



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

**FAKULTA STAVEBNÍ  
KATEDRA GEOMATIKY**

**TVORBA 3D MODELU V KONTEXTU CENTRA OBCE**

**CREATING OF 3D MODEL OF OBJECT IN CONTEXT OF VILLAGE  
CENTER**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Studijní program: Geodézie a kartografie  
Studijní obor: Geodézie a kartografie

Vedoucí práce: Ing. Jindřich Hodač, Ph.D

**Praha 2016**

**Jan Švejda**

---



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební  
Tháškurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

|                                          |            |                      |
|------------------------------------------|------------|----------------------|
| Přijmení: Švejda                         | Jméno: Jan | Osobní číslo: 423998 |
| Zadávající katedra: Katedra geomatiky    |            |                      |
| Studijní program: Geodézie a kartografie |            |                      |
| Studijní obor: Geodézie a kartografie    |            |                      |

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Název bakalářské práce: Dům Hostouň č.p. 112 (Kladno) - tvorba 3D modelu objektu v kontextu centra obce                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                          |
| Název bakalářské práce anglicky: House Hostouň No. 112 (Kladno) - creating of 3D model of object in context of village center                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                          |
| Pokyny pro vypracování:<br>- ve spolupráci se zadavatelkou proveďte rekognoskaci zaměřovaného objektu a přilehlé zástavby. Definujte typ a parametry výstupů projektu,<br>- navrhněte vhodné měřické metody a technologické postupy pro vytvoření definovaných výstupů,<br>- proveďte měřické práce v místě v nezbytném rozsahu s důrazem na možnosti kontroly přesnosti,<br>- zpracujte pořízená data do podoby výstupů,<br>- shrňte dosažené výsledky a zhodnoťte jejich přesnost a vypovídací schopnost v kontextu dalšího využití zadavatelkou. |                          |
| Seznam doporučené literatury:<br>Daněk, Jan - Tvorba účelové mapy manského dvora č.p. 2 v Kamýku nad Vltavou.<br>diplomová práce; Fakulta stavební, ČVUT v Praze, Praha 2013                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                          |
| Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Jindřich Hodač, Ph.D.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                          |
| Datum zadání bakalářské práce: 22. února 2016      Termín odevzdání bakalářské práce: 22. května 2016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |
| Podpis vedoucího práce                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Podpis vedoucího katedry |

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <i>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“.</i> |                     |
| 25.2.2016<br>Datum převzetí zadání                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Podpis studenta(ky) |

## **Abstrakt**

Náplní bakalářské práce je vytvoření 3D modelu objektu v kontextu centra vesnice v obci Hostouň. Práce popisuje vznik celého projektu od vytvoření měřické sítě přes zaměření objektu po vyhotovení výsledného 3D modelu.

## **Klíčová slova**

3D model, měřická síť, zaměření objektu, Hostouň

## **Abstract**

The content of the bachelor thesis is the creation 3D model of object in context of village center in Hostouň. The thesis describes the generation of the whole project from making surveying network via the initial measurement of object to the completion of final 3D model.

## **Key words**

3D Model, surveying network, measurement of object, Hostouň

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně a veškeré podklady, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu literatury.

V Praze dne 21. 5. 2016

.....

Jan Švejda

## **Poděkování**

Ing. Jindřichu Hodačovi, Ph.D. za vedení bakalářské práce.

Rodině za podporu a pomoc při studiu.

A hlavně Adamu Rigovi a Haně Rýglové za jejich rady, postřehy a výpomoc při měřických pracích.

## **Obsah:**

|                                                   |           |
|---------------------------------------------------|-----------|
| <b>Úvod</b>                                       | <b>7</b>  |
| <b>1. Hostouň</b>                                 | <b>9</b>  |
| 1.1 Historie obce Hostouň                         | 9         |
| 1.2 Objekt                                        | 11        |
| <b>2. Měřické práce</b>                           | <b>12</b> |
| 2.1 Rekognoskace a zaměřované objekty             | 12        |
| 2.2 Volba měřické sítě                            | 14        |
| 2.3 Stabilizace stanovisek                        | 15        |
| <b>3. Přístroje a pomůcky</b>                     | <b>16</b> |
| 3.1 Totální stanice Trimble 3603 DR               | 16        |
| 3.2 GNSS stanice Leica GS15                       | 18        |
| <b>4. Výpočty a zpracování dat</b>                | <b>19</b> |
| 4.1 Výpočetní software Groma                      | 19        |
| 4.2 Výpočet souřadnic stanovisek                  | 20        |
| 4.3 Výpočet souřadnic podrobných bodů             | 22        |
| <b>5. 3D model</b>                                | <b>23</b> |
| 5.1 Software Microstation                         | 23        |
| 5.2 Tvorba 3D modelu                              | 24        |
| 5.3 Vizualizace modelu a porovnání se skutečností | 26        |
| <b>6. Zhodnocení přesnosti</b>                    | <b>29</b> |
| <b>Závěr</b>                                      | <b>30</b> |

# Úvod

Projekt NAKI se zabývá proměnami venkovské architektury s důrazem na vývoj v 19. a 20. století. Spadá pod Ministerstvo kultury a na jehož řešení se podílejí pracovníci Akademie věd ČR a Fakulty stavební ČVUT. Hlavním cílem projektu je prezentace ohrožených historických a uměleckých hodnot venkovské architektury jako národního dědictví. Výzkum je zaměřen nejen na jednotlivé vybrané domy venkovských regionů, ale také na vývoj urbanismu vybraných obcí jednotlivých krajů ČR. Výsledky projektu budou přístupné odborné i široké veřejnosti a studentům ve formě výstav, katalogů či workshopů.

Jedním z požadavků tohoto projektu je tvorba 3D modelu vybraného objektu. Tento model bude sloužit společně s fotografiemi, mapami či plány k prezentaci umělecko-historických poznatků, které budou zpřístupněny na webových stránkách, v katalogích a na výstavách.

Pro tvorbu 3D modelu byl vybrán dům čp. 112 v obci Hostouň v okrese Kladno. Cílem této bakalářské práce bylo vytvoření kvalitního bodového pole v okolí objektu, zaměření stávajícího stavu zadaného objektu a vymodelování dostatečně podrobného 3D modelu stavebních objektů a okolí.



*Obr. 1 Fotografie domu čp. 112 v Hostouň v okrese Kladno*

Bakalářská práce je rozdělena do kapitol, které se věnují historii obce Hostouň a domu čp. 112, rekognoskaci území, tvorbě měřické sítě, definování měřených prvků a samotnému zaměření. Následuje výpočet naměřených dat, seznámení s programy používanými při výpočtech a modelování. Poslední část se podrobně věnuje samotné tvorbě 3D modelu, vizualizaci modelu a jeho porovnání se skutečností.

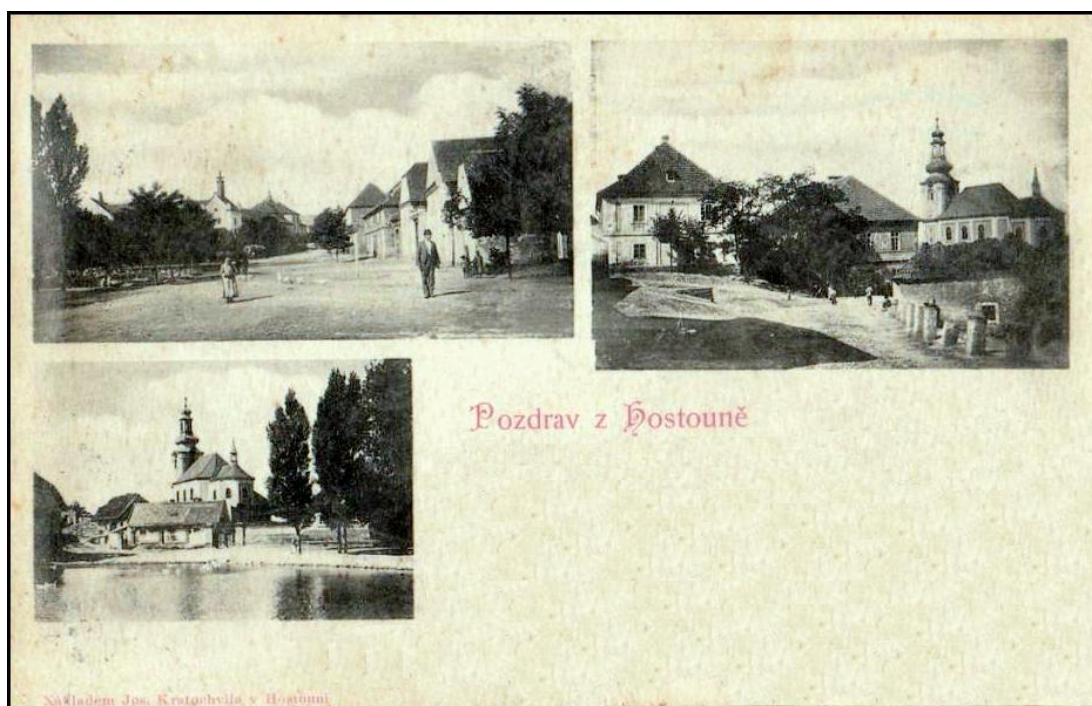


# 1. Hostouň

Obec Hostouň se nachází 16 km od centra Prahy v okrese Kladno, v kraji Středočeském.

## 1.1 Historie obce Hostouň

První písemná zmínka o obci pochází z roku 1294. V té době patřila Hostouň ke statkům pražského purkrabství. Za svoji více než sedmisetletou historií vystřídala obec velké množství majitelů, často některý z nich držel pouze část obce, nejčastěji dvůr s tvrzí. Nejvýznamnějším dvorem s tvrzí byl Šafránov, jehož pozůstatky, byť v značně chatrném stavu, jsou patrné dodnes.



Obr. 2 Historický pohled na obec Hostouň z roku 1899. [2]

Hostouň u Prahy byla velkou a bohatou obcí. Svědčí o tom i dva staré židovské hřbitovy. Na starší z nich, pocházející z 16. stol. se pochovávalo i z dalekého okolí. Na mladším z 1. poloviny 18. století je mimo jiné i hrobka rodiny Brandejsů, příbuzných známého židovského mecenáše Alexandra Brandejse. V obci se nachází barokní kostel sv. Bartoloměje z počátku 18. století, kolem kterého býval hřbitov. Když roku 1832 v Hostouni a v okolních vsích zuřila cholera,

nebylo již kam pohřbívat, proto se zemřelí na cholera pochovávali v těch místech, kde je hřbitov nynější. Hostouň měla také vlastní školu. Obecní záznam uvádí, že stará škola byla mezi léty 1785 – 1807 zbořena a postavena nová. Když jednotřídní škola nestačila pojmout vzrůstající počet školní mládeže, byla v roce 1847 postavena nová školní budova, která slouží dodnes. V roce 1932 žilo v obci 1352 obyvatel. Nacházel se zde úřad poštovní, telegrafní a telefonní, četnická stanice a sbor dobrovolných hasičů. V současnosti má obec pouze 1078 obyvatel (k 1. 1. 2015).

Jméno obce je odvozeno od jména původního majitele dvora. Ten se jmenoval Hostún, po něm byl pojmenován Hostounův dvůr a posléze Hostouň. *Při zpracování výše uvedeného textu bylo čerpáno z [1].*



*Obr. 3 Současný pohled na obec Hostouň od severozápadu*

## 1.2 Objekt

Předmětem modelování je dům čp. 112 nacházející se v katastrálním území Hostouň u Prahy, v okrese Kladno, na parcelách 132/4 a st. 47. Soubor budov je umístěn v centrální části obce v Jenečské ulici nedaleko kostela sv. Bartoloměje. Z dnešní polohy v blízkosti kostela se dá usuzovat, že dům patří k nejstarší zástavbě v obci. Dokazují to rovněž klenuté sklepy nacházející se pod západní částí budovy. Mapa Stablního katastru zachytila v roce 1840 stavbu v podobné poloze, v jaké se nachází dnes. Zřejmě spolu s dnešním čp. 132 a čp. 76 tvořila malou skupinu domkářských usedlostí v centru obce. Zřejmě v sedmdesátých letech 19. století byl dům přestavěn a rozšířen na východní straně do přilehlého dvora. Objekt sloužil jako hostinec, jeho součástí byl prostorný taneční sál a místnost sloužící k čepování piva. K další přestavbě došlo někdy mezi lety 1905-1916, kdy jeho tehdejší majitelé opět dům rozšířili, tentokrát pravděpodobně jižním směrem. Byly zvětšeny prostory sálu a byt majitele. Dnes se dům, který je obrácen hlavním průčelím směrem na západ k přilehlé Jenečské ulici, jeví jako jednoduchá přízemní stavba se sedmiosou fasádou. Na východní straně ke stavbě přiléhá obdélný dvůr. V domě se stále nachází bývalý rozměrný taneční sál a v západní části bývalý byt majitelů domu.

## 2. Měřické práce

V této kapitole se budeme věnovat obhlídce zaměřovaného území, definování rozsahu zaměření, zaměřovaným objektům, volbě měřické sítě a metodám zaměření podrobných bodů.

### 2.1 Rekognoskace a zaměřované objekty

První návštěva objektu se uskutečnila 24. listopadu 2015. Při této návštěvě bylo rozhodnuto o rozsahu zaměřovaného území, přibližném tvaru měřické sítě. Byla také pořízena fotodokumentace budov pro vyhotovení měřických náčrtů. Ačkoliv primárním objektem zájmu byl dům čp. 112, bylo rozhodnuto, že výsledný 3D model bude obsahovat nejen již zmíněný dům, ale i budovy v těsném okolí. (viz obr. 4)



*Obr. 4 Půdorys vytvářeného 3D modelu*

Tyto budovy byly při zaměřování a tvorbě modelu vytvořeny s vyšší mírou generalizace než je tomu u domu čp. 112. Bylo měřeno: významné body střechy, zdí, komínů, naznačení okenních otvorů, otvory pro dveře, schody, průnik zdiva s terénem a charakteristické body terénu v okolí budovy.

Dům čp. 112 byl zaměřen podrobněji: střecha včetně komínů, výstupků na střeše a střešních oken, fasáda budovy se všemi římsami, podezdívkami, výstupky, otvory včetně oken a dveří (hloubka oken i dveří, rozlišení okenních tabulí apod.), schody, přístřešky, body terénu v okolí budovy a průnik zdiva s terénem.



*Obr. 5 Dvůr od severu*



*Obr. 6 Dvůr od jihu*



*Obr. 7 Dům čp. 112 a přilehlé budovy od kostela*



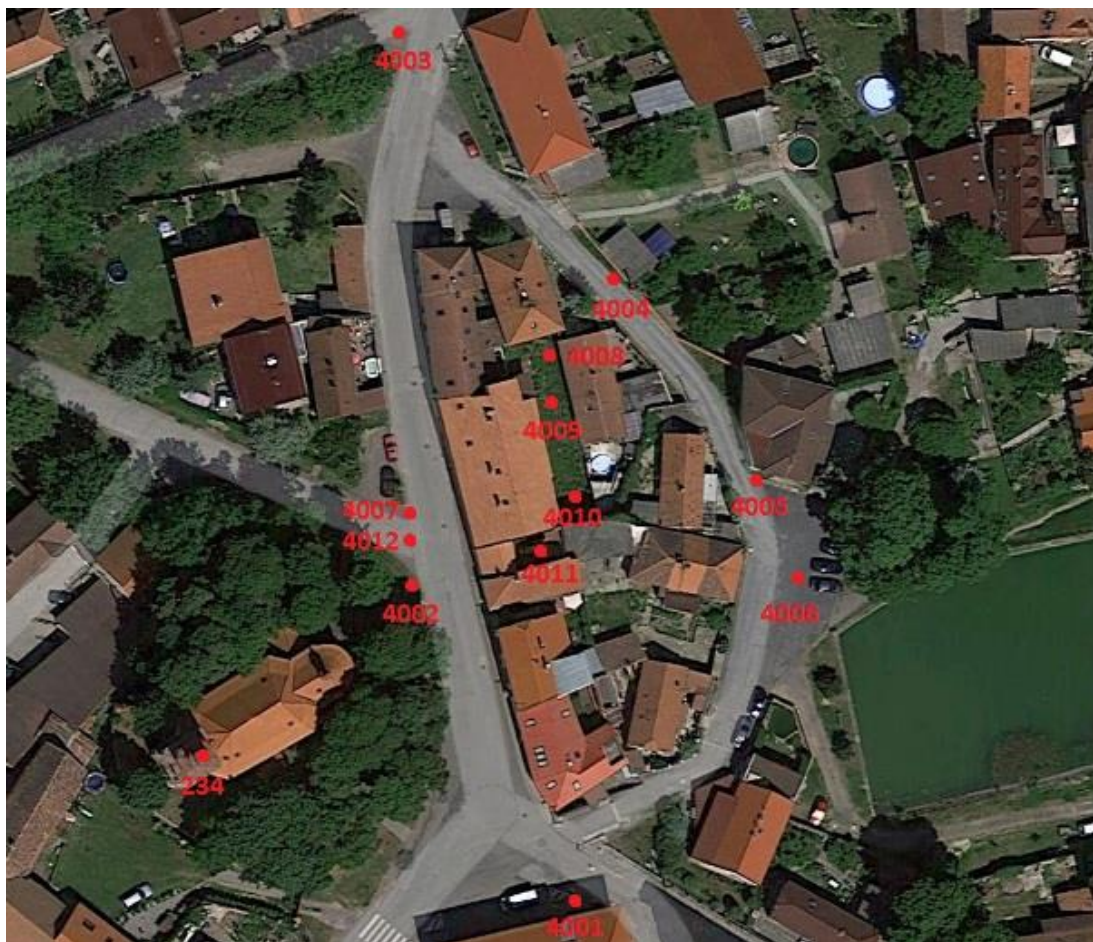
*Obr. 8 Pohled na obytné budovy*

Tyto podrobné body na objektu byly zaměřeny pomocí polární metody ze stanovisek měřické sítě, metodou volného stanoviska či rajonu. Jako doplňková metoda byla použita metoda konstrukčních oměrných, vhodná k zaměření pravoúhlých výstupků. Délky konstrukčních oměrných byly měřeny ručním dálkoměrem Leica Disto či svinovacím metrem. Při zaměřování objektu byly vyhotoveny měřické náčrty, které byly použity při samotné tvorbě 3D modelu a jsou přiloženy v příloze (viz. Příloha C.2). Celkem bylo změřeno 775 podrobných bodů, některé body jsou kvůli kontrole měřeny dvakrát z různých stanovisek.

## 2.2 Volba měřické sítě

Body měřické sítě byly voleny tak, aby splňovaly následující kritéria:

- *Zaměření nejvyššího počtu podrobných bodů na objektu*  
Kvůli hospodárnosti měřické sítě byla volena stanoviška tak, aby z nich bylo možno zaměřit co největší část objektu.
- *Zajištění vzájemné viditelnosti*  
Z jednoho stanoviška musí být vidět minimálně na dvě sousední, optimální je viditelnost více bodů.
- *Nezničitelnost stanovišek*  
Jelikož měření probíhalo nárazově, musela být zajištěna co možná největší pravděpodobnost nezničení stanoviška do dalšího měření. Body proto byly stabilizovány na místech s nejmenší možnou frekvencí pohybu chodců či dopravních prostředků.
- *Zhušťování sítě*  
Pro potřebu zaměření části objektu, který nebyl viditelný ze stávajících stanovišek, došlo ke zhuštění sítě. Nutná byla viditelnost na 3 body sítě (geodetická metoda „Volné stanoviško“) či vzájemná viditelnost alespoň jednoho bodu sítě (geodetická metoda „Rajon“)
- *Body zaměřené metodou GNSS*  
Kvůli nevyhovující síti bodů podrobného bodového pole bylo rozhodnuto o zaměření základních bodů sítě metodou GNSS. Nad těmito body se nesměly vyskytovat stromy, dráty vysokého napětí a vysoké budovy.



Obr. 9 Měřická síť

## 2.3 Stabilizace stanovišek

Stanoviska byla stabilizována pomocí nastřelovacích hřebů či dřevěných kolíků. Pro zpevněný povrch (např. asfaltová komunikace, dlážděný chodník apod.) bylo použito nastřelovacích hřebů. V případě povrchu nezpevněného (hlína, nezpevněná cesta, štěrk) byly použity dřevěné kolíky, do jejichž hlav byl tenkým lihovým značkovačem vyznačen jednoznačný bod. Oba druhy byly signalizovány pomocí zeleného signalizačního spreje nebo dřevěným kolíkem zatlučeným tak, aby byl z dálky vidět. Pro všechna stanoviska byly vypracovány geodetické údaje (viz. Příloha C.3).

### 3. Přístroje a pomůcky

Při měřických pracích byly použity tyto přístroje a pomůcky:

- *Přístroje:*
  - Totální stanice TRIMBLE 3603 DR
  - GNSS stanice LEICA GS15
  - Dálkoměr LEICA DISTO
- *Pomůcky:*
  - Stativ
  - Výtyčka s odrazným hranolem
  - Svinovací metr (5 metr)
  - Dřevěné kolíky
  - Nastřelovací hřeby
  - Signalizační sprej
  - Kladivo

#### 3.1 Totální stanice TRIMBLE 3603 DR

Trimble DR 3603 je totální stanice vyrobená firmou Trimble. Jedná se o třívteřinový přístroj, který je vybaven duálním fázovým dálkoměrem umožňujícím měření délek jak na měřický hranol, tak bez něj tzv. pasivním odrazem. Maximální dosah měření délek je pro odrazný hranol 1,5 – 3000m. Pro systém s pasivním odrazem je dosah uváděn na tzv. Kodak Grey, což je mezinárodní standard pro posuzování těchto dálkoměrů. Uváděná hodnota představuje minimální garantovaný dosah dálkoměru na šedý objekt s 18% odrazivostí za jakýchkoliv atmosférických podmínek, a pro tento přístroj činí 80m. Dosah tohoto systému je velmi ovlivněn odrazivostí nejen povrchu cíle, ale záleží na jeho barvě, struktuře, drsnosti a na stavu atmosféry. Nejvíce se to projevilo při zaměřování objektů s plechovým povrchem. Přístroj umožňuje mít zapnutou laserovou stopu po celou dobu měření, tudíž lze ručně hrubě zacílit bez použití dalekohledu přístroje. Tuto vlastnost jsem při práci velice ocenil. Přístroj obsahuje vnitřní paměť pro ukládání dat, dvě vyměnitelné baterie a sériové rozhraní RS-232 pro přenos dat z totální stanice do PC. *Při zpracování výše uvedeného textu bylo čerpáno z [7].*



| Režim měření délek            | Popis režimu           | Přesnost měření |
|-------------------------------|------------------------|-----------------|
| Na hranol (Prism)             |                        |                 |
| - STD                         | Standartní měření      | 2 mm + 2 ppm    |
| - FSTD                        | Rychlé standartní měř. | 3 mm + 2 ppm    |
| - TRK                         | Vytyčovací režim       | 5 mm + 2 ppm    |
| Dlouhý dosah (Reflex tape)    |                        |                 |
| - STD                         | Standartní měření      | 3 mm + 2 ppm    |
| - FSTD                        | Rychlé standartní měř. | 3 mm + 2 ppm    |
| - TRK                         | Vytyčovací režim       | 5 mm + 2 ppm    |
| Pasivní odraz (Direct reflex) |                        |                 |
| - STD                         | Standartní měření      | 3 mm + 2 ppm    |
| - FSTD                        | Rychlé standartní měř. | 5 mm + 2 ppm    |
| - TRK                         | Vytyčovací režim       | 10 mm + 2 ppm   |

Tab. 1 Přesnost měření délek totální stanice



Obr. 10 Trimble 3603 DR [5]

## 3.2 GNSS stanice LEICA GS15

Leica GS15 je třífrekvenční kompaktní GNSS přijímač s integrovanou anténou, který je vhodný pro RTK rover "vše na tyčce". Podporuje GNSS systémy GPS, GLONASS a Galileo. GS15 má vlastní operační systém a úložiště dat, takže může pracovat i odděleně bez kontroleru se sběrem dat pro post-processing.

Charakteristika přesnosti přístroje při určení polohy:

- *Diferenciální fáze post-processingu*

| <b>Statická a rychlá statická</b>   |                 |                    |                |
|-------------------------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| <i>Statická</i>                     |                 | <i>Kinematická</i> |                |
| Polohová                            | Výšková         | Polohová           | Výšková        |
| 5 mm+0.5 ppm                        | 10 mm + 0.5 ppm | 10 mm + 1 ppm      | 20 mm + 1 ppm  |
| <b>Statická s dlouhou observací</b> |                 |                    |                |
| <i>Statická</i>                     |                 | <i>Kinematická</i> |                |
| Polohová                            | Výšková         | Polohová           | Výšková        |
| 3 mm+0.5 ppm                        | 6 mm + 0.5 ppm  | 3 mm+0.5 ppm       | 6 mm + 0.5 ppm |

Tab. 2 Kritéria přesnosti GNSS stanice – post processing

- *Diferenciální fáze v reálném čase*

| <i>Statická</i> |                 | <i>Kinematická</i> |               |
|-----------------|-----------------|--------------------|---------------|
| Polohová        | Výšková         | Polohová           | Výšková       |
| 5 mm+0.5 ppm    | 10 mm + 0.5 ppm | 10 mm + 1 ppm      | 20 mm + 1 ppm |

Tab. 3 Kritéria přesnosti GNSS stanice – reálný čas

Při zpracování výše uvedeného textu bylo čerpáno z [3],[4].



Obr. 11 Leica GS15 [6]

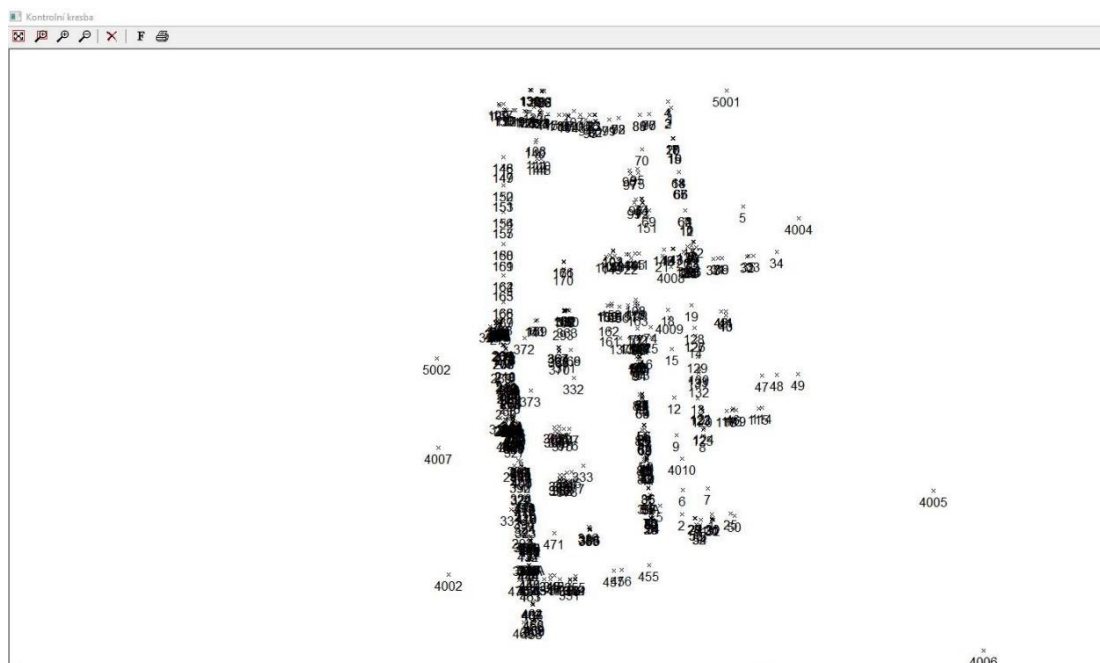
## 4. Výpočty a zpracování dat

V této kapitole se budeme zabývat různými druhy výpočtu souřadnic stanovisek, ze kterých byly vypočteny podrobné body, jimiž byl zaměřen objekt.

### 4.1 Výpočetní software Groma

Výpočty proběhly v programu Groma. Zvolil jsem si tento program kvůli jednoduché ovladatelnosti, znalosti softwaru z dřívějších let a možnosti přenosu vypočtených dat do prostředí programu Microstation.

Groma je geodetický systém pracující v prostředí MS Windows. Systém je určen ke zpracování geodetických dat. Lze v něm vypočíst veškeré základní geodetické úlohy. Dají se v něm zpracovávat surové údaje přenesené z totální stanice až po výsledné seznamy souřadnic a výpočetní protokoly. Obsahuje také jednoduchou kontrolní kresbu. *Při zpracování výše uvedeného textu bylo čerpáno z [8].*



Obr. 12 Vypočtené podrobné body zobrazené v kontrolní kresbě v programu Groma

## 4.2 Výpočet souřadnic stanovišek

Stanoviska 4001 – 4010 byla zaměřena metodou GNSS. Pro ověření nezávislosti měření byl každý bod změřen dvakrát. Souřadnice prvního zaměření, druhého zaměření a jejich rozdíly jsou uvedeny v tabulce 4.

| č. b. | 1. zaměření |            | 2. zaměření |            | Souřadnic. rozdíly |                |
|-------|-------------|------------|-------------|------------|--------------------|----------------|
|       | Y[m]        | X[m]       | Y[m]        | X[m]       | $\Delta Y$ [m]     | $\Delta X$ [m] |
| 4001  | 757985.37   | 1037876.21 | 757985.38   | 1037876.22 | 0,01               | 0,01           |
| 4002  | 758001.92   | 1037828.70 | 758001.93   | 1037828.72 | 0,01               | 0,02           |
| 4003  | 757994.95   | 1037753.86 | 757994.94   | 1037753.85 | -0,01              | -0,01          |
| 4004  | 757966.49   | 1037792.64 | 757966.47   | 1037792.63 | -0,02              | -0,01          |
| 4005  | 757952.85   | 1037820.29 | 757952.85   | 1037820.28 | 0,00               | -0,01          |
| 4006  | 757947.84   | 1037836.38 | 757947.84   | 1037836.38 | 0,00               | 0,00           |
| 4007  | 758002.96   | 1037815.90 | 758002.95   | 1037815.92 | -0,01              | 0,02           |
| 4008  | 757979.37   | 1037797.56 | 757979.39   | 1037797.58 | 0,02               | 0,02           |
| 4009  | 757979.56   | 1037802.69 | 757979.58   | 1037802.70 | 0,02               | 0,01           |
| 4010  | 757978.26   | 1037817.01 | 757978.27   | 1037817.00 | 0,01               | -0,01          |

Tab. 4 Souřadnice stanovišek určené metodou GNSS

Výškové určení stanovišek z prvního a druhého zaměření včetně jejich výškových rozdílů je uvedeno v tabulce 5.

| č. b. | 1. zaměření | 2. zaměření | Výškové rozdíly |
|-------|-------------|-------------|-----------------|
|       | Z[m]        | Z[m]        | $\Delta Z$ [m]  |
| 4001  | 344.29      | 344.32      | -0,03           |
| 4002  | 340.68      | 340.68      | 0,00            |
| 4003  | 334.41      | 334.41      | 0,00            |
| 4004  | 337.38      | 337.38      | 0,00            |
| 4005  | 340.34      | 340.34      | 0,00            |
| 4006  | 340.41      | 340.41      | 0,00            |
| 4007  | 339.59      | 339.59      | 0,00            |
| 4008  | 337.48      | 337.48      | 0,00            |
| 4009  | 337.55      | 337.54      | 0,01            |
| 4010  | 337.78      | 337.76      | -0,02           |

Tab. 5 Souřadnice stanovišek určené metodou GNSS

Výsledné souřadnice, které vstupovaly do výpočtu, jsou uvedeny v tabulce 6. Uvedena je i přesnost vyjádřena 3D kvalitou. Termínem 3D kvalita je myšlena směrodatná odchylka polohová ve 3D. [10]

| č. b. | Y [m]     | X [m]      | Z [m]  | 3D kvalita |
|-------|-----------|------------|--------|------------|
| 4001  | 757985.37 | 1037876.21 | 344.29 | 0,03       |
| 4002  | 758001.92 | 1037828.70 | 340.69 | 0.01       |
| 4003  | 757994.95 | 1037753.86 | 334.41 | 0.01       |
| 4004  | 757966.49 | 1037792.64 | 337.38 | 0.00       |
| 4005  | 757952.85 | 1037820.29 | 340.34 | 0.01       |
| 4006  | 757947.84 | 1037836.38 | 340.40 | 0.01       |
| 4007  | 758002.96 | 1037815.90 | 339.59 | 0.00       |
| 4008  | 757979.37 | 1037797.56 | 337.48 | 0.03       |
| 4009  | 757979.56 | 1037802.69 | 337.55 | 0.02       |
| 4010  | 757978.26 | 1037817.01 | 337.78 | 0.04       |

Tab. 6 Výsledné souřadnice stanovišek určené metodou GNSS

Kvůli blízkosti a dobré viditelnosti byl využit také zhušťovací bod bodového pole č. 234 umístěného na střeše věže farního kostela v Hostouni. Geodetické údaje toho bodu jsou uvedeny v příloze C.1.

| č. b. | Y [m]    | X [m]      | Z [m]  |
|-------|----------|------------|--------|
| 234   | 58040.64 | 1037848.25 | 375.90 |

Tab. 7 Souřadnice zhušťovacího bodu č. 234

I přes snahu o co nejlepší umístění měřické sítě nebylo možno zaměřit ze stávajících stanovisek některé části zaměřovaného objektu. Proto došlo k zhuštění měřické sítě čtyřmi body, a to 4011, 4012, 5001 a 5002.

- Bod 4011 byl vypočten rajonem z bodu 4012. Výška byla vypočtena trigonometricky.
- Bod 4012 byl vypočten jako volné stanovisko s orientacemi na body 4001, 4003 a 243. Výška byla vypočtena trigonometricky.
- Bod 5001 byl vypočten kombinací volného stanoviska a rajonu, za výsledné souřadnice byl zvolen průměr. Výška byla vypočtena trigonometricky, výsledná výška je průměr.
- Bod 5002 byl vypočten kombinací volného stanoviska a rajonu, za výsledné souřadnice byl zvolen průměr. Výška byla vypočtena trigonometricky, výsledná výška je také průměr.

V tabulce 8 jsou uvedeny výsledné souřadnice těchto bodů, které vstupovaly do výpočtu. Všechny protokoly o výpočtech jsou přiloženy v příloze A.2.

| č. b. | Y [m]      | X [m]       | Z [m]  |
|-------|------------|-------------|--------|
| 4011  | 757986.411 | 1037825.554 | 340.27 |
| 4012  | 758004.181 | 1037825.462 | 340.15 |
| 5001  | 757973.736 | 1037779.776 | 336.36 |
| 5002  | 758003.081 | 1037806.858 | 338.79 |

Tab. 8 Výsledné souřadnice stanovisek určené geodetickými metodami

### 4.3 Výpočet souřadnic podrobných bodů

Z vypočtených stanovisek byl polární metodou zaměřen zadaný objekt. Zaměřeno bylo celkem 775 podrobných bodů. Některé body byly z důvodu ověření přesnosti zaměřeny dvakrát z více stanovisek. Významné prvky objektu byly kromě podrobných bodů doplněny konstrukčními oměrnými mírami. Ty byly využity při tvorbě 3D modelu v programu Microstation. Všechny výpočetní protokoly jsou k nahlédnutí v příloze A.2.

## 5. 3D model

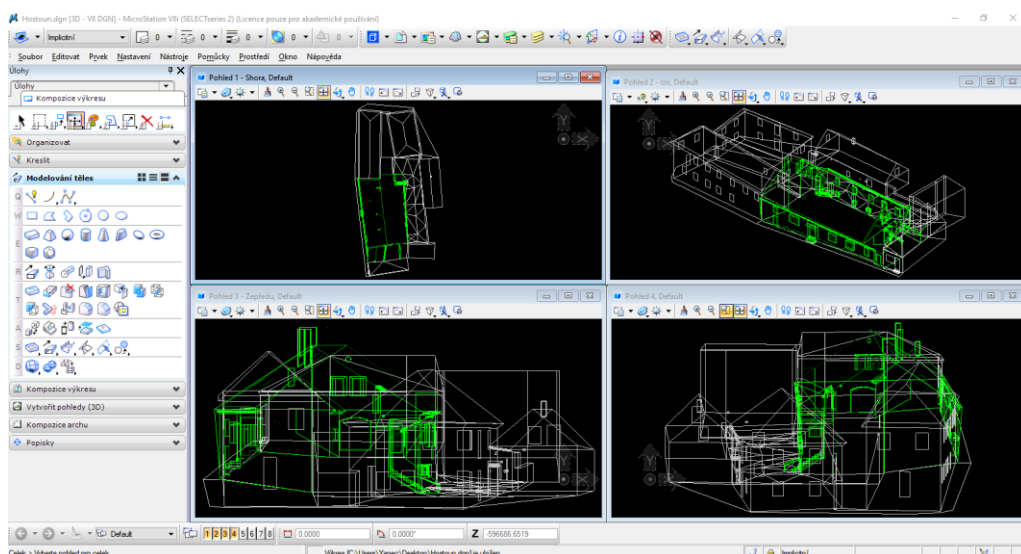
Z vypočtených souřadnic podrobných bodů zaměřených na objektu vytvoříme v programu Microstation 3D model. Model vychází ze samotného měření, tudíž umístění modelu v souřadnicové a výškové soustavě odpovídá skutečnosti.

### 5.1 Software Microstation

Microstation je vyvíjen společností Bentley a používá se pro architekturu, stavební inženýrství, dopravu, zpracovatelský průmysl, výrobní zařízení, státní správu a samosprávu a inženýrské a telekomunikační sítě.

Uživatelům umožňuje Microstation vytvářet 3D modely objektů a budov. Tyto modely a jejich jednotlivé části jsou elektronickou simulací reálných objektů a obsahují všechny informace o jejich parametrech. Tyto parametry i celé části modelů se přizpůsobují jednotlivým fázím životního cyklu objektu (návrh, projektování, výstavba, provoz), což zjednodušuje vedení projektu a zefektivňuje provoz objektu.

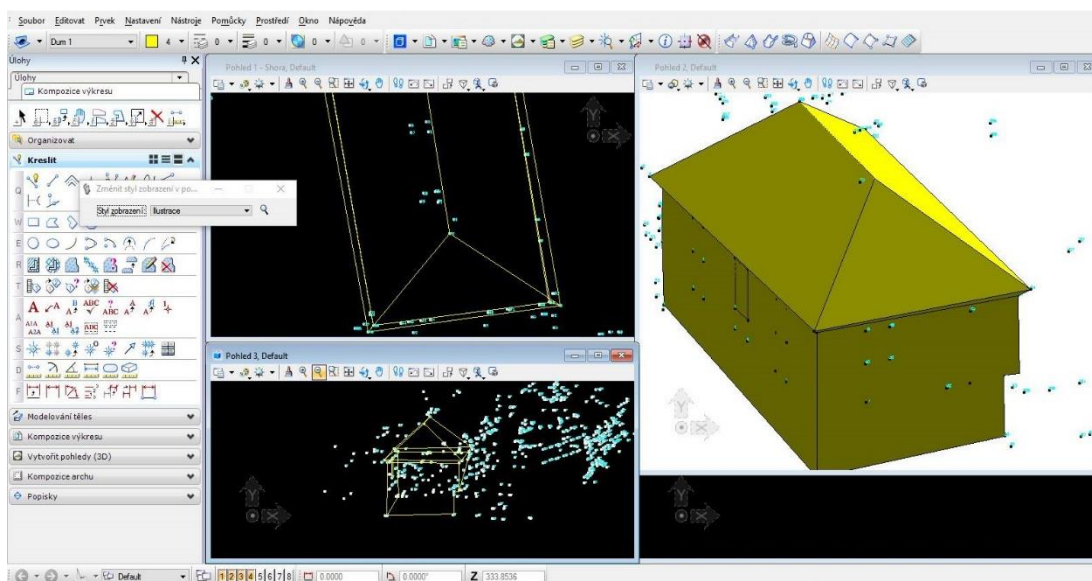
Výhodou programu Microstation je také práce s různými formáty. Ať už s přednastaveným formátem *dgn* nebo s formátem *dwg*, typickým pro program AutoCAD či export 3D výkresů do formátu *3D pdf*. Při zpracování výše uvedeného textu bylo čerpáno z [9].



Obr. 13 Pracovní prostředí programu Microstation

## 5.2 Tvorba 3D modelu

Po nahrání souřadnic podrobných bodů zaměřovaného objektu do prostředí Microstation byl vytvořen 3D model. Čísla bodů byla nahrána tak, aby se v každém pohledu (zprava, zleva, shora, apod.) zobrazila jako svislá a byla tak co nejlépe čitelná. Konstrukce lomových hran probíhala na základě měřických náčrtů, vyhotovených při měření v terénu. Každá hrana byla vytvořena funkcí **Umístit SmartLine**, která vytvořila linii mezi zadanými body. Byl předpoklad, že stěny objektů jsou svislé, proto ze zaměřených bodů byly vedeny svislice do zadané výšky prostorových bodů. Tím, že nebyly spojeny přímo prostorové body, bylo dosaženo pravidelné geometrie objektu a tím došlo k odstranění případných nepřesností při měření. Byly také zkonstruovány body ležící na průsečících či změřeny vzdáleností od již určeného bodu. Dále předpokládáme, že otvory (okna, dveře, apod.) jsou pravoúhlé. Při tvorbě těchto objektů byla využita funkce **Umístit obdélník**, která umožňuje nakreslit obdélník jak pravoúhlý, tak natočený. Pro vytvoření otvoru do roviny je nutno nadefinovat prvku atribut „otvor“ a funkcí **seskupit otvory** vytvořit jeden prvek s rovinou, v níž chceme daný otvor umístit. Pro vytvoření vyplněných ploch je nutno funkcí **Vytvořit útvar nebo uzavřený řetězec** spojit dané linie do jedné plochy. Vytvoří se tak jeden útvar, který je při přepnutí do jiného stylu zobrazení vyplněn plochou. To můžeme vidět na obrázku 14.

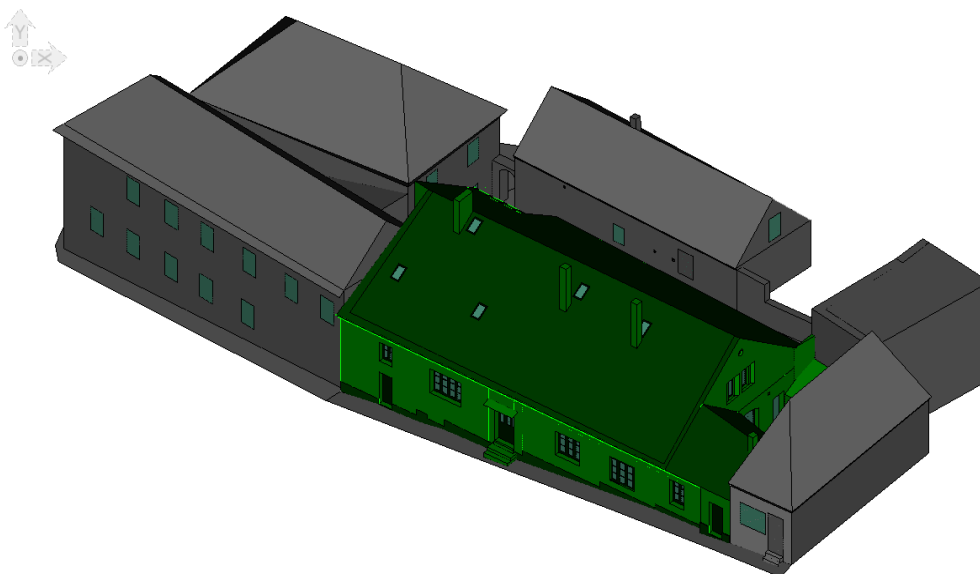


Obr. 14 Konstrukce domu čp. 132 s vizualizací



Další funkcí, která byla používána, je funkce **Vytáhnout těleso**. Tato funkce vytvoří těleso z ploch podle zadané vzdálenosti či požadavku, zda má být zajištěna pravoúhlost. Toho bylo využito při tvorbě komínů či podezdívky, která byla vytvořena jako plocha v rovině zdi a následně vytažena jako těleso. Další funkce, které byly využity při konstrukci 3D modelu jsou Kopírovat, Přesunout, Otočit, Změnit velikost, Zrcadlit, Vytvořit průsečík, Umístit kvádr a Oříznout plochy.

Výkres byl ukládán do vrstev. Vrstvy jsou rozděleny podle čísla popisného, které patří příslušným objektům. U hlavního zájmového objektu domu čp. 112 jsou vrstvy rozděleny následovně: okna, dveře, zdi, podezdívka a střecha. Ostatní zídky a stěny jsou uvedeny ve vrstvě ostatní. Měřený terén, komunikace a chodníky je ve vrstvě Terén.

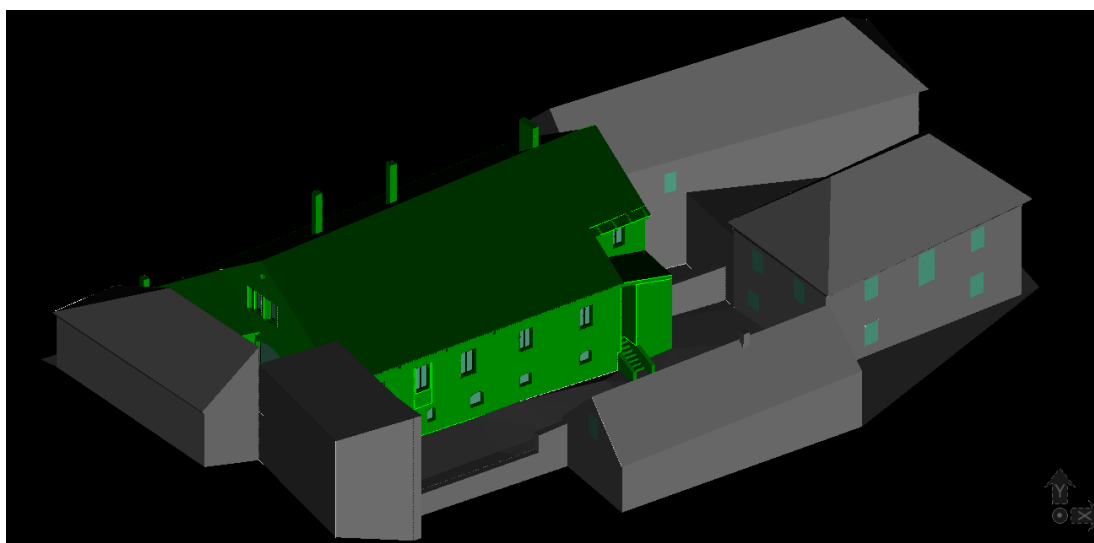


*Obr. 15 Výsledný model*

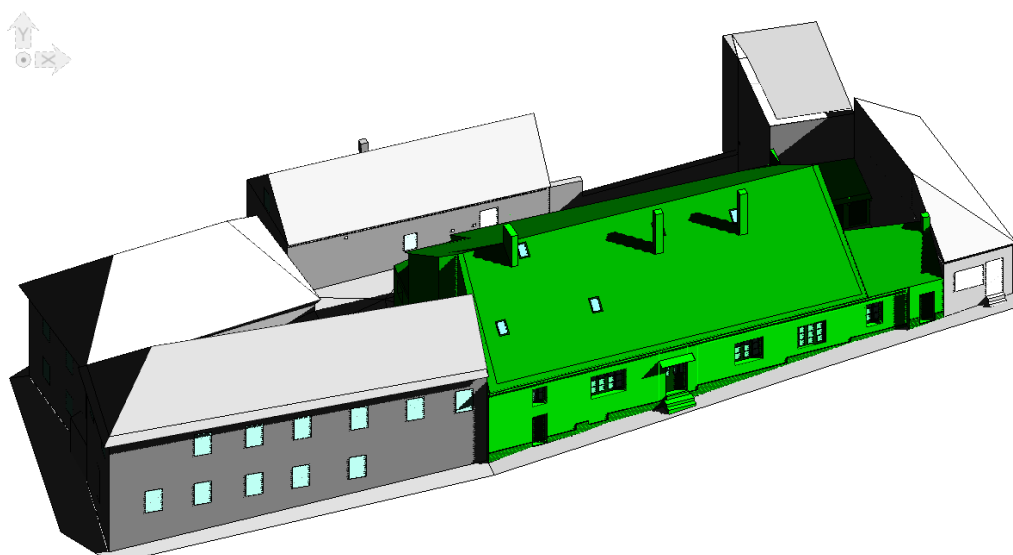
## 5.3 Vizualizace 3D modelu a porovnání se skutečností

Program Microstation umožňuje vizualizovat několika způsoby vytvořený drátový model. Nastavit se dá například styl zobrazení, celkový jas, rozměr pohledu, materiál či světlo.

Na obrázku 16 je vizualizace v hladkém zobrazení se světlem od jihovýchodu. Na obrázku 17 je vizualizace provedena v ilustraci se stíny, se světlem od jihu. Další vizualizace jsou k nahlédnutí v příloze B.2.

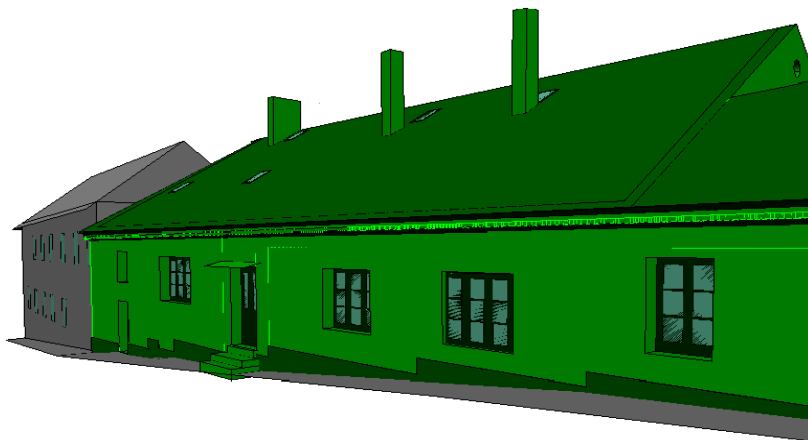


*Obr. 16 Model v hladkém provedení*



*Obr. 17 Model v ilustraci se stíny*

Na obrázcích 18, 19 a 20 je zobrazeno porovnání 3D modelu se skutečností. Na obrázku 18 je pohled na celkovou délku domu od silnice, na obrázku 19 je zachycen detail schodů pro vstup do domu ze dvora. Na obrázku 20 je zachycen detail zapuštěných oken na jižním průčelí budovy.



*Obr. 18 Pohled na objekt od silnice*



*Obr. 19 Pohled na schodiště*



*Obr. 20 Pohled na zapuštěná okna*

## 6. Zhodnocení přesnosti

Jedním z faktorů, kterým můžeme hodnotit absolutní přesnost modelu, je přesnost měřické sítě. Stanoviska měřické sítě byla měřena metodou GNSS. Průměrná směrodatná odchylka polohová ve 3D byla 0,016 m (v protokolech nahrazena termínem 3D kvalita). Z bodů měřické sítě proběhlo zaměření objektu polární metodou.

Při zaměření objektu byly kontrolně zaměřeny některé podrobné body dvakrát z různých stanovisek. Těchto bodů bylo celkem 7. Souřadnicové rozdíly bodů jsou uvedeny v tabulce 9. Pro konstrukci 3D modelu byly použity průměrné souřadnice. Průměrný souřadnicový rozdíl v ose Y byl 0,02 m. v ose X byl 0,02 m a ve výšce 0,01.

| č. b. | $\Delta Y$ [m] | $\Delta X$ [m] | $\Delta Z$ [m] |
|-------|----------------|----------------|----------------|
| 3     | 0.03           | 0.00           | 0.01           |
| 9     | -0.03          | 0.09           | 0.01           |
| 14    | 0.02           | 0.02           | 0.04           |
| 77    | -0.01          | -0.00          | -0.01          |
| 84    | 0.01           | -0.00          | 0.01           |
| 139   | 0.02           | 0.02           | 0.02           |
| 296   | 0.00           | 0.00           | 0.00           |

Tab. 9 Souřadnicové rozdíly kontrolně zaměřených bodů

Absolutní očekávaná přesnost výsledného modelu po dohodě se zadavatelem byla stanovena na 5 cm. Nebylo provedeno žádné specializované kontrolní měření. Nicméně vzhledem k přesnosti měřické sítě a kontrolně určených podrobných bodů můžeme konstatovat, že absolutní očekávaná přesnost byla splněna. Výsledný model bude sloužit k prezentačním účelům či k bádání stavebního vývoje, proto je tato přesnost dostačující.

Relativní očekávaná přesnost je dána mírou generalizace a úrovní detailů. Při konstrukci modelu byla předpokládána svislost stěn, pravoúhlost otvorů (okna, dveře, apod.) či jiných prvků (např. komín). Zaměřeny byly detaily na fasádě, podezdívka i jiné prvky, které svou velikostí přesáhly 2 cm. Generalizace a úroveň detailů odpovídá domluvě se zadavatelem.

## Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vytvoření kvalitního bodového pole v okolí objektu, zaměření stávajícího stavu domu čp. 112 v Hostouni a vymodelování dostatečně podrobného 3D modelu stavebních objektů. Práce mapuje postup jednotlivých činností, od představení objektu, přes vybudování měřické sítě, zaměření objektu a výpočet dat pro vytvoření 3D modelu, jeho vizualizaci a porovnání se skutečností.

První kapitola se zabývá obcí Hostouň, v níž se objekt nachází. Uvedeno je umístění a historie obce a poloha zaměřovaného objektu.

Druhá kapitola se věnuje měřickým pracím. Od obhlídky zaměřovaného objektu přes určení obvodu zaměření až po volbu měřické sítě. Upřesněné jsou požadavky pro stanoviště a způsob stabilizace. Představeny jsou jednotlivé objekty a prvky, které budou zaměřeny. Uvedený je také způsob zaměření podrobných bodů, počet podrobných bodů, doplňková metoda a zakres budov do měřických náčrtů.

Třetí kapitola uvádí přístroje a pomůcky, které byly použity při zaměření objektu. Zvláště pak zmiňuje totální stanici Trimble 3603 DR a GNSS stanici Leica GS15.

Čtvrtá kapitola popisuje postup výpočtu v programu Groma. Uveden je postup určení souřadnic stanoviště měřické sítě metodou GNSS, kontrolní měření, přesnost a výsledné souřadnice vstupující do výpočtu. Dále pak výpočet bodů, které zhustily měřickou síť a postup jejich zaměření. V závěru je uveden výpočet podrobných bodů.

Pátá kapitola je o tvorbě 3D modelu z naměřených podrobných bodů. V ní je nejprve představen program Microstation, v němž se model vytvářel. Je podrobně popsána tvorba 3D modelu, předpokládané skutečnosti, uvedeny jsou často používané funkce a struktura ukládání modelu do vrstev. Vytvořený model byl porovnán se skutečností a vizualizován podle různých stylů. Model je uložen ve formátech dgn, dwg a pdf. Výkresy jsou k nahlédnutí v příloze B.1.

Poslední kapitola je věnována zhodnocení přesnosti. Relativní očekávaná přesnost je ovlivněna generalizací a úrovní detailů. Absolutní přesnost byla po dohodě stanovena na 5 cm. Nebylo provedeno specializované kontrolní měření ověřující přesnost. Vzhledem k přesnosti měřické sítě a kontrolně určených podrobných bodů můžeme konstatovat, že přesnost byla splněna. Tato přesnost je postačující, neboť výsledný model bude sloužit k prezentačním účelům nebo ke zkoumání stavebního vývoje modelovaného domu. Je tedy možné, že model bude doplňován podle historického vývoje dalšími objekty. Dále by bylo vhodné vytvořit v dané lokalitě fotoplány zadaného objektu pro lepší znázornění skutečného stavu domu. Tyto fotoplány by se mohly jako ilustrace doplnit na zdi vytvořeného 3D modelu včetně textur ostatních povrchů. Vznikl by jiný druh vizualizace stávajícího objektu a další podklad pro bádání o historickém vývoji stavby.

## Seznam použité literatury a zdrojů

[1] Velká encyklopedie ČR, 2016, Znak a historie obce Hostouň:

<http://www.encyklopediecr.eu/cz/page/33843/hostoun-okres-kladno.html>,

cit: 3.4.2016

[2] Fotohistorie, 2016, Historické fotografie obce Hostouň

<http://www.fotohistorie.cz/Stredocesky/Kladno/Hostoun/Default.aspx>, cit: 3.4.2016

[3] Docplayer, 2016, Uživatelská příručka Leica cs15:

[http://docplayer.cz/8263585-Verze-3-0-cesky-leica-cs10-cs15-uzivatelska-](http://docplayer.cz/8263585-Verze-3-0-cesky-leica-cs10-cs15-uzivatelska-prirucka.html)

[prirucka.html](http://docplayer.cz/8263585-Verze-3-0-cesky-leica-cs10-cs15-uzivatelska-prirucka.html), cit: 15.4.2016

[4] Gefos ČR, 2016, GNSS stanice:

<http://www.gefos-leica.cz/cz/leica/produkty/110/viva-gnss>, cit: 15.4.2016

[5] Geokraft , 2016, Trimble 3603 DR:

[http://www.geokraft.ru/catalog/taheometry/trimble/trimble\\_3603\\_dr\\_gdm\\_3/](http://www.geokraft.ru/catalog/taheometry/trimble/trimble_3603_dr_gdm_3/),

cit: 15.4.2016

[6] Surveyequipment, Leica CS15:

<http://surveyequipment.com/leica-viva-cs15-smartpole/>, cit: 15.4.2016

[7] PROKOPOVÁ, Petra. Ověření technologie sběru a zpracování dat při použití totální stanice TRIMBLE 3603 DR. Praha, 2002. Diplomová práce. České vysoké učení technické. Vedoucí práce Ing. Milan Huml, CSc.

[8] GROMA, 2016, Domovská stránka programu Groma:

<http://www.groma.cz/cz/> , cit: 13.5.2016

[9] GISOFT, 2016, Microstation :

<http://www.gisoft.cz/MicroStation/MicroStation>, cit. 14.5.2016



[10] GNSS (GPS and GLONASS) Positioning used in used in Land Surveying and Engineering: [http://www.apegm.mb.ca/pdf/PD\\_Papers/GNSSPositioning.pdf](http://www.apegm.mb.ca/pdf/PD_Papers/GNSSPositioning.pdf), 2016, cit: 20. 5 .2016

## Seznam obrázků

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Obr. 1 Fotografie domu čp. 112 v Hostouni v okrese Kladno .....                    | 7  |
| Obr. 2 Historický pohled na obec Hostouň z roku 1899. [2].....                     | 9  |
| Obr. 3 Současný pohled na obec Hostouň od severozápadu .....                       | 10 |
| Obr. 4 Půdorys vytvářeného 3D modelu .....                                         | 12 |
| Obr. 5 Dvůr od severu .....                                                        | 13 |
| Obr. 6 Dvůr od jihu.....                                                           | 13 |
| Obr. 7 Dům čp. 112 a přilehlé budovy od kostela .....                              | 13 |
| Obr. 8 Pohled na obytné budovy .....                                               | 13 |
| Obr. 9 Měřická síť .....                                                           | 15 |
| Obr. 10 Trimble 3603 DR [5].....                                                   | 17 |
| Obr. 11 Leica GS15 [6].....                                                        | 18 |
| Obr. 12 Vypočtené podrobné body zobrazené v kontrolní kresbě v programu Groma..... | 19 |
| Obr. 13 Pracovní prostředí programu Microstation.....                              | 23 |
| Obr. 14 Konstrukce domu čp. 132 s vizualizací.....                                 | 24 |
| Obr. 15 Výsledný model .....                                                       | 25 |
| Obr. 16 Model v hladkém provedení .....                                            | 26 |
| Obr. 17 Model v ilustraci se stíny .....                                           | 26 |
| Obr. 18 Pohled na objekt od silnice .....                                          | 27 |
| Obr. 19 Pohled na schodiště.....                                                   | 28 |
| Obr. 20 Pohled na zapuštěná okna .....                                             | 28 |

## Seznam tabulek

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Tab. 1 Přesnost měření délek totální stanice .....                      | 17 |
| Tab. 2 Kritéria přesnosti GNSS stanice – post processing .....          | 18 |
| Tab. 3 Kritéria přesnosti GNSS stanice – reálný čas.....                | 18 |
| Tab. 4 Souřadnice stanovišek určené metodou GNSS .....                  | 20 |
| Tab. 5 Souřadnice stanovišek určené metodou GNSS .....                  | 20 |
| Tab. 6 Výsledné souřadnice stanovišek určené metodou GNSS.....          | 21 |
| Tab. 7 Souřadnice zhušťovacího bodu č. 234 .....                        | 21 |
| Tab. 8 Výsledné souřadnice stanovišek určené geodetickými metodami..... | 22 |
| Tab. 9 Souřadnicové rozdíly kontrolně zaměřených bodů.....              | 29 |

## Seznam příloh

### A – Přílohy k měřickým pracím

- Příloha A.1 - Ukázka protokolu měření GNSS
- Příloha A.2 - Ukázka výpočetního protokolu podrobných bodů

### B – 3D Model

- Příloha B.1 - Tabulka vrstev
- Příloha B.2 - Vizualizace objektu

### C – Měřické náčrty a schémata

- Příloha C.1 - Geodetické údaje bodu 234
- Příloha C.2 - Měřické náčrty
- Příloha C.3 - Geodetické údaje bodů měřické sítě

### D – Disk DVD

- **A - Protokoly z měření a výpočtů**
  - A.1 - GNSS měření
  - A.2 - Výpočet podrobných bodů a stanovisek
  - A.3 - Seznam souřadnic
- **B - 3D Model**
  - B.1 - Soubor.dgn
    - Soubor.dwg
    - Soubor.pdf
  - B.2 - Vizualizace objektu
  - B.3 - Tabulka vrstev
- **C - Měřické náčrty a schémata**
  - C.1 - Geodetické údaje bodu 234
  - C.2 - Měřické náčrty
  - C.3 - Geodetické údaje bodů měřické sítě

## Příloha A.1 - Ukázka protokolu měření GNSS

### SEZNAM SOUŘADNIC MĚŘENÝCH GNSS/RTK BODŮ

=====

Název zakázky: HOSTOUN

Popis zakázky: ----- , -----

Autor:

Datum a čas: 10.03. 2016

Typ přístroje: CS15

Výr. č. přístroje: 1576211

| Č.b. | Y         | X          | H      | kód   | 3D kval |
|------|-----------|------------|--------|-------|---------|
| 4002 | 758001.91 | 1037828.70 | 340.68 | ----- | 0.02    |
| 4002 | 758001.92 | 1037828.69 | 340.72 | ----- | 0.06    |
| 4002 | 758001.93 | 1037828.71 | 340.66 | ----- | 0.03    |
| 4003 | 757994.95 | 1037753.86 | 334.40 | ----- | 0.03    |
| 4003 | 757994.94 | 1037753.85 | 334.41 | ----- | 0.02    |
| 4004 | 757966.48 | 1037792.64 | 337.37 | ----- | 0.02    |
| 4001 | 757985.37 | 1037876.21 | 344.29 | ----- | 0.03    |
| 4004 | 757966.49 | 1037792.64 | 337.38 | ----- | 0.02    |
| 4005 | 757952.85 | 1037820.29 | 340.34 | ----- | 0.02    |
| 4005 | 757952.86 | 1037820.28 | 340.35 | ----- | 0.05    |
| 4006 | 757947.84 | 1037836.38 | 340.40 | ----- | 0.01    |
| 4006 | 757947.83 | 1037836.37 | 340.42 | ----- | 0.02    |
| 4007 | 758002.96 | 1037815.90 | 339.59 | ----- | 0.02    |
| 4007 | 758002.96 | 1037815.91 | 339.59 | ----- | 0.03    |
| 4008 | 757979.37 | 1037797.56 | 337.48 | ----- | 0.03    |
| 4009 | 757979.56 | 1037802.69 | 337.55 | ----- | 0.02    |
| 4010 | 757978.26 | 1037817.01 | 337.78 | ----- | 0.04    |

## A.2 - Ukázka výpočetního protokolu podrobných bodů

[1] POLÁRNÍ METODA

Orientace osnovy na bodě 4004:

| Bod  | Y          | X           | Z      |
|------|------------|-------------|--------|
| 4004 | 757966.490 | 1037792.640 | 337.38 |

Orientace:

| Bod  | Y          | X           | Z |
|------|------------|-------------|---|
| 4005 | 757952.850 | 1037820.290 |   |
| 4006 | 757947.840 | 1037836.380 |   |
| 4003 | 757994.950 | 1037753.860 |   |
| 4006 | 757947.840 | 1037836.380 |   |

| Bod  | Hz       | Směrník  | V or.   | Délka  | V délky | V přev. | m0 Red.  |
|------|----------|----------|---------|--------|---------|---------|----------|
| 4005 | 295.6495 | 370.8249 | -0.0086 | 30.828 | 0.003   |         | 0.0039 * |
| 4006 | 299.1731 | 374.3416 | -0.0017 | 47.564 | -0.014  |         | 0.0080   |
| 4003 | 84.5331  | 159.6952 | 0.0047  | 48.111 | -0.008  |         | 0.0071   |
| 4006 | 299.1803 | 374.3416 | 0.0055  | 47.566 | -0.016  |         | 0.0067   |

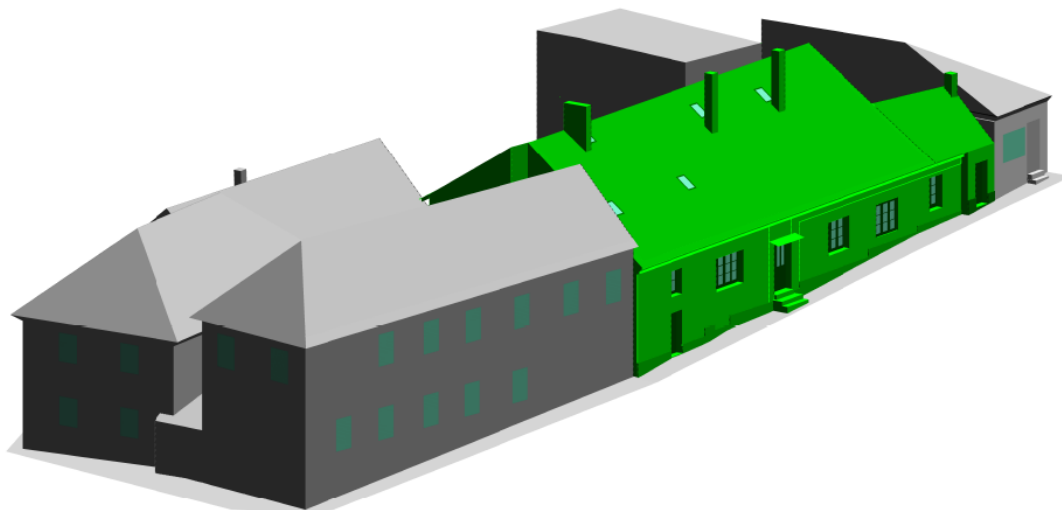
Orientační posun : 75.1668g  
 $m_0 = \text{SQRT}([\text{v}]/(n-1))$  : 0.0066g  
 $\text{SQRT}([\text{v}]/(n*(n-1)))$  : 0.0033g

| Bod | Hz       | Délka  | Y          | X           | Z      | Popis |
|-----|----------|--------|------------|-------------|--------|-------|
| 1   | 70.4489  | 16.995 | 757979.306 | 1037781.478 | 342.38 |       |
| 2   | 68.2105  | 16.920 | 757979.632 | 1037781.983 | 342.07 |       |
| 3   | 68.2942  | 16.945 | 757979.637 | 1037781.950 | 336.36 |       |
| 4   | 71.1425  | 17.652 | 757979.674 | 1037780.902 | 336.46 |       |
| 5   | 37.3942  | 5.746  | 757972.125 | 1037791.514 | 337.24 |       |
| 6   | 8.7931   | 11.196 | 757977.333 | 1037795.431 | 337.24 |       |
| 7   | 10.7193  | 10.965 | 757977.187 | 1037795.051 | 337.23 |       |
| 8   | 8.7129   | 11.141 | 757977.276 | 1037795.431 | 342.02 |       |
| 9   | 6.9148   | 10.734 | 757976.802 | 1037795.621 | 342.33 |       |
| 10  | 24.0302  | 11.256 | 757977.745 | 1037792.782 | 341.85 |       |
| 11  | 23.9767  | 11.258 | 757977.747 | 1037792.791 | 340.52 |       |
| 12  | 23.9757  | 11.267 | 757977.756 | 1037792.792 | 339.03 |       |
| 13  | 48.0993  | 12.958 | 757978.592 | 1037788.009 | 341.88 |       |
| 14  | 48.1893  | 12.958 | 757978.586 | 1037787.992 | 339.93 |       |
| 15  | 57.6643  | 14.411 | 757979.027 | 1037785.533 | 341.82 |       |
| 16  | 57.7323  | 14.391 | 757979.002 | 1037785.530 | 340.51 |       |
| 17  | 60.8198  | 15.015 | 757979.169 | 1037784.597 | 340.52 |       |
| 18  | 60.7324  | 15.022 | 757979.186 | 1037784.611 | 341.83 |       |
| 19  | 57.7106  | 14.383 | 757978.997 | 1037785.538 | 338.98 |       |
| 20  | 60.8396  | 15.012 | 757979.164 | 1037784.595 | 338.98 |       |
| 21  | 5.4332   | 11.214 | 757977.187 | 1037796.005 | 337.29 |       |
| 22  | 5.4782   | 11.205 | 757977.181 | 1037795.994 | 339.29 |       |
| 23  | 2.5416   | 11.319 | 757977.122 | 1037796.523 | 339.36 |       |
| 24  | 0.0093   | 11.416 | 757977.049 | 1037796.980 | 339.32 |       |
| 25  | 0.3852   | 11.810 | 757977.440 | 1037797.065 | 337.35 |       |
| 26  | 399.9370 | 11.352 | 757976.985 | 1037796.967 | 339.73 |       |
| 27  | 0.8015   | 11.923 | 757977.574 | 1037797.035 | 339.87 |       |
| 28  | 8.5780   | 11.139 | 757977.268 | 1037795.453 | 339.74 |       |
| 29  | 0.9020   | 11.944 | 757977.600 | 1037797.025 | 340.41 |       |
| 30  | 1.2934   | 12.116 | 757977.787 | 1037797.019 | 340.64 |       |
| 31  | 395.2753 | 9.100  | 757974.627 | 1037796.715 | 343.40 |       |
| 32  | 383.9440 | 6.456  | 757971.660 | 1037796.507 | 340.82 |       |
| 33  | 380.4471 | 5.940  | 757971.044 | 1037796.454 | 340.31 |       |
| 34  | 361.6585 | 4.050  | 757968.704 | 1037796.031 | 337.49 |       |
| 35  | 383.6752 | 6.360  | 757971.567 | 1037796.471 | 337.32 |       |
| 36  | 394.0036 | 8.740  | 757974.225 | 1037796.709 | 341.88 |       |
| 37  | 396.2498 | 9.548  | 757975.092 | 1037796.784 | 341.89 |       |
| 38  | 396.1598 | 9.523  | 757975.063 | 1037796.786 | 340.69 |       |

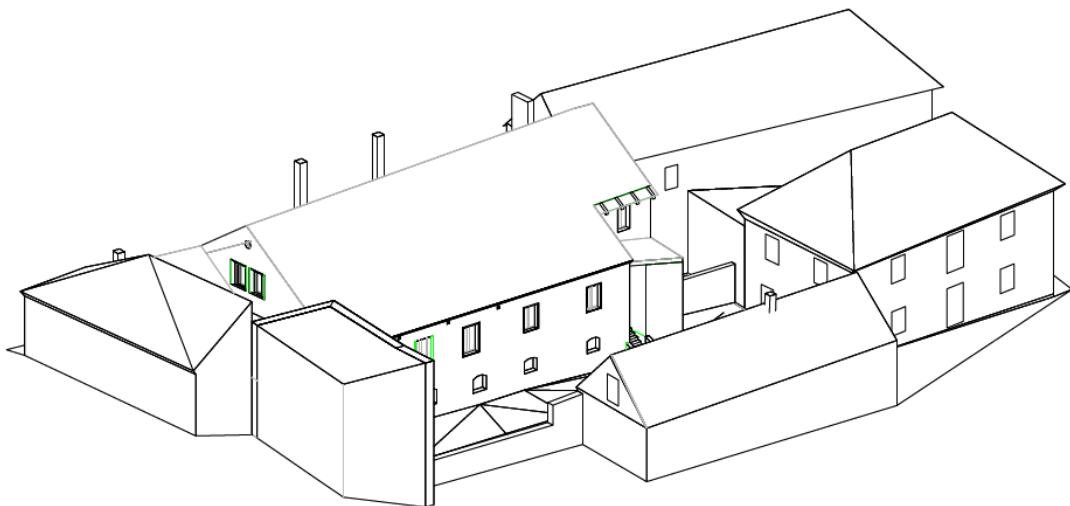
## Příloha B.1 - Tabulka vrstev

| <b>Název</b>     | <b>Barva</b> | <b>Typ</b> | <b>Tloušťka</b> |
|------------------|--------------|------------|-----------------|
| cislo_bodu       | 0            | 0          | 0               |
| bodova_vrstva_1  | 0            | 0          | 0               |
| bodova_vrstva_2  | 0            | 0          | 0               |
| cp76             | 9            | 0          | 0               |
| cp101            | 9            | 0          | 0               |
| cp111            | 9            | 0          | 0               |
| cp112 dveře      | 210          | 0          | 0               |
| cp112 okna       | 210          | 0          | 0               |
| cp112 podezdívka | 162          | 0          | 0               |
| cp112 střecha    | 130          | 0          | 0               |
| cp112 zdi        | 2            | 0          | 0               |
| cp132            | 9            | 0          | 0               |
| Ostatní          | 9            | 0          | 0               |

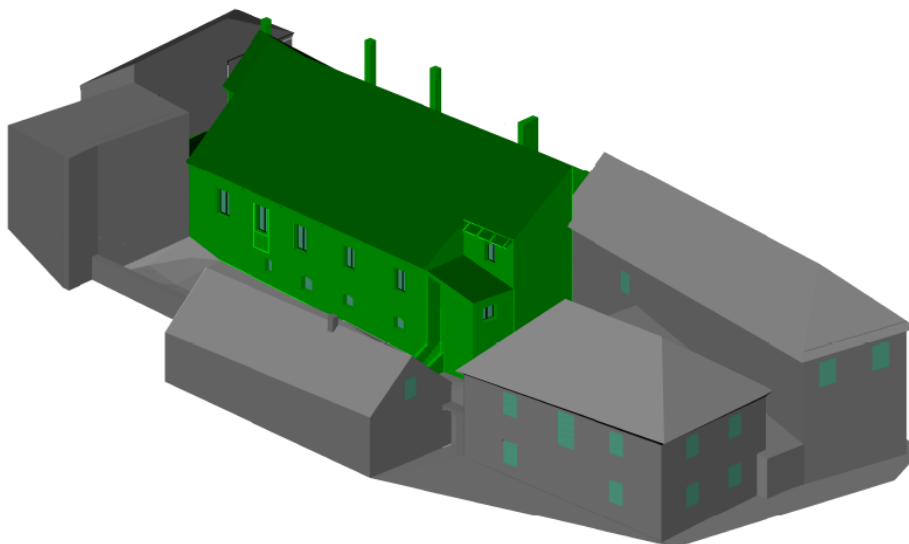
## B.2 - Vizualizace objektu



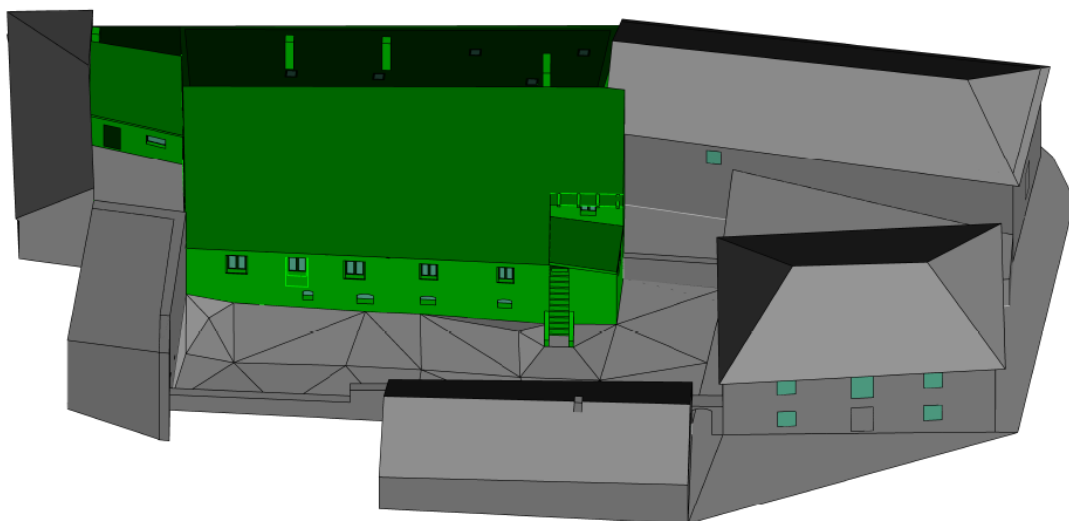
*B.2 Vizualizace v hladkém zobrazení*



*B.2 Vizualizace vyplněné skryté hrany*



*B.2 Vizualizace v hladkém zobrazení*



*B.2 Vizualizace v ilustraci*