

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV GEODÉZIE

INSTITUTE OF GEODESY

FÁZE STAVBY V INFORMAČNÍM MODELU BUDOVY

CONSTRUCTION PHASE IN THE BUILDING INFORMATION MODEL

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Zuzana Richterová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ALENA BERKOVÁ

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N0532A260001 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Specializace	bez specializace
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Zuzana Richterová
Název	Fáze stavby v informačním modelu budovy
Vedoucí práce	Ing. Alena Berková
Datum zadání	30. 11. 2021
Datum odevzdání	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

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

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Novotná, H.: Základy BIM - Revit Architecture, Seznámení s programem, Brno 2014, ISBN 978-80-214-5023-3

Novotná, H.: Základy BIM - Revit Architecture, pokročilé kapitoly, Brno 2015, ISBN 978-80-214-5199-5

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

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V rámci diplomové práce vytvořte informační model rodinného domu určeného k rekonstrukci. Pro modelování využijte existující stavební dokumentaci pořízenou pro dodatečné povolení stavby v roce 2016 a případně doměřte informace chybějící pro modelování stávajícího stavu. Do modelu stávajícího stavu budovy implementujte architektonickou studii návrhu rekonstrukce. Pomocí fází projektu rozlište stavební konstrukci stávajícího stavu a navrhované rekonstrukce.

Výsledkem diplomové práce bude informační model rodinného domu ve formátu *.rvt a výkresy stavební dokumentace.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

Ing. Alena Berková
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá tvorbou fází staveb v informačním modelu budovy, které vznikly s využitím převzatých podkladů projektové dokumentace pasportu, dat z vlastního měření pořízených hlavně metodou laserového skenování a dále projektové dokumentace rekonstrukce. V této práci je popsán postup od pořízení měřických dat v terénu, přes jejich zpracování, až po výslednou výkresovou dokumentaci včetně modelu ve formátu *.rvt. Těžištěm práce jsou fáze projektu, u kterých je popsána problematika vzniklá při jejich tvorbě. Kamenem úrazu byl v této práci nesoulad v projektových dokumentacích, což se odrazilo hlavně na tvorbě modelu fáze rekonstrukce. Všechna úskalí, která se v práci vyskytla, jsou vysvětlena v textu.

KLÍČOVÁ SLOVA

fáze stavby, BIM, laserové skenování, mračno bodů, Trimble RealWorks, Autodesk Revit, model, pasport stavby

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the creation of construction phases in the building information model, which were created with the use of data from the design documentation of passport, data from the actual measurements taken mainly by laser scanning and the design documentation of reconstruction. This thesis describes the procedure from fieldwork (acquisition of measurement data), through its processing, to the final drawings including also the model in *.rvt format. The focus of the thesis is on the project phases, for which the issues arising in their creation are described. The stumbling block in this thesis was the inconsistency in the design documentations, which was mainly reflected in the creation of the model of the reconstruction phase. All the pitfalls that occurred in the thesis are explained in the text.

KEYWORDS

construction phases, BIM, laser scanning, point cloud, Trimble RealWorks, Autodesk Revit, model, passport of construction

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Zuzana Richterová *Fáze stavby v informačním modelu budovy*. Brno, 2022. 85 s., 42 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Alena Berková

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Fáze stavby v informačním modelu budovy* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 23. 5. 2022

Bc. Zuzana Richterová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Fáze stavby v informačním modelu budovy* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 23. 5. 2022

Bc. Zuzana Richterová
autor práce

Poděkování

Chtěla bych poděkovat paní Ing. Aleně Berkové za její vstřícnost, cenné rady a čas, který mi věnovala na konzultace diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat za ojedinělé téma, které se vyskytuje v praxi, čímž jsem mohla nabrat nové zkušenosti pro řešení komplexnější úlohy.

Obsah

1	Úvod	10
2	Podklady	11
3	Terénní měření.....	13
3.1	Lokalita	13
3.2	Body bodových polí v okolí.....	15
3.3	Pomůcky.....	16
3.4	Měřická síť	17
3.5	Podrobné měření	18
3.6	Skenování 2NP.....	19
4	Zpracování měření.....	21
4.1	Vyrovnaní měřické sítě a výpočet polární metody	21
4.2	Zpracování mračna bodů.....	22
4.2.1	Georeferencování mračna bodů	25
5	Tvorba modelu.....	31
5.1	Co je to BIM.....	31
5.2	Vývoj zavádění BIM v ČR.....	32
5.3	Pilotní projekty BIM v ČR.....	33
5.3.1	Úroveň detailu LOD	34
5.4	Tvorba modelu RD.....	35
5.5	Zavedení souřadnicového systému JTSK a výškového systému Bpv	36
5.5.1	Zavedení souřadnicového systému	36
5.5.2	Zavedení výškového systému	39
6	Konstrukce hrubé stavby rodinného domu.....	40
6.1	Stěny a podlaha	41
6.1.1	Stěny	41
6.1.2	Podlaha.....	45
6.1.3	Základové pasy	47
6.2	Schodiště	48
6.3	Rodiny	50
7	Načtení mračna bodů do Revitu	52
7.1	Tvorba modelu 2NP nad mračnem	52

7.2	Střecha.....	55
8	Terén v okolí RD	56
9	Fázování projektu	57
9.1	Ukázky výstupů z fází projektu.....	67
10	Výstupy.....	72
10.1	Přehled měřické sítě	72
10.2	Výkres situace	72
10.3	Půdorysy, řezy, pohledy	73
11	Závěr	75
	Seznam použitých zdrojů.....	76
	Seznam zkratk	79
	Seznam obrázků.....	80
	Seznam příloh	85

1 Úvod

Diplomová práce se zabývá tvorbou informačního modelu rodinného domu s využitím fází stavby v programu Revit. Rodinný dům je modelován částečně s využitím poskytnuté výkresové dokumentaci a částečně na základě vlastního měření. Předaná stavební dokumentace pro dodatečné povolení stavby z roku 2016 obsahuje stávající stav objektu. Těžištěm této práce jsou vytvořené fáze objektu, které vznikly podle architektonické studie návrhu rekonstrukce z roku 2022.

Text je rozdělen do jednotlivých kapitol popisujících poskytnuté podklady, pořízení vlastních dat a následně jejich zpracování až po grafické výstupy v podobě výsledného informačního modelu. V práci je také zmíněn současný stav problematiky BIM. Stěžejní kapitoly jsou věnovány měření, jeho zpracování a tvorbě modelu.

V kapitole o měření je popsán průběh prací od rekognoskace v terénu a zjištění nesrovnalostí s poskytnutou stavební dokumentací přes vybudování a zaměření sítě pomocných měřických bodů, až po zaměření rodinného domu (terestrické měření, laserové skenování). V kapitole o zpracování je uvedeno, jaké softwary a postupy byly využity pro zpracování dat z terénu. Kapitola o tvorbě modelu popisuje vznik informačního modelu od počátečních stavebních konstrukcí po doplnění rodin a ukázkou fází stavby v jednotlivých životních etapách stavby. Dále je v textu lehce nastíněna koncepce a vývoj BIM a zmíněny již realizované pilotní projekty v České republice. Samotná vize využití BIM je v zjednodušení a rychlejší komunikaci mezi jednotlivými segmenty stavebnictví při předávání dat a jejich využití pro digitalizaci stavebního řízení a územní plánování.

Výsledkem diplomové práce je informační model rodinného domu s rozlišením fází stavby a výkresová dokumentace vyhotovená podle normy *ČSN 01 3420 – Výkres pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části*.

V r. 2020 na Ústavu geodézie vznikl návod do předmětu Geodézie pro BIM, na kterém jsem se podílela. Tento návod byl klíčový pro vznik mé bakalářské práce. V textu se budou objevovat odkazy na tento návod, v němž jsou uvedeny detailnější postupy tvorby jednotlivých komponent.

2 Podklady

Místopisy bodů bodových polí

Nivelační body – JM-061-214, Pa2-17

Zhušťovací body – 4418-215, 4418-228

Kompletní dokumentace ze zaměření stávajícího stavu

Projektová dokumentace pasportu z r. 2014 (Obr. 1)

- ve formátu PDF – půdorysy 1PP, 1NP a 2NP, pohledy, řez, situace + IS, z r. 2014
- ve formátu DWG – půdorysy 1PP, 1NP a 2NP, pohledy, řez, situace + IS, z r. 2014
- průvodní zpráva
- souhrnná zpráva

Projektová dokumentace rekonstrukce z r. 2021 (Obr. 2)

- ve formátu PDF – půdorysy 1PP, 1NP a 2NP, půdorys střechy, pohledy, řez
- ve formátu DWG – půdorys 1NP, 2NP

Výkres stokové sítě – ve formátu DGN

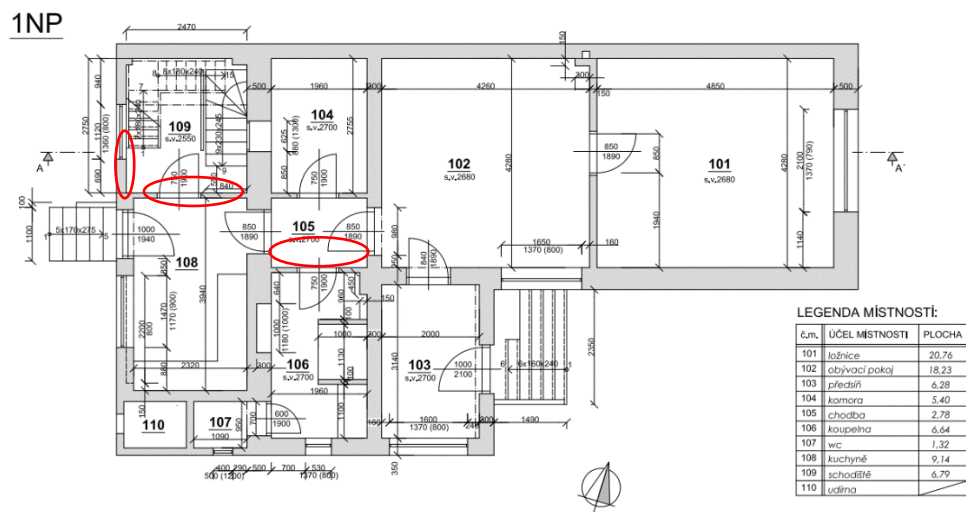
Výkresová dokumentace inženýrských sítí – ve formátu PDF

Model stávajícího stavu objektu vznikl na podkladě výkresů z roku 2014. Tyto výkresy tvořily půdorysy jednotlivých podlaží (1PP, 1NP, 2NP), pohledy ze světových stran a řez vedený hlavním schodištěm. Dále byl využit výkres přehledné celkové situace inženýrských sítí, které byly aktualizovány po domluvě se starostou obce Hostěrádky-Rešov. Dále byly postupně dodány návrhy pro rekonstrukci, které jsou využity hlavně pro fáze stavby.

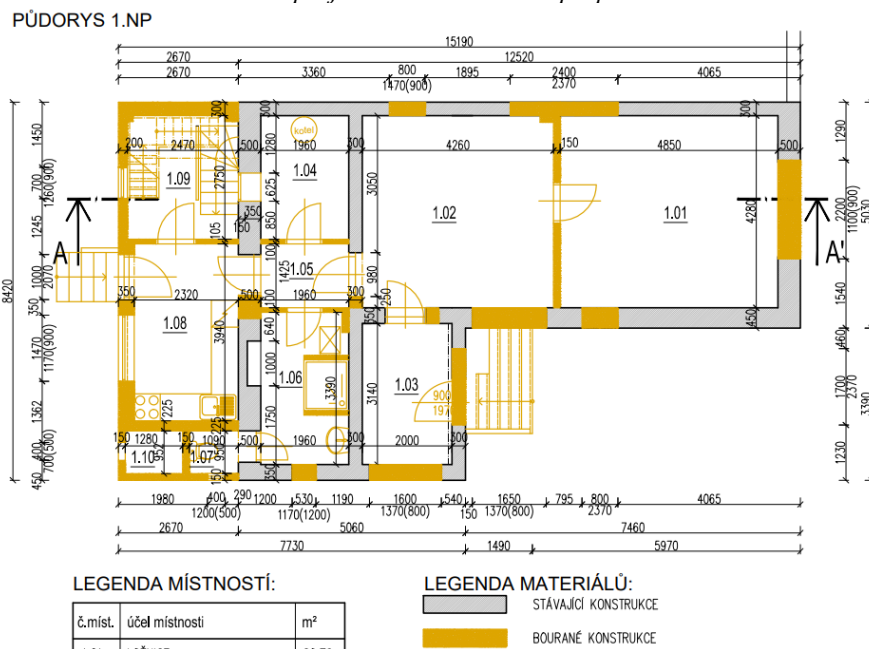
Pro vyhotovení střešní části (podkrovní) objektu bylo zapotřebí vycházet z vlastního měření, které spočívalo ve využití laserového skenování, kde bylo výstupem mračno bodů viz kapitola 4, na kterém byl založen model střešní části.

Pro vyhotovení výkresu situace stávajícího stavu v okolí rodinného domu byla využita data z vlastního zaměření, jedná se o topografické body terénu.

Ve výše zmíněných podkladech projektové dokumentace k dodatečnému povolení stavby byly při rekognoskaci zjištěny změny v objektu. V případě nezaznačeních (ukázka na Obr. 1) rozměrů v projektové dokumentaci pasportu v 1NP a 1PP byly pomocí oměrných měř doměřeny. Ve 2NP bylo provedeno laserové skenování, které zachytilo změny v čase a podle vygenerovaného mračna bodů byly tyto změny na objektu v modelu opraveny.



Obr. 1 Ukázka projektové dokumentace pasportu 1NP

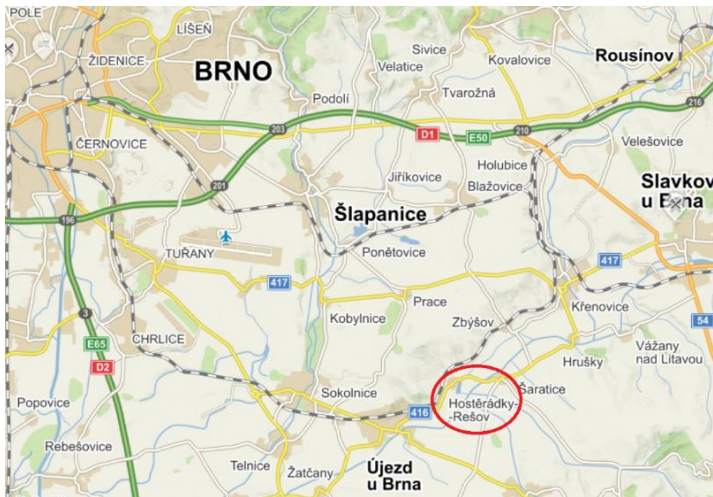


Obr. 2 Ukázka projektové dokumentace rekonstrukce 1NP s demolovaným stavem

3 Terénní měření

3.1 Lokalita

Měření probíhalo v obci Hostěrádky-Rešov, která se nachází v okrese Vyškov v Jihomoravském kraji cca 25 km jihovýchodně od Brna (Obr. 3). Rodinný dům se nalézá v blízkosti Hostěradského rybníka, na konci ulice s č.p. 122 (Obr. 4).



Obr. 3 Zobrazení obce v mapě [1]



Obr. 4 Detail na RD v mapě [1]

Jedná se o rodinný dům s dvěma nadzemními a jedním podzemním podlažím. První nadzemní podlaží je po částečné rekonstrukci a je využíváno hlavně pro bydlení. Druhé nadzemní podlaží je určeno pro rekonstrukci, z tohoto důvodu bylo provedeno laserové skenování v této části objektu. Ve 2NP se nalézají také podkrovní místnosti se šikmou střechou. V prvním podzemním podlaží je pouze sklep, který není nijak využit. K rodinnému domu patří dvůr se zahradou, který je přístupný z ulice a z 1NP (přes kuchyň).



Obr. 5 Fotografie RD z příjezdové cesty

Objekt je napojen na inženýrské sítě (vodovod, kanalizace, plynovod a elektro NN). Přístup k objektu je možný nájedem z ulice.

Stáří rodinného domu podle nivelačních údajů je odhadováno od roku 1953.

V roce 2011 došlo u domu ke změně vlastníka a při té příležitosti byl zjištěn nesoulad mezi skutečností v terénu a katastrem nemovitostí.

V té době byla katastrální mapa analogová v dekadickém měřítku 1 : 2000 v souřadnicovém systému Sv. Štěpán. Za tohoto stavu katastrální mapy byl v roce 2011 vyhotoven geometrický plán 343-2/2011 pro vyznačení změny obvodu budovy a průběh vlastníky zpřesněné hranice pozemku (ZPMZ 343). V roce 2014 byl zhotoven pasport a v roce 2016 proběhlo řízení o zahájení dodatečném povolení stavby. V 2016 došlo v k.ú. k obnově katastrálního operátu, částečně z komplexní úpravy na DKM (od 31. 5. 2016) a částečně přepracováním na KMD (od 26. 10. 2016). Geometrický plán 343-2/2011 nebyl ale vložitelný do katastru nemovitostí, proto byl vytvořen nový geometrický plán 589-41/2020 a v lednu tohoto roku (2022) byl vložen do katastru nemovitostí.

3.2 Body bodových polí v okolí

Body bodových polí slouží pro připojení měření do závazných referenčních systémů. Pro zjištění využitelnosti bodů v okolí rodinného domu byl nejprve využit Geoportál ČÚZK (Obr. 6). Podle Geoportálu byla původní myšlenka využít pro připojení do polohového bodového pole (PBP) zhušťovací bod (ZhB) 4418 - 215 (U rybníka) a na něm i ověřit připojení do S-JTSK. V terénu při rekognoskaci byla po vizuální stránce zjištěna závada bodu ZhB 4418 - 215 a následně při přeměření aparaturou GNSS byla prokázána změna polohy viz Příloha č.1 Výpočetní protokol. Proto byl pro ověření využit bod ZhB 4418 - 228 a pro připojení do S-JTSK jsem využila body vlastní měřické sítě, které byly měřeny aparaturou GNSS.

Pro připojení do výškového bodového pole byla myšlenka využít bod plošné nivelační sítě JM-061-215 osazený na rodinném domě, který je předmětem diplomové práce a jeho ověření provést na bodu plošné nivelační sítě Pa2-16 osazeném na budově školy. Při rekognoskaci bylo zjištěno, že po zateplení školy byl bod Pa2-16 poškozen (zapuštěn do zateplení). Dále tedy byla provedena rekognoskace bodů JM-061-214 (na transformátoru) a Pa2-17 (rodinný dům č.p. 163 – směr Újezd u Brna). Bod JM-061-21 nebyl nalezen (nový transformátor).

Výsledkem použitých bodů bodových polí byl bod pro polohové bodové pole bod ZhB 4418 - 228 a pro výškové bodové pole bod plošné nivelační sítě JM-061-215 a jeho ověření pomocí bodu Pa2-17.



Obr. 6 Vizuální zjištění bodů polohového a výškového bodového pole pomocí serveru ČÚZK [2]

3.3 Pomůcky

Pomůcky pro zbudování měřické sítě, její připojení a ověření do polohové a výškového systému byly zapůjčeny od firmy Geodetika s.r.o. Pro pořízení mračna bodů byl vypůjčen laserový skener FARO z Ústavu geodézie, Fakulty stavební, Vysokého učení technického v Brně.

Totální stanice Trimble S5 2'' DR Plus [3], v.č. 36930361

- využívá technologii autolock (automatické držení odrazného hranolu)
- úhlová přesnost: $m_r^{\text{II}} = 2''$ (střední chyba směru ve dvou polohách dalekohledu)
- přesnost dálkoměru na hranol: 1 mm + 2 ppm
- přesnost dálkoměru v bezhranolovém režimu: 2 mm+2 ppm



Obr. 7 Totální stanice Trimble S5

Z uvedených charakteristik přesnosti vyplývá, že lze měřit ve 3. třídě přesnosti (i vyšší)

GNSS aparatura Trimble R2 [4], v.č. 6043S15854

- využit transformační modul zpřesněné globální transformace Trimble 2018 verze 1.0 schválený ČÚZK
- využití systémy: GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou
- síťové RTK
- horizontální přesnost: 10 mm + 1 ppm*D RMS (root mean square = střední chyba)
- vertikální přesnost: 20 mm + 1 ppm*D RMS

Digitální nivelační přístroj Trimble DiNi 0.7 [5], v.č. 772353

- střední kilometrová chyba – 1,3 mm/1 km (při použití skládacích latí)

Pozemní skener FARO Focus^{3D} 120, v.č. LLS061303451 [6] (označený červenou barvou)

- přesnost délek: 2 mm (pro délky do 25 m)
- kompenzátor – pro urovnání do svislé polohy, vyrovnává naskenovaná data

3.4 Měřická síť

Před vybudováním měřické sítě byla provedena rekognoskace terénu, kde byla zjištěna využitelnost bodů polohového a výškového bodového pole viz kapitola 3.2. Při rekognoskaci byla zjištěna v místě měřické sítě vysoká hustota vegetace (linie stromů). Připojení do systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) bylo realizováno měřením na bodech měřické sítě aparaturou globálního družicového navigačního systému (GNSS – Global Navigation Satellite System). Pro připojení do systému Balt po vyrovnání (Bpv) byl veden nivelační pořad mezi dvěma nivelačními značkami Pa2-17 a JM-061-215 osazenými na rodinných domech. Bod JM-061-215 je nivelační značka na rodinném domu, který je předmětem diplomové práce. Bod Pa2-17 je nivelační značka osazená na rodinném domě č.p. 163.

Pro měřické práce byly zvoleny tyto metody – technická nivelace, technologie GNSS, terestrické měření a laserové skenování.

Technická nivelace sloužila pro výškové připojení měřické sítě a ověření nivelační značky na rodinném domě.

Technologie GNSS je moderní využívaná metoda, která slouží pro připojení do referenčního systému. Pro polohové připojení lze využít i metody polygonového pořadu, ale s ohledem na fakt, že přesnost klesá s jeho rostoucí délkou, nebyl využit. V kapitole 3.2 je zmíněna využitelnost bodů polohového bodového pole (PBP), kde byl zjištěn jejich stav. Technologie GNSS byla využita i z důvodu homogenní přesnosti v celém rozsahu lokality.

Laserové skenování je nejefektivnější metoda pro pasporty staveb z důvodu rozsáhlého sběru dat v krátkém časovém okamžiku. Co se týče interiéru staveb, tak v porovnání se sběrem dat totální stanicí, je laserové skenování spolehlivější z důvodu zachycení všech prvků.

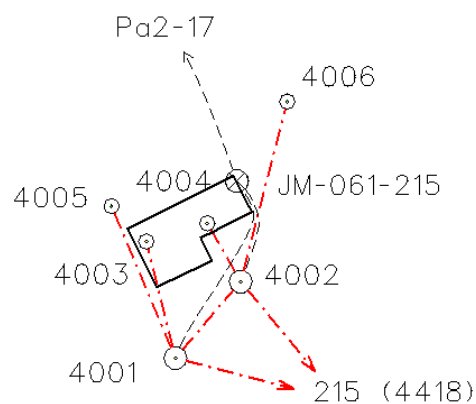
3.5 Podrobné měření

Po rekognoskaci byla zbudována měřická síť – body 4001 až 4006 (Obr. 8) a bod ZhB 4418–215 byl využit jako vzdálená orientace. Body 4001, 4002 a ZhB 4418–215 byly změřeny GNSS aparaturou 2x nezávisle po dobu observace 5 minut s rozstupem minimálně 1 hodiny. Na bodě ZhB 4418–228 proběhlo ověření připojení do S-JTSK GNSS aparaturou. Vzhledem k husté vegetaci v okolí rodinného domu byl předpoklad zhoršené přesnosti z důvodu nepřístupného obzoru. Elevační maska byla proto nastavena na 10°.

Následně byl měřen nivelační pořad mezi nivelačními značkami Pa2-17 a JM-061-215 metodou technické nivelace, tím se ověřila správnost výšky nivelační značky JM-061-215. Z této byly určeny výšky bodů měřické sítě 4001 a 4002 uzavřeným nivelačním pořadem. Výsledky v nivelačním zápisníku viz Příloha č.8 Data z měření.

Dále proběhlo měření totální stanicí na bodech 4001 a 4002 se společnou orientací na bod ZhB 4418–215. Z těchto bodů byly metodou rajonu zbudovány body 4003 a 4004 uvnitř objektu zaměřené přes okenní otvory. Z nich byly změřeny vlíčovací body (osazené terče ve vnitřních místnostech ve 2NP), které sloužily pro georeferencování mračna bodů a část z nich jako identické body pro měření na jednotlivých stanoviskách. Na bodech 4001 a 4002 bylo měřeno ve dvou skupinách v obou polohách dalekohledu viz Příloha č.1 Výpočetní protokol.

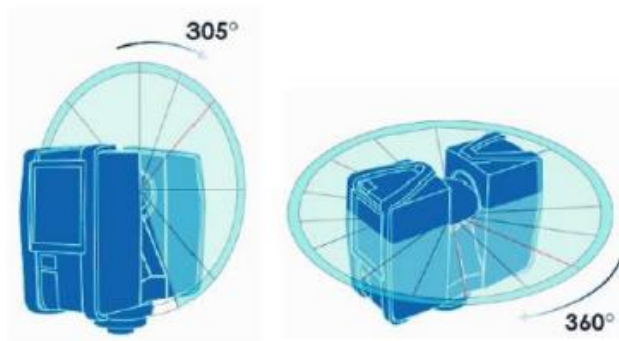
Z bodů 4001 a 4002 metodou rajonu byly zbudovány body 4005 a 4006, ze kterých byl metodou tachymetrie zaměřen stávající stav v okolí objektu viz Příloha č.1 Výpočetní protokol.



Obr. 8 Detail měřické sítě v okolí RD

3.6 Skenování 2NP

Metoda laserového skenování je založena na principu prostorové polární metody (vodorovný a svislý směr a šikmá vzdálenost), kde měření vzdálenosti záleží na výpočtu doby šíření pulzu laserového paprsku odraženého od snímaného objektu [7]. Takto získáváme bezkontaktně prostorové souřadnice všech naskenovaných bodů. Při této metodě jsou data sbírána neselektivně a přesnost klesá se vzdáleností. Skener rozmítá paprsek ve dvou směrech – vertikálním a horizontálním. V horizontálním směru se paprsek rozmítá o 360° pomocí zrcátka, které rotuje kolem své osy. Samotný skener se otočí pouze o 180° kolem své osy, ale paprsek rozmítá po 360° , to způsobí naskenování i zbylých 180° .



Obr. 9 Způsob rozmítání laserového paprsku [8]

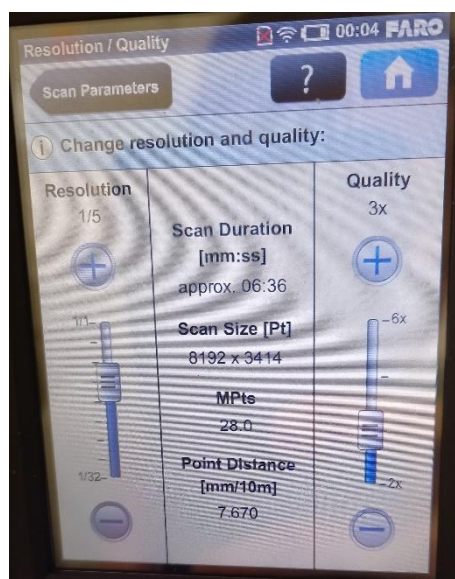
Metoda laserového skenování našla využití v různých směrech, například při určování kubatur z mračen bodů, zjišťování deformací staveb, pro vizualizaci a plánování stavebních objektů, 3D modelování ze získaných dat, dokumentace skutečného stavu (i pro liniové stavby), tvorba digitálního modelu reliéfu a terénu, ... [25]

Touto metodou bylo zaměřeno 2NP, kde se nachází prostory s půdou. Bohužel nebyla možnost se se skenerem dostat pod hřeben střechy, proto je výška hřebene střechy přebrána z dokumentace. Pro dostatečné pokrytí podlaží bylo nutné použít celkem 10 stanovisek. Skener byl vždy postaven tak, aby byl zajištěn dostatečný překryt mezi jednotlivými skeny. Pro spojení jednotlivých skenů lze využít pouze plochy (stěn, podlah, ...). Tento přístup funguje dobře v dostatečně jednoduchých prostorech. Ve stísněných prostorech půd v 2NP však nebyla jistota dostatečného překrytu, proto byly do těchto překrytových míst rozmístěny terče a koule, které sloužily jako pojistka pro spojení jednotlivých skenů do jednoho mračen.

Samozřejmě některé z terčů byly použity i jako vlíčovací body. Nejvíce problematickým místem byl prostor mezi úzkou chodbou a půdou.



Obr. 10 Náhled na nastavení laserového skeneru FARO



Obr. 11 Detailní nastavení laserového skeneru FARO

Skener Faro disponuje předdefinovanými profily vhodně nastavenými pro skenování jak interiéru, tak exteriéru. Na Obr. 10 lze vidět nastavení využití při skenování 2NP v RD. Bylo nastaveno skenování interiéru do 10 m s trojnásobným přeměřením vzdálenosti od skeneru po objekt. Paprsek rozmítá v horizontálním směru v celém kruhu a ve vertikálním směru od -60° do 90° . Na Obr. 11 lze vidět nastavení hustoty mračka bodů. Vzdálenost mezi sousedními body v mračku je 7,67 mm na 10 m.

Dosažená přesnost této metody závisí na vzdálenosti a povrchu objektu, doby a rychlosti skenování. Touto metodou lze dosáhnout až 0,5 mm přesnosti (vnitřní přesnost).

Sběr dat byl časově náročný z důvodu domluvy s vlastníkem nemovitosti. Měření probíhalo od 5. 8. 2021 do 18. 8. 2021 vždy v odpoledních hodinách. 5. 8. 2021 proběhla rekognoskace (1h). 10. 8. 2021 bylo metodou technické nivelace zaměřeno převýšení a ověření mezi dvěma nivelačními značkami (1h), budování sítě a její zaměření a měření GNSS aparaturou včetně zaměření vlíčovacích a kontrolních bodů (2h) a nakonec laserové skenování (2h). 16. 8. proběhlo zaměření okolí rodinného domu a 18. 8. proběhlo zaměření dvoru a zahrady (4h). Celkem se jedná o 10 hodin strávených v terénu.

4 Zpracování měření

Zpracování naměřených dat bylo rozděleno do tří částí – vyrovnání měřické sítě a polární metody v programu Groma 12.3, zpracování skenů v Trimble RealWorks 11.3 (TRW) a zpracování projektové dokumentace a mračna bodů v programu Autodesk Revit 2021. Byl využit i program Autodesk ReCap pro převod mračna bodů z formátu *.las (z TRW) do formátu *.rcp použitelný pro Revit.

4.1 Vyrovnání měřické sítě a výpočet polární metody

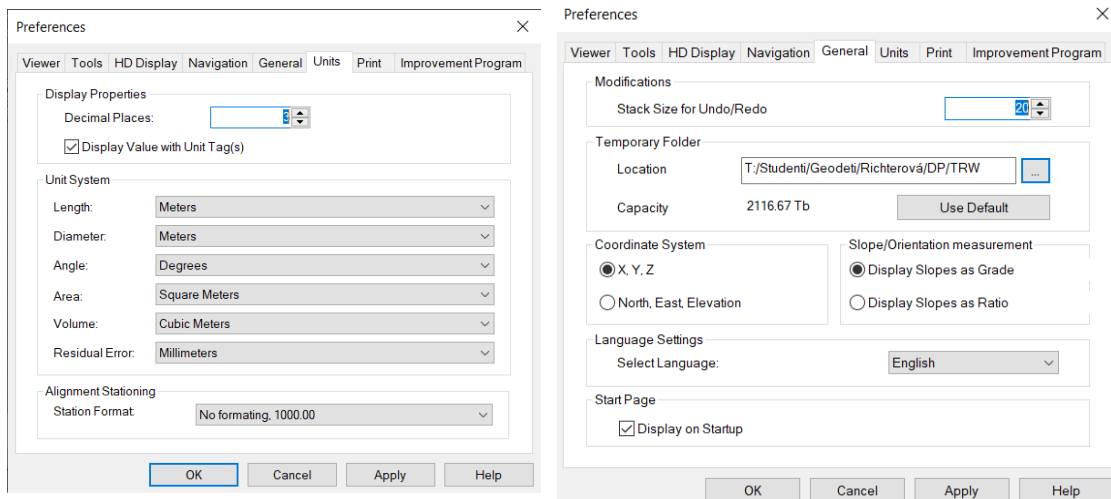
V softwaru Groma 12.3 byla polohově vyrovnaná síť, kterou tvoří body 4001, 4002 a ZhB 4418–215. Vyrovnání proběhlo nejprve v lokálním systému, kde byly určeny souřadnice bodů sítě z terestrického měření – volné vyrovnání, které slouží pro kontrolu geometrie sítě. Proto nebyly zavedeny korekce délek z nadmořské výšky a do kartografického zobrazení, z tohoto důvodu byl měřítkový koeficient nastaven 1,0. Do volného vyrovnání byly zahrnuty i body 4003 a 4004, protože byly zaměřeny současně s určením sítě. Průměrná střední souřadnicová chyba z volného vyrovnání je 2,3 cm. Z důvodu, že síť byla vyrovnána nejprve v lokálním systému s měřítkem 1,0 bylo potřeba výsledky z vyrovnání přenásobit přepočteným měřítkem 0,9998709867, které bylo vypočteno nástrojem *Křovák* v softwaru Groma 12.3 zadáním souřadnic bodu 4001 v S-JTSK a Bpv určených aparaturou GNSS. Zavedením tohoto měřítka se vzdálenosti zkrátí, tudíž bude v systému JTSK zachován tvar a rozměr sítě. Následně byla provedena shodnostní transformace na body zaměřené aparaturou GNSS (4001, 4002 a ZhB 215), což odpovídá vázanému vyrovnání – navázání do S-JTSK.

Výšková složka byla určena samostatně. Výšky bodů 4001 a 4002 byly určeny nivelací a pro výškové vyrovnání převzaty jako pevné. Výšky ostatních bodů (jak měřické sítě i vřícovacích a podrobných) byly vypočítány pomocí polární metody dávkou (tedy trigonometricky).

Na závěr byly určeny souřadnice a výšky vřícovacích a podrobných bodů okolí situace v S-JTSK a Bpv polární metodou dávkou. Pro tyto výpočty už byly zavedeny matematické korekce délek.

4.2 Zpracování mračna bodů

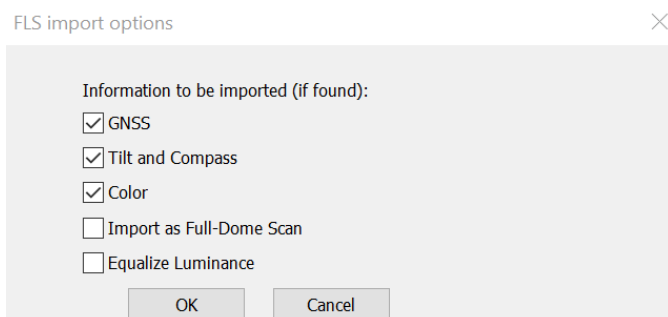
Vstupní data pořízena skenerem FARO Focus^{3D} 120 ve formátu *.fls byla načtena do softwaru Trimble RealWorks 11.3 (TRW). Celkově bylo pořízeno 10 skenů, které byly naimportovány do TRW. Prvním krokem v tomto programu bylo nastavení programu (Obr. 11) a následné naimportování výše zmíněných souborů. Při importu se program zeptá na nastavení importovaných dat viz Obr. 12.



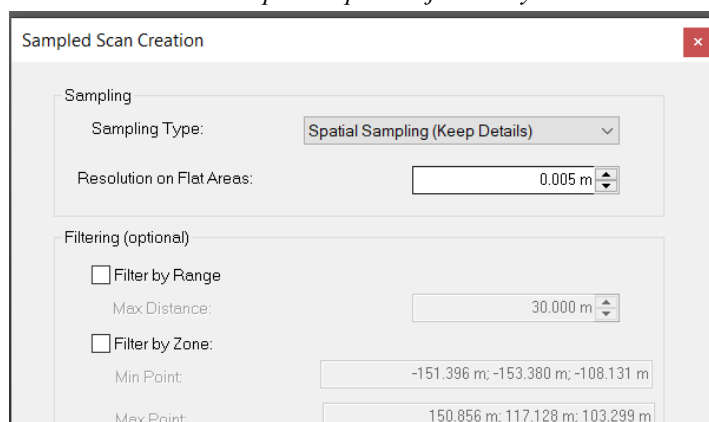
Obr. 12 Nastavení TRW před importem jednotlivých skenů

Podle Obr. 13 byl zvolen GNSS – v tomto případě je to jedno, mračno bodů má zatím pouze lokální souřadnice, Tilt and Compass – aby vyrovnával náklon, a Color – pokud je mračno pořízeno v barevném provedení.

Po importu se pomocí funkce *Samped Scan Creation* vytvoří předběžný náhled na nespojené mračno bodů. Hustota bodů pro tvorbu Sampled Scan byla zvolena 5 mm viz Obr. 14.

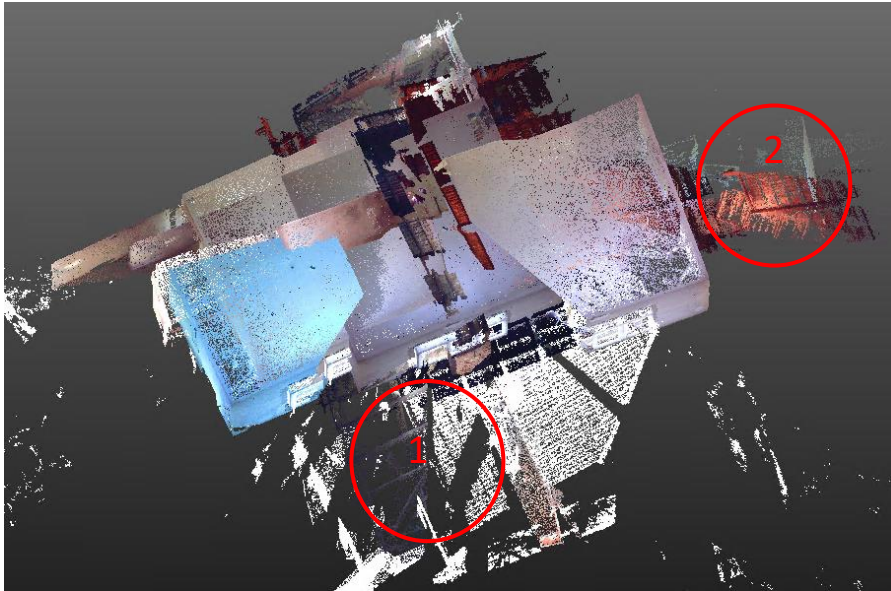


Obr. 13 Nastavení TRW před importem jednotlivých skenů

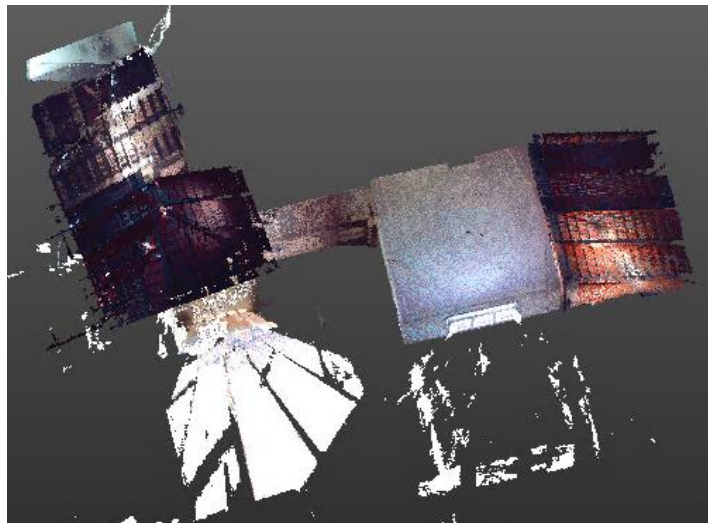


Obr. 14 Tvorba předběžného mračna bodů pro náhled

Touto funkcí se vygenerovalo nespojené mračno bodů, kde lze vidět první problémy – hlavně u půdy v Obr. 15 jsou vyznačeny červeným kolečkem s čísly 1 a 2. Tyto dvě místnosti obsahují prvky krovu, tzn. šikmé trámky (krokve), které i přes dostatečné překrytí jednotlivých skenů neumí software dobře rozlišit a spojit.



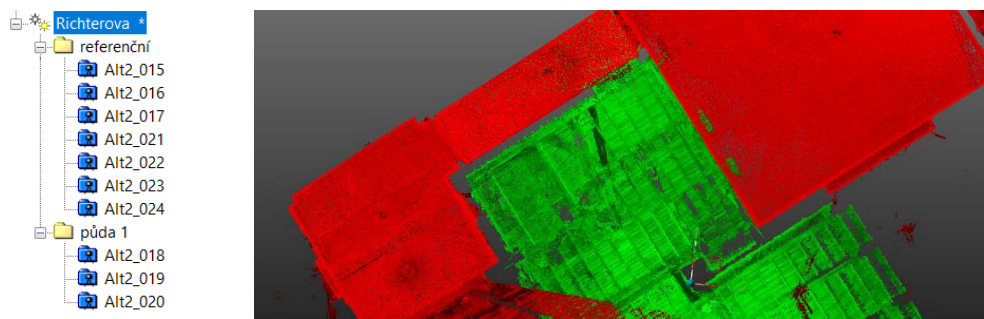
Obr. 15 Předběžně spojené mračno bodů



Obr. 16 Spojené mračno bodů pomocí funkce Auto-Register using Planes

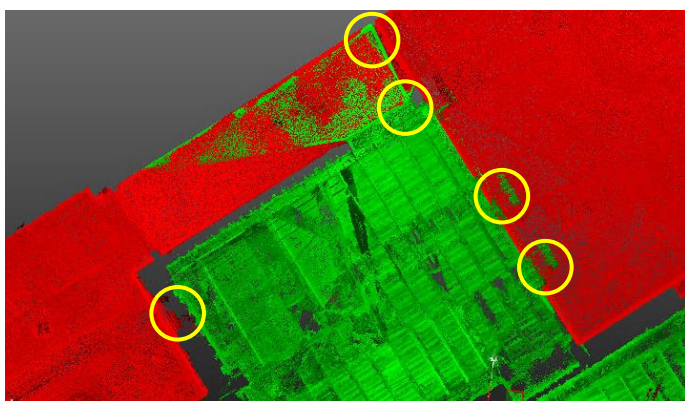
Spojení jednotlivých skenů proběhlo v následujících krocích. Nejprve byly skeny spojeny pomocí příkazu *Auto-Register using Planes*, tzn. automatické spojení plochy na plochy. Výsledkem vzniklo spojené mračno viz Obr. 16. Je ale zřejmé, že program chybně vyhodnotil střešní krytinu pro spojení boční půdy. Proto byl využit další příkaz pro spojení zbylého mračna bodů – *Cloud-Based Registration*.

Tato funkce říká, že je třeba zvolit referenční mračno bodů (nebude měnit svou polohu) a mračno bodů, které se bude pasovat na referenční (bude měnit svou polohu). Z automatického spojení mračen bodů vznikly dvě skupiny mračen bodů (tzv. grupy) – referenční a půda 1 (Obr. 17).



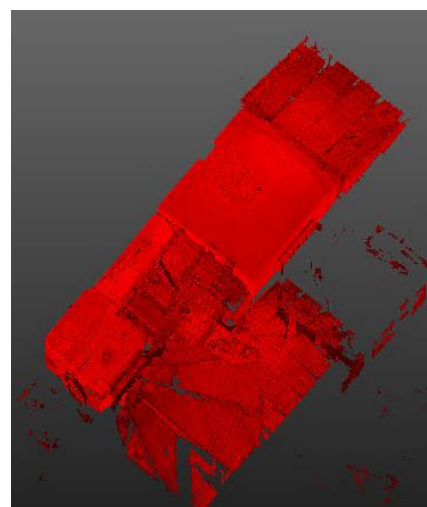
Obr. 17 Vznik dvou mračen bodů (červené a zelené mračno bodů)

Na Obr. 17 je zelenou barvou půda 1 a její správná pozice vůči referenčnímu mračnu bodů. Problém nastal při zvolení funkce *Refine* – program TRW vyhodnotí a umístí zelené mračno na červené. Při bližším prozkoumání spojení si lze povšimnout, že polohově je zelené mračno zapuštěné do referenčního mračna – vyznačeno na Obr. 18 žlutými kolečky.



Obr. 18 Vyznačení chybných míst při využití funkce *Refine* v TRW

TRW software nedokázal správně vyhodnotit průchod mezi chodbou a půdou 1, z důvodu



Obr. 19 Správně spojené mračno bodů

otevřených a zavřených dveří, kvůli kterým si plete roh stěn a roh dveří. Další problém při vyhodnocení vznikl nejspíš při posunu jednoho z navazovacích bodů – koule, která se nacházela ve spojovací chodbě. Proto bylo potřeba ručně model napasovat. To bylo provedeno pomocí bočních pohledů a pohledu ze shora, dále byly využity navazovací body v mračnu. Jakmile na sebe sedla obě mračna bodů byl využit příkaz *Merge with reference* – tím došlo ke spojení do jedno mračna bodů Obr. 19.

4.2.1 Georeferencování mračna bodů

Georeferencování mračna bodů slouží k umístění do souřadnicového systému pomocí vlíčovacích bodů, jejichž souřadnice jsou určeny v požadovaném souřadnicovém systému. Tedy správně spojenému mračnu bodů zbývalo pouze zadat vlíčovací body. Tyto body byly určeny pomocí totální stanice a jejich souřadnice byly vypočteny z vyrovnané sítě v softwaru Groma 12.3 viz kapitola 3.5.

V záložce *Registration* byl naimportován seznam souřadnic vlíčovacích bodů. Pro import je potřeba mít souřadnice ve formátu č.b. –X –Y H viz Obr. 20.

Poi...	Northing val...	Easting val...	Elevation value	Descripti...
1	-1171085.5...	-586300.1...	201.0643	
2	-1171097.7...	-586290.4...	198.9392	
3	-1171086.2...	-586298.7...	200.3845	
4	-1171084.7...	-586298.3...	201.1514	
6	-1171084.3...	-586292.0...	202.0801	
7	-1171085.5...	-586294.6...	201.4347	
8	-1171084.2...	-586290.0...	201.1843	
9	-1171081.7...	-586289.6...	201.2666	
12	-1171082.0...	-586291.1...	201.1392	

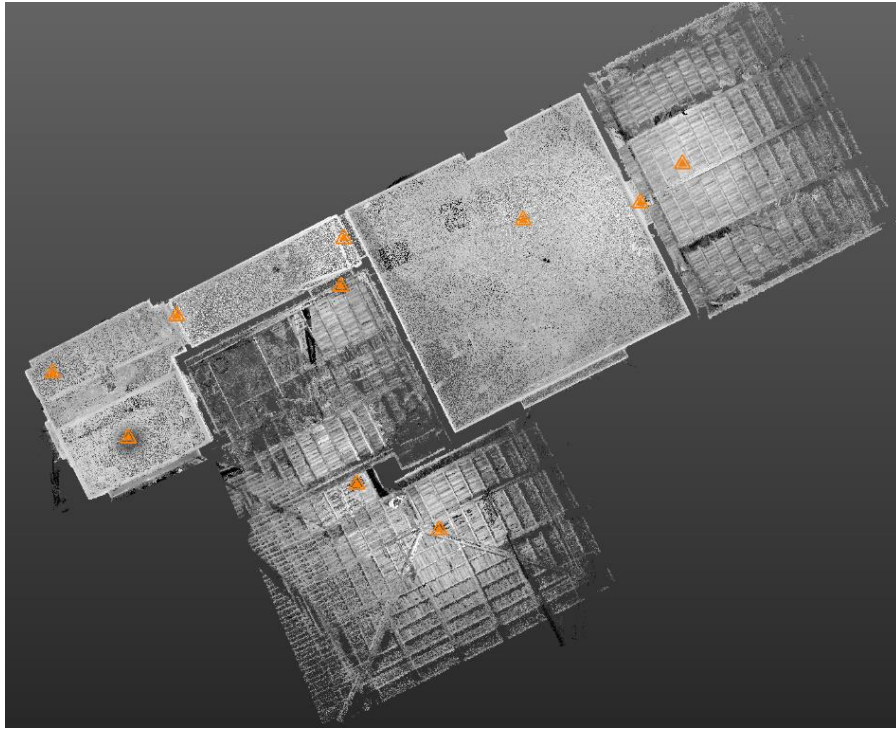
Obr. 20 Načtení seznamu souřadnic do TRW

Po načtení souřadnic byla zvolena karta *Registration* → *Georeferencing*. Tímto příkazem byly manuálně oklikány terče a k nim přiřazeny pomocí *By picking* shodné souřadnice podle čísel bodů určených totální stanicí. Jakmile byl určen potřebný počet vlíčovacích bodů (minimálně 3), bylo mračno umístěno do souřadnicového a výškového systému. Maximální odchylka dosahovala ± 3,5 mm a celková průměrná chyba dosahovala ± 2,6 mm viz. Obr. 21.

Name1	Name2	Error
<input checked="" type="checkbox"/> Target36	1	3.535 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Target69	6	1.605 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Target72	7	3.566 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Target71	12	1.951 mm
Average Error:		2.664 mm

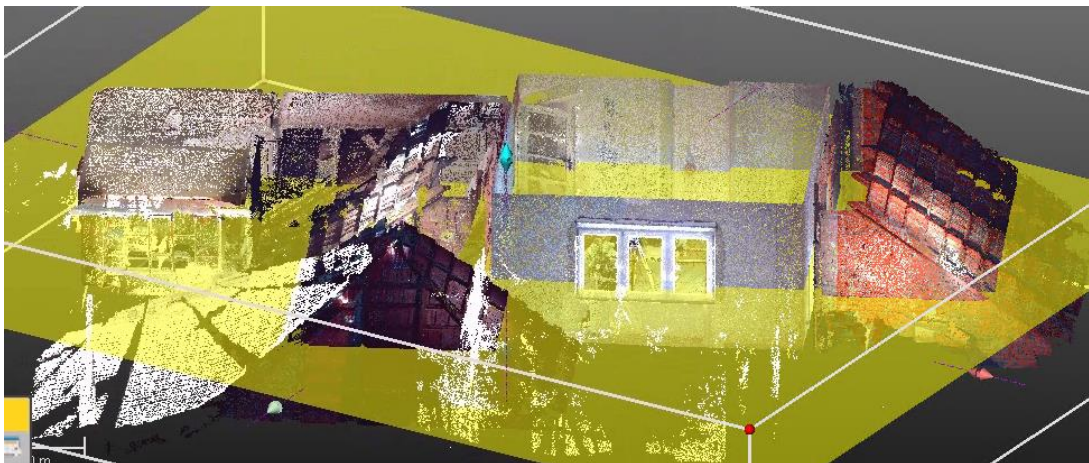
Obr. 21 Výsledné odchylky na vlíčovacích bodech a celková průměrná odchylka

Na Obr. 22 můžeme vidět rozmístění stanovišek laserového skeneru (oranžové trojúhelníky) ve finálním mračně bodů.



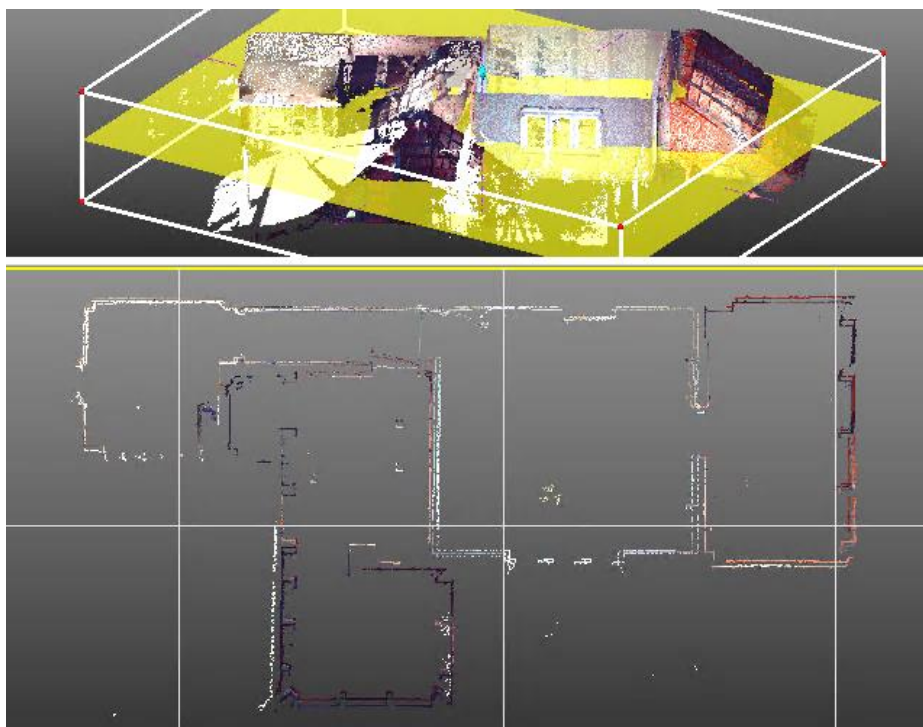
Obr. 22 Rozmístění stanovišek laserového skeneru

Po georeferencování mračna bodů byly vytvořeny řezné vodorovné roviny Obr. 23. Tyto vodorovné i svislé roviny slouží pro tvorbu půdorysů a řezů. Vodorovné roviny byly vytvořeny na kartě *Surfaces* pomocí příkazu *Cutting Plane*.



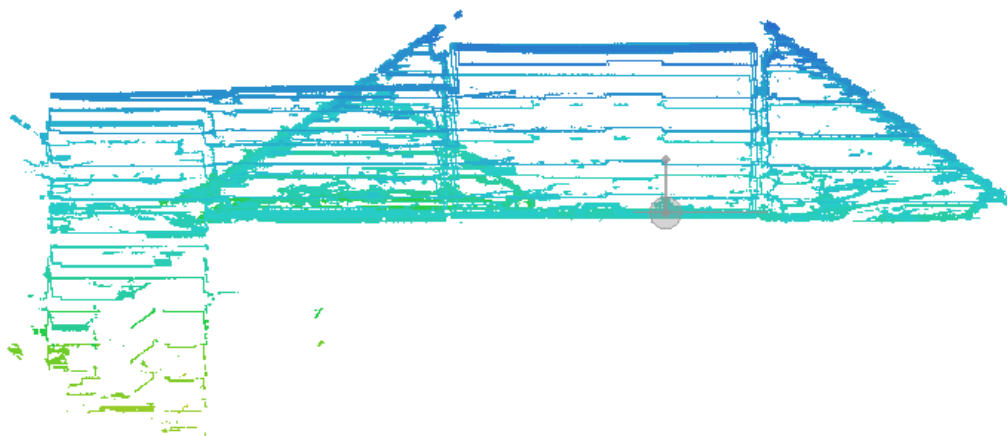
Obr. 23 Příklad vodorovné řezné roviny

Na Obr. 24 vidíme zvolenou řeznou rovinu, procházející oknem ve výšce cca 1,2 m od podlahy. Ve spodní části téhož Obr. vidíme náhled na celý řízlý objekt.



Obr. 24 Zobrazení půdorysu v mračně bodů

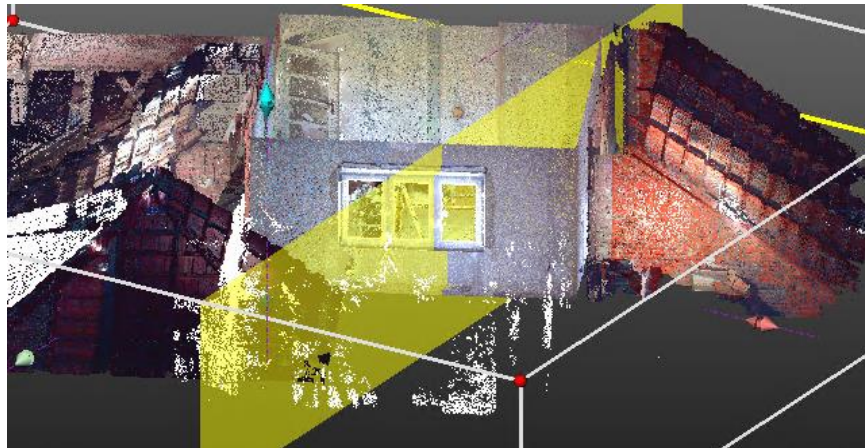
Pomocí příkazu *Profile/Cross-Section* byly vytvořeny vodorovné roviny ve více výškových úrovních (Obr. 25), které slouží pro tvorbu modelu podkrovních místností, ve kterých se nachází šikmé trámký (krokve).



Obr. 25 Ukázka více řezných vodorovných rovin mračnem bodů

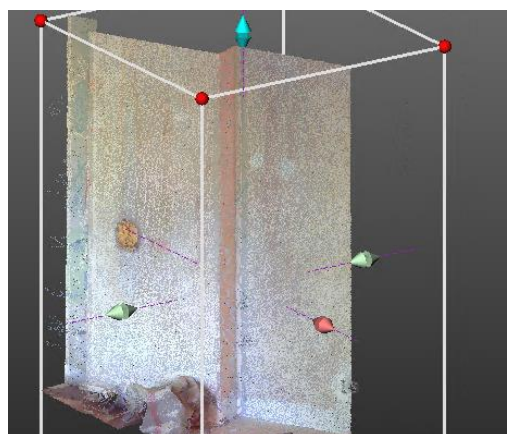
Vznik rovin ve svislém směru si bylo třeba v programu TRW vytvořit vlastní lokální systém. Pro nadefinování lokálního systému bylo zapotřebí zvolit počátek a osy. Kdyby k definici nedošlo, software provede svislou řeznou rovinu ve směru os, které ale nejsou kolmé k objektu viz Obr. 26.

Na Obr. 26 vidíme řez (žlutou barvou) provedený v systému JTSK a Bpv. Bohužel takto vytvořený svislý řez nelze využít pro tvorbu modelu z důvodu nekontrolovatelnosti správných délek v místnosti.



Obr. 26 Svislý řez v systému Bpv a S-JTSK

Pro nadefinování lokálního systému (dá se považovat za pracovní systém) je třeba být v sekci *Production* → *Edit* → *USC*. Tento příkaz umožňuje vytvoření počátku lokálního systému v kterémkoliv bodě projektu viz Obr. 27, zde je počátek v souběhu dvou stěn. Dále se zvolí, jakým směrem půjdou jednotlivé osy, což definuje směr řezných rovin. Při volbě počátku lokálního systému v mračně bodů je pro lepší práci vhodné využít ořezového kvádrů (v softwaru TRW *LimitBox*). Na Obr. 27 je zobrazen limitbox, kterým bylo dočasně ořezáno mračno bodů pro lepší nadefinování počátku lokálního systému = roh spojujících se stěn, pro volbu počátku a os (Obr. 28).



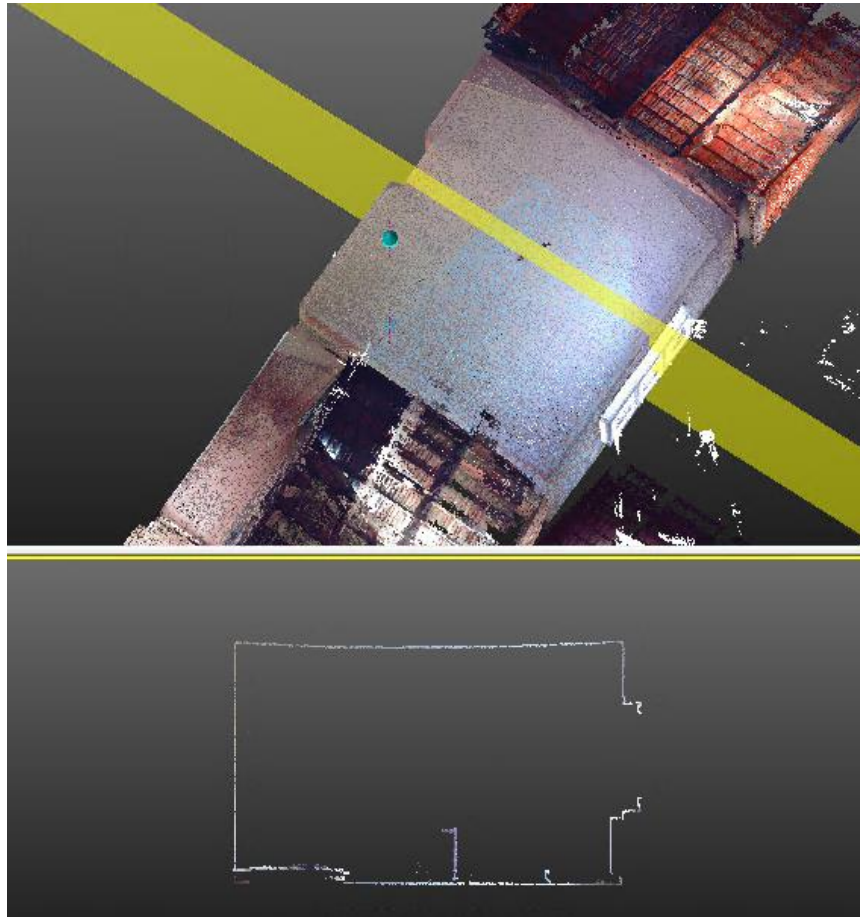
Obr. 27 Zvolení počátku lokálního systému



Obr. 28 Zvolený počátek a osy lokálního systému

Vytvořený lokální systém byl dále vyexportován a zvolen v programu TRW, čímž se změnilo georeferencované mračno bodů do souřadnic lokálního systému. Následně byl proveden pro ukázkou řez oknem, kde už je svislá rovina správně natočena kolmo ke stěnám místnosti a vytvořený řez v dolní části viz Obr. 29.

Obdobně bylo vytvořeno více svislých řezných rovin procházející jednotlivými místnostmi naskenovaného objektu. Následně byly jednotlivé řezy vyexportovány ve formátu *.dwg pro načtení do programu Revit.



Obr. 29 Svislý řez v lokálním systému

V posledním kroku byla vytvořena virtuální prohlídka mračnem bodů pomocí nástroje *Publish*. To vytvoří prohlížeč v Internet Explorer (Obr. 30), kde lze nahlížet po stanoviscích skeneru do jednotlivých místností a odměřovat např. šířku zárubní dveří, oken, světlou výšku místnosti atd. (Obr. 31).



Obr. 30 Virtuální prohlídka v prohlížeči Internet Explorer

Rozložení virtuální prohlídky je ukázáno na Obr. 30., zde je třeba podotknout, že prohlídka vzniká pomocí pořízených fotografií na konci skenování. V prohlížeči se lze přesouvat třemi způsoby – pomocí konkrétní vybrané fotografie vlevo na obrázku (1.), v samotném náhledu (2.) pomocí stanovisek (oranžový trojúhelník) nebo pomocí prohlížeče stanovisek (3.), kde se opět využije oranžový trojúhelník pro přesun. Poslední varianta je méně vhodná, protože prohlížeč neukazuje objekt nebo alespoň obrys mračna.

V prohlížeči lze dále nastavit pracovní jednotky pro měření, barevné rozlišení – v pravých barvách, v odstínech šedi, atd... Na Obr. 31 je ukázka odměřování délek v místnosti s přesností na mm, hodnoty byly zaokrouhleny vždy na celý půlcentimetr.



Obr. 31 Ukázka virtuálního měření v prohlížeči

5 Tvorba modelu

5.1 Co je to BIM

Teoretické základy informačního modelování spadají do r. 1974. Prvotní užití zkratky BIM = Building Information Modeling se objevilo v r. 2002. Mnoho lidí chápe pojem BIM pouze jako 3D model objektu, který byl pomocí moderních technologií přenesen do grafické podoby. Lze podotknout rozdíl mezi BIM modelem a BIM procesem. BIM model nese v sobě určitou část databáze a BIM proces slouží pro výměnu informací z databáze BIM modelu. [9]

BIM se neomezuje pouze na budovu, i když podle zkratky „building“ to lze tak chápat. Jedná se obecně o stavbu a také stavební proces, kterého se účastní různá stavební odvětví, která tomuto grafickému objektu přidávají svou specifickou hodnotu. Zárodek informačního modelu stavby u projektu vzniká při návrhu od projektanta, vstupují sem zaměřená data od geodeta, vypočtené hodnoty od statika, úpravy od architekta a další. Všechna tato data tvoří BIM filozofii, kterou můžeme chápat jako ucelenou databázi informací o objektu, neustále aktualizovanou a udržovanou od jejího prvotního návrhu po demolici.

Nejedná se tedy jen o geometrické prvky jakékoliv stavby, ale i o ekonomické prvky a detailnější vlastnosti objektu – výměry, harmonogram výstavby, jednotkové ceny, provozní náklady a další. Tedy veškeré informace pro údržbu a provoz celého stavebního objektu. Pro tuto údržbu BIMu (stavebního objektu) bylo vytvořeno společné datové prostředí (CDE). Toto prostředí slouží ke vzájemné komunikaci mezi objednavatelem a dodavatelem. Filozofie tohoto prostředí je založena na vzájemném sdílení informací o datech, které jsou neustále aktualizovány určitou osobou nebo segmentem k určitému datu. Díky tomuto způsobu doplňování databáze modelu lze vidět kdo a kdy provedl změnu a kým byla změna schválena. Tudíž nedojde k nedorozumění mezi zadavatelem a zhotovitelem. [11]

Sdílení dat je umožněno formátem IFC, což je datový model splňující technickou normu ČSN EN ISO 16739 [9]. Obsahuje informace o stavbě, tedy grafická i negrafická data, jednotlivé procesy stavby, osoby podílející se na stavbě, ceny jednotlivých

komponent. U formátu IFC se rozlišuje otevřený formát a otevřená data. Formát IFC je otevřený textový formát, který může publikovat otevřená data. [14]

5.2 Vývoj zavádění BIM v ČR

V roce 2016 byl vládou České republiky schválen materiál *Význam metody BIM (Building Information Modelling) pro stavební praxi v České republice a návrh dalšího postupu pro její zavedení*. Následujícího roku byla vydána *Příručka pro zavádění informačního modelování staveb evropským veřejným sektorem* jako doporučený nástroj vládní politiky a metody zadávání veřejných zakázek. Dne 25. 9. 2017 vláda schválila materiál *Koncepce zavádění metody BIM v České republice* [9]. Téhož roku vznikl projekt *Strategie zavedení metodiky informačního modelování staveb pro potřeby veřejných zadavatelů*. Cílem tohoto projektu bylo vytvoření jednotného metodického prostředí, čímž se zajistí kompletní předání informací o veřejných stavbách a tím zefektivnění finančních prostředků, jejich optimalizace a zjednodušení administrativy v dané oblasti. V roce 2018 byl příspěvkovou organizací Česká agentura pro standardizaci (ČAS) spuštěn portál *KoncepceBIM.cz* obsahující první etapu – pilotní projekty, interaktivní dokumenty a terminologický slovník pro BIM. V roce 2019 ČAS zaujmula stanovisko Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO) pro využívání formátu IFC (podle ČSN EN ISO 16739) pro výměnu informací o stavbách během jejich životního cyklu. V roce 2021 vláda schválila aktualizaci harmonogramu *Koncepce zavádění metody BIM v ČR*, která proběhla kvůli návaznosti na nové trendy v oblasti digitalizace stavebního odvětví. Stejněho roku byl vydán materiál *Analýza aktuálního stavu stavební praxe ve veřejné správě*, kde jeho cílem bylo využít tuto analýzu jako podklad pro vypracování *Metodiky informačního modelování staveb pro potřeby veřejných zadavatelů*, který obsahuje standardizované postupy pro přípravu, provádění a provoz stavby. Od roku 2022 je na Vysoké škole báňské – Technické univerzitě Ostrava otevřen nový studijní program BIM Inženýring.

5.3 Pilotní projekty BIM v ČR

Základní škola Halenkov: pasport objektu metodou BIM, cílem projektu bylo vytvoření informačního modelu základní školy v Halenkově s využitím sběru dat metodou laserového skenování. Zpracoval Ústav geodézie, Fakulty stavební, Vysokého učení technického v Brně. [15]

Vysočina – BIM academia: cílem je získání BIM modelů pro jejich využití při správě majetku, účelem je zvýšit znalost studentů a pedagogů v tomto odvětví. [15]

Technika pro budoucnost 2.0: navazuje na projekt „BIM academia“, cílem projektu je zvýšení kvality a vzdělávacích aktivit pro potřeby trhu práce. Projekt je zaměřen na pasportizaci stávajících staveb, digitalizaci dokumentací a jejich převedení do 3D modelů. [15]

Nemocnice Třebíč – Parkovací dům: cílem je výstavba nového parkovacího domu na místě stávající parkovací plochy, účelem je zajištění parkovacího místa v místě zdravotnického zařízení, využití BIM – využití sdíleného datového prostředí CDE, výkresová dokumentace ve 2D, tvorba informačního modelu, digitalizace stávajících procesů, detekce kolizí, atd. [15]

Výstavba nového sídla NKÚ: výstavba nového sídla Nejvyššího kontrolního úřadu v Holešovicích, tento projekt bude využívat metodiky agentury ČAS (pasportizace stavby, informační model stavby, klasifikační model stavby), má sloužit jako inspirace pro další veřejné instituce s využitím BIM. [15]

Hubertcentrum Kroměříž: pasport objektu metodou BIM, cílem projektu bylo vytvoření informačního modelu historické budovy Maxmiliánův dvůr v areálu Hubertcentrum v Kroměříži s využitím sběru dat metodou laserového skenování. Zpracoval Ústav geodézie Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně.

5.3.1 Úroveň detailu LOD

LOD neboli Level of Development (Level of Definition, původně Level of Detail) se skládá ze dvou složek LOG a LOI, které dávají souhrnnou informaci o modelu v určitém časovém okamžiku. LOD tedy určuje úroveň vývoje daného modelu. LOI (Level of Information) popisuje rozsah negeometrických dat (technická, cenová, časová, ...) a LOG (Level of Geometry) popisuje podrobnost geometrie modelu tedy jejich vizuální podoby.

Úrovní LOD se rozlišuje 6:

LOD 100 Koncepční návrh – pouze hrubý tvar.

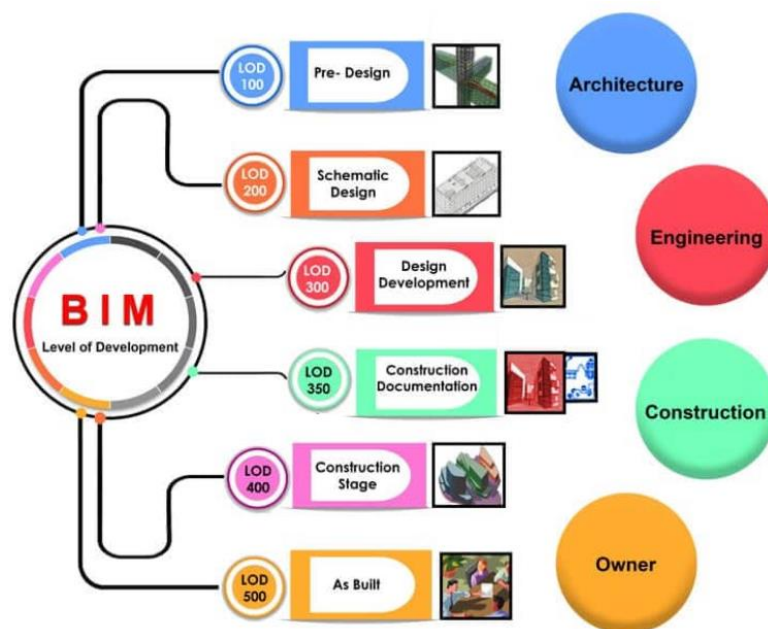
LOD 200 Schématické návrhy – hrubý tvar doplněn více prvky (množství, tvar, rozměr, velikost).

LOD 300 Detailní návrh – postupně doplněny i negrafické informace (přesný rozměr, relativní poloha).

LOD 350 Stavební dokumentace (vztah prvků a spojení ostatních komponent).

LOD 400 Výroba a montáž – definované přesné množství, rozmístění a konkrétní tvar.

LOD 500 Dokumentace skutečného provedení stavby. [10]



Obr. 32 Struktura Level of Development [10]

5.4 Tvorba modelu RD

Pro tvorbu modelu byl využit software Autodesk Revit verze 2021.

Model byl vytvořen na základě existujících půdorysných podkladů a doměřené části jak z tachymetrie, tak pomocí laserového skenování – mračna bodů. V kapitole 3.6 je uveden postup laserového skenování a v kapitole 4 vznik mračna bodů, které je využito jako podklad pro vymodelování střechy rodinného domu. V modelu není řešen interiér a exteriér rodinného domu je řešen pouze okrajově.

Celý model je tvořen na šabloně používané v předmětu *Projektování BIM I*. Tato šablona obsahuje základní typy rodnin, rozdělenou strukturu v tzv. Prohlížeči projektu do pohledů a půdorysů apod.

V kapitolách 6 až 10 je chronologicky uveden postup zpracování.

5.5 Zavedení souřadnicového systému JTSK a výškového systému Bpv

5.5.1 Zavedení souřadnicového systému

Pro správné nadefinování souřadnic byl založen tzv. Master projekt, tj. projekt, který bude sloužit pro přebírání souřadnic z jednoho referenčního výkresu *.dwg do druhého referenčního souboru *.rvt. Pouze z *.dwg souborů lze publikovat souřadnice do ostatních formátů Revitu.

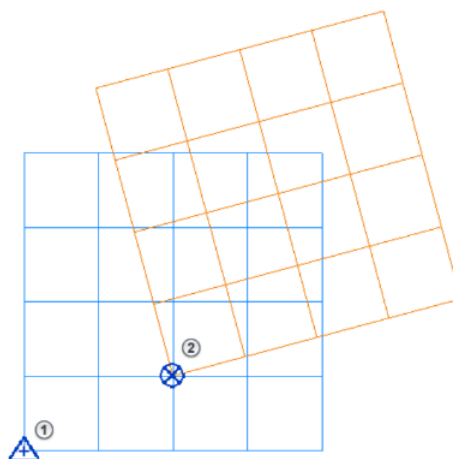
Revit jednoduše řečeno pracuje ve svých lokálních souřadnicích. To způsobuje problém při práci na jednom projektu, na kterém se podílí více osob. Tím je myšleno například tvorba více pater, kde každé patro modeluje někdo jiný. Dále je potřeba patra spojit a zde vzniká problém, protože každý pracuje ve svých lokálních souřadnicích. Lze pracovat v tzv. centrálním projektu, kde se podílí více osob najednou, ale ne na stejném místě modelu.

Proto je řešením vytvořit základní projekt, který bude pracovat v daných souřadnicích a nebude tím vznikat problém při napojení více dílčích modelů jednoho objektu.

Software Revit umí rozeznávat dva typy systémů [12]:

1. Souřadnicový systém zaměření – informuje o absolutní poloze objektu na povrchu Země. Je to jeden konkrétní bod v modelu (trojúhelník s křížkem) s určenými souřadnicemi v geodetickém systému např. roh budovy, vstupu, či lomový bod pozemku, ...

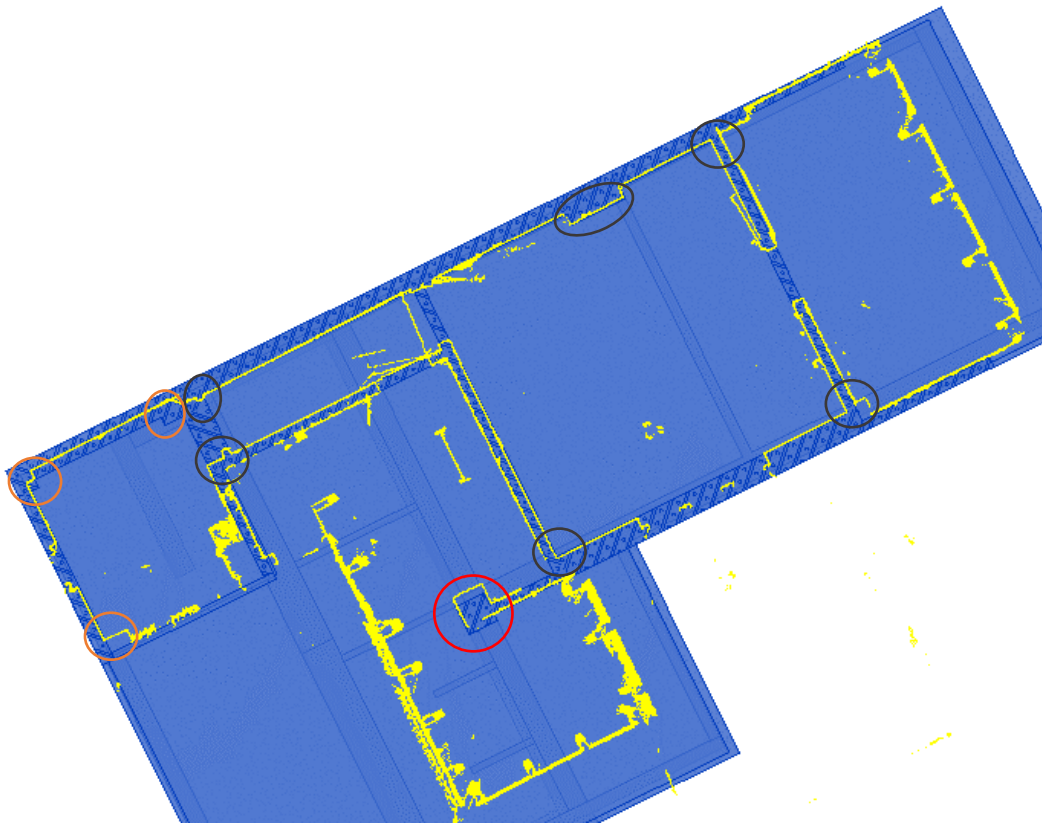
2. Souřadnicový systém projektu – počátek tohoto systému je kolečko s křížkem, který dává “relativní“ informaci o poloze pouze v daném projektu.



Obr. 33 Zobrazení bodu projektu a bodu zaměření [13]

Do projektu Master byl připojen pomocí ikony *Připojit CAD *.dwg* soubor, který vznikl v programu Trimble RealWorks. Tento soubor vznikl jako řez mračnem bodů viz kapitola 4.2.1 a byl vyexportován jako 2D soubor s příponou *.dwg. Řez obsahuje mračno bodů pořízené v místě řezu mračnem se souřadnicemi v S-JTSK, které bylo potřeba pro převzetí do softwaru Revit.

Poté byl označen připojený *.dwg soubor (říznuté mračno) a na kartě *Správa – Souřadnice – Získat souřadnice* si Revit uložil do paměti souřadnice ze souboru *.dwg. K projektu Master byl připojen model s příponou *.rvt vzniklý v lokálním systému jako střed na střed. Následně byl model přesunut a pootočen dle připojeného mračna na identické body komínu a rohy místnosti, která nebyla po rekonstrukci.



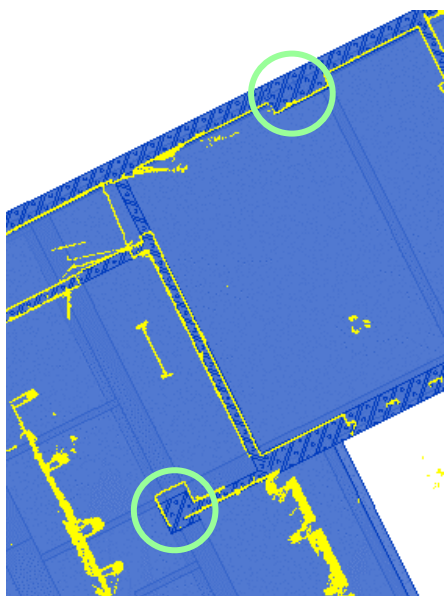
Obr. 34 Zobrazení shod/neshod napasovaného mračna bodů na model

Zde vznikl problém s pasováním modelu na mračno. Z důvodu, že část modelu domu (RD) vznikla ze stávající dokumentace dřív, než proběhlo laserové skenování, bylo při posunutí a pootočení zjištěno, že u části místnosti, kde se nachází spojovací schodiště mezi 1NP a 2NP byla provedena menší rekonstrukce, při níž byla změněna tloušťka obvodové stěny v místnosti, která nebyla při rekognoskaci na první pohled zřejmá viz Obr. 34.

Původně pro napasování modelu na mračno byla myšlenka využít komíny (zelená kolečka na Obr. 35, které vedou přes obě nadzemní podlaží. Ale po napasování na komíny bylo zjištěno, že u komínu viz Obr. 34 (červené kolečko) byla provedena rekonstrukce nebo bylo v projektu špatně zaznačeno.

Takže pro určení správné polohy byl využit pouze jeden z komínů (v černém kolečku v Obr. 34), rohy místnosti a spojovací chodby (taktéž černá kolečka v Obr. 34)

Jakmile byl model správně umístěn, označil se a ve vlastnostech v kolonce *Jiné – není sdíleno – převzít* převzal uložené souřadnice v Revitu.



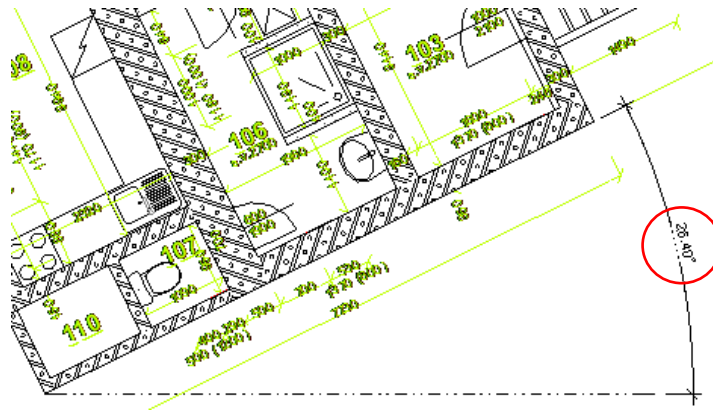
Pro kontrolu byl připojen soubor, který obsahoval jiný řez s mračnem bodů. Vzhledem k tomu, že řez obsahuje souřadnice v S-JTSK, tak u připojení bylo zvoleno *Podle sdílených souřadnic*.

Obr. 35 Volba umístění mračna bodů pomocí polohy komínů

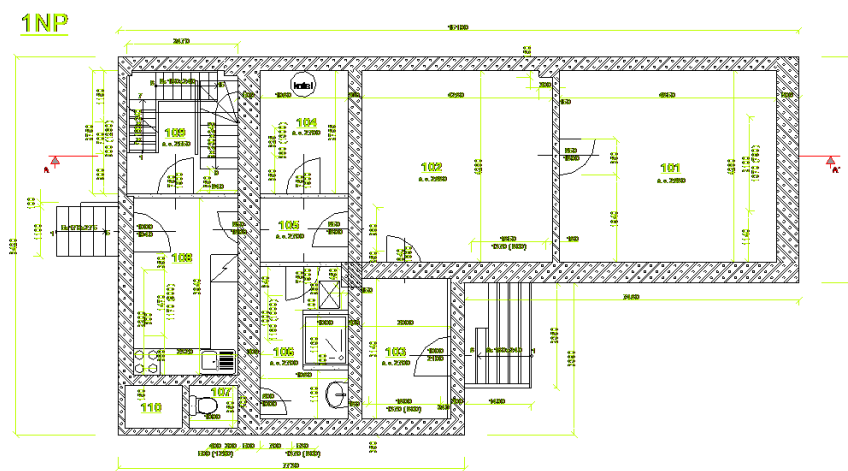
Při načtení souboru v souřadnicovém systému je kresba orientovaná ke „skutečnému severu“ – osa X S-JTSK. Tento systém není rovnoběžný s obrazovkou. Pro ulehčení kresby lze natočit projektový sever. Projektový sever lze chápat jako nulový směr v softwaru, tedy rovnoběžku s rámem obrazovky.

Takto nadefinovaný projektový sever umožňuje snazší práci jak v napasování více referenčních výkresů na sebe, tak i pozdější práci nad podklady (nejsou stočené). Pod pojmem „skutečný sever“ rozumí Revit zápornou větev osy X S-JTSK.

Vzhledem k tomu, že model vznikl částečně dříve, než byl umístěn pomocí mračna bodů do souřadnic v S-JTSK, je nutné stočit projektový sever viz Obr. 36. o úhel 26,40° od vodorovné osy vůči skutečnému severu.



Obr. 36 Úhel stočení vůči skutečnému severu



Obr. 37 Stočení do projektového severu

Je tedy vhodnější nastavit skutečný sever až po připojení všech potřebných souborů (v S – JT SK) do softwaru. V okamžiku, kdy byl nastaven skutečný sever pouze při připojení *.dwg souboru s půdorysným podkladem- (v místním systému), nastavil se tento úhel stočení do programu. Jakmile byl připojen soubor s mračnem bodů v S – JT SK, bylo mračno automaticky stočeno o tento úhel, tím pádem nepasovalo na *.dwg soubor.

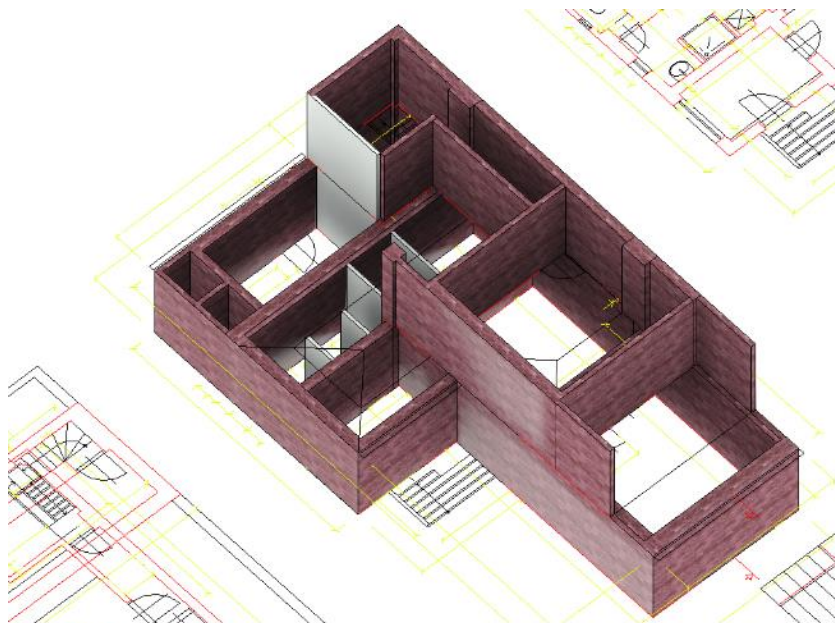
5.5.2 Zavedení výškového systému

Souřadnice přebírané z *.dwg souboru mají správnou polohu nikoli výšku, neboť se jedná o 2D výkres. Absolutní výška byla přebrána z tachymetrického zaměření a ve vlastnostech projektu byla pouze přepsána absolutní výška základního bodu projektu, která odpovídala výšce vstupu 1NP.

6 Konstrukce hrubé stavby rodinného domu

Na úvod bude zmíněno základní rozložení softwaru, které je využíváno po celou dobu tvorby RD. Základem programu jsou 3 pásy – *pás karet*, *vlastnosti* a *prohlížeč projektu*. V *páse karet* najdeme základní úkony pro tvorbu samostatného modelu, popřípadě připojení ostatních souborů či připojení různých komponent do modelu. *Vlastnosti*, jak už název napovídá, jsou detailní informace pro každý prvek a jeho úpravu. A *prohlížeč projektu* má v sobě hierarchické uspořádání jednotlivých pohledů, výkazů, výkresů a rodin. Pod pojmem pohled jsou uschované jednotlivé půdorysy, 3D pohled, pohledy (severní, jižní, východní a západní) a řezy. Ve výkazech jsou tabulky a seznamy výkresů, ve výkresech jsou neustále aktualizované formy na tisk. Rodiny jsou speciální typ komponent, které potřebují hostitele, proto je nejprve vytvořena hrubá stavba a následně je obohacena prvky typu dveře, okna, osvětlení atd. V prohlížeči projektu se rodiny mohou duplikovat, přidávat nebo sdílet do jiných projektů.

Na Obr. 38 je zobrazena vytvořená hrubá stavba, pouze stěny a podlaha, které tvoří základní kostru při tvorbě modelu, prvotní architektonické prvky. Dále bude popsáno, jak tento hrubý model vznikl.



Obr. 38 Počáteční hrubá konstrukce podle projektové dokumentace pasport

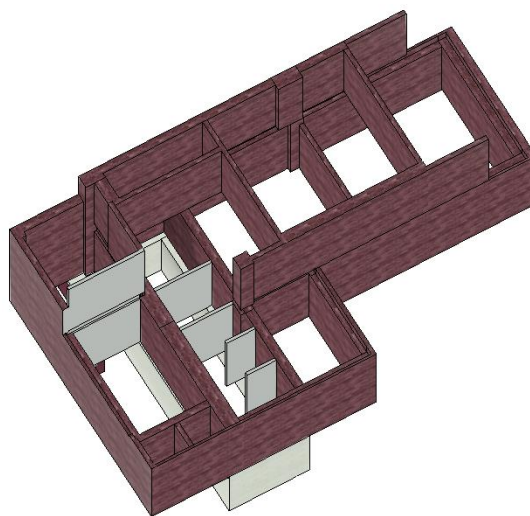
6.1 Stěny a podlaha

Před tvorbou samotného modelu rodinného domu bylo třeba nejprve vytvořit jednotlivé výškové úrovně – podlaží. Tyto výškové úrovně jasně definují dolní a horní uchycení stěn a umístění podlah. Při vytvoření výškové úrovně se v *Prohlížeči projektu* automaticky vytvořil půdorys s identickým názvem jako má výšková úroveň. V projektu se nachází celkem 10 výškových úrovní – 1 pro suterén, 1 pro první nadzemní podlaží, 2 pro schodiště, 2 pro druhé nadzemní podlaží, 2 pro střešní část a 2 pro terén.

6.1.1 Stěny

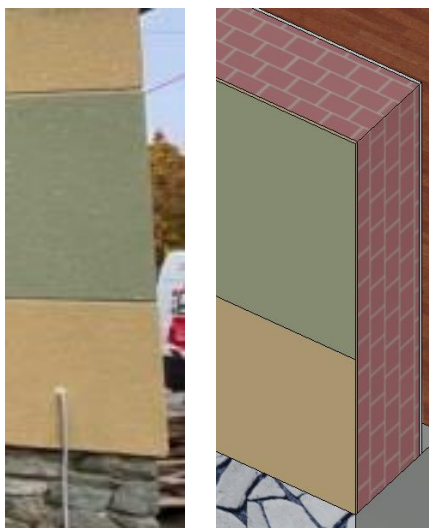
Jakmile byly nadefinovány potřebné výškové úrovně, byly postupně do konkrétního podlaží připojeny existující dokumentace odpovídajícího patra. Podle podkladu bylo vytvořeno nejprve obvodové zdivo, pomocí funkce *Stěna* na kartě *Architektura*. Lze využít i kartu *Konstrukce*, kde se nachází funkce *Stěna*. Dále ve vlastnostech byl zvolen typ – *Základní stěna*, kterou nabízí šablona, na které byl tento projekt založen. U stěny byla pomocí funkce *Upravit typ* zvolena tloušťka stěny, která byla zjištěna z pasportu.

Díky jednotlivě vytvořeným výškovým úrovním bylo rovnou ve *Vlastnostech* nastaveno uchycení horní a dolní vazby stěny. Pokud by se tento krok neudělal, nic se neděje Revit by měl automaticky ve *Vlastnostech* nastaveno *nepřipojeno* a toto nastavení lze kdykoliv změnit. Poslední nastavení před samostatným kreslením stěn bylo zvolení uchycení (jakým bodem se bude stěna do projektu vkládat). Tento software nabízí 6 možných druhů uchycení (osa stěny,



Obr. 39 Zobrazení konstrukčních stěn

osa nosné části, plocha povrchové úpravy vnitřní/vnější a plocha nosné části vnitřní/vnější), nejčastěji byl využit úchyt *plocha povrchové úpravy vnější*. Revit má jasně daný směr kresby, který lze zjistit podle uchycení na plochu. Při otočení směru, tzn. místo kresby stěny podle vnější hrany se stěna kreslí podle vnitřní (dojde k odsunutí o rozměr ven z objektu), lze jednoduše pomocí mezerníku směr otočit a není potřeba stěnu mazat či přesouvat.



Obr. 46 Porovnání reality (vlevo) a modelu (vpravo)

Na Obr. 46 a Obr. 47 je řešena i skladba stěn. Skladba byla doplněna do celkové tloušťky stěn pouze obecně, podle příložené průvodní zprávy k pasportu, která uvádí plnou pálenou cihlu. Navíc byla přidána omítka/malba podle fotodokumentace.

Vzhled exteriéru stěny byl vytvořen na základě fotodokumentace. Pro zjištění správných barev omítky ve složkách RGB byl využit software Microstation V8i. Do tohoto softwaru byl připojen rastrový obrázek a pomocí palety barev zjištěny správné složky RGB. Následně byl v programu Revit vytvořen nový materiál pomocí funkce *Upravit typ – Upravit – Materiál – Vytvořit nový materiál* a ve vzhledu nově vytvořeného materiálu byly nadefinované konkrétní hodnoty RGB. Tímto způsobem vznikly nově dva materiály a následně byla vytvořena fasáda na RD. Bylo zapotřebí označit konkrétní stěny a pomocí funkce na kartě *Upravit|stěny – Geometrie – Rozdělit plochu* vytvořit hranice pro změnu barev. V posledním kroku se označila rozdělená plocha na stěně a na kartě *Upravit|stěny – Geometrie – Malba* byl vybrán nově vytvořený materiál.

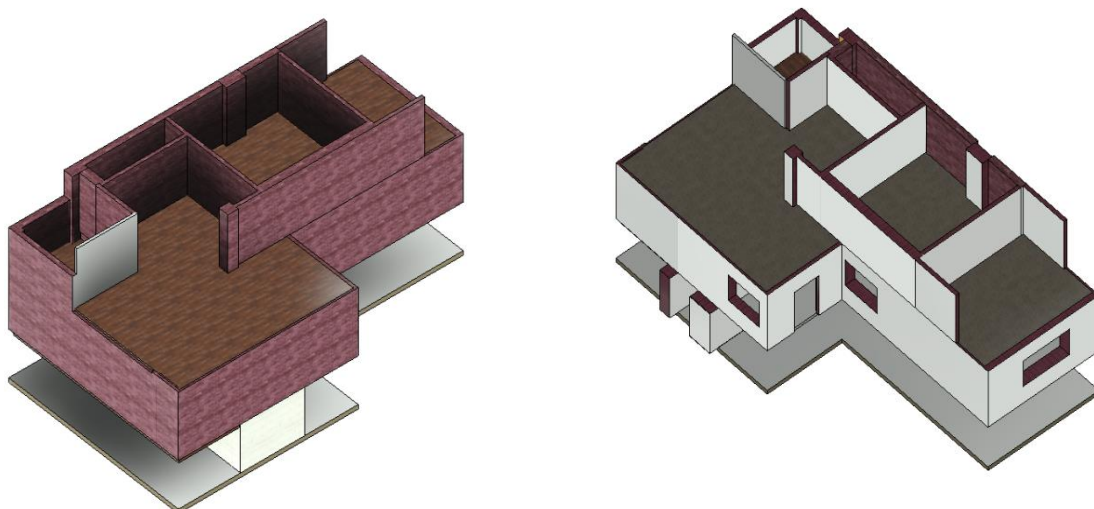


Obr. 47 Ukázka reality (vlevo) a modelu (vpravo)

6.1.2 Podlaha

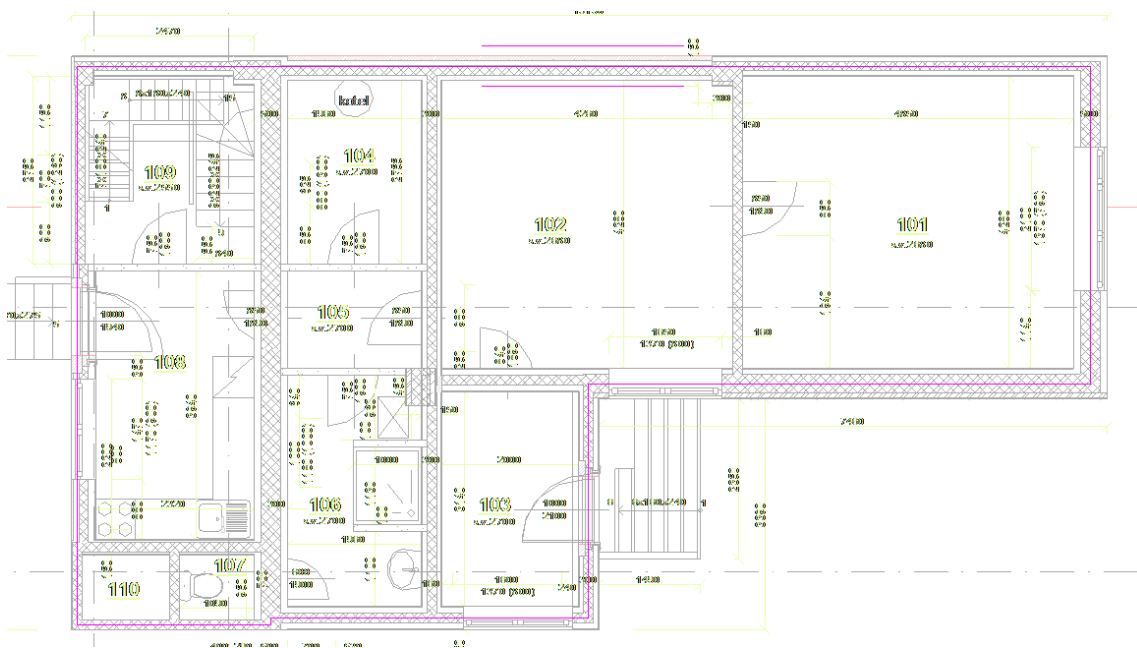
Podlaha v tomto softwaru neplní pouze funkci nášlapnou, ale i konstrukční, takže funguje i jako strop. To znamená, že stejně jako u stěn máme dvě plochy, kde v tomto případě v horizontální rovině je horní plocha nášlapná = podlaha a druhá plocha stropní s opět konkrétní skladbou a danou šířkou. Pod podlahu lze samostatnou funkcí umístit *Podhled*. Podhled je hostitelem pro osvětlení a další doplňující prvky, které se umísťují do stropní části. Popřípadě z pohledu podlahy lze vytvořit novou „podlahu“ umístěnou na konstrukční, tedy nosnou, která tuto podlahu doplní jako krytina.

Podlaha se v Revitu nachází na kartě *Architektura – Podlaha*, kde se dá zvolit několik typů (detailní rozdělení jsem uvedla ve své bakalářské práci). Umístit podlahu lze dvěma způsoby, první je pomocí jednotlivě nakreslených linií a druhá výběrem uzavřených místností. Stejně jako u stěn se definuje uchycení. Podlaha v rodinném domě je opět jako u stěn vytvořena na základním typu, kterou nabízí šablona. Jednotlivé podlahy se kreslí v příslušných půdorysných pohledech, kde lze ve vlastnostech prvku nastavit její odsazení od konkrétní výškové úrovně. V rodinném domě byly podlahy vytvořeny jednotlivě nakreslenými liniemi v ose stěn s jedním materiálem, který je přidělen celé tloušťce podlahy. Takto volený materiál je opět z důvodu jako u stěn, protože hrubý model (Obr. 48) vznikl před samostatnou rekognoskací objektu.

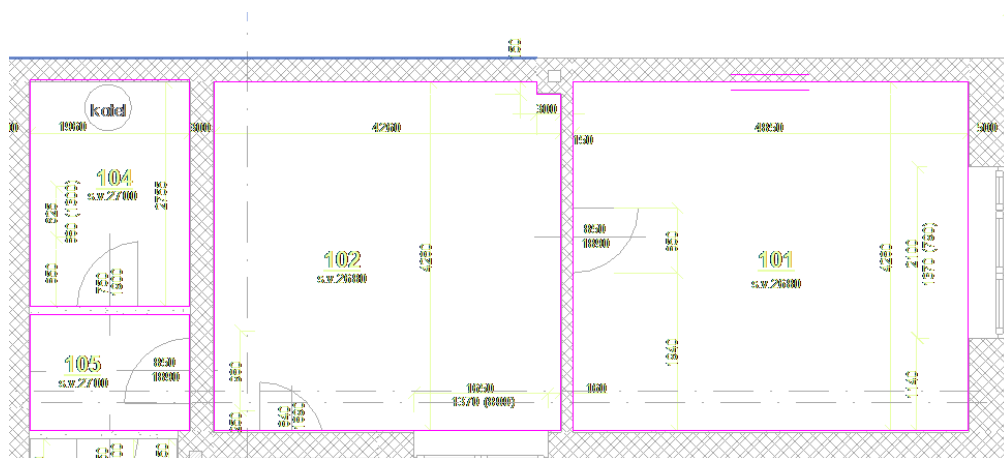


Obr. 48 Hrubý model RD tvořený konstrukčními stěnami a podlahou

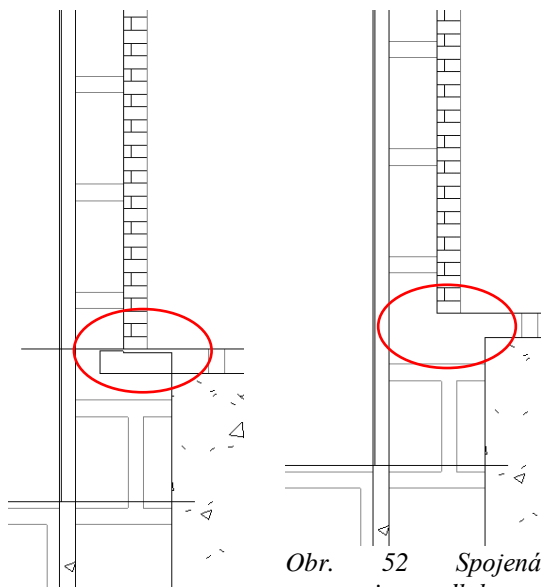
V průběhu tvorby modelu RD byla konstrukční deska podlahy doplněna nášlapnou vrstvou různých krytin. Mezi 1PP a 1NP je konstrukční deska tvořena z betonových panelů o šířce 130 mm doplněna nášlapnou vrstvou o tloušťce 20 mm, tedy celková tloušťka podlahy je 150 mm. Tato deska vznikla ze dvou na sobě vytvořených podlah, protože v koupelně a na WC je keramická dlažba a v ostatních místnostech jsou dřevěné parkety. Aby podlaha výškově odpovídala, tak ve vlastnostech byla využita možnost *Výškového odsazení od podlaží*, kde konstrukční deska byla odsazena o 20 mm od zvolené výškové úrovně a na ní vložena daná krytina. Krytina byla vytvořena obdobně pomocí nástroje na kartě *Architektura – Podlaha – Architektonická* s rozdílem, že konstrukční podlaha jde přes osy stěn a krytina jde po vnitřním obvodu stěn viz Obr. 49 a Obr. 50.



Obr. 49 Hranice konstrukční podlahy vedená osou stěn



Obr. 50 Hranice architektonické podlahy vedená po obvodu stěn



Obr. 51 Nespojená geometrie podlahy a stěn

Obr. 52 Spojená geometrie podlahy a stěn

Po umístění podlah byla spojena geometrie mezi konstrukčními prvky (stěny a podlahy). Na Obr. 51 je zobrazena nespojená geometrie mezi podlahou a stěnou. Pomocí příkazu na kartě *Upravit|stěny – geometrie – připojit geometrii* byly propojeny konstrukční prvky. Výsledek pak na Obr. 52.

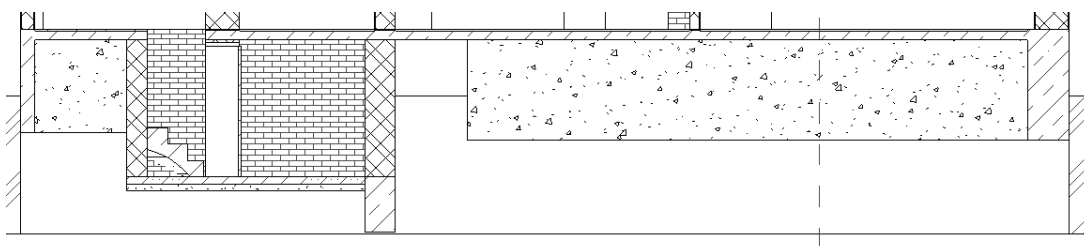
6.1.3 Základové pasy

Z výkresové dokumentace pasportu konkrétně z řezu A–A' je RD postaven na základových pasech viz Obr 53.



Obr. 53 Projektová dokumentace pasportu zobrazující řez RD s detailem na základové pasy

Rozměry základových pasů jsem převzala z řezu A–A' ve formátu *.dwg a materiál použila totožný s podlahou v 1PP (beton). V Revitu byly pasy vytvořeny funkcí na kartě *Konstrukce – Základy – Pas*. Pro vytvoření základových pasů je potřeba mít nejprve vytvořené stěny, protože pasy jsou pevně vztaženy k celé délce těchto stěn. Tedy pokud se provede přesun stěny, automaticky se s ní pohne i konkrétní pas.



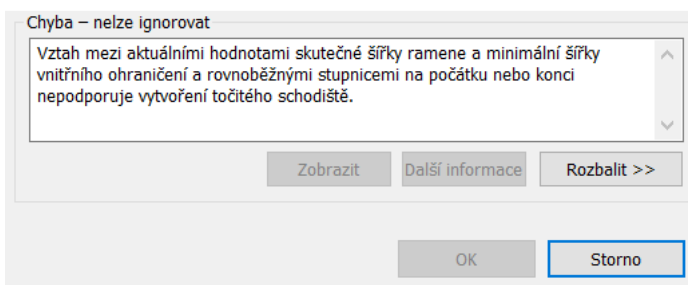
Obr. 54 Ukázka základových pasů modelu

6.2 Schodiště

V rodinném domě se nachází 4 schodiště. Dvě z toho jsou přímá, třetí a čtvrté schodiště je lomené ve tvaru L, přičemž spojovací schodiště mezi 1PP a 1NP je bez mezilehlé podesty a schodiště mezi 1NP a 2NP je s podestou. Obě schodiště pro vstup do rodinného domu a schodiště mezi 1PP a 1NP jsou z betonu. Spojovací schodiště mezi 1NP a 2NP je dřevěné s dřevěným zábradlím.

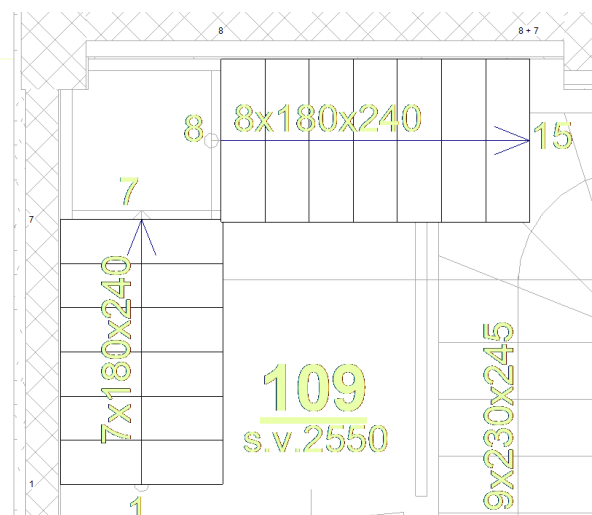
Vytvoření schodiště v softwaru Revit se řadí mezi náročnější modelace, protože tento program má vlastní zabudovaný výpočetní algoritmus, ve kterém když dojde k překročení jeho kritických hodnot, nepovolí vytvoření schodiště. Tento případ nastal u tvorby lomeného schodiště mezi 1PP a 1NP.

Autodesk Revit 2021



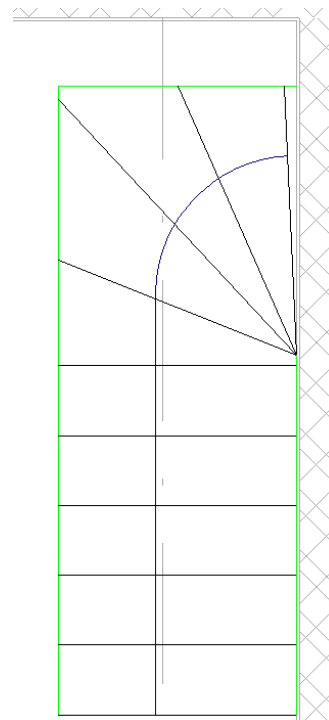
Obr. 55 Upozornění programem Revit na překročení hodnot.

Tvorba schodiště mezi 1NP a 2NP byla nejprve řešena pomocí dvou samostatných ramen, ke kterým se pak následně doplnila podesta viz Obr. 56. Protože ramena nejsou propojena a geometricky Revit sám nedokáže udělat návrh na podestu i po svolení obou ramen ručně bylo třeba zvolit jiný způsob tvorby, tedy načrtnout schodiště ručně.



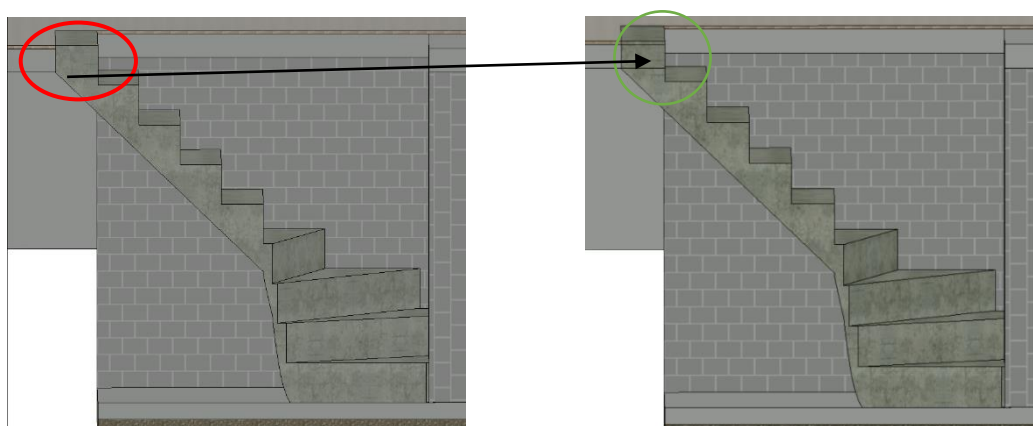
Obr. 56 Schodiště tvořené dvěma rameny

Tento problém byl řešen pomocí navrhnutí vlastní trajektorie schodiště. Na kartě *Architektura – Komunikace – Schodiště – Komponenty – Vytvořit náčrt (Kreslit)* se vytvoří náčrt ramene schodiště. Nejdříve je ale zapotřebí ve vlastnostech zvolit podobný typ schodiště a ten upravit podle potřebných parametrů schodiště. Následně se na kartě *Kreslit* vybere nejdříve hranice schodiště, kterou se nakreslí levá a pravá část ramene schodiště (je zapotřebí, aby se tyto dvě linie neprotínaly – Revit nerozezná při spojení linií, která je levá a pravá, bere ji jako jednu celistvou stranu a schodiště nevytvoří). Poté se nakreslí jednotlivé podstupnice v potřebných rozestupech (tyto podstupnice spojují levou a pravou část ramene) a v posledním kroku se nakreslí trajektorie schodiště viz Obr. 57.



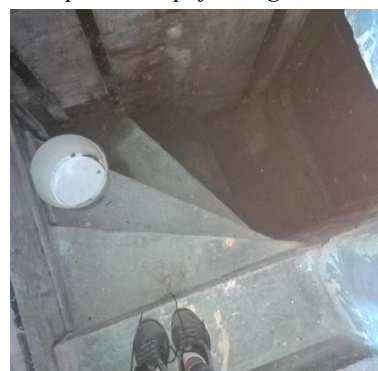
Obr. 57 Výsledné schodiště tvořené náčrtem

Na Obr. 57 je zeleně vyznačeno pravé a levé rameno schodiště, černě jsou vyznačeny jednotlivé nášlapné stupně a modře trajektorie schodiště.



Obr. 58 Vymodelované schodiště – vlevo bez spojené geometrie a vpravo se spojenou geometrií

Na Obr. 58 je zobrazeno vymodelované schodiště mezi 1PP a 1NP. V červeném kolečku je ukázka chybného spojení geometrie mezi konstrukční deskou a na ní umístěnou architektonickou krytinou se schodištěm. Tato problematika byla vyřešena pomocí funkce na kartě *Upravit – Geometrie – Připojit geometrii*, kde je správně připojená geometrie prvků viz Obr. 58 (zelené kolečko). Porovnání se skutečností viz Obr. 59.

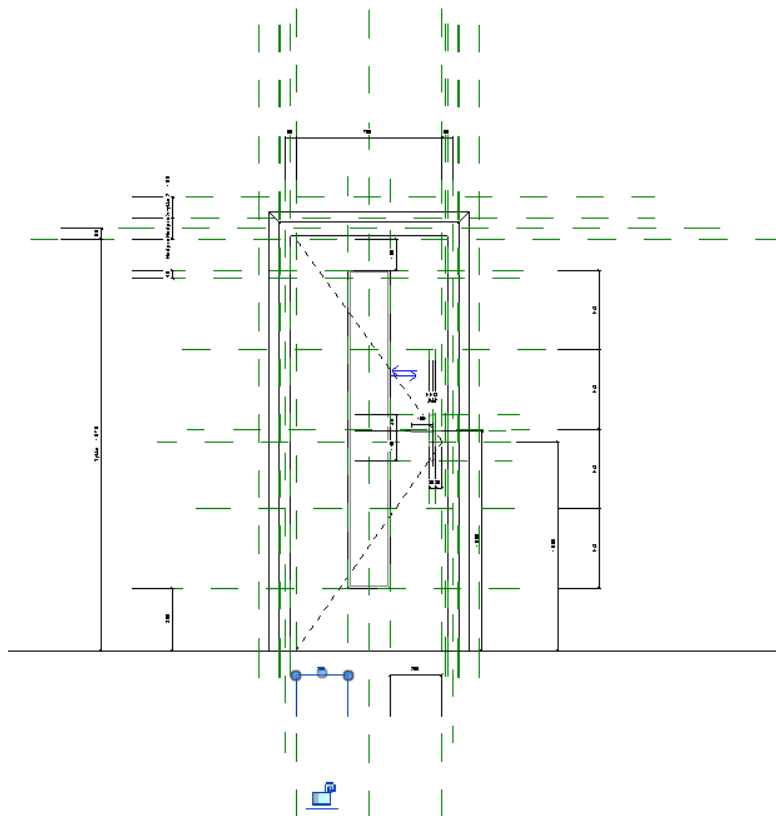


Obr. 59 Reálné schodiště v RD

6.3 Rodiny

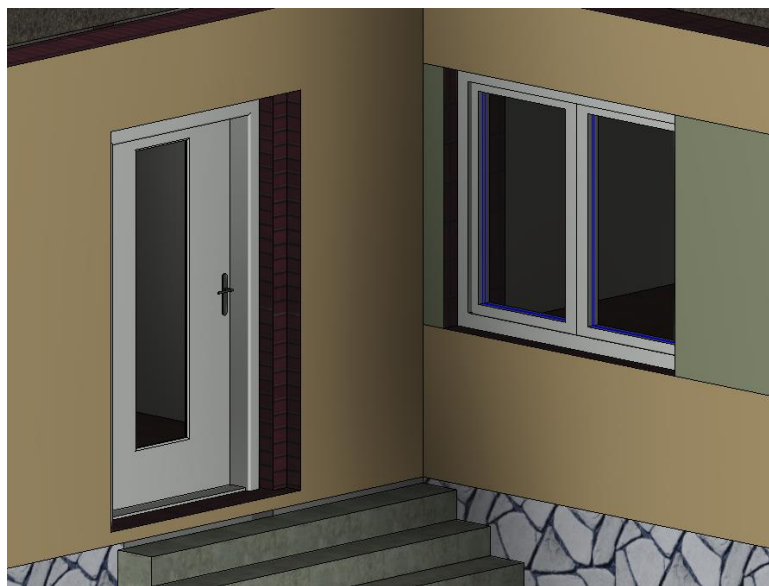
Rodiny jsou prvky v Revitu, které pro umístění do modelu potřebují hostitele. Pro bližší představu se dají přirovnat k buňkám v Microstationu. Hostitel je konstrukční prvek budovy – stěna, podlaha (strop), schodiště, střecha... Do rodin pak patří okna, dveře, osvětlení, zábradlí, vybavení pro bydlení a mnoho dalších.

Rodiny se do Revitu vkládají pomocí karty *Vložit – Načíst rodinu* a do modelu umisťují výběrem konkrétního prvku například *Architektura – Okno/Komponenta/Dveře/Zábradlí...* S rodinami lze i různě pracovat (Obr. 60), můžeme si je sami vytvořit (*Soubor – Nový – Rodina*) nebo stáhnout z různých webových stránek. V modelu byla využita okna ze šablony, která byla poupravena podle skutečných oken v rodinném domě. Úprava konkrétní rodiny byla v tomto případě provedena výběrem podobného typu okna a následně pomocí funkce na kartě *Upravit/Okna – Upravit rodinu*. Tento režim funguje stejně jako práce v celém softwaru, kde lze pracovat v různých pohledech (půdorysy, řezy, pohledy, 3D).



Obr. 60 Ukázka existující rodiny

Dveře byly do modelu vloženy obdobným způsobem jako okna. Opět byla pro tvorbu modelu RD využita existující rodina, která byla upravena (Obr. 61), aby se co nejvíce podobala realitě viz Obr. 62.



Obr. 61 Upravená rodina dveří podle reality



Obr. 62 Fotografie reálných dveří RD

7 Načtení mračna bodů do Revitu

V hlavní nabídce pásu karet, přes ikonu *Vložit – Mračno bodů* jsou dvě možnosti načtení mračna. První je s příponou *.rcp, pomocí kterého lze připojit mračno bodů jako celek, nikoli jak u přípony *.rsc pouze po částech.

Vytvořené mračno sloužilo pro tvorbu modelu podkrovní části rodinného domu. Při tvorbě modelu podle mračna bodů bylo mračno připnuto (funkce v softwaru), aby se s ním nedalo pohnout ani otočit a dále byl vypnut nájezd na mračno.

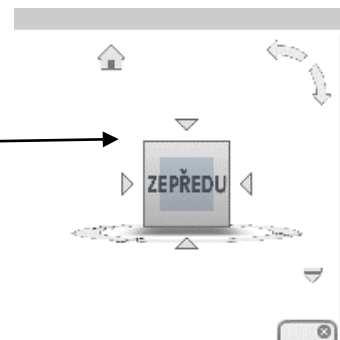
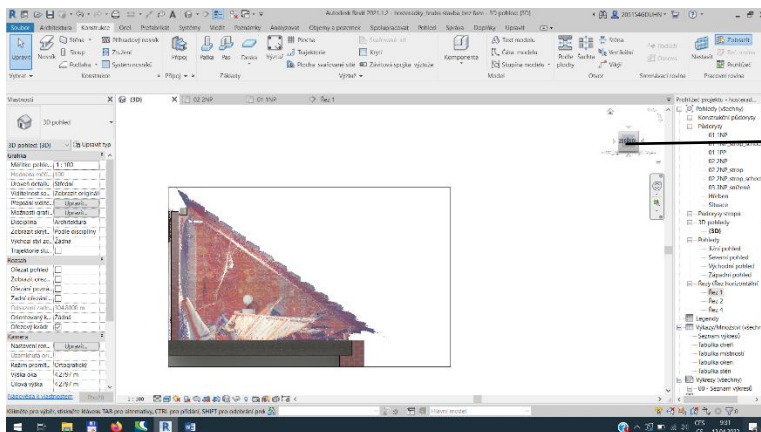
Vypnutí nájezdu lze použít na jakýkoliv připojený soubor.

7.1 Tvorba modelu 2NP nad mračnem



Obr. 63 Načtené mračno bodů ve 2NP

Místnosti s prvky krovu (trámy, krokve, pásky, pozednice, sloupky) byly vytvořeny pomocí funkce na kartě *Konstrukce – Nosník*. Ve *vlastnostech* byl vybrán podobný typ a dále v *Upravit typ – Duplikace* byl vytvořen prvek o správných rozměrech a byl mu nadefinován materiál (dřevo). Jednotlivé rozměry byly odměřeny v mračnu a kontrolně změřeny v prohlížeči, který byl vy publikován ze softwaru TRW. Tímto postupem byly nadefinovány všechny vodorovné a svislé trámy. Nejjednodušší práce s těmito prvky je ve 2D pohledech (půdorysy, řezy, pohledy). Krov lze vytvořit i ve 3D pohledu, ale je potřeba pracovat s natočením modelu do 2D pohledu. Pro tuto práci je ideální využít v pracovní ploše v pravém rohu kvádr, kterým lze natáčet model a udržet ho vždy v jedné konkrétní rovině viz Obr 64.



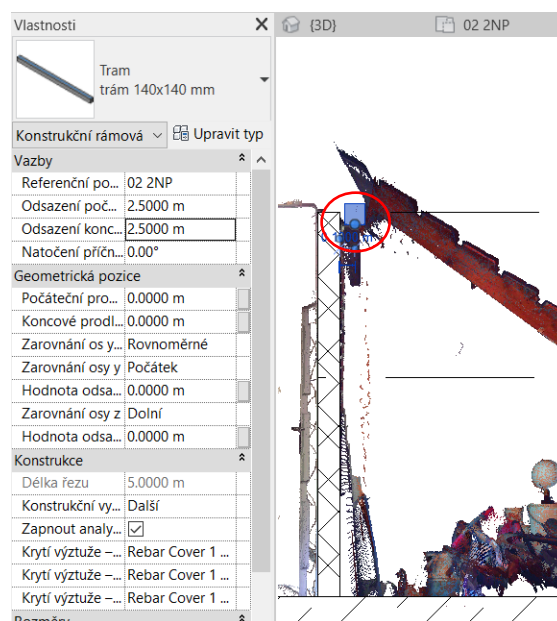
Obr. 65 Detail na orientovaný kvádr

Obr. 64 Orientovaný kvádr

Dále je uveden příklad umístění vodorovného trámu. Jak je již zmíněno, byl nadefinovaný rozměr a materiál. V půdorysu 2NP byla nakreslena osa trámu, která je vztažena k podlaze. V řezu místností se tento trámek označí (Obr. 66) a ve vlastnostech se navolí jeho poloha (Obr. 67)



Obr. 66 Prvotní umístění trámu v modelu



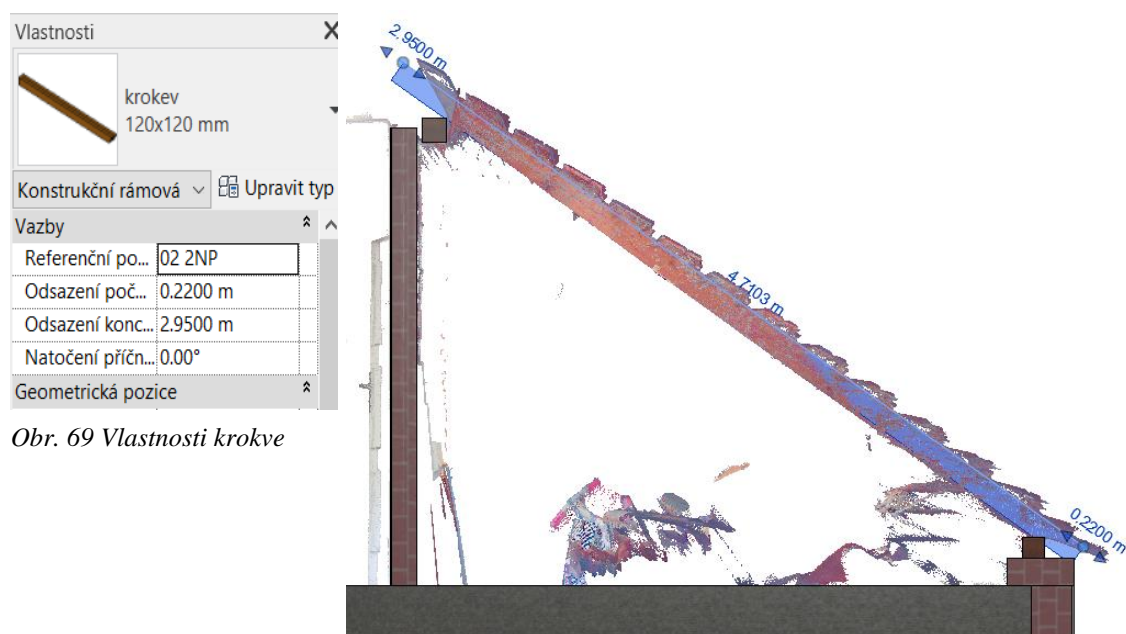
Obr. 67 Správně umístěný trámek podle mračna bodů

Ve vlastnostech je důležité zvolit

Geometrická pozice – Zarovnání osy z – Dolní, to říká, že se trámek zarovná na jeho spodní hranu, ke které se pak dále váže výška od podlahy po spodní hranu. Výška se nastaví ve *Vazby – Odsazení počáteční/koncové – 2,500 m*. Svislé sloupky fungují na podobném charakteru jako vodorovné trámy s tím rozdílem, že se u nich ve vlastnostech nastavuje *Podlaží základny a Horní podlaží* (to definuje samotnou výšku sloupku), popřípadě jejich *Odsazení* od podlaží základny nebo horního podlaží.

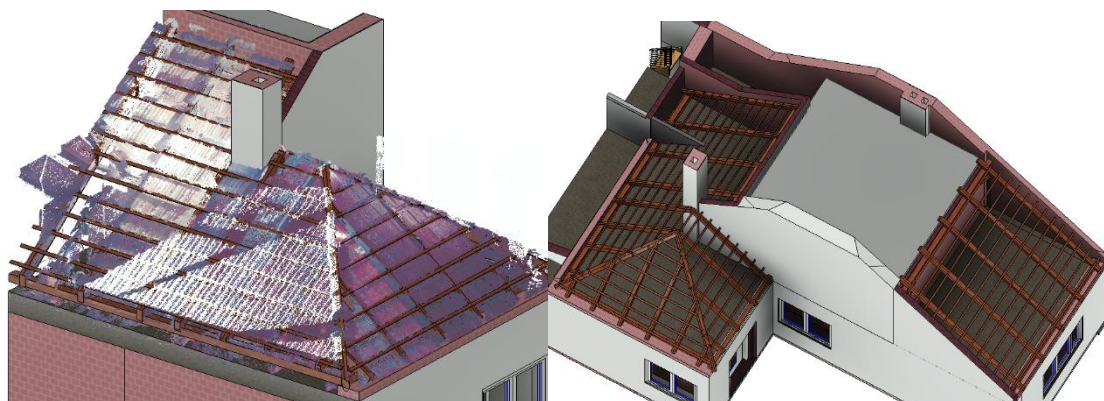
Pro umístění šikmých prvků krovu (pásky) bylo potřeba nadefinovat referenční rovinu, ke které budou tyto pásy vztaženy. Referenční rovina se nadefinuje na kartě *Architektura – Pracovní rovina – Referenční rovina*. V příslušném půdorysu se nakreslí její úsečka, čímž je rovina nadefinována, dále na kartě *Architektura – Pracovní rovina – Nastavit* se zvolí nově vytvořená buď možností vybrat nebo podle názvu. Revit po zvolení pracovní roviny sám nabídne v jakém pohledu bude možno pracovat (půdorys, řez).

Krokve jsou zvláštní typ šikmých trámů, proto by potřebovaly vlastní referenční rovinu. Průběh jejich os se zobrazuje do půdorysu, tím pádem postačí zvolit příslušný půdorys (2NP) jako referenční rovinu. Krokve se jejich osou nakreslí do půdorysu jako vodorovný trámek a poté se každému konci ve vlastnostech nadefinuje jejich konkrétní výška viz Obr. 68 a Obr. 69. Výsledný krov je na Obr. 70.



Obr. 69 Vlastnosti krokve

Obr. 68 Zobrazená krokve ve 3D modelu

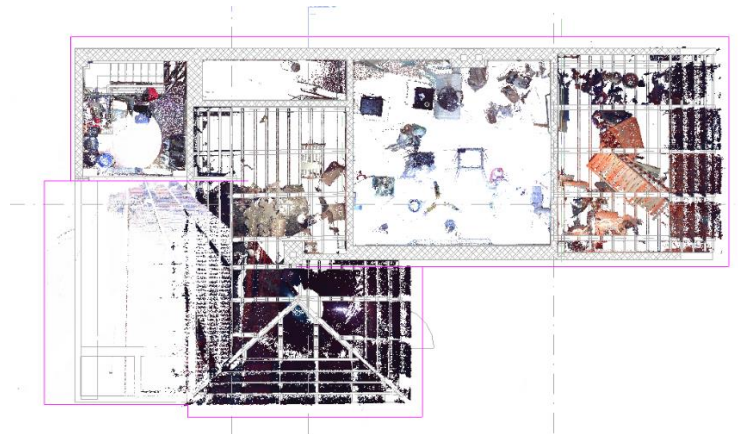


Obr. 70 Výsledný krov podle mračna bodů ve 3D modelu

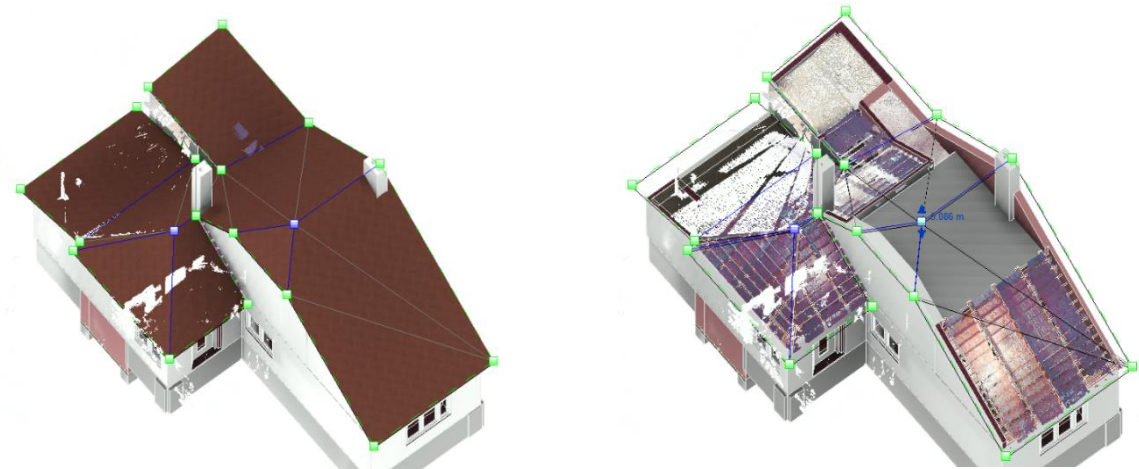
7.2 Střecha

Střecha je stavební konstrukce, která shora chrání budovu před vnějšími podmínkami. Na rodinném domě jsou tyto typy střech: polovalbová, která se nachází nad největší místností ve 2NP, valbová – tento typ je nad větší místností půdy, která obsahuje prvky krovu (místnost napojená na průchozí chodbu ve 2NP) a pultová, ta je nad schodištěm vedoucím z 1NP do 2NP a nad prostorem s kuchyní.

Střecha byla v Revitu tvořena funkcí na kartě *Architektura – Stavět – Střecha – Střecha v půdorysu*. Tímto příkazem se v příslušném půdorysu (2NP) nakreslil liniemi půdorysný tvar střechy včetně příslušného odsazení (Obr. 71). Dále bylo potřeba doplnit do půdorysného tvaru dělicí čáru, která definuje lomy na střeše (např. hřeben). Tyto dělicí čáry byly nakresleny pomocí funkce na kartě *Upravit|střecha – Přidat dělicí čáru*. Vytvořilo to jednotlivé body a linie, kterým je potřeba nadefinovat příslušnou výšku a tím je vytvořen i sklon střechy (Obr. 72).



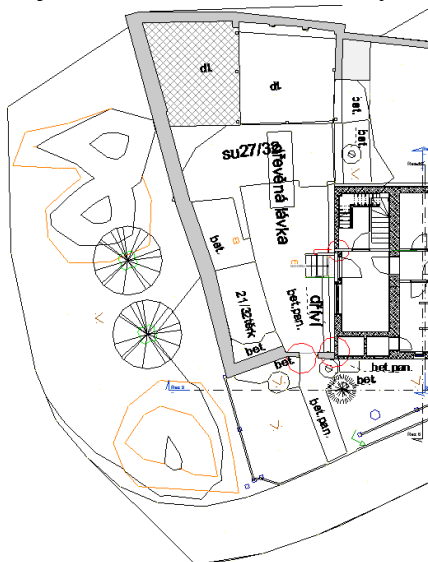
Obr. 71 Hranice střechy v půdorysném pohledu



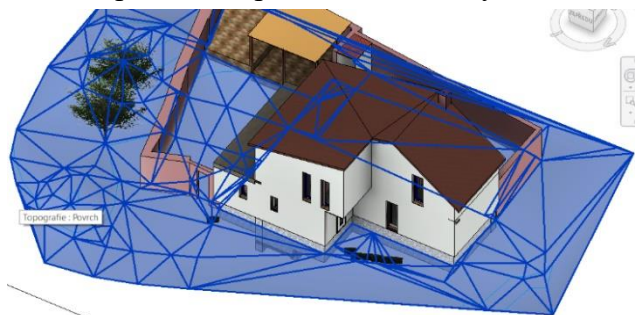
Obr. 72 Zobrazení dělicích čar a bodů pro tvorbu střechy

8 Terén v okolí RD

Terén a objekty v okolí RD byly vytvořeny pouze pro vizualizaci na podkladě vytvořeného výkresu situace. Pro tvorbu terénu byla využita funkce na kartě *Objemy a pozemek – Povrch terénu – Nástroje – Umístit bod*. Podle lomových bodů ve výkresu situace (Obr. 74) byly vytvořeny jednotlivé body terénu (Obr. 73), které tvoří trojúhelníkovou síť TIN, kterým byla následně přiřazena správná relativní výška.



Obr. 74 Načtení situace v půdorysu INP



Obr. 73 Terén tvořený jednotlivými body sítě TIN

Háček u definování výšek jednotlivých bodů terénu spočíval v nemožnosti definice pomocí absolutních výšek. Terénu bylo nutné přiřadit výškovou úroveň (odpovídala výšce INP). Z důvodu měnících se výšek jednotlivých bodů na terénu bylo potřeba každou výšku opravit o rozdíl mezi výškou INP a absolutní výškou každého bodu terénu.

Tento problém lze vyřešit naimportováním textového souboru do Revitu ve formátu *.csv nebo *.txt. Importovaný soubor musí obsahovat číslo bodu, -X, -Y souřadnice a sloupce oddělené čárkou. Tento způsob tvorby terénu nemohl být pro tuto práci využit, protože software neumí pracovat se souřadnicemi, i když je RD ve správném souřadnicovém a výškovém systému. Proto byl využit způsob tvorby jednotlivých bodů terénu s nadefinováním jejich výšek.

Obr. 75 Vytvořený terén ve 3D pohledu



9 Fázování projektu

Tato funkce slouží pro vizualizaci etap rekonstrukce v průběhu životního cyklu stavby. Pokud se jedná o větší stavby, ke kterým se vytvářejí výkazy např. oken, tak bez použití fází ve výkazech, by se nacházela všechna okna, tj. před rekonstrukcí a po rekonstrukci, tedy i ta, která by už v objektu neexistovala. Díky funkci fázování lze vytvořit výkazy před a po rekonstrukci, nikoli jeden souhrnný výkaz. Dále lze tuto funkci využít pro znázornění změny tvaru objektu. Pro vysvětlení uvádím příklad. Je existující budova s garáží = fáze existující. Podle navrženého projektu je v plánu garáž zbourat a postavit novou na jiném místě → nazveme to rekonstrukcí 1 (nový druh fáze), kde je vyznačena demolice garáže červenou barvou, zašedle bude existující budova a nově bude vytvořena garáž, která bude černě. Pokud bude časem objekt rozšířen, vznikne nová fáze rekonstrukce 2, kde bude z fáze rekonstrukce 1 existující budova + nová garáž šedě, protože ve fázi rekonstrukce 2 už je vše existující. Cokoli, co vznikne nově, bude černě.

Z výše uvedeného příkladu tedy vyplývá, že fáze projektu zobrazují časovou osu změn od zárodku stavby až po demolici. V této časové ose lze zaznamenat sebemenší změny na zájmovém objektu, popřípadě se v jakékoli fázi může zpětně prvek doplnit. Takto doplněný prvek software Revit vyhodnotí do daného okamžiku, ale třeba jej nastavit ve vlastnostech – fáze projektu, jinak by ho zařadil jako nejnovější změnu na objektu.

V softwaru Revit jsou předem vytvořeny 4 stavy fáze – existující, demolice, nový a dočasný. [16]

existující = prvek byl vytvořen dříve a stále existuje v aktuální fázi objektu

demolice = prvek byl vytvořen dříve a v nějaké životní fázi objektu byl zdemolován a v aktuální už neexistuje

nový = prvek je vytvořen v aktuální fázi stavby

dočasný = prvek je vytvořen v aktuální fázi a současně byl zdemolován ve stejné fázi

Rozlišit jednotlivé fáze v projektu je možno dvěma způsoby. První způsob funguje na bázi označování jednotlivých prvků v modelu a ve *Vlastnostech – Fázování – Fáze* se nastaví konkrétní stav, do kterého daný prvek/prvky spadají (v jakém okamžiku projektu vznikly). Druhý způsob zobrazení jednotlivých fází v projektu je založen na duplikaci půdorysných pohledů. Každý půdorys se zduplikuje a nazve se příslušnou fází (př. 1NP fáze 1, 1NP fáze 2), ke které je vztažena změna v příslušném projektu. Poté se v příslušném půdorysném zobrazení nastaví ve *Vlastnostech – Fázování – Fáze* (př. 1NP fáze 1), která bude platit pro konkrétní půdorysný pohled a všechny prvky, které v něm vzniknou, budou spadat do příslušné fáze.

Druhý způsob tvorby fází projektu je lepší z důvodu, že není potřeba myslet na to, jaký prvek je v jaké fázi a jestli všechny prvky v modelu mají přiřazenou správně fázi projektu. Díky zduplikovaným pohledům je jasné, v jaké fázi se nachází prvky modelu.

Ke každé fázi je přiřazen její *Filtr fáze* (Obr. 76), který říká, jak se mají prvky zobrazovat v pohledu podle použité fáze (viz 4 výše).

Fázování ×

Fáze projektu Filtry fází Přepsání zobrazení

	Název filtru	Nový	Existující	Demolice	Dočasné
1	Show All	Podle kategorie	Přepsaný	Přepsaný	Přepsaný
2	Zobrazit demolice + nov	Přepsaný	Nezobrazený	Přepsaný	Přepsaný
3	Zobrazit nový ke	Přepsaný	Nezobrazený	Nezobrazený	Přepsaný
4	Zobrazit předchozí + de	Nezobrazený	Přepsaný	Přepsaný	Nezobrazený
5	Zobrazit předchozí + nov	Přepsaný	Přepsaný	Nezobrazený	Nezobrazený
6	Zobrazit předchozí fázi	Nezobrazený	Přepsaný	Nezobrazený	Nezobrazený
7	Zobrazit stávající	Podle kategorie	Podle kategorie	Nezobrazený	Přepsaný
8	Zobrazit vše	Podle kategorie	Přepsaný	Přepsaný	Přepsaný

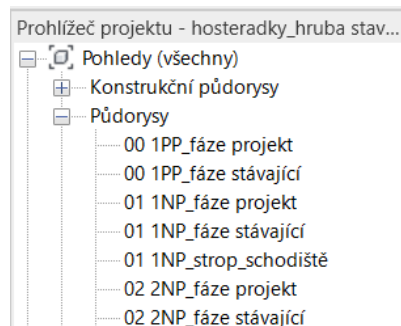
Obr. 76 Filtr fází určující zobrazení

U každého stavu fáze (*Nový*, *Existující*, *Demolice*, *Dočasné*) lze nastavit tři typy zobrazení – *Podle kategorie*, *Přepsaný* a *Nezobrazený*. Podle kategorie znamená, že se v aktuálním pohledu zobrazí prvky tak, jak mají definován vzhled ve vlastnostech. Nezobrazený znamená, že nebude zobrazen. Přepsaný znamená, že bude zobrazení přepsáno dle definice na záložce *Přepsání zobrazení*. Např. na Obr. 76 v Názvu filtru – *Zobrazit stávající*, je nastaveno pro *Nový* stav – *Podle kategorie*, pro *Existující* – *Podle kategorie*, pro *Demolici* – *Nezobrazený*, a pro *Dočasné* – *Přepsaný*, tzn. že se v pohledu s tímto filtrem, který bude nastaven ve *Vlastnostech – Filtr fáze – Zobrazit stávající*, zobrazí pouze prvky, které v dané fázi vznikly nově nebo jsou existující z předchozí fáze,

ale demolice nebude v pohledu zobrazena. U dočasného stavu s filtrem přepsaný se prvek zobrazí, podle nastavení v *Přepsání zobrazení*) viz Obr. 76.

V pohledu se může vyskytovat více než jeden stav fáze, záleží na životní etapě objektu. V případě demolice prvků, které potřebují hostitele (př. dveře potřebují stěnu, po níž vznikají otvory v hostiteli) přebírá software vlastnosti hostitele pro výplň.

Tvorba jednotlivých fází modelu rodinného domu Hostěrádky vznikala následovně. Nejprve bylo potřeba duplikovat jednotlivé půdorysné pohledy v prohlížeči projektu viz Obr. 77, ve kterých přibyla nová konstrukce nebo bylo něco zdemolováno. Duplikace pohledů tedy slouží pro tvorbu různých časových změn neboli fází v projektu, které vznikaly ve stejném půdoryse.



Obr. 77 Prohlížeč projektu

Následně na kartě *Správa – Fázování – Fáze* byly vytvořeny jednotlivé fáze RD, které se budou vyskytovat v projektu. Software Revit má automaticky vytvořené fáze v záložce *Fáze projektu – Existující a nová konstrukce*. U vytváření nových fází projektu je potřeba klást důraz na pořadí, v jakém jsou jednotlivé fáze (ve sloupci *Název*) za sebou viz Obr. 78. Software pro upřesnění má nad a pod tabulkou vysvětlenou hierarchii *MINULÉ* a *BUDOUCÍ* (obdobně je to i při určování pořadí skladby stěn).

Fázování

Fáze projektu Filtry fází Přepsání zobrazení

MINULÉ		
	Název	Popis
1	Fáze pasport	Podle projektové dokumentace
2	Fáze stávající	Změna podle naměřených dat
3	Fáze rekonstrukce	Podle návrhu na rekonstrukci

Obr. 78 Fáze projektu v RD

Fáze projektu nelze smazat pouze spojit, popřípadě přesunout *před* nebo *za*. Protože Revit měl už předem nadefinované dvě fáze *existující* a *nová konstrukce* bylo potřeba je spojit s nově vytvořenými fázemi. Tedy *existující* = *fáze stávající* a *nová konstrukce* = *fáze rekonstrukce*. V posledním kroku bylo potřeba nastavit *Přepsání zobrazení* fází, aby bylo jasně rozlišitelné, které prvky patří do které fáze (Obr. 79).

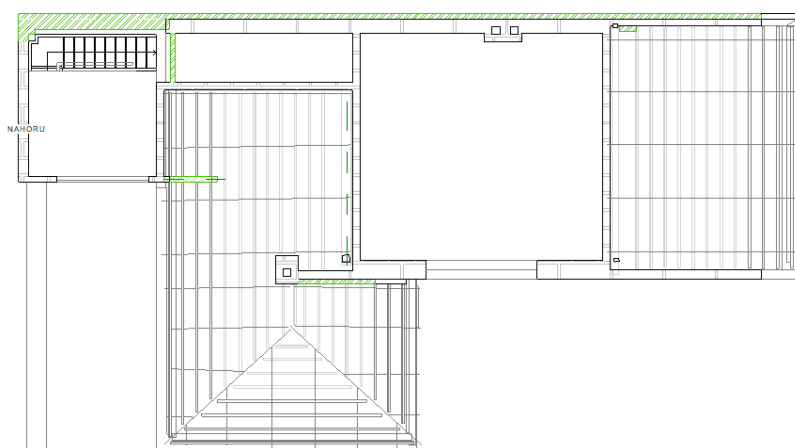
Fázování

Stav fáze	Pohled/povrch		V řezu		Půtóny	Materiál
	Čáry	Vzory	Čáry	Vzory		
Existující	—		—	Skryté	<input type="checkbox"/>	Fáze - existující
Demolice	- - - - -		—	Skryté	<input type="checkbox"/>	Fáze - demolice
Nový	—		—	Skryté	<input type="checkbox"/>	Fáze - nový stav
Dočasné	- - - - -		—	Skryté	<input type="checkbox"/>	Fáze - dočasné

Obr. 79 Nastavené přepsání zobrazení v modelu

V diplomové práci byly vytvořeny tři fáze projektu. V první fázi = *fáze pasport*, je zobrazen stav rodinného domu podle získané projektové dokumentace pasportu. Druhá fáze = *fáze stávající* vznikla podle vlastních získaných dat z měření, protože byly zjištěny menší změny na rodinném domě, zejména se jedná o 2NP a zateplení na nejdelší straně rodinného domu. Třetí fáze = *fáze rekonstrukce* stavby obsahuje návrh rekonstrukce podle předané studie. Ve fázi rekonstrukce je návrh na rozsáhlé úpravy RD. Tyto úpravy obsahují změnu vůči stávajícímu stavu. Jedná se o změnu tloušťky obvodové stěny, případné zateplení, změnu vnitřních stěn, uspořádání jednotlivých místností, nové spojovací schodiště mezi jednotlivými patry, nová střecha a v neposlední řadě výměna oken a dveří.

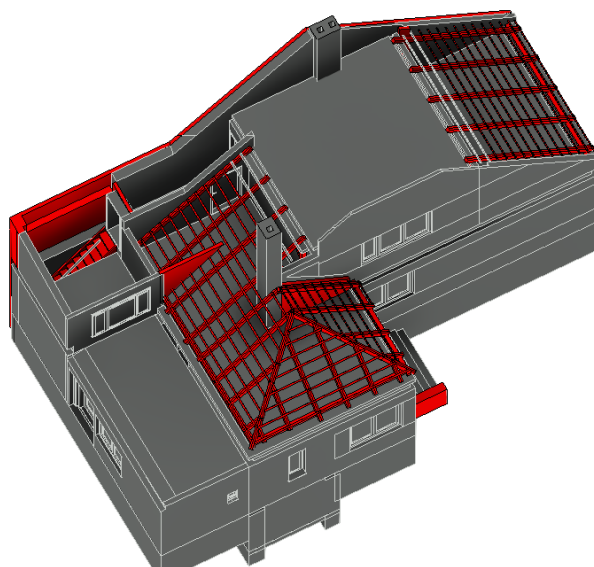
Tvorba jednotlivých fází vznikla následovně. Nejprve byl vyhotoven model RD podle doložené dokumentace a ten byl dále doplněn daty získanými z vlastního měření. Dále byly zduplikovány půdorysné pohledy a v každém byla nastavena příslušná fáze (fáze pasport a fáze stávající). Poté byl označen celý model RD a pomocí filtru byly vybrány prvky do jednotlivé fáze.



Obr. 80 Fáze rekonstrukce s filtrem předchozí konstrukce + nová konstrukce

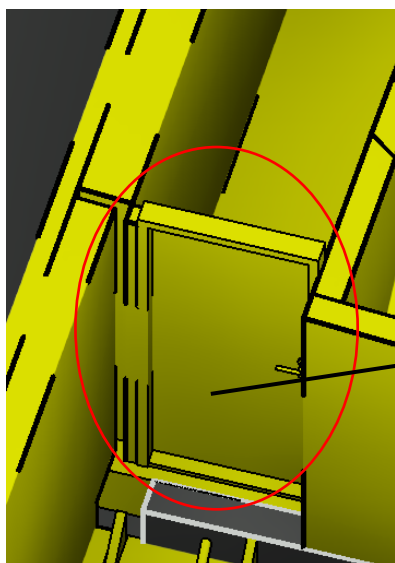
Na Obr. 80 lze v půdorysném pohledu vidět černou barvou prvky z fáze pasport a zelenou barvou prvky z fáze stávající. Aby bylo možno zobrazit obě fáze, bylo ve *Vlastnostech* nastaveno v části *Fázování – Fáze = fáze stávající a filtr fáze = zobrazit předchozí + nové kce*.

Pokud je v programu Revit využit pouze jeden 3D pohled (není zduplikovaný) nelze nastavit konkrétní fázi projektu pro daný časový okamžik, tedy je třeba si přenastavit pro zobrazení konkrétní fázi projektu s daným filtrem. Na Obr. 81 je zobrazena fáze stávající s nově přidanými prvky jako u výše vyobrazeného půdorysu. Jediná změna oproti půdorysu v dané fázi je změna barev ve 3D zobrazení.

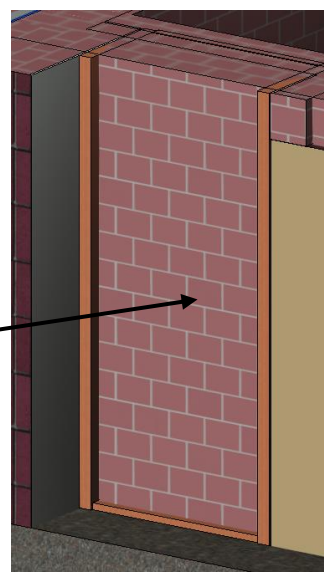


Obr. 81 3D model zobrazující fázi rekonstrukce s filtrem fáze předchozí konstrukce + demolovaný stav

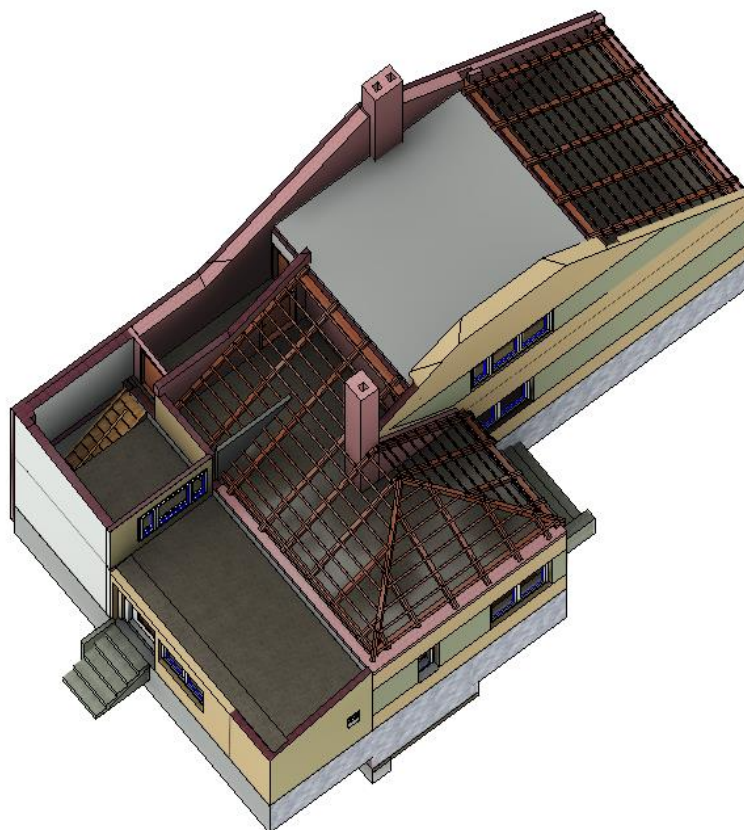
Na Obr. 82 je zobrazen stejný stav fáze, tedy fáze stávající s filtrem předchozí + demolice (předchozí stav fáze = šedá barva + prvky, které v daném stavu fáze byly zdemolovány = žlutá barva). Pokud je zdemolován prvek, který potřebuje hostitele (např. dveře potřebují stěnu), automaticky se tento otvor vyplní stěnou viz Obr. 83.



Obr. 82 Zdemolované dveře ve 3D pohledu



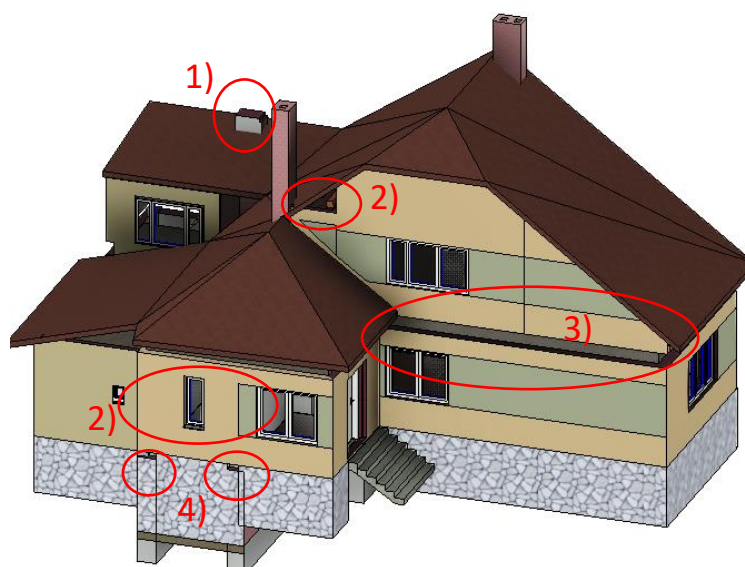
Obr. 83 Ukázka chování stěn při demolici vložených prvků



Obr. 84 Výsledek fáze pasport a fáze stávající

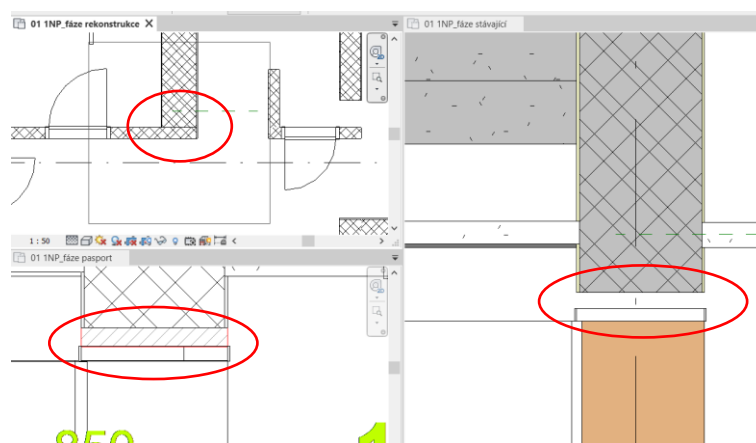
Největší úskalí při tvorbě fáze rekonstrukce vznikalo při demolici nebo tvorbě otvorů ve stěnách, protože některé stěny jsou vázány k předchozí fázi a jiné stěny vznikaly ve fázi rekonstrukce a navazovaly na již existující stěny z předchozí fáze. Na Obr. 85 je zobrazen stav, který nastal při jednotlivých návaznostech nových stěn na stávající. V červených kolečkách jde vidět:

- 1) odpojení stěny od střešní konstrukce
- 2) odsunutí nebo odstranění malby
- 3) odpojení stěn mezi 1NP a 2NP
- 4) vznik otvorů mezi 1PP a 1NP.



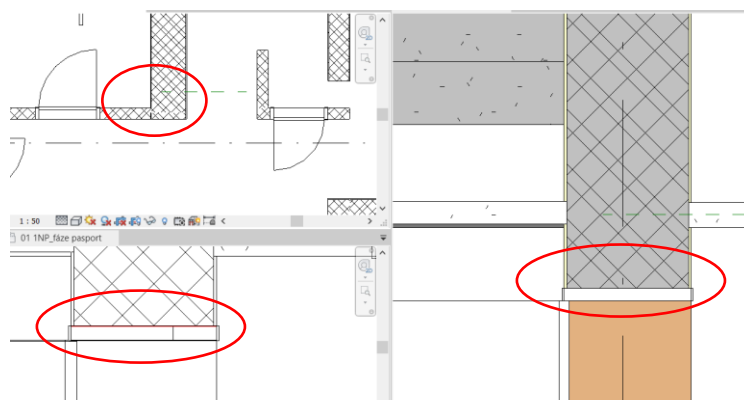
Obr. 85 Rozpojení stěn a podlah při tvorbě fáze rekonstrukce

Tento problém byl řešen pomocí funkce *Spoje stěn*, které ovlivňují spojení dvou a více stěn v jednom místě. Problém u této funkce nastává při využití filtru fází, které zobrazují pouze určité prvky, které díky zvolenému filtru budou zobrazeny, protože *Spoje stěn* fungují pro všechny stěny v modelu i pro ty, které nejsou zobrazeny v daném pohledu/filtrem fáze. Řešením tohoto problému bylo rozdělení pohledu do dlaždic. Tento příkaz způsobí zobrazení dvou a více pohledů, ať už se jedná o řez a půdorys nebo různé fáze projektu viz Obr. 86 a Obr. 87. Na obou obrázcích lze vidět všechny tři fáze projektu, které jsou vztaženy k jednomu místu, kde vzniká problém ve spojení stěn. Ve fázích pasport a stávající prochází stěna přes chodbu a jsou v ní osazeny dveře. Ve fázi rekonstrukce je část této stěny zdemolována i s dveřmi, ale zbylá část stěny existuje pro danou fázi. Na Obr. 86 lze tedy vidět nesprávné spojení (vznikne otvor) ve fázích pasport a stávající, ale napojení na novou příčku ve fázi rekonstrukce (správně, ale nelze nechat z důvodu předchozích fází projektu).



Obr. 86 Chybné spojení stěn

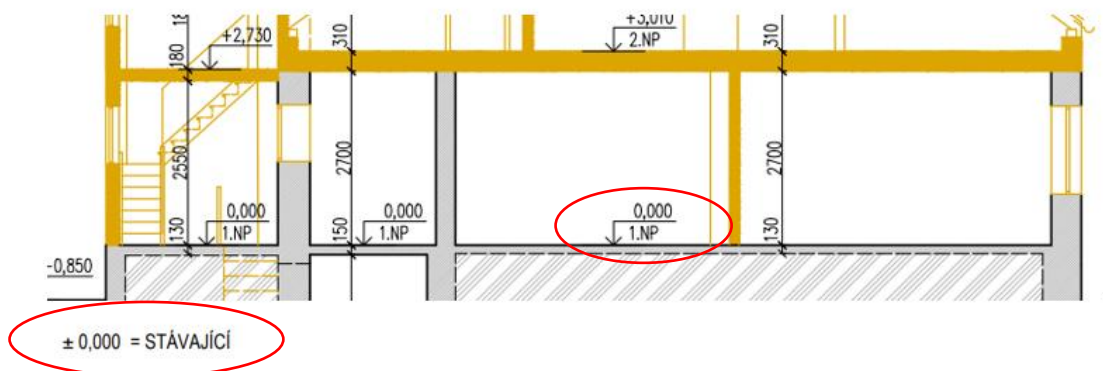
Problém v chybné variantě spojení byl vyřešen jinými variantami, které nabízí funkce *Spoje stěn* viz Obr. 87.



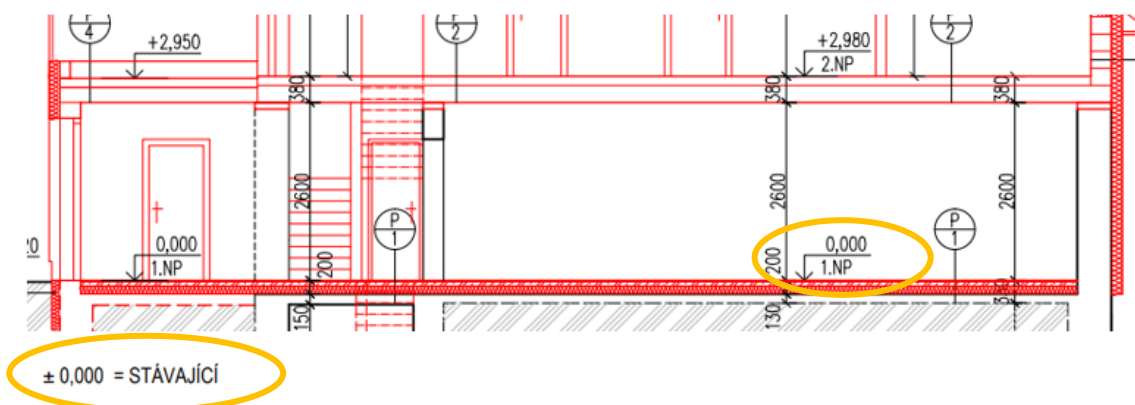
Obr. 87 Chybné spojení stěn vyřešeno funkcí *Spoje stěn*

Fáze rekonstrukce zobrazuje změny navržené projektantem pro rekonstrukci RD. V 1NP se jedná pouze o částečnou rekonstrukci některých stěn, přidání zateplení a jiné umístění spojovacího schodiště mezi jednotlivými patry. 2NP je navrženo pro kompletní rekonstrukci, tedy všechny konstrukční prvky rodinného domu budou nahrazeny novými. U podlaží 1PP se jedná pouze o zrušení původního schodiště, které bude nahrazeno novým schodištěm.

Celá fáze rekonstrukce je tvořena podle návrhů od projektanta. V této dokumentaci ale vznikly jisté nesrovnalosti počínaje pojmem „stávající“ výška podlaží v 1NP. Ta neodpovídá správné stávající výšce v podlaží 1NP, protože byla na původní podlahu v 1NP, ke které je vztažena správná stávající výška = 0,000 m položena nová o tloušťce 20 cm tedy nová stávající = 0,200 m nikoli 0,000 m viz Obr. 88 a Obr. 89. Pojem „stávající“ v projektové dokumentaci pro návrh rekonstrukce vůbec nevysvětluje, jaká je absolutní výška pro 1NP. A projektová dokumentace pasportu stavby taktéž nevysvětluje, jaká absolutní výška odpovídá 0,000 m.

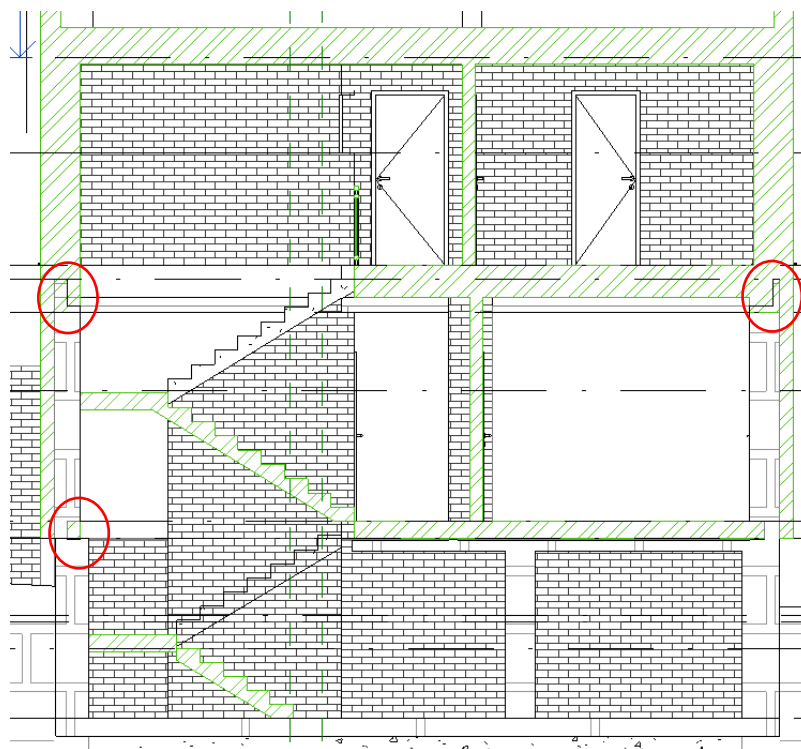


Obr. 88 Projektová dokumentace pasportu



Obr. 89 Chyba v projektové dokumentaci rekonstrukce s nulovou vztahovou výškou k červené podlaze, která je ale o 20 cm výše oproti Obr. 88, kde je nula vztažena k šedé podlaze

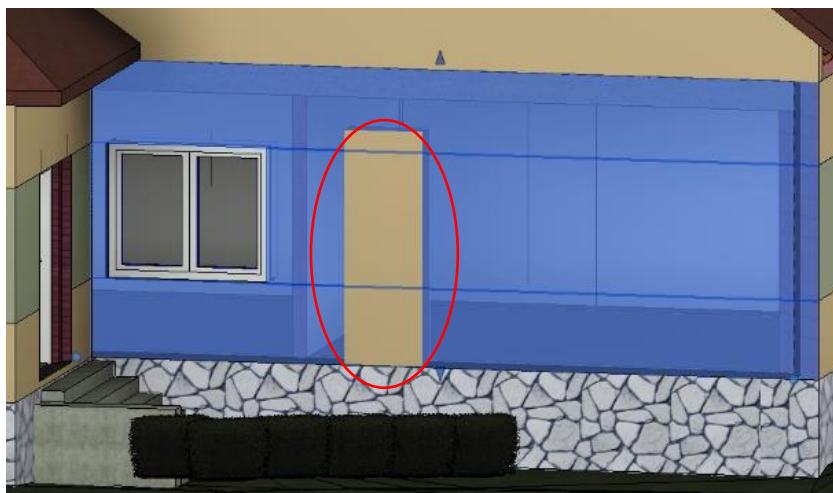
Fáze rekonstrukce způsobila problém u spojení geometrie mezi stěnami z fáze stávající (fáze pasport) a fáze rekonstrukce viz Obr. 90 a dále malby ve fázi stávající (Obr. 93).



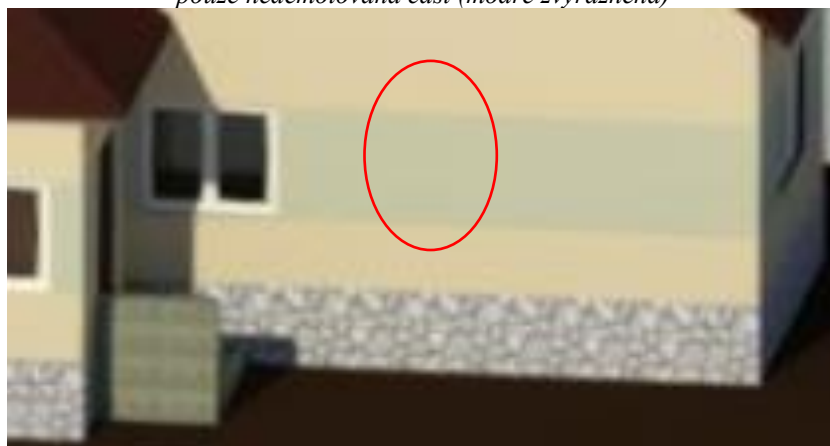
Obr. 90 Nespojená geometrie mezi fází stávající a rekonstrukce

Pokud by byla spojena geometrie mezi stěnami, které vznikly nově ve fázi rekonstrukce a které jsou položeny na stěny stávající z fáze stávající (fáze pasport) vznikne podobný stav jako na Obr. 85 (rozpojený stav, který byl řešen funkcí *Spoje stěn*). Byla snaha využít příkaz *Spoje stěn*, ale bohužel Revit nedokáže zanechat strukturu vyznačení stávající stěny a nově vzniklé stěny, proto z tohoto důvodu nebyla spojena geometrie těchto stěn.

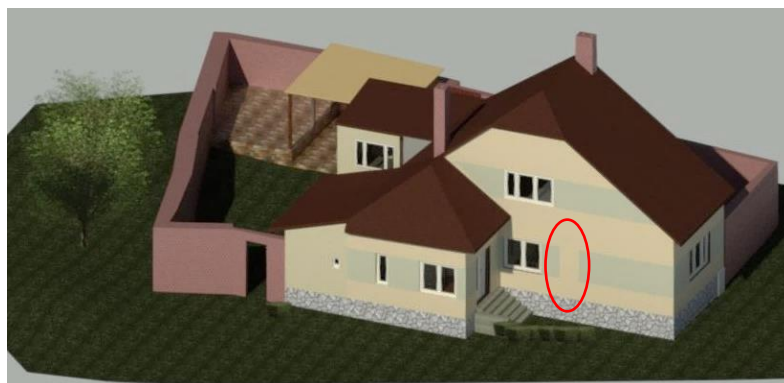
Problém u malby z fáze stávající (fáze pasport) při tvorbě nového okna ve fázi rekonstrukce v INP vzniklo rozpojení vazby pro malbu, protože ve fázi rekonstrukce to znamená demolici části stěny. V předchozí fázi (fáze stávající), ale vznikne neplnohodnotná stěna, která se zobrazuje ve fázi stávající jako výplň otvoru okna a ve fázi rekonstrukce jako demolovaná část stěny. Při pokusu o obnovení vazby nebo nadefinování nových linií, které určují rozhraní malby na stěně, není možno tuto stěnu s demolicí vybrat viz Obr. 91. Bohužel tento problém nešel vyřešit a byl ponechán stav malby viz Obr. 93.



Obr. 91 Demolovaná stěna fáze rekonstrukce (červený kroužek) nelze vybrat jako samostatný prvek, pouze nedemolovaná část (modře zvýrazněna)



Obr. 92 Správný stav malby na RD před fází rekonstrukce (malba ve fázi pasport a stávající)

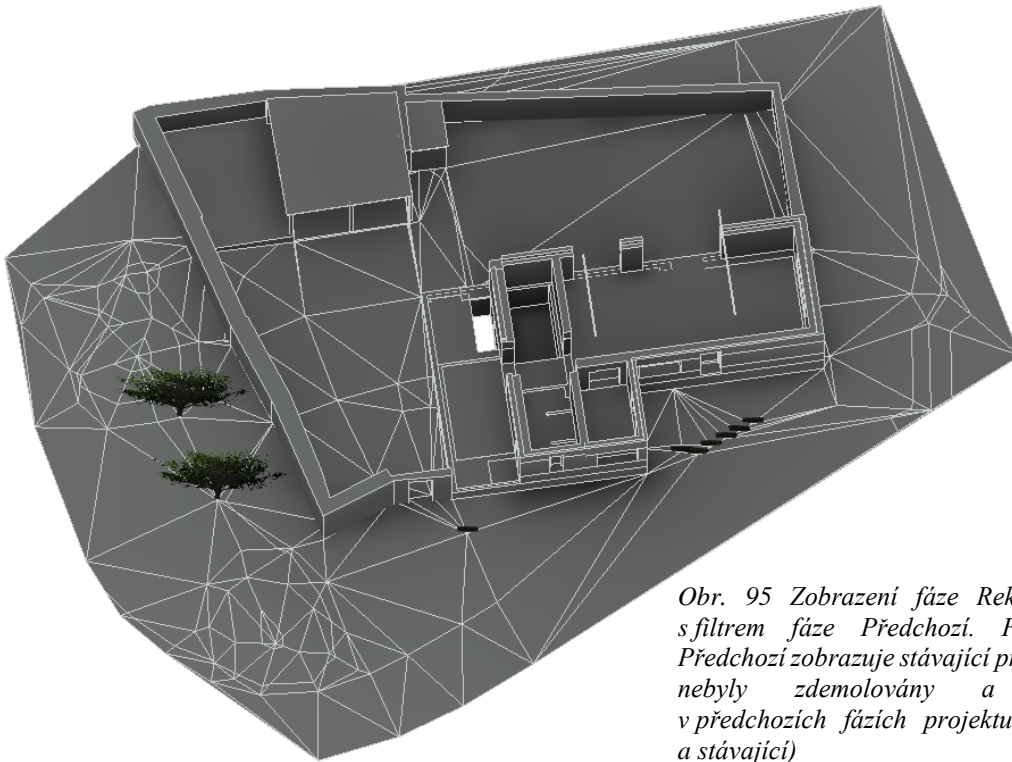


Obr. 93 Výsledný stav malby při změně geometrie mezi prvky, s chybou kvůli fázi rekonstrukce

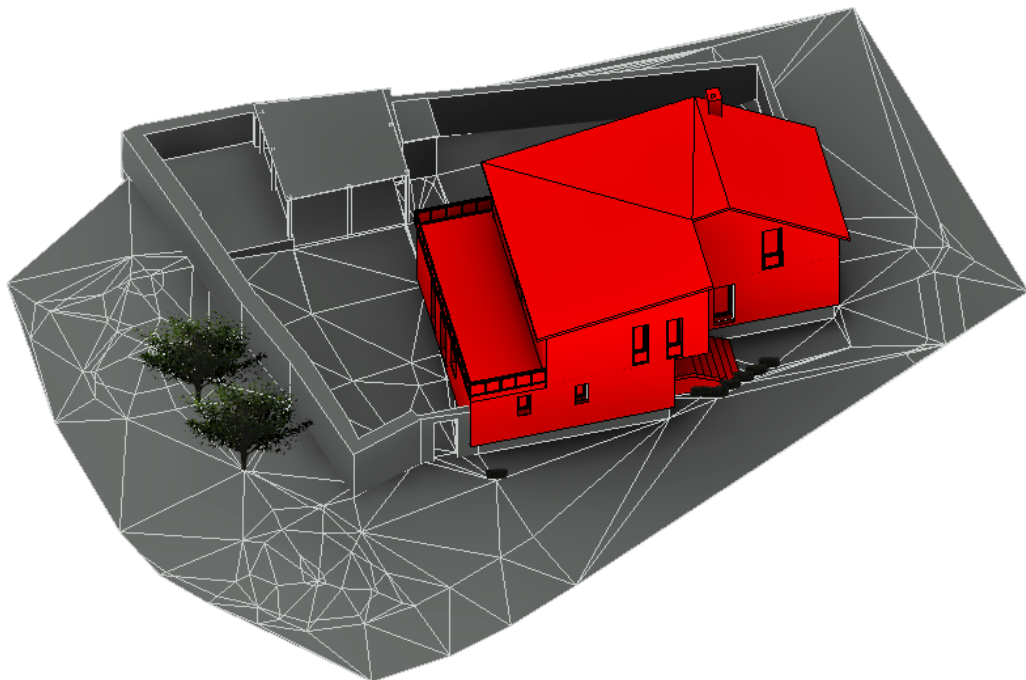


Obr. 94 Detail na výslednou malbu

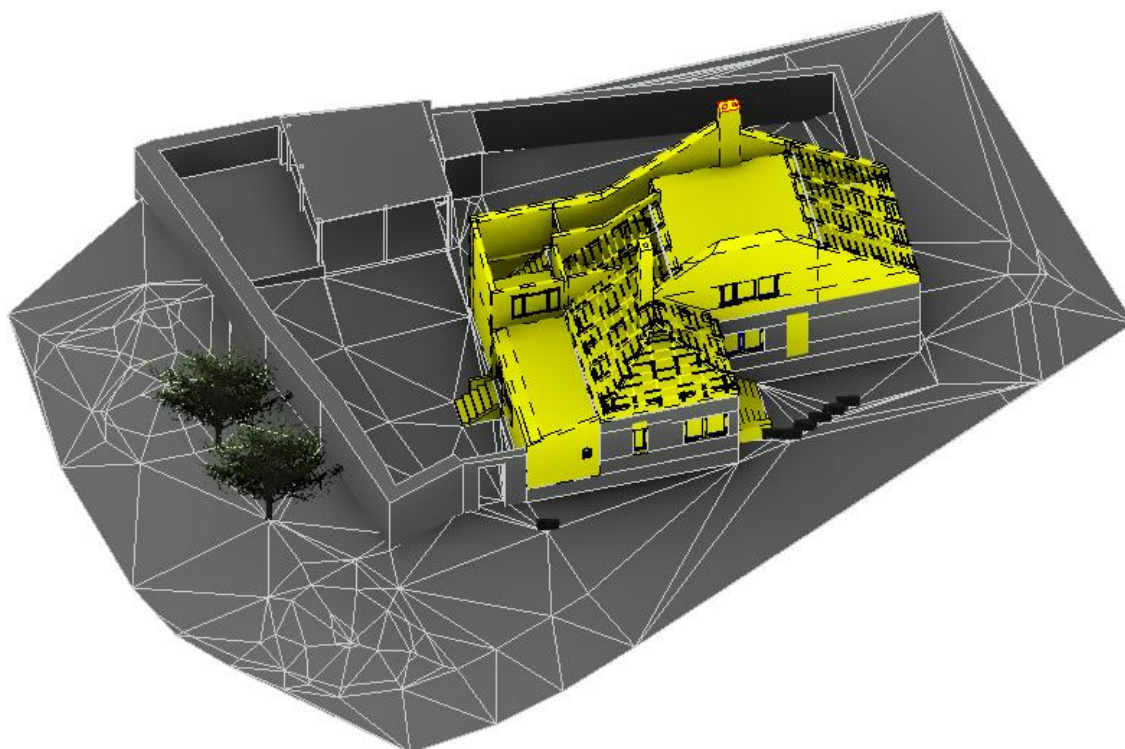
9.1 Ukázky výstupů z fází projektu



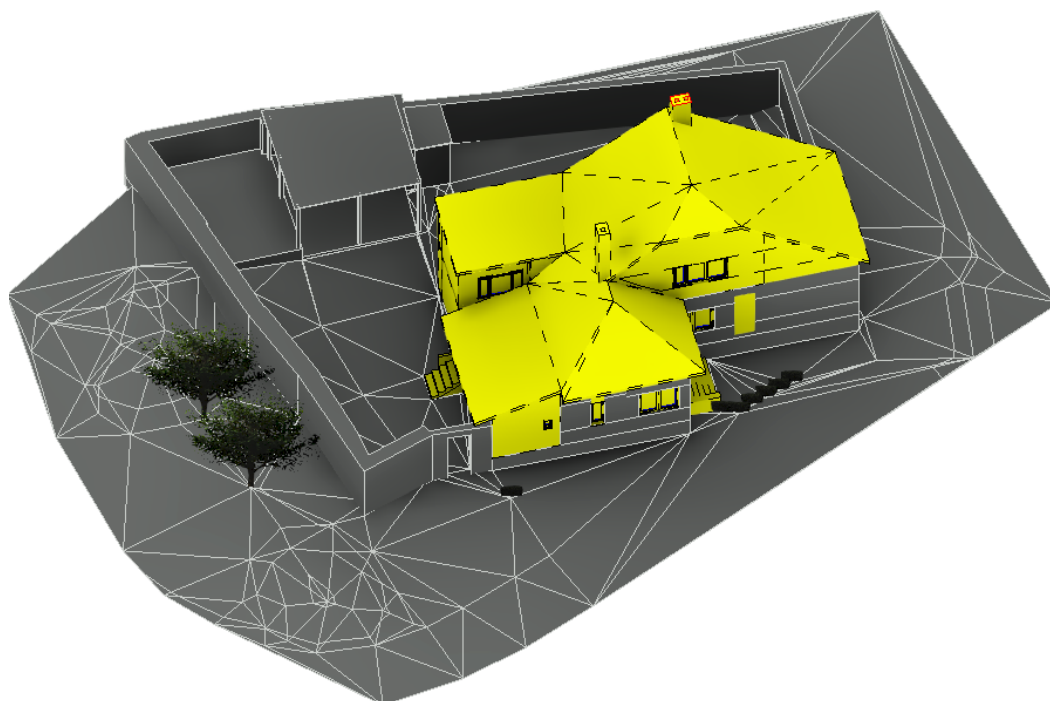
Obr. 95 Zobrazení fáze Rekonstrukce s filtrem fáze Předchozí. Filtr fáze Předchozí zobrazuje stávající prvky, které nebyly zdemolovány a existují v předchozích fázích projektu (pasport a stávající)



Obr. 96 Výsledná fáze rekonstrukce s filtrem fáze Předchozí + Nová konstrukce. Tímto filtrem je nastaveno, aby se zobrazily všechny prvky z předchozí fáze projektu, které nejsou zdemolovány a zůstávají (šedá barva) do další fáze projektu rekonstrukce plus se zobrazí všechny nově vzniklé prvky (červená barva)

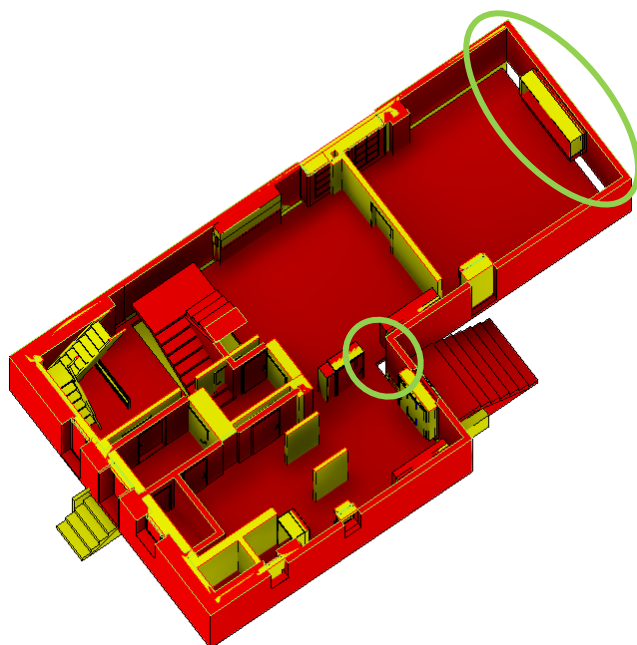
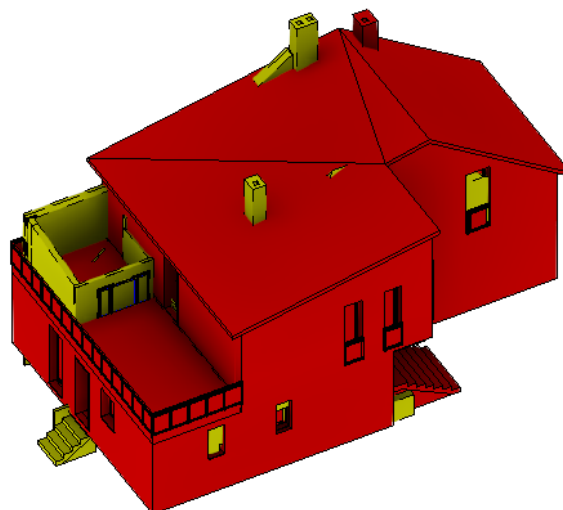


Obr. 97 Zobrazení fáze Rekonstrukce s filtrem fáze Předchozí + Demolice. Tento filtr ponechá zobrazené prvky z předchozí fáze (fáze pasport a stávající = šedá barva) a žlutou barvou zvýrazní všechny demolované prvky, které vznikly ve fázi Rekonstrukce.



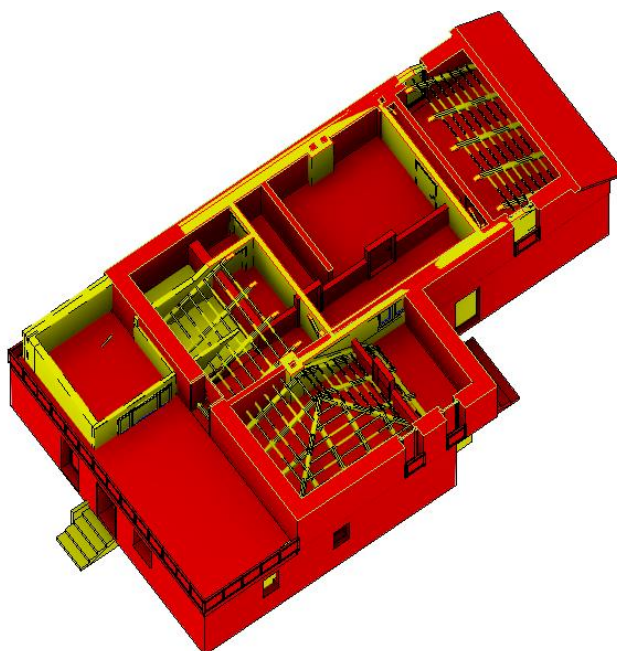
Obr. 98 Zobrazení fáze Rekonstrukce s filtrem fáze Předchozí + Demolice se zobrazenou střešní konstrukcí. V Obr. 97 je střešní konstrukce vypnutá kvůli náhledu dovnitř 3D modelu RD.

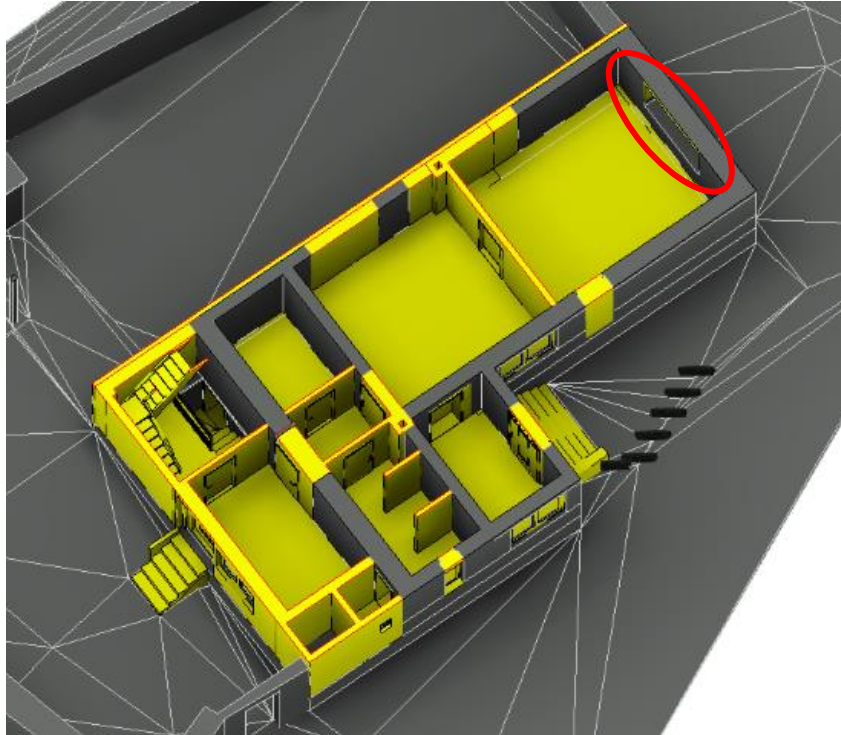
Obr. 101 Fáze Rekonstrukce s filtrem fáze Demolice + Nová konstrukce. Červenou barvou jsou ve 3D modelu vyznačeny všechny nové prvky vzniklé ve fázi Rekonstrukce a žlutou barvou jsou vyznačeny všechny demolované prvky ve stejné fázi.



Obr. 100 Zobrazení ořezaného 3D modelu s pohledem do 1NP ve fázi Rekonstrukce s filtrem fáze Demolice + Nová konstrukce. V místech se zelenými kolečkami si lze povšimnout otvorů. Tyto otvory vznikly v důsledku demolice části stěny (otvor na okno), ke které byly pevně dané vazby základových pasů. Pokud je demolovaná takto stěna, ke které se váže základový pas, automaticky je tímto základový pas smazán nikoli zdemolován.

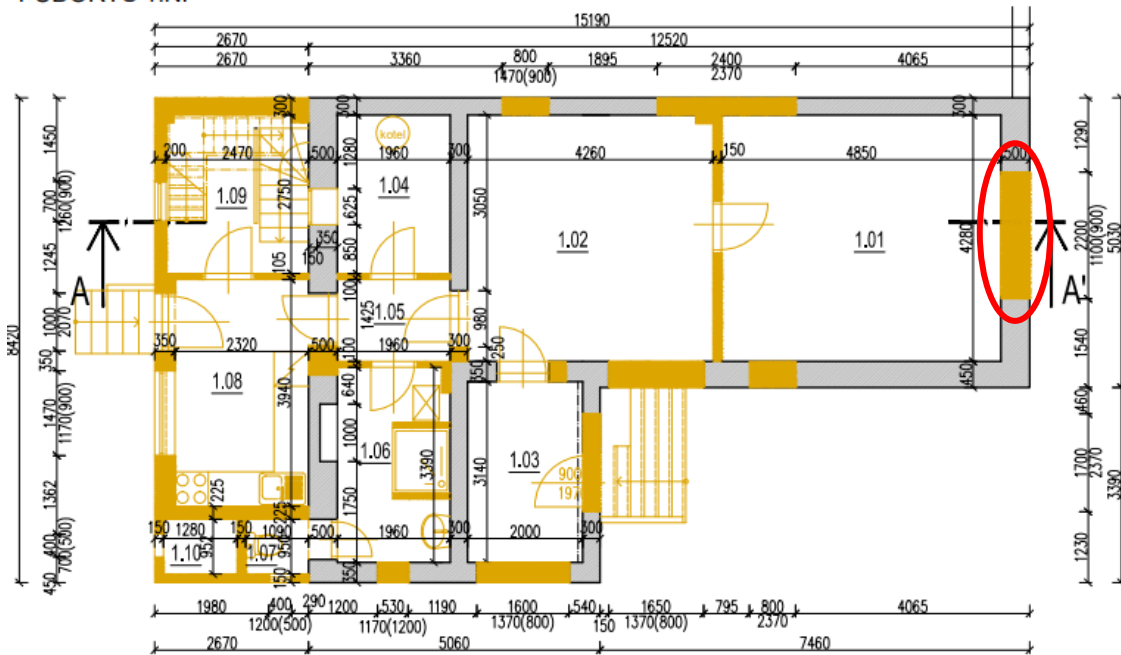
Obr. 99 Zobrazení ořezaného 3D modelu s pohledem do 2NP ve fázi Rekonstrukce s filtrem fáze Demolice + Nová konstrukce.





Obr. 102 Zobrazení ořezaného 3D modelu s pohledem do INP ve fázi Rekonstrukce s filtrem fáze Předchozí + Demolice.

PŮDORYS 1.NP



Obr. 103 Projektová dokumentace rekonstrukce INP se zvýrazněnými prvky demolice (oranžovou barvou demolovaný stav a šedou barvou nedemolovaný stav). Podle této dokumentace byly prvky v RD demolovány ve fázi Rekonstrukce viz Obr. 102, kde jsou demolované prvky vyznačeny žlutou barvou.

V červeném kolečku je zvýrazněn okenní otvor, který se také nalézá na Obr. 102, pouze není viditelný pod úhlem, ve kterém byl tento obrázek pořízen.



Obr. 105 Výsledný rodinný dům ve fázi Stávající



Obr. 104 Výsledný rodinný dům ve fázi Rekonstrukce

10 Výstupy

Hlavním výstupem práce je 3D model ve formátu *.rvt, ze kterého vznikly 2D výkresy půdorysu 1PP, 1NP a 2NP, dále dva řezy a pohledy ze čtyř světových stran. 2D výstupy jsou vytvořeny v softwaru Revit v části prohlížeč projektu. Tyto výstupy byly také exportovány do formátu *.dgn a *.dwg.

Dalším výstupem je přehled měřické sítě, kde je vyznačena poloha sítě a vedený nivelační pořad. Posledním výstupem je výkres situace v okolí objektu. Podrobnější informace o výstupech jsou v níže uvedených podkapitolách.

10.1 Přehled měřické sítě

Přehled měřické sítě vznikl na podkladě katastrální mapy. Pro tvorbu přehledu měřické sítě byl využit software Microstation V8i a v něm referenčně připojena katastrální mapa. Výsledný přehled je na formátu A3 v měřítku 1 : 2000 Přílohou č. 4 práce.

10.2 Výkres situace

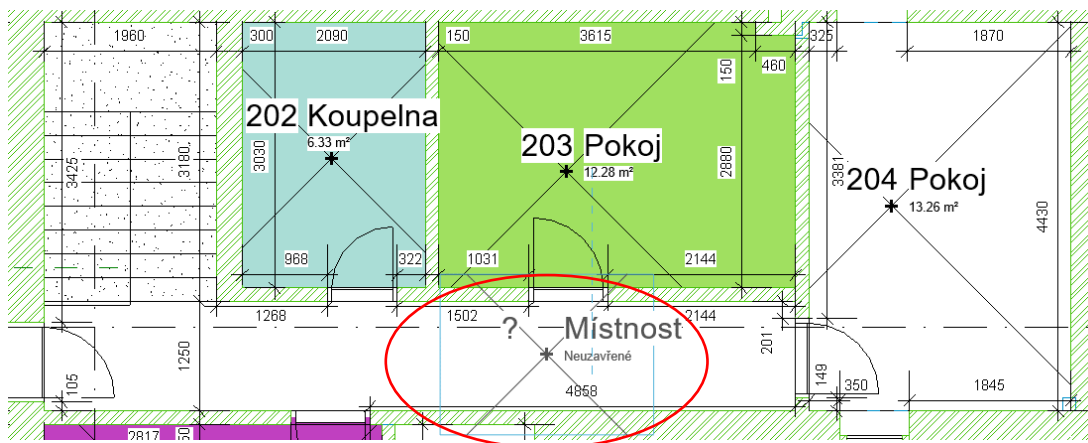
Zákres situace vznikl v programu Microstation V8i podle normy ČSN 01 3411 – Mapy velkých měřítek, kreslení a značky.

Výkres situace je zákres 2D vektorové kresby s polohopisnými a výškopisnými prvky, které zaznamenávají aktuální stav v okolí rodinného domu. Jako podklad byla využita katastrální mapa stažená ze stránek ČÚZK ve formátu *.dgn. Ve výkresu se nacházejí inženýrské sítě, které byly převzaty s dostupných podkladů získaných od starosty obce Hostěrádky-Rešov. Ve vektorové podobě byl poskytnut pouze výkres splaškové kanalizace (ve formátu *.dwg). Zbylé sítě byly pouze ve formátu *.pdf, tento výkres byl transformovaný na body, které jsou totožné s body z měření. K napojení inženýrských sítí (plynovodu, vodovodu, elektrického napětí) bylo využito vlastní zaměření. Situační výkres byl vytvořen podle atributové tabulky vytvořené na Ústavu geodézie FAST VUT. Výsledná situace byla převedena do *.dwg formátu, taktéž i katastrální mapa a oba tyto soubory byly podloženy do softwaru Revit pod výsledný model. Výkres situace je v měřítku 1 : 250 na formátu A4 a je Přílohou č. 5 práce.

10.3 Půdorysy, řezy, pohledy

Výsledné půdorysy vznikly v softwaru Revit jako 2D výkresy ve výšce řezné roviny 1 – 1,4 m nad zemí. Půdorysy jsou ve fázi rekonstrukce s filtrem fáze *Předchozí + demolice* a *Předchozí + nová kce*, pro každé podlaží, tedy dva výsledné půdorysy. Půdorysy jsou rozděleny na dva, z důvodu přehlednosti mezi demolicí a novou konstrukcí, které se v mnoha místech překrývají.

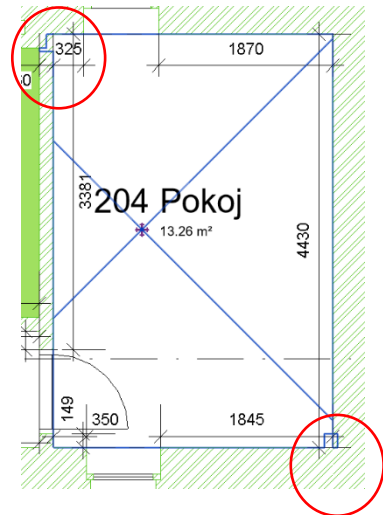
Výkresy jsou doplněny kótami, které se nalézají v horní liště nebo na kartě *Upravit|Umístit kóty* podle normy ČSN 01 3420 Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části. Pro okótování půdorysu pro stejnou fázi, ale jiný filtr bylo potřeba vytvořit duplikaci pohledu. Dále jsou doplněny popisnými informacemi místnosti, které se umísťují pomocí karty *Architektura – Místnosti a plocha – Místnost*. Zde nastává problém v umístění popisku místnosti pro stejnou fázi, která má ale jiný filtr. Funkci *Místnost* lze nastavit pro každou fázi projektu, i když se jedná o stejnou místnost. Ale nelze tuto funkci využít pro stejnou fázi s jiným filtrem. Program Revit to vyhodnotí, že v dané fázi už má daná místnost svoje označení, i když je rozlišena jiným filtrem. Tento problém byl vyřešen jedinou možností a to, že byly do výsledného *Výkresu* v *Prohlížeči projektu* vloženy dva půdorysy. První půdorys byl s fází rekonstrukce a daný filtr + druhý půdorys z předchozí fáze, kde lze přidat popisek místnosti a ve kterém byly skryty všechny prvky a zůstal viditelný pouze daný popisek místnosti. Ve 2NP vznikl problém při umístění *Místností*, kvůli dvěma stěnám, které jsou umístěny na sobě při zvýšení podlahy ve 2NP (strop 1NP). Software neumí vyhodnotit správné ohraničení místnosti, protože má více stěn, které tvoří ohraničení místnosti viz Obr. 106. Problém byl řešen funkcí *Oddělovač místností*, který umožní výběr konkrétních ploch stěn.



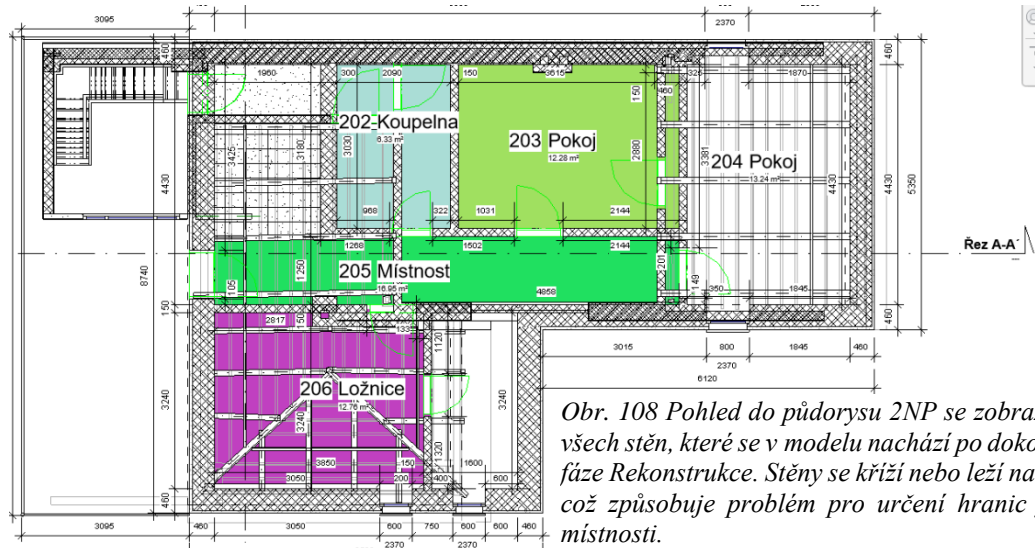
Obr. 106 Modrou linií zobrazené neuzavřené hranice místnosti kvůli více stěnám na sobě viz Obr.108

Při výběru stěn nastal problém v uchycení opět kvůli množství stěn na jednom místě viz Obr. 108, které vznikly při tvorbě fází stavby. Proto není *Oddělovačem místnosti* hranice místnosti přesně po obvodu stěn viz Obr. 107, ale bylo to jediné řešení, které umožnilo vytvořit plochu místnosti.

Obr. 107 Modrými liniemi jsou vyznačeny uchycené hranice místnosti. V červených kolečkách jsou zvýrazněna problémová místa, opět z důvodu více stěn na sobě.



Mezi výslednými půdorysy a půdorysy z projektové dokumentace pasportu a rekonstrukce jsou rozdílné plochy místnosti 001 1PP. Tento rozdíl vznikl, protože ani v jedné z projektových dokumentací není v 1PP dělicí stěna, což způsobilo změnu této plochy.



Obr. 108 Pohled do půdorysu 2NP se zobrazením všech stěn, které se v modelu nachází po dokončení fáze Rekonstrukce. Stěny se kříží nebo leží na sobě, což způsobuje problém pro určení hranic jedné místnosti.

Výsledné řezy jsou dva. První řez A-A' je veden vstupními dveřmi ze dvora. Druhý řez B-B' je veden kolmo na řez A-A' přes nové navrhované schodiště. Při porovnání s projektovou dokumentací rekonstrukce se liší výšky jednotlivých pater a hřebenu střechy o 20 cm, kvůli nášlapné nové desce v 1NP, která je o 20 cm vyš než původní relativní 0,000 m.

Výsledné *Pohledy* jsou ze čtyř světových stran na formátu A1 v měřítku 1 : 100. U severního a západního pohledu byla skryta opěrná zeď, kvůli viditelnosti na objekt. Relativní výšky se ve výkresu liší o 20 cm (jako u řezů) oproti projektové dokumentaci rekonstrukce.

11 Závěr

Cílem diplomové práce bylo zhotovit informační model rodinného domu určeného k rekonstrukci. Model rodinného domu vznikl částečně na podkladu projektové dokumentace pasportu a dále byl doplněn podle dat, která byla získána z vlastního měření. Veškeré změny na rodinném domě jsou rozlišeny pomocí fází stavby. Fáze stavby jsou stěžejní částí této práce, která tak umožňuje nahlédnout na jednotlivé kroky v životním cyklu rodinného domu.

Kapitoly jsou hierarchicky rozděleny od porízení dat, přes jejich zpracování, až po výsledné výstupy v podobě 2D výkresové dokumentace a 3D modelu. V práci jsou popsány veškeré problematiky ohledně chybných záznamů v projektové dokumentaci pasportu, zpracování mračna bodů, způsobu využívání souřadnicového systému v softwaru Revit a problematiky při tvorbě fází stavby.

Využití funkce fáze projektu je výhodná pro zobrazení změn na objektu. Bohužel s sebou nese úskalí při spojování více stěn, které se nachází ve více než jedné fázi projektu. Proto je potřeba umět využívat více způsobů pohledu v programu. S touto problematikou se dále nesou i problémy se spojováním geometrie v objektu, pokud je umístěna nová stěna na starou, což opět způsobuje problémy v jednotlivých fázích. I přes výskyt problémů, které jsou popsány v kapitole 9, hodnotím funkci *Fáze* jako velmi přínosnou, už jen s ohledem na možnost zobrazení změn na projektu.

Velká část práce je založena na datech od různých zpracovatelů projektové dokumentace pasportu a projektové dokumentace rekonstrukce. Stávající stav v dokumentaci rekonstrukce má odpovídat dokumentaci pasportu. Bohužel tomu tak nebylo. Z toho důvodu se vyskytly nesrovnalosti, které však měly být podchyceny zpracovatelem projektové dokumentace rekonstrukce. Od těchto problémů se dále odvíjí i práce s fázemi projektu, které mají nadefinované vlastní vazby mezi prvky. Tím jsou tyto vazby složitější a způsobují větší komplikace pro propojení jednotlivých fází a jejich vazeb.

Seznam použitých zdrojů

- [1] *Mapy.cz* [online]. Praha: Seznam.cz, 1998 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>
- [2] *Geoportál ČÚZK* [online]. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2010 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://www.cuzk.cz/>
- [3] TRIMBLE INC. a GEOTRONICS PRAHA, S.R.O. Technický popis: Totální stanice Trimble S5 [online]. © 2015-2021. [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: https://geotronics.cz/wp-content/uploads/2021/04/022516-153G-cs-CZ_TrimbleS5_DS_A4_0121_LR-1.pdf
- [4] TRIMBLE INC. a GEOTRONICS PRAHA, S.R.O. Technický popis: GNSS přijímač Trimble R2 [online]. © 2015-2021. [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: https://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/06/022516-200B-CZE_R2-GNSS-Receiver_DS_A4_1115_LR_Geotronics_novy.pdf
- [5] Kalibrační list. *Certificate: Trimble DiNi with serial number 772353*. Trimble.
- [6] TRIMBLE INC. a GEOTRONICS PRAHA, S.R.O. Technický popis: FARO® Laser Scanner 3D [online]. © 2015-2021. [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: geotronics.cz/wp-content/uploads/2018/11/TS-EN-FARO-Laser-Scanner-Focus-M-70-Tech-Sheet.pdf
- [7] BIMfo [online]. Praha: ARKANCE SYSTEMS CZ s.r.o., Casua spol., 2022 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Home.aspx>
- [8] FARO Laser Scanner Focus3D Manual [online]. February 2013. USA: FARO Technologies, ©2013 [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: <https://downloads.faro.com/index.php/s/CY5BS9Jd2JEf8YY>
- [9] *MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU* [online]. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2018 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/>
- [10] *BIM Level of Development* [online]. New York: SRINSOFT, 2015 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://www.srinsofttech.com/bim-level-of-development-lod-300-400-500.html>

- [11] *Koncepce BIM* [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2018 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://www.koncepcbim.cz/koncepce>
- [12] Autodesk Revit 2022: Nápověda. Autodesk: Souřadnicové systémy [online]. USA: Autodesk, c2022, 2022 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://help.autodesk.com/view/RVT/2021/CSY/?guid=GUID-E67ED082-2556-475B-84A7-4605329F612F>
- [13] Autodesk Revit 2022: Nápověda. Autodesk: Souřadnicové systémy [online]. USA: Autodesk, c2022, 2022 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://help.autodesk.com/cloudhelp/2021/CSY/Revit-Model/images/GUID-1E2F7EC7-AB71-4A75-86AF-6C1721208472.png>
- [14] Stanovisko k využití formátu IFC v návaznosti na opatření č. 7 UV č. 682 [online]. Praha: Koncepce BIM ČR, 2019 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: https://www.koncepcbim.cz/uploads/inq/files/Stnovisko%20k%20vyuziti%20formatu%20IFC_Agentura%20CAS.pdf
- [15] *Koncepce BIM* [online]. Praha: Pilotní projekty BIM, 2018 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://www.koncepcbim.cz/568-pilotni-projekty-bim>
- [16] Autodesk Revit 2022: Nápověda. Autodesk: Filtry fází [online]. USA: Autodesk, c2022, 2022 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://help.autodesk.com/view/RVT/2021/CSY/?guid=GUID-DB104358-4D5A-494E-ACAE-BB8B4E72E572>
- [17] Autodesk Revit 2022: Nápověda. Autodesk: Fázování projektu [online]. USA: Autodesk, c2022, 2022 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://help.autodesk.com/view/RVT/2021/CSY/?guid=GUID-2E104AB8-68B9-46F2-9BE2-B54E767429E5>
- [18] ČSN 01 3411 Mapy velkých měřítek, kreslení a značky. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 1989.
- [19] ČSN 01 3420 *Výkres pozemních staveb, Kreslení výkresů stavební části*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2004.
- [20] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. Technický popis: Koncepce zavádění metody BIM v České republice [online]. © 2017. [cit. 2022-05-22]. Dostupné

z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/2017/10/Koncepce-zavadeni-metody-BIM-v-CR.pdf?fbclid=IwAR1adLiN5ATj2WM4FR3ZTJgqKOt5xdV9LtjJlomfgIxyZVs5ta5nUpuXz5A>

[21] Bc. Ondřej Kroupa *Digitální model reliéfu v areálu Admas*. Brno, 2017. 49 s., 53 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce doc. Ing. Vlastimil Hanzl, CSc.

[22] Bc. Lucie Endlicherová *Pozemní laserové skenování*. Brno, 2015. 72 s., 13 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce doc. Ing. Vlastimil Hanzl, CSc.

[23] NOVOTNÁ, Helena. *Základy BIM – Revit Architecture: seznámení s programem*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2014, 190 s. ISBN 978-80-214-5023-3.

[24] NOVOTNÁ, Helena. *Základy BIM – Revit Architecture: pokročilé kapitoly*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2015, 77 s. ISBN 978-80-214-5199-5.

[25] KŘEMEN, Tomáš. *Laserové skenování*. České vysoké učení technické, Fakulta stavební, katedra speciální geodézie, 2017. Přednáška. České vysoké učení technické.

[26] BIM Level of Development: LOD 100, 200, 300, 350, 400, 500. BIM modeling services: 3D Revit-CAD Outsourcing company CT USA [online]. East Hartford, Connecticut: United BIM [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://www.united-bim.com/bim-level-of-development-lod-100-200-300-350-400-500/>

[27] Zuzana Richterová *Model části budovy v programu Revit*. Brno, 2020. 60 s., 26 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Alena Berková

[28] Ondřej Vystavěl *Model suterénu budovy v programu Revit*. Brno, 2020. 42 s., 18 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Alena Berková

Seznam zkratek

BIM = Building Information Modelling (Informační model budovy)

ČSN = Česká státní norma

RD = Rodinný dům

1PP = První podzemní podlaží

1NP = První nadzemní podlaží

2NP = Druhé nadzemní podlaží

NN = Nízké napětí

DKM = Digitální katastrální mapa

KMD = Katastrální mapa digitalizovaná

ZPMZ = Záznam podrobného měření změn

ČÚZK = Český úřad zeměměřický a katastrální

PBP = Polohové bodové pole

ZhB = Zhušřovací body

S-JTSK = Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

GNSS = Globální navigační satelitní systém

TRW = Trimble RealWorks

Bpv = Balt po vyrovnání

CDE = Common Data Environment (Společné datové prostředí)

ČAS = Česká agentura pro standardizaci

MPO = Ministerstvo průmyslu a obchodu

IFC = Industry Foundation Classes

EN = Evropská norma

ISO = International Organization for Standardization (Mezinárodní organizace pro normalizaci)

ČR = Česká Republika

LOD = Level of Development

Seznam obrázků

Obr. 1 Ukázka projektové dokumentace pasportu 1NP	12
Obr. 2 Ukázka projektové dokumentace rekonstrukce 1NP s demolovaným stavem	12
Obr. 3 Zobrazení obce v mapě [1]	13
Obr. 4 Detail na RD v mapě [1]	13
Obr. 5 Fotografie RD z příjezdové cesty	13
Obr. 6 Vizualní zjištění bodů polohového a výškového bodového pole pomocí serveru ČÚZK [2].....	15
Obr. 7 Totální stanice Trimble S5	16
Obr. 8 Detail měřické sítě v okolí RD	18
Obr. 9 Způsob rozmítání laserového paprsku [8]	19
Obr. 10 Náhled na nastavení laserového skeneru FARO	20
Obr. 11 Detailní nastavení laserového skeneru FARO.....	20
Obr. 12 Nastavení TRW před importem jednotlivých skenů	22
Obr. 13 Nastavení TRW před importem jednotlivých skenů	22
Obr. 14 Tvorba předběžného mračna bodů pro náhled	22
Obr. 15 Předběžně spojené mračno bodů	23
Obr. 16 Spojené mračno bodů pomocí funkce Auto-Register using Planes.....	23
Obr. 17 Vznik dvou mračen bodů (červené a zelené mračno bodů).....	24
Obr. 18 Vyznačení chybných míst při využití funkce Refine v TRW.....	24
Obr. 19 Správně spojené mračno bodů.....	24
Obr. 20 Načtení seznamu souřadnic do TRW	25
Obr. 21 Výsledné odchylky na vlíčovacích bodech a celková průměrná odchylka	25
Obr. 22 Rozmístění stanovisek laserového skeneru	26
Obr. 23 Příklad vodorovné řezné roviny	26
Obr. 24 Zobrazení půdorysu v mračně bodů	27
Obr. 25 Ukázka více řezných vodorovných rovin mračnem bodů	27
Obr. 26 Svislý řez v systému Bpv a S-JTSK	28
Obr. 27 Zvolení počátku lokálního systému	28
Obr. 28 Zvolení počátek a osy lokálního systému	29
Obr. 29 Svislý řez v lokálním systému	29

Obr. 30 Virtuální prohlídka v prohlížeči Internet Explorer	30
Obr. 31 Ukázka virtuálního měření v prohlížeči	30
Obr. 32 Struktura Level of Development [30].....	34
Obr. 33 Zobrazení bodu projektu a bodu zaměření [13].....	36
Obr. 34 Zobrazení shod/neshod napasovaného mračna bodů na model.....	37
Obr. 35 Volba umístění mračna bodů pomocí polohy komínů.....	38
Obr. 36 Úhel stočení vůči skutečnému severu.....	39
Obr. 37 Stočení do projektového severu.....	39
Obr. 38 Počáteční hrubá konstrukce podle projektové dokumentace pasport	40
Obr. 39 Zobrazení konstrukčních stěn	41
Obr. 40 Ukázka chybného spojení stěn	42
Obr. 41 Detail chybného spojení stěn	42
Obr. 42 Vyřešené spojení stěn příkazem Spoje stěn.....	43
Obr. 43 Zobrazení chybného spojení stěn	43
Obr. 44 Projektová dokumentace pasportu 1PP s absencí dělicí stěny	43
Obr. 45 Náčrtek 1PP s oměnými mírami pro domodelování chybějící stěny.....	43
Obr. 46 Porovnání reality (vlevo) a modelu (vpravo)	44
Obr. 47 Ukázka reality (vlevo) a modelu (vpravo).....	44
Obr. 48 Hrubý model RD tvořený konstrukčními stěnami a podlahou	45
Obr. 49 Hranice konstrukční podlahy vedená osou stěn	46
Obr. 50 Hranice architektonické podlahy vedená po obvodu stěn	46
Obr. 51 Nespojená geometrie podlahy a stěn	47
Obr. 52 Spojená geometrie podlahy a stěn	47
Obr. 53 Projektová dokumentace pasportu zobrazující řez RD s detailem na základové pasy	47
Obr. 54 Ukázka základových pasů modelu	47
Obr. 55 Upozornění programem Revit na překročení hodnot.	48
Obr. 56 Schodiště tvořené dvěma rameny	48
Obr. 57 Výsledné schodiště tvořené náčrtem	49
Obr. 58 Vymodelované schodiště – vlevo bez spojené geometrie a vpravo se spojenou geometrií	49
Obr. 59 Reálné schodiště v RD.....	49

Obr. 60 Ukázka existující rodiny	50
Obr. 61 Upravená rodina dveří podle reality	51
Obr. 62 Fotografie reálných dveří RD	51
Obr. 63 Načtené mračno bodů ve 2NP	52
Obr. 64 Orientovaný kvádr	53
Obr. 65 Detail na orientovaný kvádr	53
Obr. 66 Prvotní umístění trámku v modelu	53
Obr. 67 Správně umístěný trámek podle mračna bodů.....	53
Obr. 68 Zobrazená krokve ve 3D modelu.....	54
Obr. 69 Vlastnosti krokve	54
Obr. 70 Výsledný krov podle mračna bodů ve 3D modelu	54
Obr. 71 Hranice střechy v půdorysném pohledu	55
Obr. 72 Zobrazení dělicích čar a bodů pro tvorbu střechy	55
Obr. 73 Terén tvořený jednotlivými body sítě TIN	56
Obr. 74 Načtení situace v půdorysu 1NP	56
Obr. 75 Vytvořený terén ve 3D pohledu.....	56
Obr. 76 Filtr fází určující zobrazení.....	58
Obr. 77 Prohlížeč projektu.....	59
Obr. 78 Fáze projektu v RD.....	59
Obr. 79 Nastavené přepsání zobrazení v modelu	60
Obr. 80 Fáze rekonstrukce s filtrem předchozí konstrukce + nová konstrukce.....	60
Obr. 81 3D model zobrazující fázi rekonstrukce s filtrem fáze předchozí konstrukce + demolovaný stav	61
Obr. 82 Zdemolované dveře ve 3D pohledu.....	61
Obr. 83 Ukázka chování stěn při demolici vložených prvků.....	61
Obr. 84 Výsledek fáze pasport a fáze stávající	62
Obr. 85 Rozpojení stěn a podlah při tvorbě fáze rekonstrukce.....	62
Obr. 86 Chybné spojení stěn.....	63
Obr. 87 Chybné spojení stěn vyřešeno funkcí Spoje stěn.....	63
Obr. 88 Projektová dokumentace pasportu.....	64

Obr. 89 Chyba v projektové dokumentaci rekonstrukce s nulovou vztažnou výškou k červené podlaze, která je ale o 20 cm výše oproti Obr. 88, kde je nula vztažena k šedé podlaze.....	64
Obr. 90 Nespojená geometrie mezi fází stávající a rekonstrukce.....	65
Obr. 91 Demolovaná stěna fáze rekonstrukce (červený kroužek) nelze vybrat jako samostatný prvek, pouze nedemolovaná část (modře zvýrazněna)	66
Obr. 92 Správný stav malby na RD před fází rekonstrukce (malba ve fázi pasport a stávající).....	66
Obr. 93 Výsledný stav malby při změně geometrie mezi prvky, s chybou kvůli fázi rekonstrukce.....	66
Obr. 94 Detail na výslednou malbu	66
Obr. 95 Zobrazení fáze Rekonstrukce s filtrem fáze Předchozí. Filtr fáze Předchozí zobrazuje stávající prvky, které nebyly zdemolovány a existují v předchozích fázích projektu (pasport a stávající).....	67
Obr. 96 Výsledná fáze rekonstrukce s filtrem fáze Předchozí + Nová konstrukce. Tímto filtrem je nastaveno, aby se zobrazily všechny prvky z předchozí fáze projektu, které nejsou zdemolovány a zůstávají (šedá barva) do další fáze projektu rekonstrukce plus se zobrazí všechny nově vzniklé prvky (červená barva).....	67
Obr. 97 Zobrazení fáze Rekonstrukce s filtrem fáze Předchozí + Demolice. Tento filtr ponechá zobrazené prvky z předchozí fáze (fáze pasport a stávající = šedá barva) a žlutou barvou zvýrazní všechny demolované prvky, které vznikly ve fázi Rekonstrukce.....	68
Obr. 98 Zobrazení fáze Rekonstrukce s filtrem fáze Předchozí + Demolice se zobrazenou střešní konstrukcí. V Obr. 97 je střešní konstrukce vypnutá kvůli náhledu dovnitř 3D modelu RD.....	68
Obr. 99 Zobrazení ořezaného 3D modelu s pohledem do 2NP ve fázi Rekonstrukce s filtrem fáze Demolice + Nová konstrukce.	69
Obr. 100 Zobrazení ořezaného 3D modelu s pohledem do 1NP ve fázi Rekonstrukce s filtrem fáze Demolice + Nová konstrukce. V místech se zelenými kolečky si lze povšimnout otvorů. Tyto otvory vznikly v důsledku demolice části stěny (otvor na okno), ke které byly pevně dané vazby základových pasů. Pokud je demolovaná takto stěna, ke které se váže základový pas, automaticky je tímto základový pas smazán nikoli zdemolován.....	69

Obr. 101 Fáze Rekonstrukce s filtrem fáze Demolice + Nová konstrukce. Červenou barvou jsou ve 3D modelu vyznačeny všechny nové prvky vzniklé ve fázi Rekonstrukce a žlutou barvou jsou vyznačeny všechny demolované prvky ve stejné fázi.....	69
Obr. 102 Zobrazení ořezaného 3D modelu s pohledem do 1NP ve fázi Rekonstrukce s filtrem fáze Předchozí + Demolice.....	70
Obr. 103 Projektová dokumentace rekonstrukce 1NP se zvýrazněnými prvky demolice (oranžovou barvou demolovaný stav a šedou barvou nedemolovaný stav). Podle této dokumentace byly prvky v RD demolovány ve fázi Rekonstrukce viz Obr. 102, kde jsou demolované prvky vyznačeny žlutou barvou.	70
Obr. 105 Výsledný rodinný dům ve fázi Rekonstrukce.....	71
Obr. 104 Výsledný rodinný dům ve fázi Stávající.....	71
Obr. 106 Modrou linií zobrazené neuchycené hranice místnosti kvůli více stěnám na sobě viz Obr.106	73
Obr. 107 Modrými liniemi jsou vyznačeny uchycené hranice místnosti. V červených kolečkách jsou zvýrazněna problémová místa, opět z důvodu více stěn na sobě.....	74
Obr. 108 Pohled do půdorysu 2NP se zobrazením všech stěn, které se v modelu nachází po dokončení fáze Rekonstrukce. Stěny se kříží nebo leží na sobě, což způsobuje problém pro určení hranic jedné místnosti.....	74

Seznam příloh

Příloha č. 1 Výpočetní protokol	PDF na CD
Příloha č. 2 Projektová dokumentace	PDF na CD
Příloha č. 2.1 Projektová dokumentace pasportu	
Příloha č. 2.2 Projektová dokumentace rekonstrukce	
Příloha č. 3 Situace v katastrální mapě	TISK + PDF na CD
Příloha č. 4 Přehled měřické sítě	TISK + PDF na CD
Příloha č. 5 Výkres situace	TISK + PDF na CD
Příloha č. 5.1 Výkres situace	
Příloha č. 5.2 Výkres situace (bez kót, s KM)	
Příloha č. 5.3 Výkres situace – inženýrské sítě	
Příloha č. 6 Výkresová dokumentace	TISK + PDF, DGN, DWG na CD
Výkres 01 1PP – nová kce	
Výkres 02 1PP – demolice	
Výkres 03 1NP – nová kce	
Výkres 04 1NP – demolice	
Výkres 05 2NP – nová kce	
Výkres 06 2NP – demolice	
Výkres 07 Řezy	
Výkres 08 Pohledy	
Příloha č. 7 Model	RVT na CD
Příloha č. 8 Data z měření	na CD
Záznamy z měření (totální stanice, nivelace)	
FLS soubory z laserového skeneru	
Mračno bodů (LAS)	