraná vzdialenosť výškovej značky na totálnej stanici (výšková značka predstavuje stred vodorovnej točnej osi ďalekohľadu totálnej stanice) a povrchu meračského klinca

s presnosťou na jeden milimeter. Výška totálnej stanice, teda jej základne po výškovú značku je 195 mm, čo je tá istá výška ako výška od základne podstavca pre odrazový hranol s nasadeným držiakom osadeným odrazovým hranolom po stred tohto odrazového hranola. Z toho vyplýva, že zmeraná výška totálnej stanice nad bodom je taká istá ako výška odrazového hranola nad tým istým bodom. Toto však neplatí u podstavca s nasadenou GNSS anténou. Táto výška bola určená vopred a je o 48 mm menšia ako v obidvoch predchádzajúcich prípadoch, a preto bola pri meraní GNSS aparátúrou hodnota výšky oproti výške totálnej stanice nad bodom o 48 mm zmenšená.

Po dokončení merania bolo vykonané u všetkých štyroch bodov hlavnej meračskej siete kontrolné zistenie výšky prístroja nad bodom, aby sa vylúčila chyba vzniknutá poklesom prístroja. U všetkých bodov hlavnej meračskej siete bola zistená nezmenená hodnota výšky prístroja.

#### **4.2.2 Vyhotovenie fotodokumentácie**

Pred začatím podrobného merania objektu bola vyhotovená fotodokumentácia pomocou kompaktného fotoaparátu, ktorej výsledky v podobe fotografií objektu slúžili počas merania ako meračské náčrty. Do fotografií objektu boli postupne tak ako boli zameriavané označované jednotlivé podrobné body formou krížika s označením príslušným číslom podrobného bodu. Číslo bodu bolo zapísané tak, aby sa nachádzalo na ploche objektu, ktorá sama alebo aspoň jej hrana obsahuje príslušný podrobný bod. Tento princíp sa však z dôvodu hustoty zameriavaných bodov nedá vždy dodržať, ale ak sa to podarí urýchli to spracovávanie nameraných hodnôt.

Pomocou digitálnej zrkadlovky a fotografického statívu boli vykonané detailné fotografie samotnej stavby a jednotlivých plastík umiestnených na objekte. Statív bol použitý z dôvodu vyhotovenia čo najviac ostrých snímok, a teda kvôli minimalizácii „rozmazu“ snímok, ktorý býva spôsobený otrasmami voľne v rukách držaného fotoaparátu.

#### **4.2.3 Podrobné zameranie objektu**

Podrobné meranie bolo vykonané polárnou metódou z postavenia prístroja nad vopred určenými meračskými bodmi so zameranými orientáciami vždy aspoň na dva body hlavnej vytyčovacej siete. Na objekte boli zamerané

všetky lomové body na hranách nosných konštrukcií, hranách otvorov (dverí a okien), hranách strešnej krytiny a hranách, kde sa napájali architektonické ozdoby a doplnky na nosné konštrukcie. Architektonické ozdoby v podobe ozdobných ríms a zdobených podhládov boli zamerané profilmi. Takisto bol pomocou profilov zameraný aj prierez horných častí veže, ktorá je značne členitá.

Zamerané boli aj blízke objekty v podobe dvoch plastík na podstavcoch a okolitý terén.

Meračské zápisníky a výpočtové protokoly sú súčasťou elektronickej prílohy tejto práce, rovnako ako aj naskenované náčrty práce.

### **4.3 Spracovanie nameraných dát**

Zmerané údaje boli spracované pomocou softvéru Groma. Na základe získaných údajov bola sieť vyrovnaná metódou najmenších štvorcov pomocou na tento účel určenej nadstavby softvéru Groma. Vyrovnanie bolo uskutočnené v miestnom súradnicovom systéme, tak že súradnice bodu č. 4001 boli určené ako pevné (nemenné) a u bodu č. 4002 bola určená ako nemenná súradnica X.

Nadmorské výšky meračských bodov v systéme Bpv boli získané nasledovným spôsobom: Prevýšenia medzi jednotlivými bodmi meračskej siete boli získané trigonometricky pri zameriavaní meračskej siete. Takto získané prevýšenia boli považované za bezchybné a boli podľa nich vyrovnané hodnoty nadmorských výšok jednotlivých bodov hlavnej meračskej siete získaných pomocou prevedenia nameraných elipsoidických výšok systému ETRS89 určených GNSS aparátúrou do systému Bpv pomocou výškového modelu DVRM05.

Súradnice podrobných bodov boli určené z nameraných údajov v miestnom súradnicovom systéme, v ktorom bol aj vypracovávaný drôtený model objektu. Takto získané súradnice boli následne pomocou systému Groma transformované do súradnicového systému JTISK03 a S-JTISK, ktoré sú súčasťou elektronickej prílohy práce.

Náčrt meračskej siete vid' príloha č.1

## **4.4 Tvorba 3D modelu**

### **4.4.1 Tvorba drôteného modelu v MicroStation-e**

Z aplikácie Groma boli exportované súradnice podrobných bodov priamo do aplikácie MicroStation. Podľa náčrtov podrobného merania boli tieto body následne pospájané, čím vznikol drôtený model. Okrem hrán stavby boli vytvorené aj priečne rezy architektonických prvkov ako rímasy a prierezy horných častí veže, ktoré slúžili ako matrica na ich vytvorenie v 3D modely.

Pre správne osadenie výsledného modelu bolo potrebné určiť polohu pôdorysu v zemepisných súradniciach systému VGS84, na čo bola využitá funkcia *geographic* s vopred určenými transformačnými kľúčami s S-JTSK do VGS84. Pomocou tejto funkcie bol exportovaný pôdorys stavby do formátu KML, ktorý je možné zobrazit' v aplikácii Google Earth z dôvodu správneho umiestnenia 3D modelu objektu vytvoreného v aplikácii SketchUp. Ďalej bol pomocou tejto funkcie exportovaný aj samotný drôtený model do formátu KML. Výsledné výstupy sú súčasťou elektronických príloh tejto práce.

Vid' príloha č.2 – drôtený model.

### **4.4.2 Tvorba 3D modelu v SketchUp-e**

Kvôli zložitosti výsledného drôteného modelu a nepravidelnosti a vysokej členitosti samotnej stavby bolo pristúpené k vytvoreniu nového modelu v aplikácii Trimble SketchUp. Rozmery pre tvorbu modelu boli odčítavané z drôteného modelu, ktorý bol vytvorený v MicroStation-e. Výsledný model je oproti realite značne zjednodušený, aby bolo rýchlejšie jeho prehliadanie v aplikácii Google Earth, K tvorbe modelu boli okrem základných funkcií aplikácie SketchUp využité aj doplnkové aplikácie, napr. CPoint Tool, Projections, Survey tool a Bezier curves.

Výsledný hrubý model bol otexturovaný pomocou vopred vyhotovených fotografií objektu a je k nahliadnutiu v elektronickej prílohe.

Lokalizácia modelu bola uskutočnená pomocou importovaného záberu lokality z aplikácie Google Earth, v ktorej bol pripojený vopred vyhotovený pôdorys stavby vo formáte KML takým spôsobom, že model bol transformovaný na tento pôdorys. Takto vytvorený model bol vyexportovaný vo formáte KML a je možné ho prezerat' v aplikácii Google Earth. Výsledné modely sú súčasťou elektronických príloh.

Pre veľkú časovú náročnosť vyhotovenia 3D modelu kostola a snahu o čo najvernejšie prekreslenie skutočného objektu do 3D modelu nebola v čase odovzdania bakalárskej práce dokončená časť veže, kde sú umiestnené hodiny na 100%. Pred vložením do GE bude však veža dokončená.

#### **4.4.3 Export modelu do 3D Warehouse**

Na to, aby bol model verejne prístupný, je potrebné ho umiestniť do Warehouse-u. Na export vytvoreného 3D modelu do galérie 3D Warehouse sme použili funkciu *Share model*. Následne je nutné sa prihlásiť k účtu Google. Po prihlásení k modelu vložíme popis a fotografiu objektu. 3D Warehouse vyhodnotí model podľa počtu polygónov buď ako jednoduchý, stredný alebo zložitý. Ak je model schválený ako reálny a je správne umiestnený na pôdorys v GE, je možné ho vložiť do vrstvy 3D budov aplikácie GE. Takýto model už je možné vyhľadať na GE pomocou kľúčových slov, napr. kostol Moravský Svätý Ján.

#### **4.4.4 Export modelu do Google Earth-u**

Model vytvorený v SketchUp-e vložíme do GE tak, že na GE zobrazíme miesto, kde sa model v skutočnosti nachádza a následne v SketchUp-e použijeme funkciu *Toggle terrain*, zobrazí sa nám zjednodušený terén. Ak sme s nastavením spokojní, v SketchUp-e je pripravený pohľad, ktorý sa zobrazí užívateľovi pri prvom prehlíadaní. Následne stačí už len umiestniť model do prostredia GE. Prezentáciu výsledného modelu vid' príloha č. 3.

## 5. Záver

V súčasnosti je vďaka ľahkej prístupnosti dátových sietí a internetu možné šíriť medzi verejnosťou rôzne informácie a efektívne tak zvýšiť všeobecné povedomie občanov o historických objektoch a aj povedomie o obciach, v ktorých sa tieto objekty nachádzajú.

Cieľom mojej práce bolo:

- Zameranie historického objektu, kostola sv. Jána Krstiteľ'a, v Moravskom Svätom Jáne geodetickými metódami. Na zameranie boli použité bezhranolová totálna stanica Leica TCR 803 power a GNSS aparátúra Leica Viva GS08 NetRover.
- Po zameraní vonkajšieho objektu bol vytvorený drôtený model objektu softvérom MicroStation V8i.

Priamy výstup z MicroStation-u by bol veľmi zložitý kvôli veľkej členitosti objektu a časovej náročnosti spracovania, preto bol ďalší postup zjednodušený a model znovu vytvorený v programe SketchUp na základe hodnôt odčítaných priamo z vyhotoveného drôteného modelu. Výsledný 3D model objektu bude vložený do databázy 3D modelov stavieb aplikácie Google Earth, kde bude v krátkom čase sprístupnený verejnosti ako dôležitý orientačný bod v dedine. Pre veľkú časovú náročnosť vyhotovenia 3D modelu kostola a snahu o čo najvernejšie prekreslenie skutočného objektu do 3D modelu nebola v čase odovzdania bakalárskej práce dokončená časť veže, kde sú umiestnené hodiny na 100%. Pred vložením do GE bude však veža dokončená. Zatiaľ je možné si model prezrieť na [www.vadreal.sk](http://www.vadreal.sk).

## 6. Zoznam použitých zdrojov

GEODETICKÝ A KARTOGRAFICKÝ ÚSTAV BRATISLAVA : *Geodetické základy* [online]. 2011 [cit. 2013-05-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.gku.sk/predmet-cinnosti/geodeticke-zaklady/gnss-uvod>>

GEOTECH : *Laserové skenery* [online]. 2008 [cit. 2013-05-08]. Dostupný z WWW: <[http://www.geotech.sk/img/Laserove-skenery-HDS/P20/P\\_0563\\_POWERPOINT\\_resize.jpg](http://www.geotech.sk/img/Laserove-skenery-HDS/P20/P_0563_POWERPOINT_resize.jpg)>

GROMA : *Hlavní strana* [online]. 2012 [cit. 2013-05-19]. Dostupný z WWW: <<http://groma.cz/cz/>>

GROMA : *Rozširujúci moduly – Vyrovnaní sítě* [online]. 2012 [cit. 2013-05-19]. Dostupný z WWW: <[http://groma.cz/cz/mod\\_grmnet](http://groma.cz/cz/mod_grmnet)>

LESKOVSKÁ, Jana. *O habánoch nielen v Moravskom Svätom Jáne*. Senica : Vladimír Durlák – Tlačiareň a kníhviazačstvo, 2008. 11-35 s.

LESKOVSKÁ, Jana. *Zabudnuté letné sídlo Márie Terézie*. Bratislava : D&D International Slovakia, s. r. o., 2011. 9-28 s.

STAŇEK, Vlastimil; HOSTINOVÁ, Gabriela; KOPÁČIK, Alojz. *Geodézia v stavebníctve*. Bratislava : Jaga group, s.r.o., 2007. 68-72 s. ISBN 978-80-8076-048-9.

SÝKORA, Peter. *Microstation V8 XM edition. Podrobná užívateľská príručka*. Brno : Computer press, a.s., 2007. 11-17s.

VRŇÁKOVÁ, Michaela. *Vytvorenie priestorového modelu historického objektu*. Diplomová práca. Praha : Vysoké učení technické v Praze, 2009, 19-20 s.

ZAJÍČKOVÁ, Mária; DRAHOŠOVÁ, Viera. *Moravský Svätý Ján*. Senica : Tlačiareň Durlák, 1999. 19-70 s. ISBN 80-85446-34-0.



## 7. Zoznam použitých skratiek

2D – dvojdimenzionálny

3D – trojdimenzionálny

AutoCAD – softvér pre projektovanie a konštruovanie

Bpv – Balt po vyrovnání

CZEPOS - Sieť permanentných staníc GNSS Českej republiky

DGN – formát MicroStation-u

DPZ – diaľkový prieskum Zeme

DWG – formát AutoCAD-u

DXF – centrálny formát pre kreslenie v AutoCAD-e

ETRS89 – európsky terestrický referenčný systém z roku 1989

GLONASS – globálny polohový systém (ruský)

GNSS – globálny navigačný satelitný systém

GPS – globálny polohový systém

JTSK03 – súradnicový systém Jednotnej trigonometrikej siete katastrálnej, nová realizácia S-JTSK z roku 2003

KML – formát pre zobrazenie geografických dát v Google Earth-e

KMZ – formát pre zobrazenie geografických dát v Google Earth-e

RTCM – formát pre GPS dáta ( Rádiotechnická komisia pre námorné služby)

RTS – rezortná transformačná služba

SJTSK - súradnicový systém Jednotnej trigonometrikej siete katastrálnej

SKPOS – Slovenská priestorová observačná služba GNSS

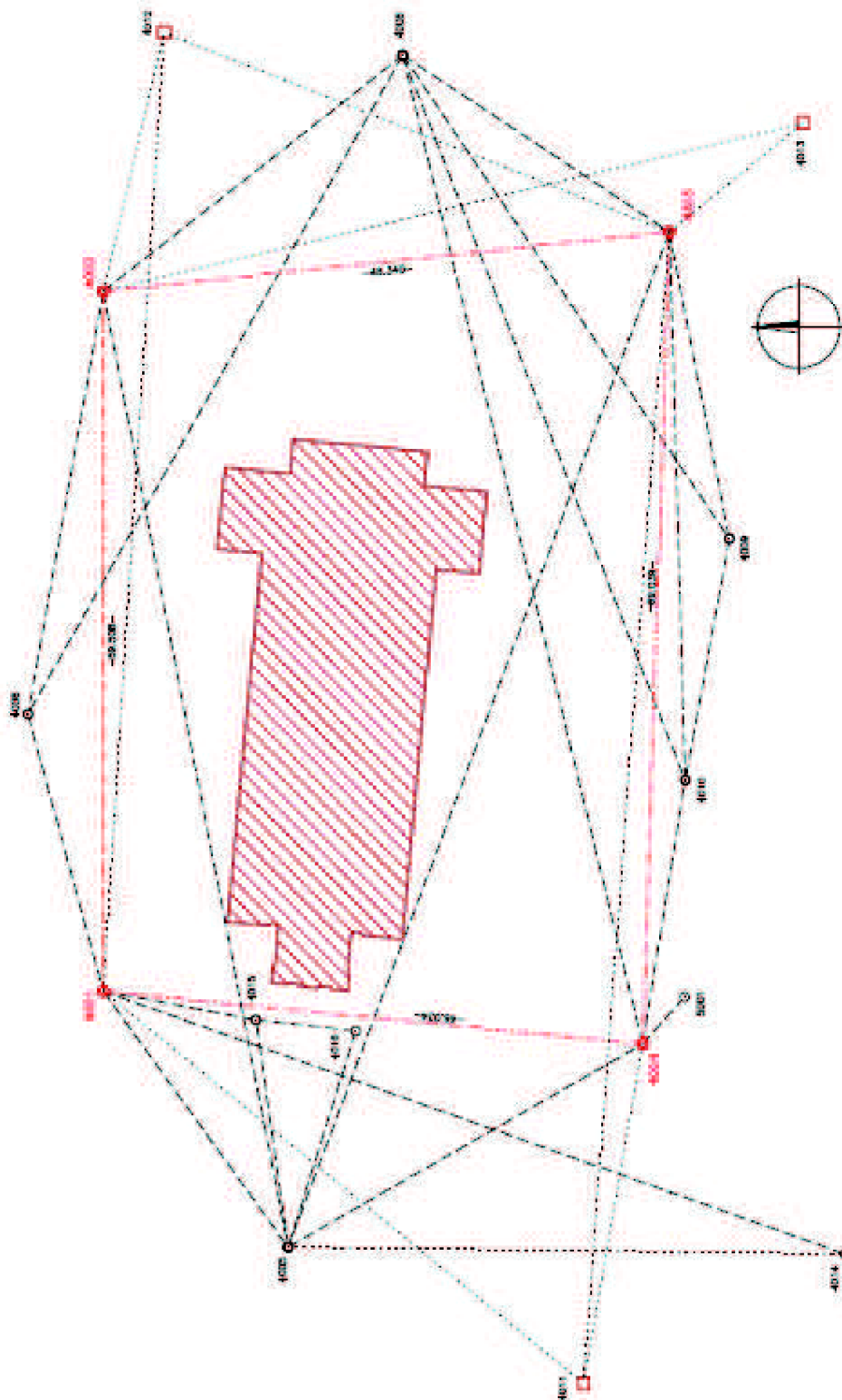
VRS – virtuálna referenčná stanica

WMS – webové mapové služby

## **8. Zoznam príloh**

1. Náčrt meračskej siete
2. Drôtený model – zobrazenie Google Earth
3. Prezentácia výsledného modelu
4. CD s výsledkami a meranými dátami

Príloha č.1 Náčrt meračskej siete



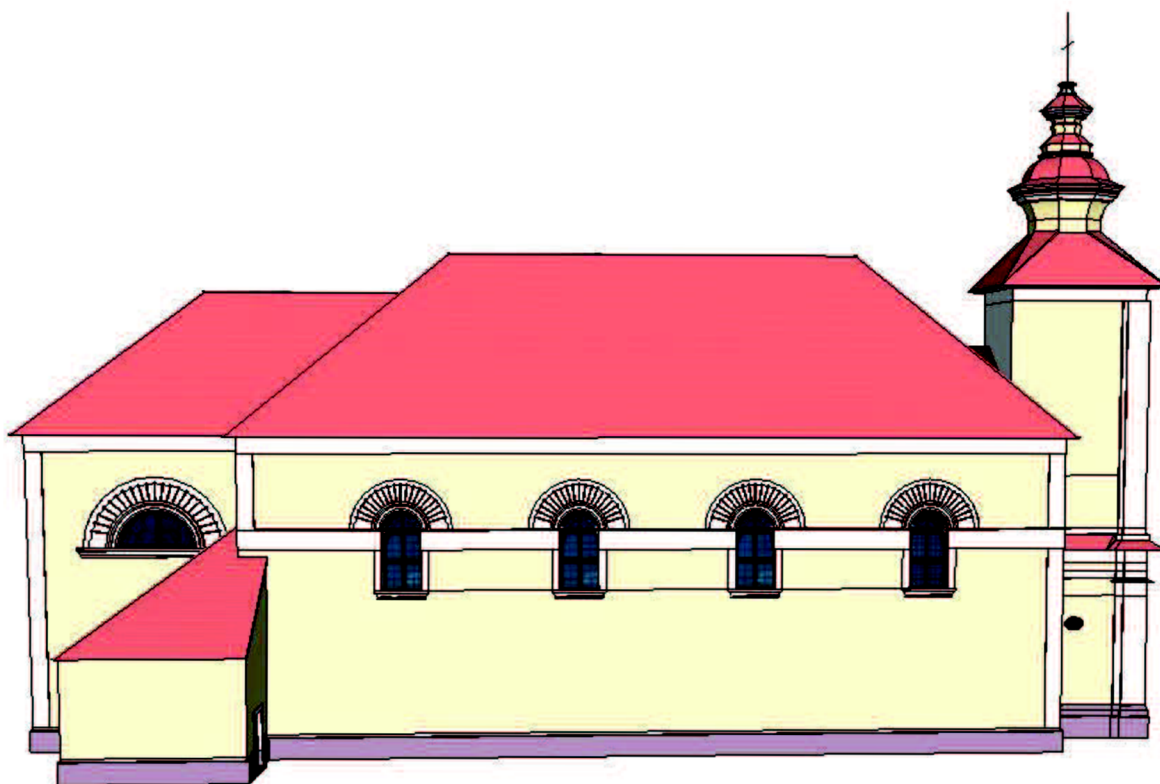
Príloha obr. č. 1 Náčrt meračskej siete

Príloha č. 2 Drôtený model



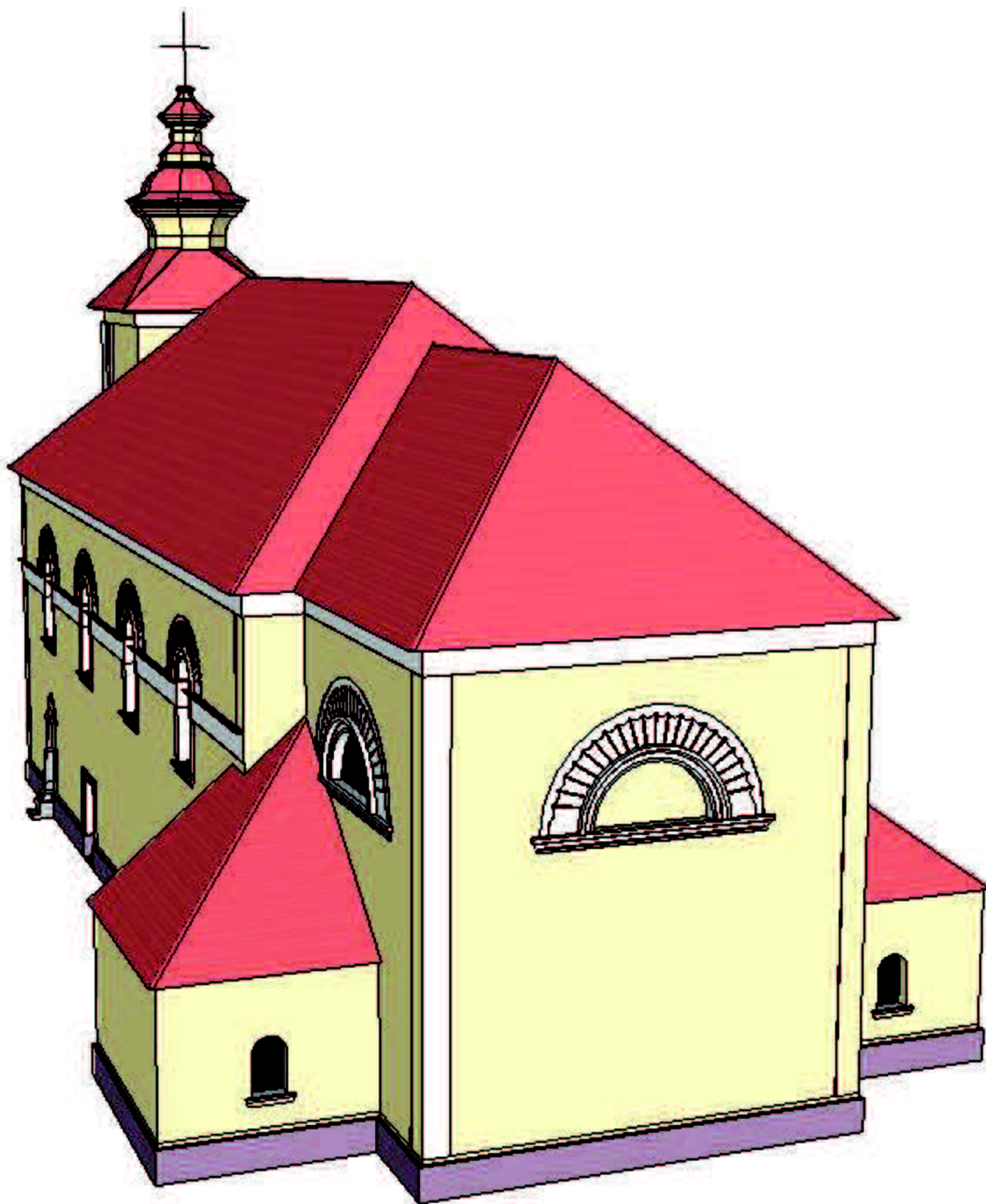
Príloha obr. č. 2 Drôtený model

Príloha č. 3 Prezentácia výsledného modelu



Príloha obr. č. 3 - Prezentácia výsledného modelu - severný pohľad





Príloha obr. č. 4 - Prezentácia výsledného modelu - juhovýchodný pohľad



Príloha obr. č. 5 - Prezentácia výsledného modelu - juhozápadný pohľad