

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Matyášová** Jméno: **Markéta** Osobní číslo: **468285**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávací katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví**
Studijní program: **Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Management a ekonomika ve stavebnictví**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Využití BIM modelu jako podkladu pro výkaz výměr

Název bakalářské práce anglicky:

Use of BIM model as a basis for quantity takeoff

Pokyny pro vypracování:

- Provést analýzu druhů projektanty dodávaných modelů. Jaké informace obsahují? V jakých formátech jsou dodávány?
- Určit vlastnosti prvků modelu potřebných k tvorbě jednotlivých výkazů výměr.
- Zmapovat proces kontroly tvorby výkazu výměr generálním dodavatelem.
- Navrhnout workflow tvorby výkazu výměr za pomoci modelu.
- Otestovat navržený postup

Seznam doporučené literatury:

EASTMAN, Charles M. BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. 2nd ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2011. ISBN 978-0470541371.
ČERNÝ, Martin. BIM příručka. Praha: Odborná rada pro BIM, 2013. ISBN 978-80-260-5296-8.
BALDWIN, Mark et al. The BIM-manager: a practical guide for BIM project management. 1st. Wien;Berlin;Zürich;: Beuth Verlag, 2019. ISBN 3410268219;9783410268215;.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

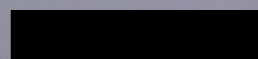
Ing. arch. Robert Bouška, katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví FSv

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **17.02.2020**

Termín odevzdání bakalářské práce: **17.05.2020**

Platnost zadání bakalářské práce:



Ing. arch. Robert Bouška
podpis vedoucí(ho) práce



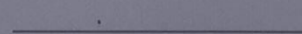
prof. Ing. Renáta Schneiderová Heralová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

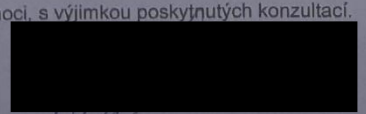


prof. Ing. Jiří Máca, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Studentka bere na vědomí, že je povinna vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.


Datum převzetí zadání


Podpis studentky

Využití BIM modelu jako podkladu pro výkaz výměr
Use of BIM model as a basis for quantity takeoff

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pouze za odborného vedení Ing. arch. Roberta Boušky.

Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne

Markéta Matyášová

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. arch. Robertu Bouškovi za odborné vedení a rady při konzultacích po dobu zpracování mé práce. Zvláštní poděkování patří Ing. Jakubu Škaloudovi ze společnosti VCES, a.s. za poskytnutí podkladů a konzultací, bez kterých by tato práce nemohla být vytvořena.

Anotace

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou tvorby výkazu výměr pomocí modelu BIM. V dnešní době se pomalu začínají tvořit výkazy výměr, ke kterým není potřeba projektová dokumentace, ale pouze samotný BIM model. Práce zkoumá, se kterými chybami se při tomto procesu lze setkat. Jejím cílem je tyto chyby zanalyzovat a v co nejvyšší míře eliminovat. Výstupem této práce je workflow vykazování množství za pomoci BIM modelu a přidanou hodnotou je na jeho základě sestavený checklist.

Annotation

This bachelor thesis is concerned with the issue of quantity takeoff via BIM model. Nowadays, it is possible to make quantity takeoffs without use of traditional 2D project documentation, but only the BIM model itself. Thesis examines errors, that can be encountered during this process. Its aim is to analyse and reduce these mistakes. The output of this work is a workflow of the takeoff process via BIM model and as an added value, on its bases compiled step-by-step checklist of this process.

Klíčová slova

BIM, výkaz výměr, Navisworks

Key Words

BIM, Quantity takeoff, Navisworks

Obsah	
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	1
1. ÚVOD	9
2. TEORETICKÁ ČÁST	10
2.1. NÁSTROJE A FORMÁTY INFORMAČNÍHO MODELOVÁNÍ	10
2.2. POPIS ŘEŠENÉHO PROBLÉMU A ZAMĚŘENÍ PRÁCE	12
2.3. ANALÝZA FORMÁTŮ A OBSAHU PROJEKTANTY DODÁVANÝCH MODELŮ GENERÁLNÍM DODAVATELŮM	13
2.3.1. <i>Seznam formátů modelů, které do společnosti přicházejí</i>	13
2.3.2. <i>Co to jsou geometrická a negeometrická data</i>	13
3. PRAKTICKÁ ČÁST	15
3.1. POPIS VYBRANÉ STAVBY.....	15
3.1.1. <i>Vymezení stavebních prvků, kterými se práce zabývá</i>	15
3.1.2. <i>Rozdělení modelu na jednotlivé části, ze kterých se tvoří jednotlivé položky výkazu výměr</i>	15
3.2. TVORBA VÝKAZU VÝMĚR VYMEZENÝCH STAVEBNÍCH ČÁSTÍ Z MODELU.....	17
3.2.1. <i>Popis základního rozdělení modelu a seznámení se s programem Navisworks Manage</i>	17
3.2.2. <i>Nejsnazší postup tvorby výkazu výměr</i>	19
3.2.3. <i>Potřeby pro generální dodavatele</i>	20
3.2.4. <i>Tvorba přesnějšího výkazu výměr podle požadavků generálních dodavatelů</i>	21
3.2.5. <i>Rozdělení specifické části modelu na soubory</i>	22
3.2.6. <i>Použití funkce Quantification</i>	22
3.3. RUČNÍ PŘEMĚŘENÍ VÝMĚR VYMEZENÝCH STAVEBNÍCH ČÁSTÍ V MODELU.....	25
3.3.1. <i>Svislé prvky</i>	25
3.3.2. <i>Vodorovné prvky</i>	25
3.3.3. <i>Prefabrikované prvky – schodišťová ramena a podesty</i>	26
3.3.4. <i>Slab Edge</i>	26
3.4. ANALÝZA A POPIS ROZDÍLŮ VÝMĚR ZÍSKANÝCH Z MODELU A VÝMĚR NAMĚŘENÝCH RUČNĚ	26
3.4.1. <i>Svislé prvky</i>	26
3.4.2. <i>Vodorovné prvky (Floor)</i>	28
3.4.3. <i>Náběh desky</i>	29
3.5. ANALÝZA DALŠÍCH CHYB PŘI VYKAZOVÁNÍ VÝMĚR	30
3.5.1. <i>Svislý/vodorovný prvek</i>	30
3.5.2. <i>Chybně nalezené prvky funkcí Find Items</i>	30
3.6. WORKFLOW TVORBY VÝKAZU VÝMĚR ZA POMOCI MODELU	33
3.7. CHECKLIST ELIMINACE MOŽNÉ CHYBOVOSTI	43
3.8. APLIKACE A TESTOVÁNÍ NAVRŽENÉHO POSTUPU TVORBY VÝKAZU VÝMĚR ZA POMOCI MODELU	43
4. ZÁVĚR	44
5. POUŽITÁ LITERATURA	45
6. SEZNAM OBRÁZKŮ	46
7. SEZNAM TEBULEK	47
8. SEZNAM PŘÍLOH	47
9. PŘÍLOHY	48
9.1. PŘÍLOHA 1 – TABULKA PŘEMĚŘENÝCH SVISLÝCH PRVKŮ	48
9.2. PŘÍLOHA 2 – TABULKA NAMĚŘENÝCH ODCHYLEK SVISLÝCH KONSTRUKCÍ	50
9.3. PŘÍLOHA 3 – TABULKA PŘEMĚŘENÝCH VODOROVNÝCH PRVKŮ A JEJICH ODCHYLEK	52
9.4. PŘÍLOHA 4 - CHECKLIST.....	54

1. ÚVOD

V rámci rozvoje techniky a snižování peněžních i časových nákladů se v České republice začala rozvíjet digitalizace stavebnictví. Jedním z jejich nástrojů je tzv. informačnímu modelu budovy. Vláda v září roku 2017 schválila Koncepti zavádění metody BIM v České republice, kterou zpracovala Odborná rada pro BIM. Uděluje tím povinnost od roku 2022 využívat tento nástroj pro nadlimitní veřejné zakázky.

Jedno z použití tohoto nástroje je snadnější a přehlednější vykazování výměr, kterým se zabývá i tato práce. Cílem bakalářské práce je projít celým tímto procesem a zjistit, kde se nacházejí případné nedostatky a chyby tím, že mezi sebou porovná výměry automaticky vykázané a výměry manuálně přeměřené v BIM modelu. Zároveň poslouží jako návod na vyřešení nepředvídatelných situací, které se při vykazování množství mohou objevit.

Tato práce zahrnuje výstupy, které by měly posloužit přípravitelům staveb výhradně pro ulehčení a urychlení jejich práce. Jako nástroj BIM byl pro potřeby projektu zvolen Navisworks Manage, který je v České republice jedním z nejčastěji používaných softwarů pro práci s BIM modely pro potřeby generálních dodavatelů a přípravitelů.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1. NÁSTROJE A FORMÁTY INFORMAČNÍHO MODELOVÁNÍ

Informační model budovy

Informační model budovy (BIM model) si lze představit jako informační databázi, která může zahrnovat kompletní data od prvotního návrhu, výstavby, správy budovy a případné rekonstrukce až po její demolici, včetně ekologické likvidace stavebního materiálu a uvedení staveniště do původního stavu – tedy veškeré informace získané během celého životního cyklu budovy. [1]

Nativní formáty

Nativní formát je formát souboru specifický pro SW nástroj, ve kterém jsou zpracovávány informace a údaje ve smluvené úrovni podrobnosti a pro daný účel. [2] Ve světě informačního modelování je to třeba nativní formát Revitu (.rvt), anebo nativní formát Archicadu (.pln). [3]

Otevřené formáty

Standardizaci BIM modelů lze rozdělit do dvou oblastí – formát a obsah. Standard formátu je již globálně pevně stanoven a je jím formát IFC. [4] Tento formát byl vytvořen pro zajištění softwarové interoperability, a to na základě neutrálních a stabilních otevřených datových formátů. V tuto chvíli je jediným společným formátem podporovaným výrobcí SW pro navrhování staveb. [5]

IFC má širokou škálu aplikací. Vývojáři vytvořili mechanismus, který uživatelům umožňuje přidávat jejich specifické vlastnosti k objektům IFC – Sady vlastností. Tok dat založený na IFC sestává ze zdroje, který exportuje data a přijímače, který je importuje a převádí definice objektů IFC do proprietárních. Ve většině případů, když objekt IFC nenajde odpovídající objekt ve vlastnické datové struktuře, vytvoří se proxy IFC. IFC proxy je objekt, který předpokládá původní geometrii a textové definice, ale ztratí původní sémantickou hodnotu, což znamená, že ztratí umístění v původním klasifikačním systému. V takových situacích je zvláště užitečná ruční mapovací funkce IFC. [6]

Většina nástrojů BIM obsahuje jako výstup pouze funkci výkaz množství. Není však možné manipulovat s těmito daty v aplikaci BIM, takže odhad nákladů musí být proveden pomocí jiného nástroje. Toto ospravedlňuje důležitost IFC, protože je to jeden z nejpoužívanějších formátů pro výměnu dat BIM. [6]

Modelovací software

ArchiCAD a Revit Architecture jsou dva nejpoužívanější modelovací nástroje BIM. Oba zahrnují možnosti automatického vykazování množství z modelu. Je třeba poznamenat, že funkce pro vykazování množství, Material Takeoff (dále jen MTO), aplikace Revit je jednodušší, a ne tak výkonná jako obdobná funkce ArchiCADu. Funkce MTO pro ArchiCAD a Revit jsou velmi podobné. Uživatel vybere prvky, které se mají měřit, a definuje parametry měření. ArchiCAD se liší od Revit v široké škále parametrů měření, které má k dispozici, a uživatelsky příjemnějším a úplnějším rozhraním. Rozhraní aplikace Revit je z hlediska vzhledu a možností podstatně minimalističtější. ArchiCAD i Revit umožňují výběr všech typů objektů v databázi modelů, což umožňuje vykazovat množství související se všemi typy prvků. ArchiCAD poskytuje větší výběr předdefinovaných parametrů. Umožňuje také uživatelům používat programovací jazyk GDL (Geometric Description Language) k programování nových parametrů měření. Revit má méně předdefinovaných parametrů měření, ale usnadňuje vytváření nových měřicích rutin pomocí uživatelsky definovaných vzorců, to znamená, že uživatelé mohou zavést vzorec, který se vztahuje k existujícím parametrům. [6]

Co se výstupů týče může ArchiCAD ukládat tabulky v různých formátech, včetně Excelu, PDF a DWF. Aplikace Revit exportuje pouze tabulky ve formátu TXT, což často vyžaduje další zpracování, aby bylo možné zpracovat data v následujících fázích. Kromě nástrojů pro MTO modelačních nástrojů BIM existuje také řada různých aplikací, které umožňují uživateli provádět MTO na modelu BIM. Tato funkce je obvykle integrována do systémů správy vlastností objektového modelu, buď pro kontrolu modelu, nebo pro odhad nákladů na základě modelu. [6]

Vico Office, Solibri Model Checker a **Autodesk Navisworks** jsou příklady aplikací pro kontrolu modelu, které uživateli umožňují rozebrat model na jeho objekty sestavení, zkontrolovat jeho vlastnosti a zkontrolovat kolize v modelu. Tyto aplikace mají také funkci vykazování množství. Další příklady aplikací pro odhad nákladů založených na BIM zahrnují CostX od Trimble Vico, odhad nákladů BIM od společnosti Nomitech a kontrolu nákladů SmartBIM Quantity Takeoff. SmartBIM Quantity Takeoff pracuje pouze s aplikací Revit prostřednictvím pluginu pro publikování modelu Revit pro kontrolu nákladů. Ostatní zmíněné aplikace používají formát IFC k importu modelů BIM, což vede k problémům s přesností, nebo další zpracovatelností importovaných dat. [6]

Autodesk Revit, Bentley, Vico, Assemble a Autodesk Navisworks jsou jen některé z programů, které umožňují průmyslu přejít na BIM založené výkazy množství a odhady. Trojrozměrné modely vytvořené v programech BIM jsou inteligentní modely bohaté na data. Mají schopnost propojit jednotlivé prvky s materiálem. Tato inteligence má může urychlit vykazování množství pro stavební projekt a současně zvýšit přesnost odhadu. S posunem ke kvantifikaci materiálu na bázi BIM stále v počátečních fázích nejsou zahrnuta všechna data spojená se stavebním projektem, potřebná pro kompletní vykazování výměr. [7]

Tato práce prozkoumá to, jak docílit, aby výkazy výměr vytvořené z 3D modelu byly co nejpřesnější. Průzkum bude prováděn v softwaru **Navisworks Manage** na modelu, jež byl vytvořen v modelovacím programu Revit od společnosti Autodesk.

2.2. POPIS ŘEŠENÉHO PROBLÉMU A ZAMĚŘENÍ PRÁCE

Práce se zaměřuje detailní analýzu procesu tvorby výkazu výměr. Pracuje s BIM modelem bytového domu, který obsahuje vymodelované prvky obsahující jak geometrická, tak negeometrická data. V první fázi se práce zaměří na tvorbu výkazu výměr dvěma možnými způsoby. Jeden ze způsobů je rychlý, ale často chybový. Druhý způsob tvorby výkazu je proveden pomocí funkce **Quantification**, což je pečlivější a přesnější cesta tvorby výkazu výměr.

Práce se nadále zaměří na chybovost vykázáných výměr, které budou přeměřeny. Pečlivě budou rozebrány všechny odchylky ručně naměřených výměr a výměr zaznamenaných v modelu jako vlastnosti prvků.

Důležitou částí této práce je i samotné zmapování tvorby výkazu výměr. Model obsahuje mnoho různých druhů prvků od trávy až po betonové desky. Práce se zaměří na to, aby pro výkaz výměr byly nalezeny a použity ty správné druhy prvků. Pokud by měly být vykázány betonové a železobetonové prvky, nesmí mezi nimi být žádný prvek, který je z jiného materiálu.

Po zmapování celého procesu tvorby výkazu výměr bude na jeho základě sestaveno workflow. Bude počítat s tím, že se při tvorbě vyskytují problémy. Tyto problémy se práce bude snažit eliminovat. Toto workflow bude následně aplikováno na BIM model.

Na základě workflow bude sestaven checklist, který bude sloužit pro přípraváře, kteří se s tvorbou výkazu výměr setkávají, jako pomocník a podklad pro jejich práci.

2.3. ANALÝZA FORMÁTŮ A OBSAHU PROJEKTANTY DODÁVANÝCH MODELŮ GENERÁLNÍM DODAVATELŮM

Tato kapitola popisuje formáty modelů, které jsou dodávány generálním dodavatelům. Také popisuje geometrická a negeometrická data, která by měla být obsažena v BIM modelu.

2.3.1. SEZNAM FORMÁTŮ MODELŮ, KTERÉ DO SPOLEČNOSTÍ PŘICHÁZEJÍ

Které formáty modelů do společností přicházejí lze ukázat na studii, kterou napsali Pablo Bellido-Montesinos, Fidel Lozano-Galant, Francisco Javier Castilla a Jose Antonio Lozano-Galant. Studie se zabývá v letech 2014-2016 soutěží BIM s názvem BIMVa [8], kde se soutěžní týmy snaží realizovat skutečný projekt za 100 dní. V roce 2014, kdy byla zahájena první soutěž BIM, se týmy zabývaly všemi fázemi stavebního projektu. Poslední soutěž konající se v roce 2019 se zaměřila na infrastrukturu – speciálně na tvorbu silničního projektu. [9]

Díky této studii byl získán přehled o nejpoužívanějších softwarech pro tvorbu BIM projektu. Analýza architektonické disciplíny v soutěži BIMVa ukazuje, že software Autodesk (Revit a Autocad) je zdaleka nejběžnějším softwarem v této disciplíně. Kombinace obou programů ukazuje, jak odborníci využívají své předchozí zkušenosti (Autocad) k postupnému vývoji na metodiku BIM (Revit). Ve podstatě prostřednictvím tří soutěžních edic začali uživatelé používající Autocad postupně přecházet k aplikaci Revit. Druhým nejpoblárnějším softwarem Architecture je Archicad. Dalším běžnějším softwarem jsou Allplan a Tekla. [10]

2.3.2. CO TO JSOU GEOMETRICKÁ A NEGEOMETRICKÁ DATA

Každá stavba se skládá ze stavebních výrobků, materiálů a konstrukcí (prvků). Model BIM můžeme označit jako digitální obdobu skutečné stavby. Zahrnuje v sobě geometrické údaje formou 3D modelu a negeometrická data. [11] Tyto informace jsou obsaženy v BIM modelu, jež je rozvinutý 3D model o jak geometrické, tak i technické či další negeometrické informace. Tento model je součástí projektové dokumentace BIM. [2] Mnohdy bývá mylně za informační model stavby považován samotný 3D model, a to i v odborných kruzích. Je potřeba si uvědomit, že BIM ve své podstatě zahrnuje nejen vlastní informace, ale také pravidla pro zacházení s nimi a 3D model je pouze jedním z mnoha možných způsobů prezentace těchto informací [12].

Geometrická data lze označit jako vizuální podobu prvku, která určuje prostorové informace. Tato data mohou být zachycena ve formě vektorového nebo rastrového datového modelu. V běžné praxi se používá také pojem 3D model, jež je digitální reprezentací fyzické a/nebo funkční části projektované stavby ve strukturované formě. [2]

Negeometrická data a další k nim doplňující informace (pod názvem parametry, atributy, vlastnosti) popisují kvalitativní a kvantitativní charakteristiky stavby. [2] Zahrnují konstrukční, materiálové a užité vlastnosti, pozice v harmonogramu výstavby, jednotkovou cenu, harmonogram kontrol a výměn, investiční a provozní náklady a další. Patří mezi ně i celá řada řídicích a podpůrných dokumentů stavby, jako např. stavební deník, harmonogram, dokumenty BOZP, výstupy z rozhodovacích procesů stavebních úřadů a další. [11]

Olsen a Taylor se ve své práci zabývali chybějícími informacemi v modelu BIM. Jednou z jejich hlavních činností práce bylo dotazování se generálních dodavatelů pomocí on-line dotazníků a osobních rozhovorů, aby určili faktory omezující schopnost stavebních odborníků pro extrakci potřebných geometrických i negeometrických dat z modelu. [7]

Generální dodavatelé určují 10-25% údajů potřebných pro výkaz množství z modelu. Položky a prvky obvykle odvozené z modelu zahrnují stěnové kolíky, základnu stěny, podlahy, barvy, blokování, obvod střechy a MEP. Vzhledem k tomu, že v modelu chybí podrobnosti, jsou z něj odvozena data a model je zadán subdodavateli k ověření. Obvykle však lze odvozená množství přesně stanovit odhadnutím z hmotnosti nebo materiálu, který je zahrnut v modelu (tj. „Výplň pod deskou“ odvozenou z plochy desky x faktor). [7]

Podle dotazovaných může v modelu chybět až polovina údajů potřebných pro výkaz množství. Do dat v modelu obvykle nejsou zahrnuty režijní pracoviště, bezpečnostní vybavení, dočasné struktury, pracovní desky, povrchové úpravy, betonové bednění, dočasné oplocení, speciality, MEP, protipožární ochrana, práce na staveništi, terénní úpravy, strukturální propojení, různé kovy a výztuž. [7]

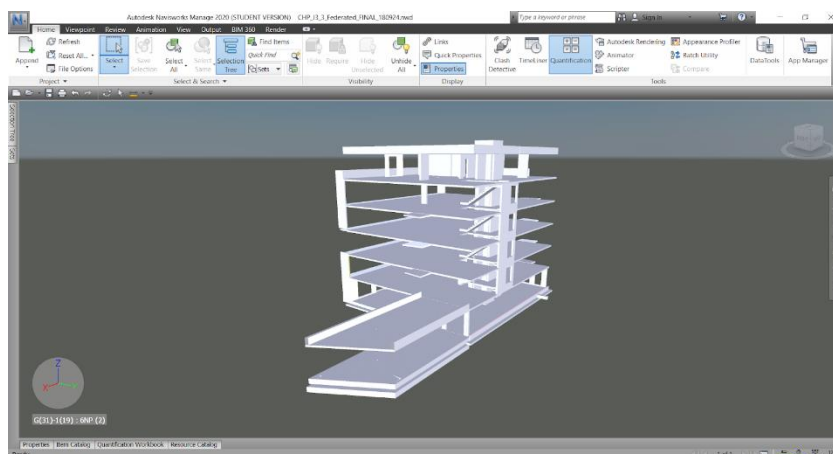
3. PRAKTICKÁ ČÁST

3.1. POPIS VYBRANÉ STAVBY

Stavby bytového domu je řešena formou jednoduchých geometrických hmot obdélníkového půdorysného tvaru. Bytový dům J3 není podsklepený, má šest nadzemních podlaží (šesté ustoupené) a rovnou střechu. V 1. NP je navržen vstup do objektu. Nachází se v něm bytové prostory a bytové sklepní kóje, místnost pro kočárky a společná úklidová komora. V západní polovině objektu je navržena ordinace praktického lékaře. Ordinace je zcela samostatným provozem se samostatným vstupem z exteriéru. Objekt je zastřešen plochou střechou s atikou. Objekt je vertikálně propojen výtahem a schodištěm. Půdorysný rozměr objektu je 20,23m x 18,95 m. Výška atiky objektu je 18,2 m nad +/-0,000.

3.1.1. VYMEZENÍ STAVEBNÍCH PRVKŮ, KTERÝMI SE PRÁCE ZABÝVÁ

V dalších kapitolách se bude práce zabývat tvorbou výkazu výměr z modelu, a následně budou v tomto výkazu hledány chyby. Tvoření výkazu výměr pro všechny stavební části by pro tuto práci bylo zbytečné, jelikož jedním z cílů práce je nastínit modelovou situaci vykazování. Pro práci byla vybrána pouze část monolitická, která je zobrazena na obr. 1.



Obr. 1: Monolitická část konstrukce (zdroj: autor)

3.1.2. ROZDĚLENÍ MODELU NA JEDNOTLIVÉ ČÁSTI, ZE KTERÝCH SE TVOŘÍ JEDNOTLIVÉ POLOŽKY VÝKAZU VÝMĚR

Rozpočet je tvořen jednotlivými položkami, přičemž každá vyžaduje jiné parametry pro výpočet jejího výkazu výměr. Nicméně pro plnohodnotný rozpočet nestačí

pouze geometrické informace, ale potřeba jsou i ty negeometrické. Proces tvorby rozpočtu v programu Navisworks zpomaluje, pokud se každý, kdo ho z BIM modelu tvoří, musí v jednotlivých stupních tvorby zabývat tím, které parametry k jednotlivým položkám přiřadí.

Pro usnadnění tohoto procesu byl pro určení potřebných parametrů použit SNIM (Standard Negrafických Informací 3D Modelu), jež je datovým standardem a zároveň třídící systém. Jeho obsah je tvořen členy Odborné Rady pro BIM (czBIM) a čerpá tak z jejich dlouholetých zkušeností v oboru [12]. V tabulce 1 je výčet těch nejdůležitějších parametrů související s monolitickou částí konstrukce, pro usnadnění procesu tvorby výkazu výměr z modelu.

Soupis vlastností ŽB prvků nosné konstrukce potřebných k tvorbě jednotlivých výkazů výměr podle katalogu SNIM

Pro výpis parametrů byly vybrány pouze prvky, které souvisí s výběrem stavebních prvků spadajících do monolitické část stavby. Výpis celého seznamu prvků a jejich parametrů, lze najít na webových stránkách SNIM.

<i>Název</i>	<i>Parametry</i>
<i>Základová patka</i>	Kód budovy, délka, objem, plocha, šířka, výška, třída betonu
<i>Základový pas</i>	Kód prvku, délka, objem, plocha, šířka, výška, třída betonu
<i>Základová deska</i>	Kód prvku, objem, obvod, plocha, tloušťka, třída betonu
<i>Podkladní beton</i>	Kód prvku, objem, obvod, plocha, tloušťka, třída betonu
<i>Pilota</i>	Kód prvku, délka, objem, třída betonu
<i>Mikropilota</i>	Kód prvku, délka kořene, průměr, materiál (třída betonu)
<i>Stěna</i>	Kód prvku, podlaží, délka, objem, plocha, tloušťka, výška, funkce, materiál
<i>Hlavice</i>	Kód prvku, podlaží, délka, plocha, šířka, výška, třída betonu
<i>Sloup</i>	Kód prvku, podlaží, délka, objem, plocha, průměr, šířka, výška, funkce, třída betonu
<i>Stropní deska</i>	Kód prvku, podlaží, objem, plocha, tloušťka, materiál (třída betonu)
<i>Trámy a průvlaky</i>	Kód prvku, podlaží, délka, šířka, výška, materiál (třída betonu)
<i>Schodišťové rameno</i>	Kód prvku, třída betonu
<i>Podesta</i>	Kód prvku, délka, šířka, tloušťka, třída betonu

Tabulka 1: Parametry prvků betonových a železobetonových prvků podle katalogu SNIM

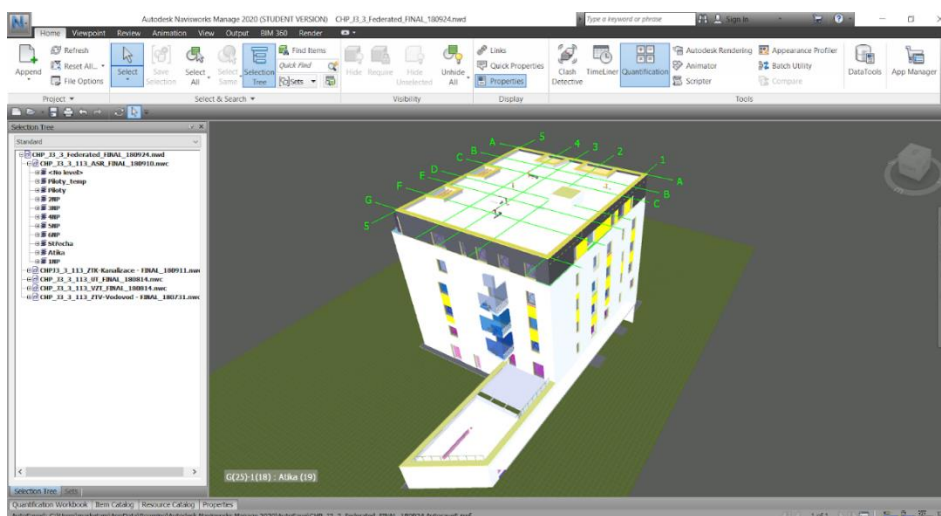
3.2. TVORBA VÝKAZU VÝMĚR VYMEZENÝCH STAVEBNÍCH ČÁSTÍ Z MODELU

V této části bude tvořen výkaz výměr pro jednotlivé části stavby, které byly vymezeny v kapitole 3.1.1. Pro tuto tvorbu bude použit BIM model vytvořený projektantem v Revitu. Tato kapitola je postavena z pohledu generálního dodavatele tzn. že v tomto případě byl od projektanta dodán model jak v Revitu, tak v programu Navisworks s koncovkou .nwd, tedy v publikačním formátu. Soubor je připraven k úpravám, protože obsahuje všechna potřebná data.

3.2.1. POPIS ZÁKLADNÍHO ROZDĚLENÍ MODELU A SEZNÁMENÍ SE S PROGRAMEM NAVISWORKS MANAGE

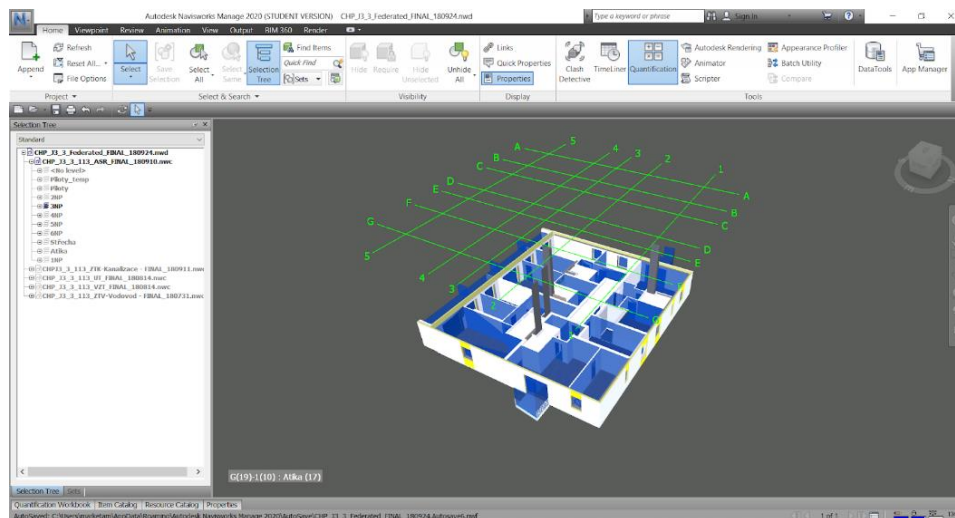
Jako první po otevření souboru by si měl uživatel rozmyslet, jakým způsobem chce postupovat při tvorbě výkazu výměr. Jedna z možností je začít tvořit bez jakékoliv přípravy modelu, což lze použít, pokud je třeba vytvořit rychlý výkaz celé stavby i přes to, že nebudou správně všechny vykázané položky a položky budou uspořádány podle toho, jak je seřadil projektant v modelu.

Seřazení položek lze vidět v okně **Selection Tree**, které se nachází v záložce **Home** viz obr 2. Zde se schovává struktura celého modelu. Model je v tomto případě rozdělen na základní sekce, což je architektonická část (ASR), ZTK – kanalizace, ústřední topení (UT), vzduchotechnika a klimatizace (VZT) a ZTV – vodovod. Pod architektonickou sekcí lze najít další podrobnější dělení stavby. V tomto případě je architektonická část rozdělena od pilot přes všechna patra až po střechu a atiku. Tato funkce usnadní orientaci v modelu.



Obr. 2: Selection tree (zdroj: autor)

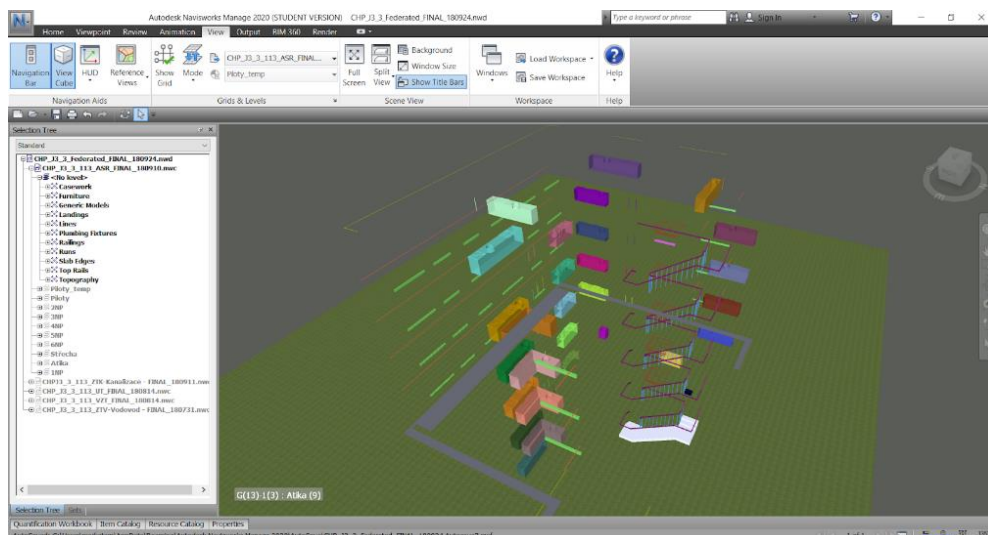
Pokud by se chtěl uživatel zabývat pouze například 3. NP, stačí v **Selection Tree** kliknout na 3NP a skrýt všechny ostatní vymodelované položky v modelu funkcí **Hide Unselected**. Výsledek je zachycen na obr. 3. Funkcí **Unhide All** se docílí opětovného odkrytí původně skrytých částí.



Obr. 3: Ukázka výsledku spojení záložky Selection Tree a funkce Hide Unselected (zdroj: autor)

Analýza struktury modelu

V modelech se může nacházet položka označená jako <No level>. Položky spadající pod toto označení mají různé funkce. Můžou označovat jak objemy jednotlivých místností, tak vnitřní malby, nábytek anebo třeba trávník. V případě aktuálního modelu lze skrýt všechny prvky stavby kromě prvků označených <No level> a tedy je vidět, co všechno pod tento název spadá viz obr. 4. **Selection Tree** ukazuje, že se jedná o: omítkovou lištu (casework), nábytek (furniture), balkonový obrubník (pod označením Generic models), dvě mezipodesty (Landings), linie/čáry (Lines), umyvadlo (Plumbing Fixtures), vertikální část zábradlí (Railings), jedno ze schodišť (Runs), náběh ŽB desky (Slab Edges), madlo (Top Rails) a trávník, kačírek a zeleň (Topography).



Obr. 4: <No level> prvky (zdroj: autor)

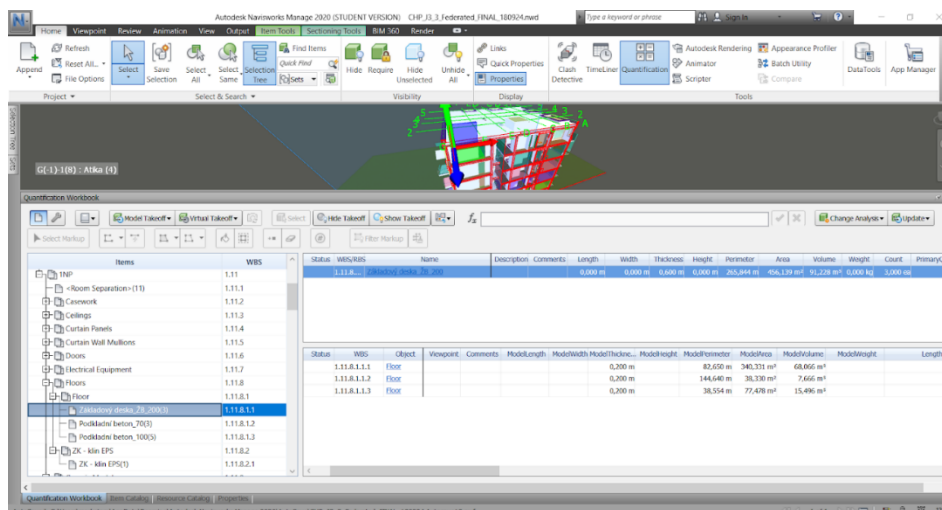
V další části struktury nazvané Piloty_temp a Piloty se nacházejí prvky související s pilotami, avšak piloty samotné tu nenajdeme. Možnost, jak přijít na to, v jaké části **Selection Tree** se nacházejí, se naskytá taková, že se provede řez budovou pomocí funkce **Enable sectioning** a pokud se na jakoukoliv pilotu klikne, v levém rámečku se ukáže její pozice ve struktuře. V tomto případě se piloty nacházejí v 1NP.

V části 1NP - 6NP se nacházejí místnosti. Jsou zde tedy stavební části jako třeba okna, dveře, podlahy ale třeba i 3D prvky opisující vnitřek každé místnosti v jednotkách m³. Její parametry se zjistí z funkce **Properties**. V případě používaného modelu obsahuje parametry m³ místnosti, m² pochozí plochy a povrchovou úpravu zdi.

Část střecha a atika spolu úzce souvisí, protože střecha obsahuje ŽB část atiky a také její zateplení a do části atiky patří její oplechování a zateplení výběžků na střeše.

3.2.2. NEJSNAŽŠÍ POSTUP TVORBY VÝKAZU VÝMĚR

Vytvoření výkazu výměr s touto strukturou je tedy možné velice snadno. Postup je kliknout na funkci **Quantification** v záložce **Home**, a poté do pole **Quantification Workbook** přetáhnout tu část budovy, kterou je třeba vykázat. Pro přehlednost je na obr. 5 ukázka výsledku toho, jak vypadá vykázaná architektonická část stavby.



Obr. 5: Ukázka vykázané architektonické části (zdroj: autor)

Vyhodnocení tvorby výkazu výměr

Při zaměření na jednotlivé vykázané položky monolitu, kterému se tato práce věnuje hlavně, lze vidět na obr.5 informace pouze částečné, tj. objem betonové části, její plochu, tloušťku a délku. Důvod k pozastavení je délka železobetonové desky, jelikož není známo, kterou délkou objektu program vykázal, nicméně u výkazu betonové podlahy tato délka není potřebná.

Pro plnohodnotný rozpočet této železobetonové desky chybí několik informací. Společně s rozměry by měly být známi i vlastnosti betonu a taková informaci ve výkazu nalezena nebyla. Následovný postup by tedy vyžadoval spoustu úprav při mapování vykazovaných vlastností.

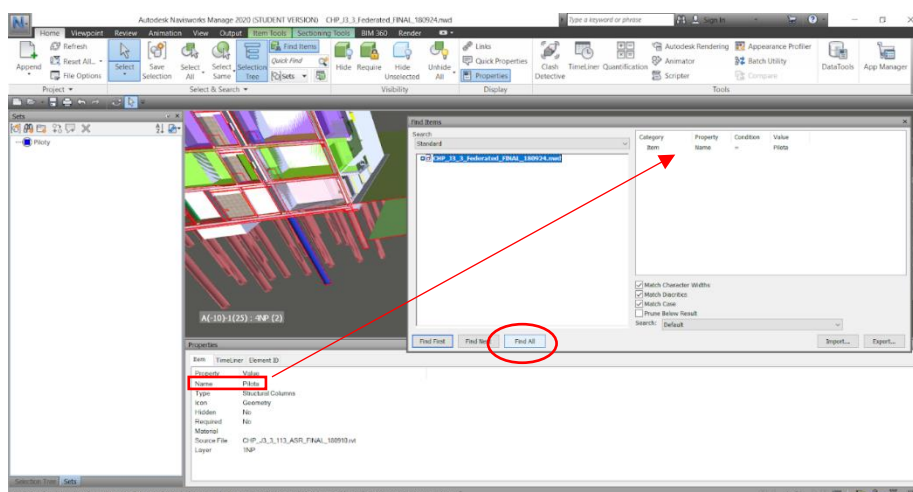
3.2.3. POTŘEBY PRO GENERÁLNÍ DODAVATELE

Interní prostředí generálních dodavatelů se může rozdělovat na různé úseky, či divize, což vede k tomu, že je nezbytné, aby byl výkaz výměr rozdělen na soubory prvků, které daná divize či úsek vyžaduje. Pro technické oddělení by bylo zbytečně vykazováno množství omítek a pro oddělení architektury by byl nepotřebný výkaz monolitu. Pokud je potřeba vytvořit výkaz výměr pouze pro specifickou stavební část, existuje více možností, jak toho docílit. Jedna možnost spočívá opět v použití **Selection Tree** tzn. pokud se rozklikávací pole označené jako **Standard** přepne na **Properties**, ukáže se strom vlastností roztržiděný do jednotlivých záložek. V této fázi lze najít požadované položky a jejich přetažením do **Quantification Workbook** je vykázat.

3.2.4. TVORBA PŘESNĚJŠÍHO VÝKAZU VÝMĚR PODLE POŽADAVKŮ GENERÁLNÍCH DODAVATELŮ

Druhá možnost, jak vytvořit výkaz výměr, a zároveň možnost, kterou se tato práce zabývá do větší hloubky, je příprava modelu pomocí jeho rozdělení na jednotlivé stavební části a následné mapování požadovaných vlastností ve funkci **Quantification**.

Jako první se práce bude zabývat nalezením všech stavebních prvků monolitické části stavby, Nejdříve je důležité zaměřit se na samotné vyhledávání potřebných stavebních prvků. Je základem najít pomocí funkce **Properties** společný prvek dán jednotlivým hledaným položkám. Například při potřebě najít a označit všechny piloty, najdu jejich společnou vlastnost, která je v tomto případě v záložce **Item** označená jako “Pilota” v řádku s názvem Name. Tento znak mají všechny piloty společný, a proto přes funkci **Find Item** všechny tyto piloty najdeme a označíme. Tento postup je naznačen na obr 6 níže.



Obr. 6: Postup nalezení všech pilot pomocí funkce Find Items (zdroj: autor)

Postup pro nalezení všech dalších prvků složených z betonu je navržen takový, že ručně nalezneme v modelu prvek, který by pravděpodobně mohl být z betonu. Do této navržené skupiny by nejpravděpodobněji mohli spadat například patky, pasy, základová deska, stropní deska a stěny. V modelu, kterým se práce zabývá byla zanalyzována stropní deska a základová deska. Následně byl nalezen společný znak, náležící těmto dvou stavebním prvkům, který by jasně ukazoval, že jsou z betonu. Při porovnání materiálů bylo zjištěno, že základová deska je označena jako prostě betonová, přičemž stropní deska je značena jako železobetonová, proto materiál jako společný znak použít nelze. Do monolitické části totiž patří oba tyto materiály. Při hlubším prozkoumání byl nalezen společný znak nacházející se na kartě **Autodesk Material** pod vlastností Name nazývající se “Beton”. Pro ověření je odkryt celý model a do funkce **Find Items** zadána cesta

“Autodesk Material; Name; Contains; BETON”. Pomocí následného kliknutí na **Find All** a **Hide Unselected** bylo odkryto několik betonových/železobetonových prvků. Pro zaznamenání a uchování tohoto hledání zobrazíme záložku **Manage Sets** uložíme set pomocí **Save Selection** pod názvem “Beton”.

3.2.5. ROZDĚLENÍ SPECIFICKÉ ČÁSTI MODELU NA SOUBORY

Po uložení celé monolitické části stavby, se musí tento model rozdělit na soubory jejichž vlastnosti jsou podobné. Jedním souborem budou všechny vodorovné konstrukce (základová deska, stropní desky atd.), druhým všechny stěnové konstrukce (zídky, atiky, opěrné stěny a další), dalším budou schodiště, a nakonec ostatní prvky nespádající ani pod jednu z těchto skupin.

3.2.6. POUŽITÍ FUNKCE QUANTIFICATION

Užší rozdělení vykazovaných prvků

Další částí postupu je tvorba samotného výkazu výměr, k čemuž existuje také více cest. Tato práce se zabývá funkcí **Quantification**, která je již z části popsána v kapitole 3.2.4. V této kapitole bude rozebrán postup tvorby výkazu výměr včetně mapování parametrů. Pro snadnější mapování je třeba si model rozdělit na prvky vodorovné, svislé, schody a ostatní. Mezi vodorovné prvky se řadí například základové desky, stropní konstrukce a mezi svislé prvky se řadí například stěny, atiky, opěrné stěny a konstrukce jim podobné. V použitém modelu byla monolitická konstrukce rozdělena na Basic Wall, Floor, Prefabrikovaná ramena, podesty (označení pod vlastností Name nesou jako Prefabrikovaný 300) a Slab Edge (náběh desky).

Mapování vlastností

K mapování je použit datový standard SNIM, který v tuto chvíli určí, které parametry je potřeba znát pro plnohodnotný výkaz výměr. Z těchto parametrů byly vybrány pouze ty, které jsou pro běžnou práci s výkazem důležité.

Basic Wall a Slab Edge

Jako první určíme parametry pro Basic Wall označené ve SNIM katalogu jako “Stěny”. Pro Slab Edge byl vyhodnocen jako ekvivalent stěna, proto je zařazen pod stejné parametry. Parametry jsou: identifikační název prvku, podlaží, délka, objem, plocha, tloušťka, výška, funkce, třída betonu.

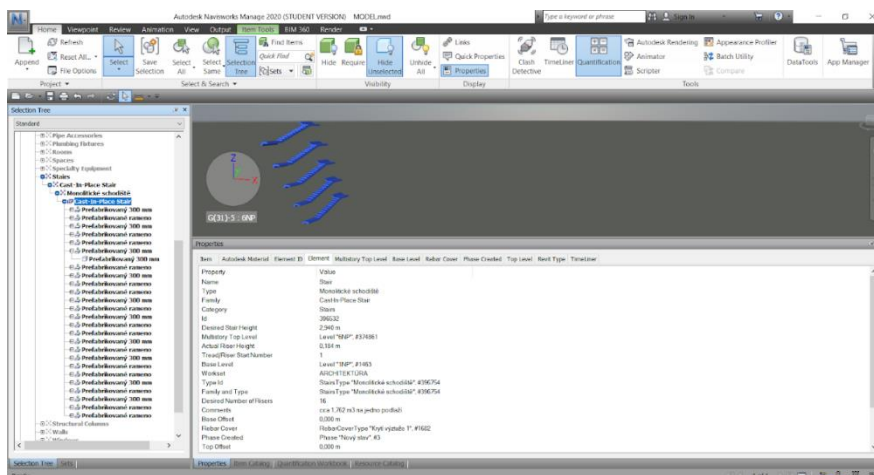
Floor

Pro Floor podle SNIM označené jako stropní deska jsou parametry: kód prvku, podlaží, objem, plocha, tloušťka, třída betonu.

Prefabrikovaná (schodišťová) ramena a podesty

Vybrané parametry podle SNIM pro prefabrikovaná schodišťová ramena jsou: kód prvku, podlaží a třída betonu.

Vybrané parametry podle SNIM pro podesty jsou: kód prvku, podlaží, délka, šířka, tloušťka a třída betonu. Jelikož schodišťová ramena a podesty jsou vymodelované jako soubor prvků, jejich informace obsažené v modelu jsou specifické a zobrazí se až po označení souboru se schodištěm v **Selection Tree** viz obr 7.



Obr. 7: Schodiště jako soubor prvků (zdroj: autor)

Následuje prolístování **Properties** a nalezení všech těchto vlastností. V **Item Map Rules** nacházející se v **Item Catalogu** funkce **Quantification** jsou všechny textové parametry namapovány na parametr **Description** a všechny číselné parametry na pole, jejichž označení začíná na “Model”. Po namapování se označené prvky vykážou a následně se exportují do excelu.

Navýšení počtu “Description” polí

Častým problémem při mapování vlastností je, že pro jeden druh prvku je třeba více textových informací, než je dostupných polí “Description”. Tento problém lze vyřešit přepsáním kódu šablony, nacházející se na cestě “C:\Program Files\Autodesk\Navisworks Manage\Quantification\templates”. Na tomto místě je uložen textový soubor obsahující kód **Quantification** šablony s názvem “TakeoffConfigurationTemplate”.

Na obr. 8 je označen skript, který je potřeba překopírovat a vložit tolikrát, kolik je potřeba dalších Description polí. Ve nově vloženém skriptu se přepíše původní číslo za slovem Description, např. přepis Description1 na Description3. Zároveň je nutné nově vytvořená pole připsat i do všech dalších kódů této šablony. Pro lepší představu je původní kód zobrazen na obr. 8 a nově přepsaný kód na obr 9. V tomto případě byly přidány čtyři další pole Description.

<pre><?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?> <workbook xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" > <GlobalConfiguration> <ConfigureFileType>Full</ConfigureFileType> <UnitsSystem>Variable</UnitsSystem> <currency> <Name></Name> <Code></Code> <Symbol></Symbol> </currency> <Column Name="Object"> <Type>String</Type> <Purpose>Input</Purpose> <Formula></Formula> <Value varies="1"></Value> <Units></Units> </Column> <Column Name="Description1"> <Type>String</Type> <Purpose>Input</Purpose> <Formula></Formula> <Value varies="1"></Value> <Units></Units> </Column> <Column Name="Description2"> <Type>String</Type> <Purpose>Input</Purpose> <Formula></Formula> <Value varies="1"></Value> <Units></Units> </Column> <Column Name="Count"> <Type>Number</Type> <Purpose>RollUp</Purpose> <Formula varies="1"></Formula> <Value varies="1"></Value> <Units varies="0">count</Units> </Column> <Column Name="PrimaryQuantity"> <Type>Number</Type> <Purpose>RollUp</Purpose> <Formula varies="1"></Formula> </Column> </GlobalConfiguration> <Table Name="ObjectResource"> <ColumnRef Name="Object" /> <ColumnRef Name="Description1" /> <ColumnRef Name="Description2" /> <ColumnRef Name="Count" /> <Purpose>Calculation</Purpose> </Table> <Table Name="StepResource"> <ColumnRef Name="Count" /> <ColumnRef Name="PrimaryQuantity" /> </Table> <Table Name="ObjectStep"> <ColumnRef Name="Object" /> </Table> <Table Name="Step"> </Table> <Table Name="Object"> <ColumnRef Name="Object" /> <ColumnRef Name="Description1" /> <ColumnRef Name="Description2" /> <ColumnRef Name="Count" /> <Purpose>Calculation</Purpose> </Table> <Table Name="Step"> <ColumnRef Name="PrimaryQuantity" /> <Purpose>Calculation</Purpose> </Table> </workbook></pre>	<pre><Type>Number</Type> <Purpose>RollUp</Purpose> <Formula varies="1"></Formula> <Value varies="1"></Value> <Units varies="1"></Units> </Column> </GlobalConfiguration> <Table Name="ObjectResource"> <ColumnRef Name="Object" /> <ColumnRef Name="Description1" /> <ColumnRef Name="Description2" /> <ColumnRef Name="Count" /> <Purpose>Calculation</Purpose> </Table> <Table Name="StepResource"> <ColumnRef Name="Count" /> <ColumnRef Name="PrimaryQuantity" /> </Table> <Table Name="ObjectStep"> <ColumnRef Name="Object" /> </Table> <Table Name="Step"> </Table> <Table Name="Object"> <ColumnRef Name="Object" /> <ColumnRef Name="Description1" /> <ColumnRef Name="Description2" /> <ColumnRef Name="Count" /> <Purpose>Calculation</Purpose> </Table> <Table Name="Step"> <ColumnRef Name="PrimaryQuantity" /> <Purpose>Calculation</Purpose> </Table></pre>
---	--

Obr. 8: Kód šablony funkce Quantification (zdroj: autor)

<pre><?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?> <workbook xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" > <GlobalConfiguration> <ConfigureFileType>Full</ConfigureFileType> <UnitsSystem>Variable</UnitsSystem> <currency> <Name></Name> <Code></Code> <Symbol></Symbol> </currency> <Column Name="Object"> <Type>String</Type> <Purpose>Input</Purpose> <Formula></Formula> <Value varies="1"></Value> <Units></Units> </Column> <Column Name="Description1"> <Type>String</Type> <Purpose>Input</Purpose> <Formula></Formula> <Value varies="1"></Value> <Units></Units> </Column> <Column Name="Description2"> <Type>String</Type> <Purpose>Input</Purpose> <Formula></Formula> <Value varies="1"></Value> <Units></Units> </Column> <Column Name="Description3"> <Type>String</Type> <Purpose>Input</Purpose> <Formula></Formula> <Value varies="1"></Value> <Units></Units> </Column> <Column Name="Description4"> <Type>String</Type> <Purpose>Input</Purpose> <Formula></Formula> <Value varies="1"></Value> <Units></Units> </Column> </GlobalConfiguration> <Table Name="ObjectResource"> <ColumnRef Name="Object" /> <ColumnRef Name="Description1" /> <ColumnRef Name="Description2" /> <ColumnRef Name="Description3" /> <ColumnRef Name="Description4" /> <ColumnRef Name="Description5" /> <ColumnRef Name="Description6" /> <ColumnRef Name="Count" /> <Purpose>Calculation</Purpose> </Table> <Table Name="StepResource"> <ColumnRef Name="Count" /> <ColumnRef Name="PrimaryQuantity" /> </Table> <Table Name="ObjectStep"> <ColumnRef Name="Object" /> </Table> <Table Name="Step"> </Table> <Table Name="Object"> <ColumnRef Name="Object" /> <ColumnRef Name="Description1" /> <ColumnRef Name="Description2" /> <ColumnRef Name="Description3" /> <ColumnRef Name="Description4" /> <ColumnRef Name="Description5" /> <ColumnRef Name="Description6" /> <ColumnRef Name="Count" /> <Purpose>Calculation</Purpose> </Table> <Table Name="Step"> <ColumnRef Name="PrimaryQuantity" /> <Purpose>Calculation</Purpose> </Table> </workbook></pre>	<pre><Units></Units> </Column> <Column Name="Description4"> <Type>String</Type> <Purpose>Input</Purpose> <Formula></Formula> <Value varies="1"></Value> <Units></Units> </Column> <Column Name="Description5"> <Type>String</Type> <Purpose>Input</Purpose> <Formula></Formula> <Value varies="1"></Value> <Units></Units> </Column> <Column Name="Description6"> <Type>String</Type> <Purpose>Input</Purpose> <Formula></Formula> <Value varies="1"></Value> <Units></Units> </Column> <Column Name="Count"> <Type>Number</Type> <Purpose>RollUp</Purpose> <Formula varies="1"></Formula> <Value varies="1"></Value> <Units varies="0">count</Units> </Column> <Column Name="PrimaryQuantity"> <Type>Number</Type> <Purpose>RollUp</Purpose> <Formula varies="1"></Formula> <Value varies="1"></Value> <Units varies="1"></Units> </Column> </GlobalConfiguration></pre>	<pre><Table Name="ObjectResource"> <ColumnRef Name="Object" /> <ColumnRef Name="Description1" /> <ColumnRef Name="Description2" /> <ColumnRef Name="Description3" /> <ColumnRef Name="Description4" /> <ColumnRef Name="Description5" /> <ColumnRef Name="Description6" /> <ColumnRef Name="Count" /> <Purpose>Calculation</Purpose> </Table> <Table Name="StepResource"> <ColumnRef Name="Count" /> <ColumnRef Name="PrimaryQuantity" /> </Table> <Table Name="ObjectStep"> <ColumnRef Name="Object" /> </Table> <Table Name="Step"> </Table> <Table Name="Object"> <ColumnRef Name="Object" /> <ColumnRef Name="Description1" /> <ColumnRef Name="Description2" /> <ColumnRef Name="Description3" /> <ColumnRef Name="Description4" /> <ColumnRef Name="Description5" /> <ColumnRef Name="Description6" /> <ColumnRef Name="Count" /> <Purpose>Calculation</Purpose> </Table> <Table Name="Step"> <ColumnRef Name="PrimaryQuantity" /> <Purpose>Calculation</Purpose> </Table></pre>	<pre><Table Name="Step"> </Table> <Table Name="Object"> <ColumnRef Name="Object" /> <ColumnRef Name="Description1" /> <ColumnRef Name="Description2" /> <ColumnRef Name="Description3" /> <ColumnRef Name="Description4" /> <ColumnRef Name="Description5" /> </Table> <Table Name="Item"> <ColumnRef Name="Count"> <Formula varies="1">-1</Formula> </ColumnRef> <ColumnRef Name="PrimaryQuantity" /> </Table> <Table Name="ItemGroup"> </Table> <Table Name="Resource"> <ColumnRef Name="Count"> <Formula varies="1">-1</Formula> </ColumnRef> <ColumnRef Name="PrimaryQuantity" /> </Table> <Table Name="ResourceGroup"> </Table> </workbook></pre>
--	---	--	--

Obr. 9: Přepsaný kód funkce Quantification (zdroj: autor)

3.3. RUČNÍ PŘEMĚŘENÍ VÝMĚR VYMEZENÝCH STAVEBNÍCH ČÁSTÍ V MODELU

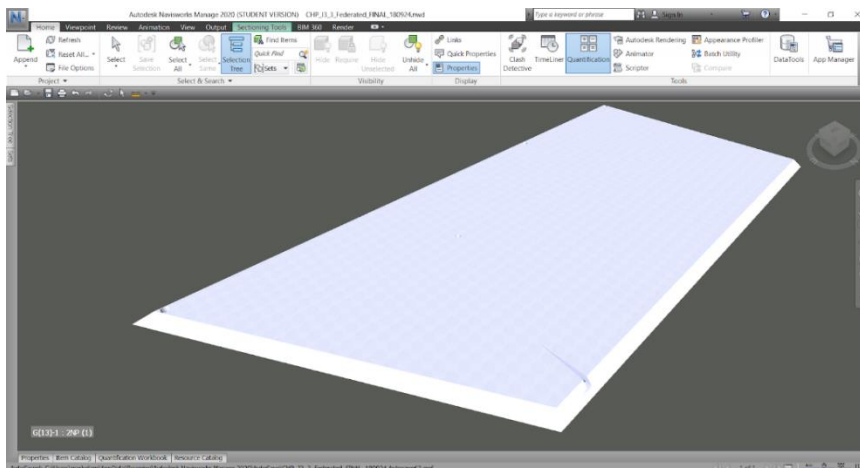
Geometrické prvky modelu většinou obsahují i geometrické informace, tj. např. výška, délka, šířka, plocha a objem. Kolikrát se ale stane, že výměry těchto parametrů neodpovídají skutečnosti. Tato kapitola je zaměřena na ověření jejich správnosti.

3.3.1. SVISLÉ PRVKY

Jako první jsou přeměřeny již zmíněné geometrické parametry vykázaných monolitických svislých prvků. Vykázáno jich bylo 165, ale pro přeměření a statistiku je použit pouze vzorek tj. 41 prvků, což je 25% z celku. Prvky jsou uspořádány a seřazeny podle pořadí, které zauímají i v hierarchii celého modelu v **Selection Tree**. Postup přeměřování se řídí podle seřazení položek ve výkazu výměr. Nejdříve bylo přeměřeno všech prvních 31 po sobě jdoucích prvků, aby výběr nebyl náhodný. Většina z těchto stěn byla vymodelována jako základní tvar kvádrů bez jakýchkoliv otvorů. Jako další byly vybrány hypoteticky problematické prvky tzn. výhradně stěny s otvory. Délky prvků byly vždy měřeny na ose x, což je půdorysná délka. Podle tohoto pravidla byla měřena i tloušťka prvků na ose y a výška prvků na ose z. Plocha byla měřena na osách yz. Některé stěny na sobě mají výčnělky, prohlubně a otvory. Od plochy prvků výčnělky a prohlubně připočítávány/odčítávány nebyly, protože by rozdíl byl zanedbatelný. Otvory pro okna a dveře odčítávány byly. Geometrický parametr objemu, byl přepočítán vynásobením skutečné plochy se skutečnou tloušťkou prvků. Pro hodnotu objemu byly odečítány všechny prohlubně a otvory a pročitány všechny výstupky.

3.3.2. VODOROVNÉ PRVKY

Stejný postup přeměřování byl použit pro vodorovné prvky. V tomto případě bylo přeměřeno všech 48 prvků. Některé z vodorovných prvků mají neobvyklý tvar tzn. deska není po celé ploše rovná, ale od okraje se její výšková úroveň plynule zvyšuje viz obr 10. V betonových deskách se zároveň nacházejí otvory, které byly odečítány jak z plochy, tak z objemu prvků. Betonové desky nesly parametr délka, který je pro výkaz výměr irelevantní, a proto nebylo zjišťováno, které strany desek tyto hodnoty nesou.



Obr. 10: Deska 2.1.47 (zdroj: autor)

3.3.3. PREFABRIKOVANÉ PRVKY – SCHODIŠŤOVÁ RAMENA A PODESTY

Prefabrikované prvky jako schodišťová ramena a podesty program nedovolil vykázat. Důvod a řešení tohoto problému je blíže rozebrán v kapitole 3.5.2.

3.3.4. SLAB EDGE

Slab Edge (dále už jen jako „náběh desky“) obsahuje jeden prvek, kterému byly přeměřeny jeho geometrické parametry. Pro výpočet objemu byla nejdříve změřena plocha náběhu desky na osách xy a následně vynásobena tloušťkou náběhu na svislé ose. Výsledek tohoto výpočtu byl následně vydělen dvěma, protože tvar náběhu desky lze označit za trojboký hranol jehož trojúhelníkový průřez je pravoúhlý.

3.4. ANALÝZA A POPIS ROZDÍLŮ VÝMĚR ZÍSKANÝCH Z MODELU A VÝMĚR NAMĚŘENÝCH RUČNĚ

Tato kapitola popisuje rozdíly, které byly nalezeny při ručním přeměřování prvků modelu.

3.4.1. SVISLÉ PRVKY

Pomocí funkce **Quantification** bylo z modelu vykázáno 165 svislých prvků s geometrickými parametry: délka, tloušťka, výška, plocha a objem. Tyto parametry byly následně ručně přeměřeny na 41 z těchto stěn. Všechny přeměřené hodnoty, odchylky měření a statistická vyhodnocení týkající se svislých prvků lze najít v příloze 1.

Délka

Jako první byla testována délka svislých prvků. Ze 41 testovaných délek, jich 14 odpovídalo číselně zaznamenaným délkám v modelu, ale ostatních 27 délek číselně

neodpovídalo. To znamená, že 34,1% těchto parametrů bylo vykázáno správně a **65,9%** jich bylo **vykázáno špatně**. Ze stěn, které neobsahovaly otvory (tj. 29 stěn) jich 20 bylo geometricky špatně zaznamenáno. Ze stěn, které obsahovaly alespoň 1 otvor (tj. 12 stěn) jich bylo špatně geometricky zaznamenáno 7. Sečtení všech odchylek ukázalo, že dohromady jsou naměřené svislé prvky o 2,035m kratší. Obecně tedy číselně zaznamenaná délka stěn a vykázaná pomocí funkce **Quantification** není věrohodná informace, jelikož z měřeného vzorku 41 stěn, jich bylo 65,9% chybně.

Tloušťka

Přeměřená tloušťka svislých prvků ze **100% odpovídá** vykázaným hodnotám.

Výška

Parametr výšky je ze všech ostatních měřených parametrů nejchybněji vykázán, jelikož zadané informace jsou správně pouze u 26,8% stěn. Ostatních **73,2%** vykázaných geometrických parametrů **neodpovídá** skutečné hodnotě. Největší odchylka je naměřena u stěny 1.1.1 a činí 1,27m. Nejnižší rozdíl byl zaznamenán u 4 stěn a to pouhý 1cm. Ostatní rozdíly se pohybovaly mezi těmito dvěma hodnotami. V 75% byly stěny nižší než byla vykázaná geometrická hodnota.

Plocha

Hodnoty plochy **odpovídají** ve **92,7%** vykázaným hodnotám. Pouze 3 svislé prvky obsahují chybnou geometrickou informaci a rozdíl rozměrů u jedné z nich činí pouhých 0,1%. Stěna 1.1.83 má plochu o 3% menší, než je vykázáno a stěna 1.1.7 se v hodnotách liší o 4% ale zároveň o pouhý 1cm². Dvě z těchto stěn jsou stěny s otvory a stěna 1.1.7 je bez otvoru. Všechny chybně vykázané stěny mají ve skutečnosti menší plochu, než je uvedena v jejich informacích.

Objem

Z přeměřovaných 41 stěn jich 35 obsahovalo správnou informaci o jejich objemu. **85,4%** hodnot objemů tedy bylo vykázáno **správně**. Největší odchylka je zaznamenána u stěny 1.1.139, kde bylo vykázáno o 0,93m³ (o 16%) více, než byl skutečný objem stěny. U tří stěn hodnota rozdílu objemů nedosáhla 3% procent.

Vyhodnocení

Analýza přeměřených hodnot ukazuje, že nejspolehlivějším parametrem je **tloušťka** stěn, kde nebyla nalezena ani jedna chyba a správnost parametru je tedy 100%. Jako druhý nejspolehlivější parametr se ověřila **plocha** stěny, kde je správnost 92,7%,

zatímco správnost objemových parametrů je 85,4%, což je rozdíl 7,3 procentních bodů. Z tohoto výsledku, lze tedy usoudit, že pokud by při vykazování prvků byl místo parametru objemu, který je přidělen každému prvku, použit **parametr tloušťky vynásoben parametrem plochy stěny**, bylo by dosaženo **lepší kvality výkazu výměr**, v případě tohoto modelu, o 7,3%.

Délka a výška stěny se přeměřením ukázaly jako vypovídající o skutečných rozměrech stěn jelikož jejich chybovost dosáhla 65,9% (délka) a 73,2% (výška). Tyto dva parametry při vykazování nelze brát v úvahu jako relevantní.

3.4.2. VODOROVNÉ PRVKY (FLOOR)

Pomocí funkce **Quantification** bylo z modelu vykázáno 48 betonových desek s geometrickými parametry: tloušťka, plocha, objem. Pro tuto analýzu bylo přeměřeno a následně zaznamenáno do tabulky všech 48 desek. Všechny přeměřené hodnoty, odchylky měření a statistická vyhodnocení týkající se vodorovných prvků lze najít v příloze 2.

Tloušťka

Přeměřená tloušťka betonových desek ze **100% odpovídá** vykázaným hodnotám.

Plocha

Hodnoty plochy betonových desek v 90% odpovídají vykázaným hodnotám, nicméně všechny tyto odchylky jsou nižší než 1%, což je činí zanedbatelnými. Lze tedy uvést, že parametr plochy ze **100% odpovídá** vykázaným hodnotám. 10% desek s již uvedou odchylkou (< 1%) představuje 5 desek, přičemž 4 z nich nemají běžný kvádrovitý tvar. Tento tvar je již popsán a vyobrazen v kapitole 3.3.2. Pátá deska s odchylkou je běžného tvaru kvádru a její odchylka je 0,017m².

Objem

Z přeměřovaných 48 betonových desek jich 25, což představuje **52%, odpovídá** vykázaným hodnotám objemu. Prvky, u kterých byla zjištěna chybná výměra, jsou všechny balkonové desky ve všech nadzemních podlažích. Ostatní desky měly objem vykázaný správně.

Vyhodnocení

Přeměřeny byly všechny betonové desky modelu. Měřené parametry byly: tloušťka, plocha a objem desek. Při porovnání vykázaných výměr modelem pomocí funkce **Quantification** a přeměřených výměr ručně v modelu výsledky ukázaly,

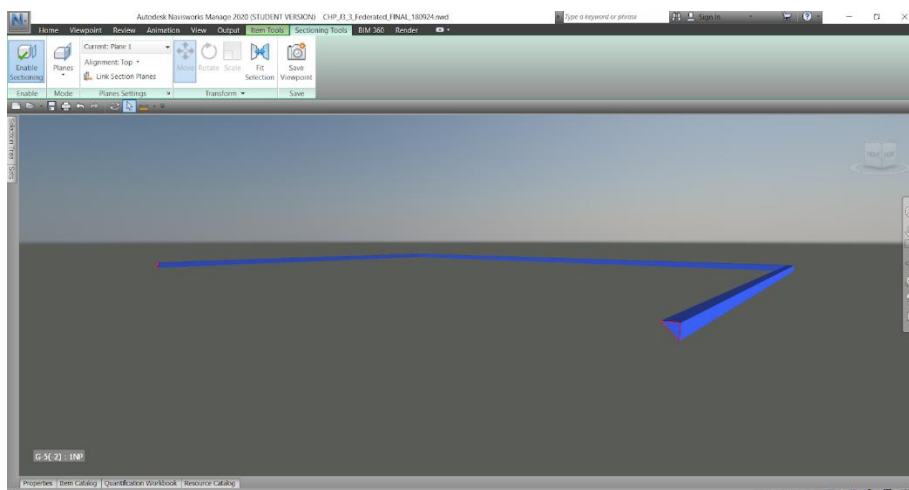
že nejspolehlivějším parametrem je tloušťka desek. Ani jedna z těchto desek nemá žádnou odchylku a její spolehlivost je tedy 100%. Dá se s jistotou říct, že parametr tloušťky lze při vykazování výměr z modelu bez obav použít.

Druhým nejspolehlivějším parametrem je parametr plochy, kdy sice při přeměření vzniklo 5 odchylek, ale ani jedna z nich nedosáhla rozdílu 1% při porovnání vykázané a přeměřené výměry. Lze tedy tvrdit, že parametr plochy může být uznán jako 100% spolehlivý.

Jako poslední byl přeměřen parametr objemu těchto betonových desek. Měření sice ukázalo, že spolehlivost vykazování výměr tohoto parametru je pouze 52%, avšak všechny tyto chybové výměry byly zaznamenány pouze u balkonových desek. Jelikož tloušťka i plocha těchto balkonových desek byla vykázána správně, nebyl zjištěn důvod jejich chybně vykázaných objemů.

3.4.3. NÁBĚH DESKY

Jako poslední byl přeměřen prvek nazývající se v modelu jako “Slab Edge”, což je náběh základové desky. Tento prvek je v modelu pouze jeden a jeho tvar je trojboký hranol protažen kolem dokola základové desky. Řez tímto tvarem je vyobrazen níže na obr 11. Parametry důležité pro vykázaní výměr tohoto prvku jsou: tloušťka, plocha a objem. Tloušťka a ani plocha prvku nejsou zahrnuty v informacích, proto byl přeměřen a zkontrolován pouze objem. Přeměřené hodnoty jsou zaznamenány v tabulce 2.



Obr. 11: Ukázka vymodelovaného náběhu na desku (zdroj: autor)

Kód	plocha	Objem		Rozdíl	
		Kontrola	Model	[m]	[%]
5.1.1	13,88	1,388	1,393	0,005	0,36%

Tabulka 2: Tabulka přeměřených hodnot náběhu desky

V tabulce 2 jsou zaznamenány přeměřené parametry. Důležitý je sloupec *Objem*, kde v podsloupci *Kontrola* je ručně přeměřená hodnota náběhu desky a v podsloupci *Model* je hodnota zaznamenaná ve vlastnostech prvku. Ve sloupci *Rozdíl* je odchylka mezi těmito dvěma výměrami jak v metrech, tak v %.

Objem

Přeměřením parametru objemu náběhu na desku bylo zjištěno, že vykázaná výměra funkcí **Quantification** odpovídá skutečné výměře s pouze minimální odchylkou od skutečnosti. Skutečná výměra je pouze o 5mm menší než ta vykázaná. Tento rozdíl je 0,36% a je tedy zanedbatelný.

3.5. ANALÝZA DALŠÍCH CHYB PŘI VYKAZOVÁNÍ VÝMĚR

3.5.1. SVISLÝ/VODOROVNÝ PRVEK

Pokud je sestavován rozpočet, jsou v něm zahrnuty i dva druhy oddílů nazývajících se svislé konstrukce a vodorovné konstrukce. V této práci při vykazování představují svislé konstrukce část modelu nazvanou jako “Basic Wall” a vodorovné konstrukce představují část modelu nazvanou “Floor”. Při důkladnějším prozkoumání všech těchto prvků bylo zjištěno, že model obsahuje v tomto ohledu problematický prvek nazývaný se “podkladní beton”. Podkladní beton se v rozpočtu řadí do oddílu zakládání, nicméně všechny jeho části by měly být zahrnuty do vodorovného prvku. V modelu je nicméně několik takto označených prvků vymodelováno svislé, a proto jsou ve vlastnostech označeny jako “Basic Wall”. Proto byl podkladní beton zahrnut jak do vyhledávání “Basic Wall” tak do vyhledávání “Floor”. Pro výkaz výměr monolitické části modelu tento problém nehraje roli, protože cílem bylo vyhledat prvky z betonu či železobetonu, což bylo splněno.

3.5.2. CHYBNĚ NALEZENÉ PRVKY FUNKCÍ FIND ITEMS

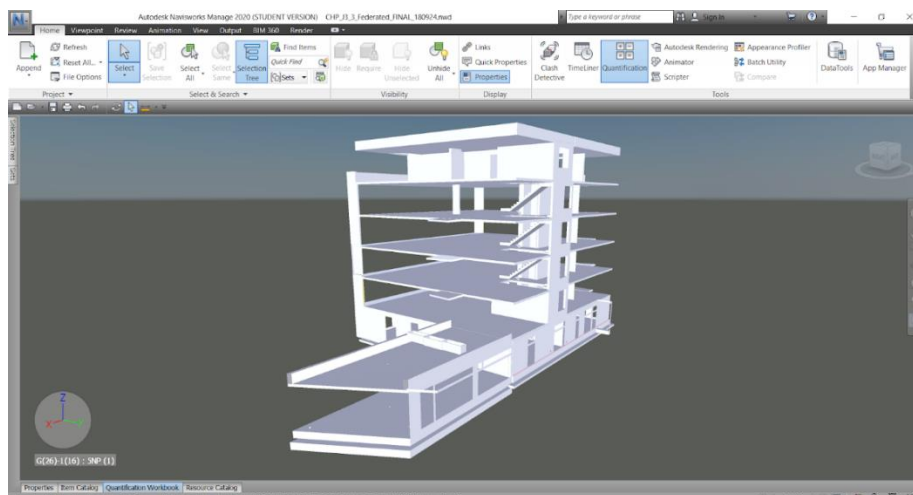
Při vyhledávání monolitické části konstrukce, která je buď z betonu prostého nebo betonu železového, bylo zjištěno, že při vyhledávání nazvané “beton” byly nalezeny i takové prvky, které nesplňovaly tuto materiálovou podmínku. Tento problém vznikl také u rozdělování monolitické konstrukce na vyhledávání “Basic Wall” představující svislé konstrukce a “Floor” představující vodorovné konstrukce.

Do vyhledávání “Basic Wall” byly zahrnuty i prvky obsahující v názvu materiálu slovo “beton” tj. pórobetonové stěny, stěny zděné betonové a tepelně izolační vatu pod názvem “omítka na zděné konstrukce, beton”.

Do vyhledávání “Floor” byly taktéž zahrnuty nepotřebné prvky obsahující v materiálové charakteristice slovo “beton”. Jsou to: omítka na pórobeton a betonová dlažba.

Provedení kontroly nalezených prvků

Pro kontrolu, zda byly ve vyhledávání nazvané “Beton” nalezeny správné prvky, je zahájeno další ověřovací vyhledávání. K tomuto vyhledávání budou sloužit již nalezené materiálové vlastnosti tedy “BETON – PROSTÝ”, “BETON – ŽELEZOBETON MONOLITICKÝ” a “BETON – ŽELEZOBETON PREFABRIKOVANÝ”. Zvolená cesta ve funkci Find Items “Item; Material; contains; BETON -” byla následně uložena jako set pod názvem “Beton-ověření”. Výsledný model tohoto vyhledávání je zobrazen na obr. 12.



Obr. 12: Výsledek vyhledávání "Beton-ověření" pomocí funkce Find Items (zdroj: autor)

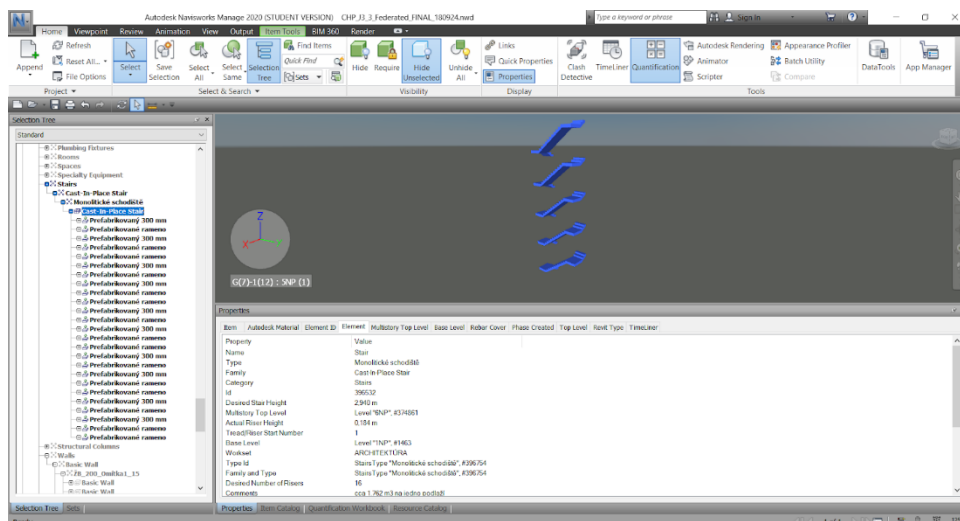
Aby se zjistilo, které prvky neměly být vyhledány, ale přitom byly, je vytvořen pomocný výkaz výměr pomocí funkce **Quantification**, kde se prvky ověřovacího vyhledávání namapují tak, aby byl v parametru Description zobrazen jejich materiál. Při použití tohoto postupu program oznámil, že se 80 prvků nevykázalo. Dále se tedy postupovalo tak, že se zkontroloval materiál prvků, které se vykázat podařilo. U nich všechny materiálové charakteristiky splňovaly požadavky pro monolitickou konstrukci (splňovaly materiálové vlastnosti). Tyto prvky byly tedy z vyhledané části modelu nazvané “Beton-ověření” skryty a následně byly prověřeny materiály zbylých prvků, což je výše zmíněných 80 prvků, které se vykázat nepodařilo. Jejich analýza ukázala, že to

jsou prvky spadající do části prefabrikovaných schodišť zahrnující schodišťová ramena a podesty a zbytek z těchto 80 prvků do monolitické části stavby nespadal tzn. je z chybného materiálu.

Tato analýza byla provedena tak, že byly postupně zaznamenávány a hromadně skrývány prvky, které materiálem nespádají do monolitu, dokud v modelu nezůstal zobrazen ani jeden prvek. Všechny tyto nechtěné prvky lze postupně hromadně skrývat jejich vyhledáním funkcí **Find Items** pro ně typických slov např. “vata, omítka, pórobeton, zděné atd.”.

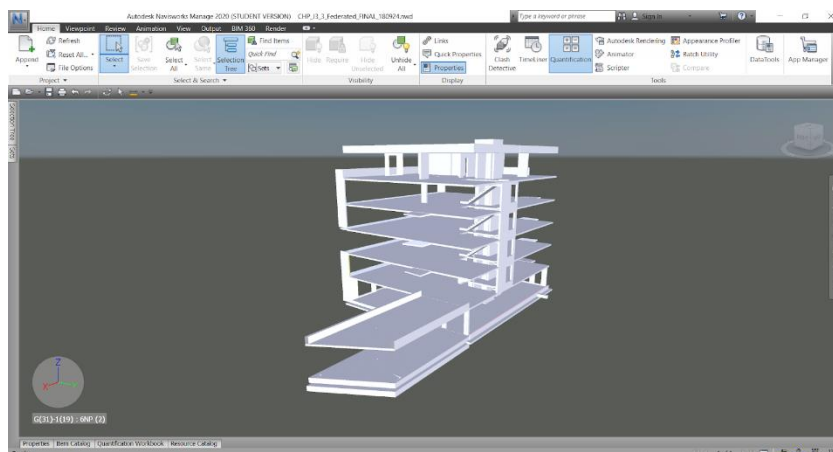
Z toho tedy plyne, že pro potřebný výkaz výměr je potřeba pouze ta část vyhledávání “beton-ověření”, která šla vykázat plus k tomu ještě nevykázaná prefabrikovaná ramena a podesty.

Důvod toho, proč Navisworks schodiště nevykázal je ten, že je celé vymodelované jako jeden soubor, tudíž vlastnosti neobsahuje každý prvek zvlášť, nýbrž jim nadřazený oddíl nazývající se “Cast-In-Place Stair” viz obr. 13. Kliknutím na tuto položku se zobrazí informace o schodišti.



Obr. 13: Oddíl “Cast-In-Place Stair” (zdroj: autor)

Pro další postup, kterým je výkaz výměr, se musí všechny prvky pomocného výkazu plus položka “Cast-In-Place Stair” označit a uložit do Sets. Pro uložení této části do Sets se musí pravým tlačítkem myši kliknout na jakýkoliv prvek a zaškrtnout možnost **Save Selection Resolution to Last Object**. Následně se funkcí **Select Box** označí všechny aktuálně zobrazené prvky a uloží do Sets pomocí ikony Save Selection. Jak by měl vypadat konečný model monolitické části připravený pro vykazování výměr je ukázáno na obr. 14.



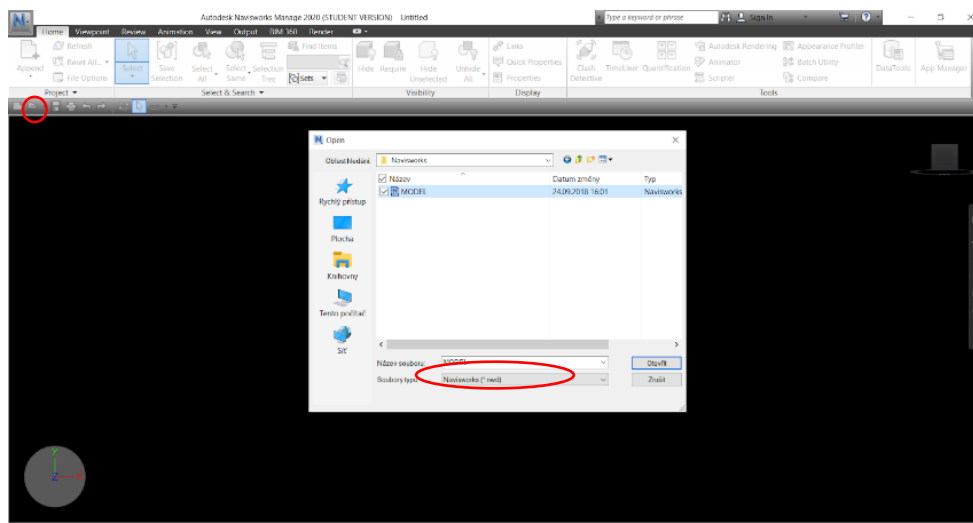
Obr. 14: Monolitická část konstrukce (zdroj: autor)

V této fázi lze, pro přehledný výkaz výměr, ve výsledném modelu označit všechny prvky podrobněji rozdělující stavbu jako jsou: Basic Wall, Floor, Cast-In-Place Stair a Slab Edge. To se provede pomocí funkce **Find Items** a po nalezení jednotlivých souborů se použije funkce **Hide Unselected**. Následně se opět označí všechny aktuálně zobrazené prvky a uloží se do Sets pomocí ikony Save Selection. Takto se postupuje, dokud monolitická část stavby není rozdělena na soubory.

3.6. WORKFLOW TVORBY VÝKAZU VÝMĚR ZA POMOCI MODELU

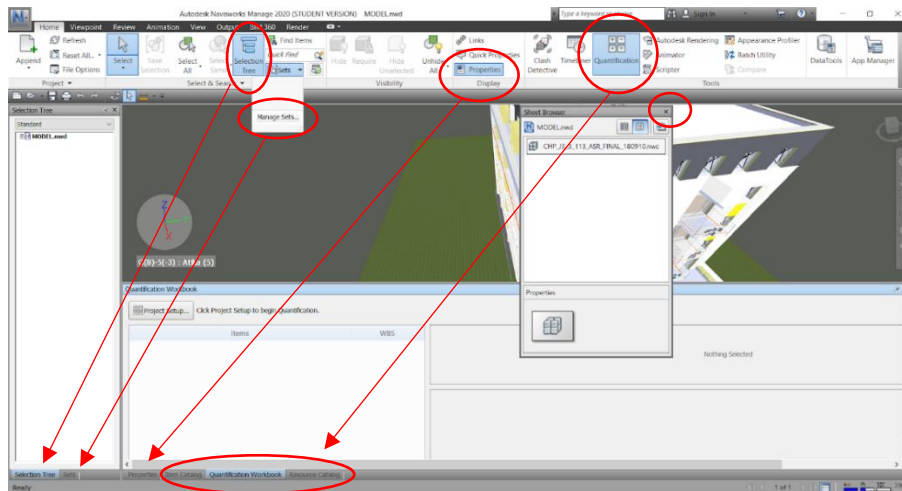
V této kapitole bude popsán pracovní postup tvorby výkazu výměr v programu Navisworks. Obdobný postup se dá aplikovat na ostatní softwary pro práci s BIM modely.

- 1) Otevření programu Navisworks Manage (obr. 15). Kliknutí na ikonu “open” a otevření požadovaného souboru ve formátu .nwd (obr. 15)



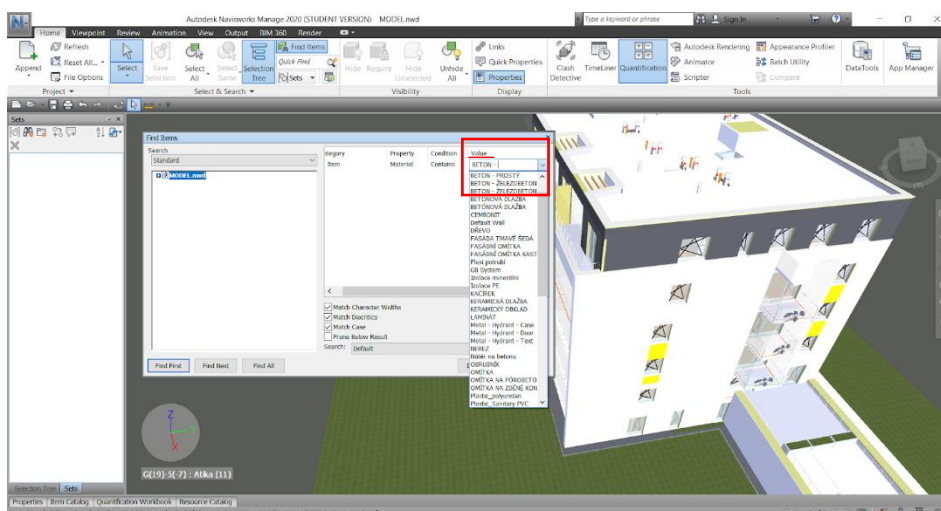
Obr. 15: Otevření modelu (zdroj: autor)

- 2) Zprovoznění funkcí: **Properties**, **Quantification**, **Selection Tree**, **Manage Sets**. Okno Sheet Browser zavřít. Tímto je připravena šablona pro vykazování výměr. Naznačení těchto kroků je na obr. 16.



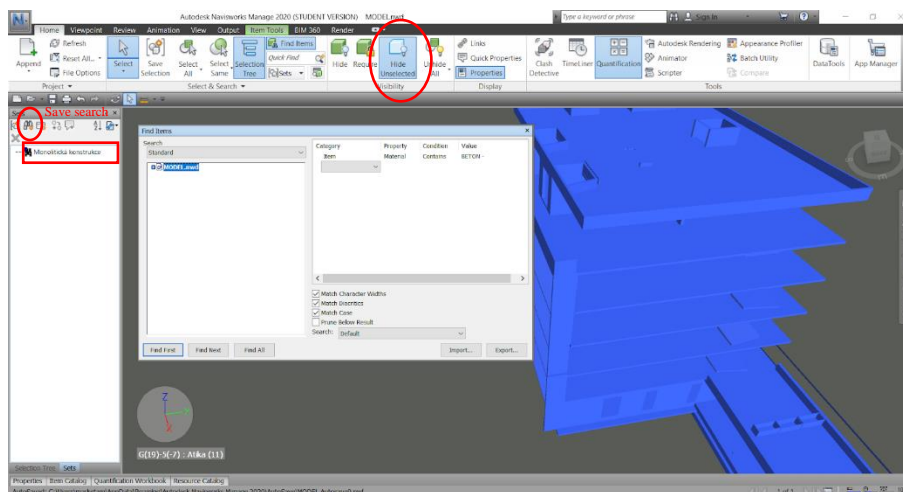
Obr. 16: Zprovoznění důležitých funkcí pro vykazování výměr (zdroj: autor)

- 3) V **Properties** vyhledat parametr, ve kterém je uveden materiál prvku. Pomocí funkce **Find Items** vyhledat všechny konstrukce, které jsou z betonu či železobetonu. Aplikovaná cesta pro toto vyhledání je v tomto případě “*Item; Material; Contains; BETON -*”. Je použit výraz “*BETON -*”, protože zahrnuje maximum znaků, které mají monolitické prvky společné viz pole “*Value*” na obr. 17. Nakonec kliknout na tlačítko **Find All**, čímž se potřebné prvky vyhledají. Na obrázku je srolovaná dolní lišta, která byla kvůli přehlednosti “odšpendlena”.



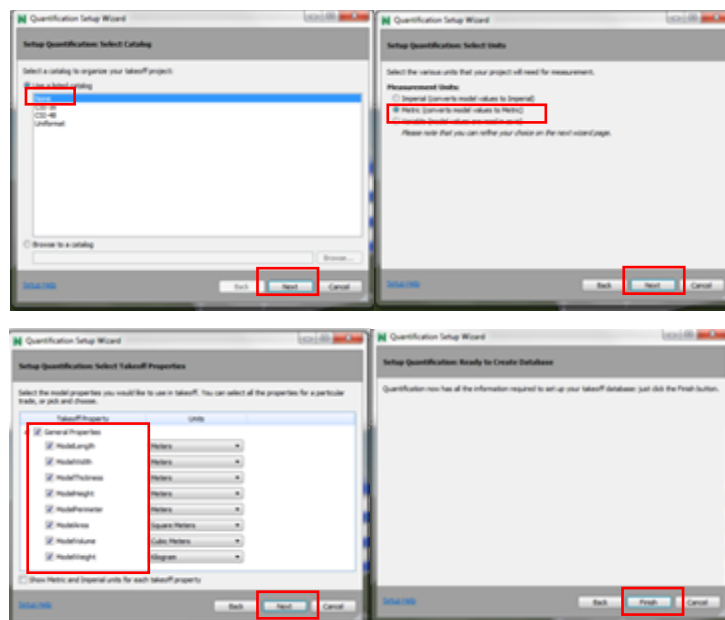
Obr. 17: Materiály týkající se monolitické konstrukce (zdroj: autor)

- 4) Všechny ostatní prvky skrýt pomocí funkce **Hide Unselected** a uložit do Sets pomocí pole Save Search pod vypovídajícím názvem např. “Monolitická konstrukce” viz obr. 18.



Obr. 18: Funkce Hide Unselected a záložka Manage Sets

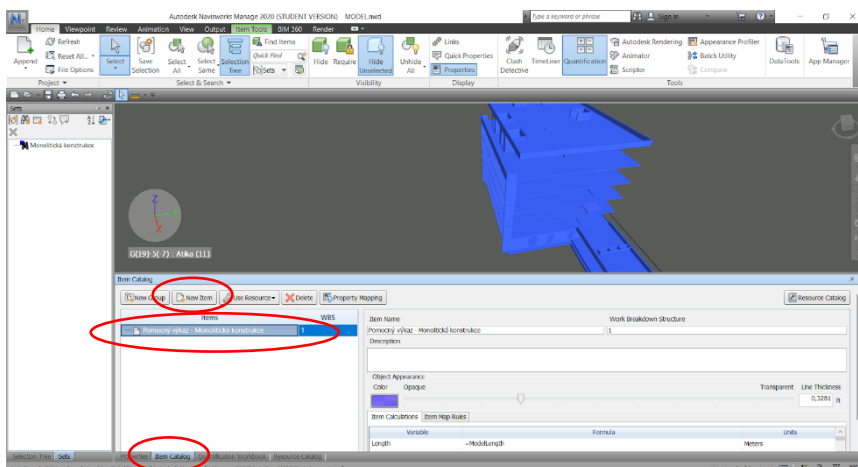
- 5) Pro uvolnění místa zavřít okno Find Items. Zpět přišpendlit okno **Quantification Workbook** a kliknout na **Project Setup**. Proklikat okno viz obr. 19, tj. zvolit katalog “None” -> kliknout na “Next” -> Measurement Units zvolit “Metric” (tj. metrický systém) -> kliknout na “Next” -> ponechat vše označené (tzn. že všechno bude možné používat). -> kliknout na “Next” -> kliknout na “Finish”.



Obr. 19: Počáteční nastavení funkce Quantification (zdroj: autor)

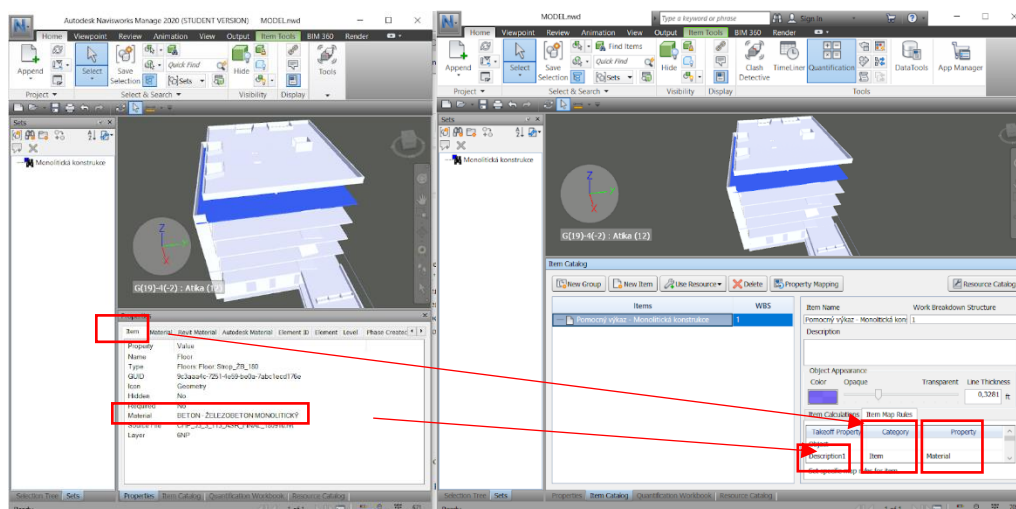
- 6) Další fází je vytvoření pomocného výkazu výměr pro kontrolu materiálu vyhledaných prvků (v tomto případě prvků Monolitické konstrukce). Tzn. otevřít

záložku **Item Catalog** a kliknout na **New Item** viz obr. 20, čímž se vytvoří prázdný výkaz, který je v tomto případě pojmenován “Pomocný výkaz – Monolitická konstrukce”.



Obr. 20: Vytvoření nového výkazu rozměr (zdroj: autor)

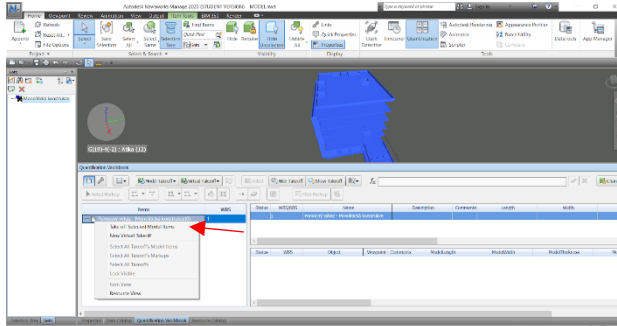
- 7) Kliknout na jakýkoliv prvek modelu a v záložce **Properties** najít jeho materiálovou charakteristiku. Ta se často nachází například v záložkách *Item/Revit Material/Element*. Záložka **Item Map Rules** obsahuje pole nazvané “Description 1(2)”. V tomto řádku rozkliknout pole **Category** a vybrat kategorii Properties, ve které byl nalezen zaznamenaný materiál prvků. V tomto případě byla zvolena kategorie Item viz obr. 21. To samé provést v sloupci *Property*, kde se vybere podkategorie, ve které je materiál zaznamenán. V tomto případě byla zvolena podkategorie Material.



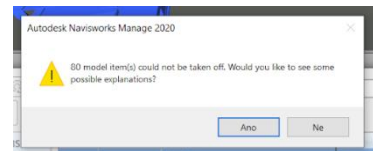
Obr. 21: Mapování parametrů (zdroj: autor)

- 8) Označení prvků kliknutím v okně Sets na uložené vyhledávání, v tomto případě, s názvem “Monolitické konstrukce”. V záložce **Quantification Workbook** pravým

tláčátkem myši kliknout na řádek označující prázdný výkaz výměr viz obr. 22 a vybrat možnost **Take Off Selected Model Items**. Pokud se zobrazí vyskakovací okno s upozorněním, že některé položky nebyly vykázány viz obr. 23, odkliknout “Ne”. Tyto nevykázané položky budou kontrolovány později.

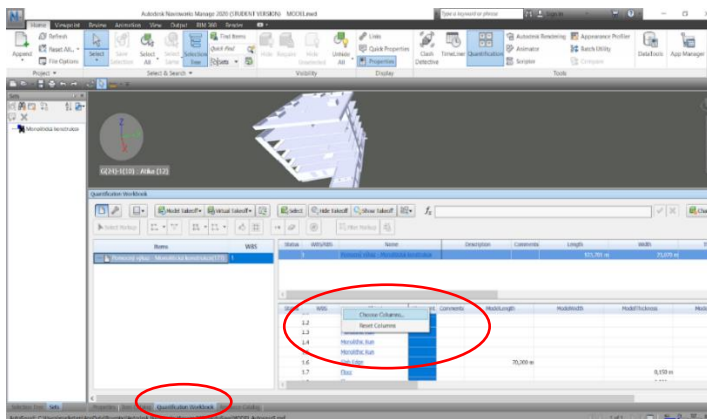


Obr. 23: Take Off Selected Model Items (zdroj: autor)

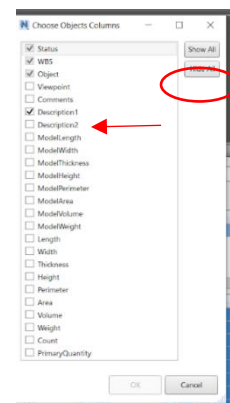


Obr. 22: Vyskakovací okno při vykázání prvku (zdroj: autor)

- 9) V záložce **Quantification Workbook** kliknout pravým tlačítkem myši na modrou lištu viz obr. 24 a zvolit možnost **Choose Columns...**. V okně, které se otevře zaškrtnou *Description 1* (pokud tomu tak nebylo) a potvrdit (pro pomocný výkaz je přehlednější postup, nejdřív kliknout na tlačítko **Hide all**, a až potom zaškrtnout *Description 1*. Tato varianta byla v tomto případě použita viz obr. 25.). Kliknutím na nadpis sloupce *Description* se srovnají materiály podle jejich názvu. Jejich soupis je pak přehlednější a dá se snáz kontrolovat.



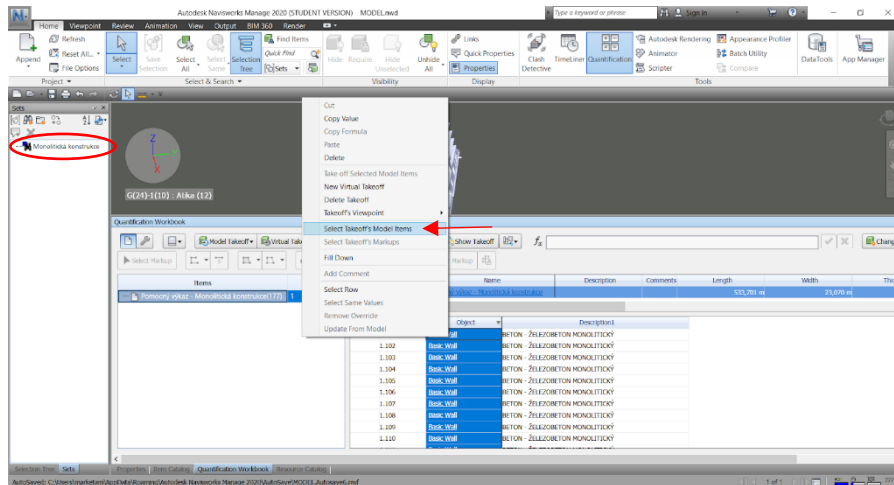
Obr. 25: Vybrání možnosti "Choose Columns..." (zdroj: autor)



Obr. 24: Postup vybrání sloupce *Description 1* (zdroj: autor)

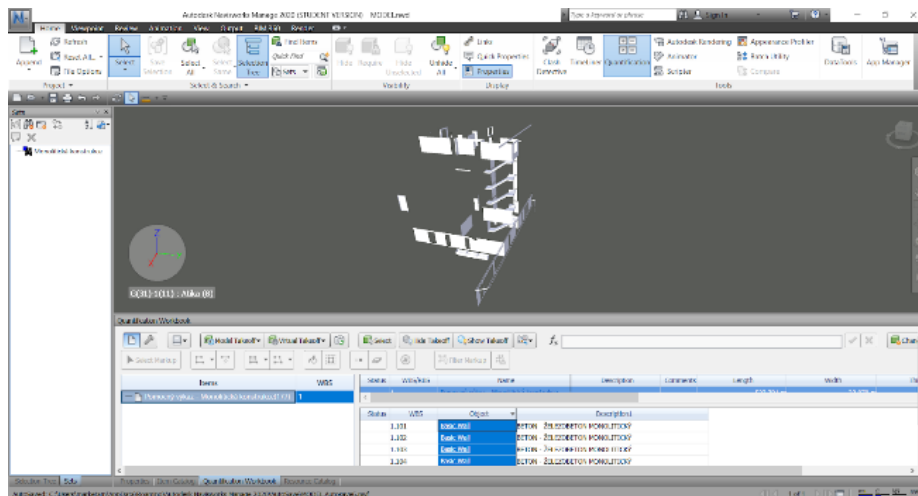
- 10) U všech materiálů ve sloupci *Description* zkontrolovat, zda jsou z požadovaného materiálu. Pokud nejsou, kliknout na položku (modrý odkaz), která se tím označí a pomocí funkce **Hide** ji skrýt. Poté, co jsou všechny vykázané materiály zkontrolovány, se všechny označí kliknutím na nadpis jakéhokoliv sloupce. Klikne se na vypsané položky pravým tlačítkem a vybere se možnost **Select Takeoff's**

Model Items viz obr.26. Označený výběr se pomocí **Save Selection** uloží do **Sets** pod názvem, v tomto případě, “**Monolitická konstrukce 1**”.



Obr. 26: Vybrání možnosti **Select Takeoff's Model Items** (zdroj: autor)

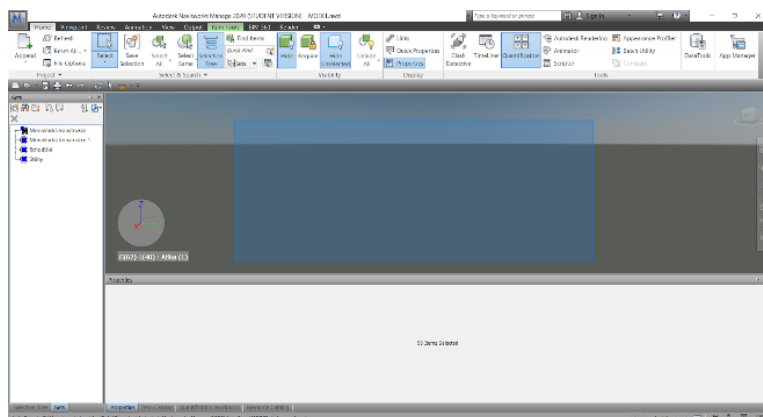
- 11) Tyto označené položky se poté funkcí **Hide** skryjí. Jak vypadá model v této fázi je ukázáno na obr. 27. Následně proběhne kontrola zbylých položek, které se nepodařilo vykázat.



Obr. 27: Model při zobrazení pouze vykázáných prvků (zdroj: autor)

- 12) Pravým tlačítkem kliknout na jakoukoliv položku modelu a zaškrtnout možnost **Save Selection Resolution to Last Object**. Kliknout na jakoukoliv položku modelu a v záložce **Properties** zjistit název jejího materiálu. Pomocí **Find Items** zadat podmínku, která nalezne všechny položky s tímto materiálem. V tomto případě je to podmínka **Item; Material; =; OMÍTKA**. Takto se postupuje až dokud v modelu není zobrazena ani jedna položka. Pokud je v průběhu tohoto skrývání prvků nalezena položka, která odpovídá hledané materiálové charakteristice, lze ji uložit do **Sets** pomocí ikony **Save selection**. V tomto případě byly skryty materiály:

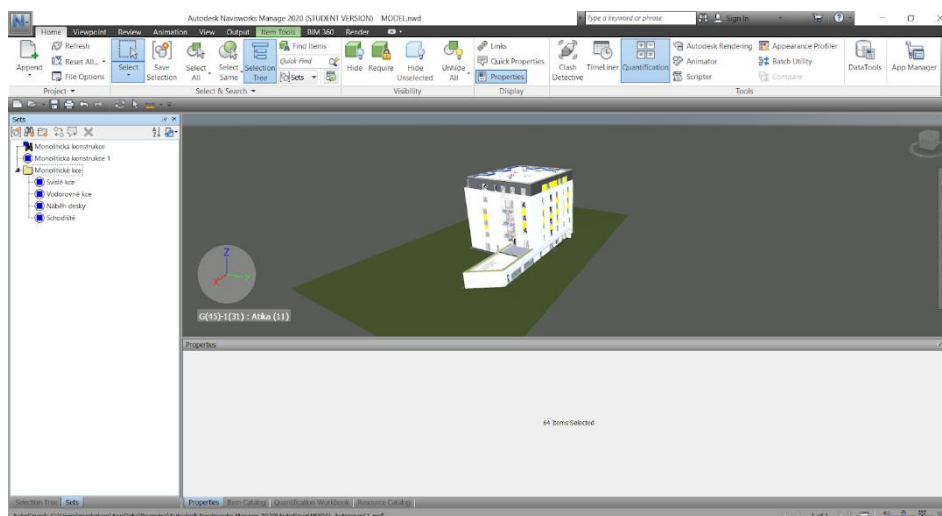
OMÍTKA, TRÁVA, FASÁDNÍ OMÍTKA, TEPELNÁ IZOLACE – MINERÁLNÍ VLNA, OMÍTKA NA PÓROBETON. Schodišťová ramena jsou vymodelována jako soubor. Kliknutím na kterýkoliv prvek schodiště se celé schodiště zobrazí v **Selection Tree**. Celý oddíl schodišť označit a uložit do Sets. Na konci kontroly by měl být každý prvek zkontrolován po čemž následovalo jeho skrytí. V této fázi by neměl být zobrazen ani jeden prvek modelu. Ověření toho, že je vše skryto se provede pomocí funkce **Select Box**. Poté by se model měl co nejvíce oddálit a přes celý prostor modelu myši přetáhnou modrý obdélník, čímž by se všechny zobrazené prvky modelu označily viz obr. 28. V záložce **Properties** by se mělo zobrazit “0 Items Selected”.



Obr. 28: Kontrola toho, že není zobrazen ani jeden prvek (zdroj: autor)

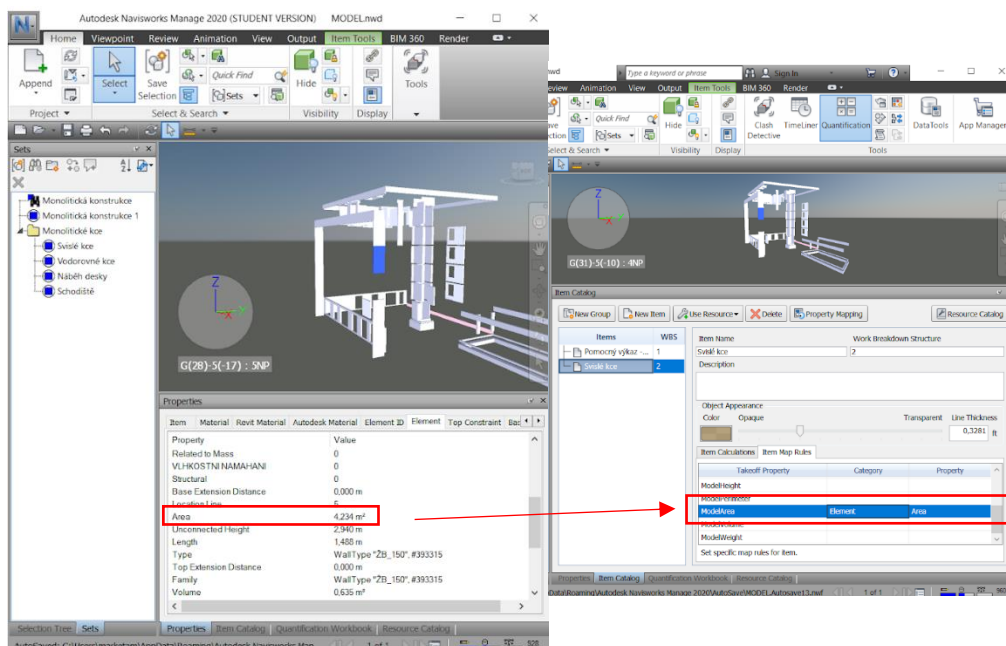
- 13) Nyní lze rozdělit uložený soubor prvků s názvem “Monolitická konstrukce 1” na menší stavební části jako jsou stěny, betonové desky a další. Nejdříve se musí v **Properties** nalézt cesta k těmto vlastnostem. Dále označit “Monolitická konstrukce 1” a pomocí funkce **Find Items** vyhledat všechny stěny v tomto případě pomocí podmínky *Item; Name; =; Basic Wall*. Po kliknutí na **Find All** se musí použít funkce **Hide Unselected**.
- 14) Poté kliknout mimo model, aby nebyla označena ani jedna položka a zobrazenou část modelu označit pomocí **Select Box**. Takto označené prvky uložit do Sets pomocí **Save Selection**, v tomto případě, pod názvem “Svislé kce” (vyhledáno pomocí **Find Items** bylo *Basic Wall*).
- 15) Kliknout na **Unhide All**, a poté na výběr “Monolitická konstrukce 1”. Ve funkci **Find Items** ponechat stejnou podmínku, ale místo “Basic Wall” dosazovat další názvy prvku (např. *Item; Name; =; Floor* atd.). Poté opět použít **Hide Unselected** a uložit do Sets. Takto postupovat, dokud celý model “Monolitické konstrukce 1” nebude

rozdělen a uložen do Sets. Jak by měl vypadat konečný seznam uložených skupin prvků je vidět na obr.29.



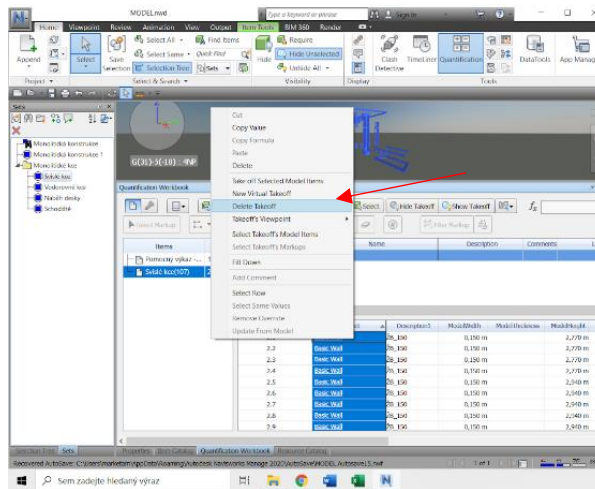
Obr. 29: Konečný seznam uložených souborů prvků monolitické konstrukce v záložce Sets (zdroj: autor)

- 16) Následuje tvorba výkazu výměr uložených částí monolitické konstrukce. Tvorba výkazu výměr probíhá podobně jako u pomocného výkazu výměr. Podle SNIM se zjistí, které parametry je potřeba vykázat a tyto parametry každého druhu prvku (svislé kece, vodorovné kece, ...) se musí nalézt v záložce **Properties**. V záložce **Item Catalog** se vytvoří nový prázdný výkaz (New Item) a zde v záložce **Item Map Rules** se musí namapovat jejich parametry. Podle SNIM se zjistí, kolik textových parametrů se musí vykázat.
- 17) Jelikož v **Item Map Rules** jsou pouze dvě pole (nazvané Description) pro textové parametry je možnost přepsat šablonu funkce **Quantification** a přidat další pole Description. Soubor, který obsahuje kód této šablony se nachází na cestě "C:\Program Files\Autodesk\Navisworks Manage\Quantification\templates". Jak se přepíše kód, aby přibyly pole Description je popsáno v kapitole 3.2.6. Pokud se z nějakého důvodu nepodaří kód přepsat, lze vytvořit další výkaz výměr, kterému se pole Description namapují na další textové parametry.
- 18) Číselné parametry se mapují do polí začínající na slovo "Model". Příklad namapovaného parametru je zobrazeno na obr 30. Z číselných parametrů jsou vypovídající pouze tloušťka a plocha, protože ostatní parametry vykazují vysokou chybovost viz kapitola 3.4. Z těchto dvou parametrů se ve výsledku v Excelu musí vypočítat objemy prvků (tloušťka*plocha=objem).



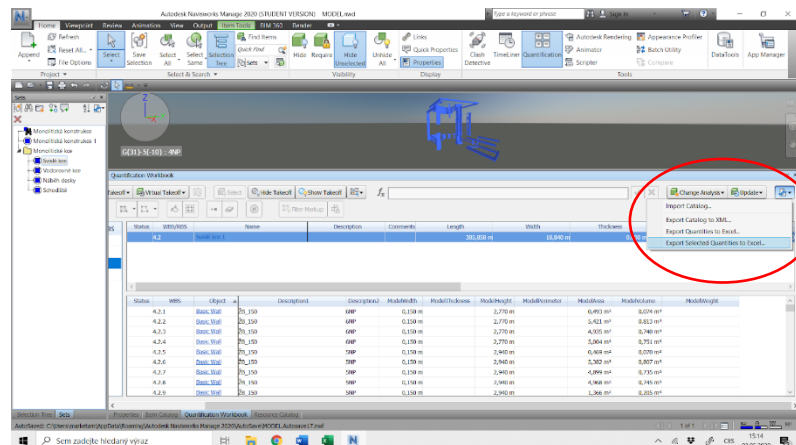
Obr. 30: Namapování parametrů ve funkci Quantification (zdroj: autor)

- 19) Poté, co jsou namapovány všechny parametry, se označí příslušný Set a v záložce **Quantification Workbook** se pravým tlačítkem myši vykáže pomocí funkce **Take off Selected Model Items**. Položky se vykáží do záložky **Quantification Workbook**.
- 20) V záložce **Quantification Workbook** kliknutím pravým tlačítkem myši na horní modrou lištu sloupců a vybráním možnosti **Choose Columns...** zaškrtnout sloupce, které jsou potřeba zobrazit. Provést kontrolu, že se všechny parametry vykážou. Pokud ne, zkusit chybně vykázaný parametr namapovat jinou cestou (Některé parametry se v Properties nacházejí ve více záložkách. Také se může stát, že číselný parametr je charakterizován jako textový. Musí se tedy namapovat do textového pole Description). Pokud je potřeba vymazat a předělat výkaz výměr, klikne se pravým tlačítkem myši na položky výkazu (musí být všechny označené) a vybere se možnost **Delete Takeoff** viz obr 31. Poté se položky vykáží znovu.



Obr. 31: Možnost Delete Takeoff (zdroj: autor)

- 21) Ve chvíli, kdy jsou vykázány parametry v přijatelné formě, se výsledný výkaz výměr exportuje do Excelu viz obr. 32.



Obr. 32: Export výkazu výměr do Excelu (zdroj: autor)

- 22) Pokud jedné skupině prvků bylo vykázáno více výkazů výměr (kvůli nedostatku Description polí), vyexportují se všechny do Excelu a následně se všechny sloupce překopírují do jednoho Excel souboru viz obr 33. Nakonec se nepotřebné sloupce (např. prázdné atd.) skryjí/vymažou, aby byl konečný výkaz výměr přehlednější. Funkce Microsoft Excel SUBTOTAL(9;xx;xx) vrátí souhrn dat v seznamu, kde číslo 9 je konstanta funkce označující sumu a “xx;xx” označuje vybrané buňky.

Obr. 33: Sjednocení Excelů překopírováním sloupců (zdroj: autor)

3.7. CHECKLIST ELIMINACE MOŽNÉ CHYBOVOSTI

Checklist se inspiroje zpracovaným workflow tvorby výkazu výměr. Slouží k eliminaci chyb, které při práci s modelem vznikají. Pomůže dodržovat pracovní postupy, v bodech dodržovat postup workflow a je tedy pomůckou pro přípravaře staveb. Tento checklist je nyní implementován ve společnosti VCES, a.s. Zpracovaný checklist se nachází v příloze 4.

3.8. APLIKACE A TESTOVÁNÍ NAVRŽENÉHO POSTUPU TVORBY VÝKAZU VÝMĚR ZA POMOCI MODELU

V kapitole 3.6 bylo navrženo workflow, které by mělo čitatele vést správným způsobem k vytvoření plnohodnotného výkazu výměr s minimalizací chybovosti z BIM modelu. Toto workflow bylo krok po kroku aplikováno na model popsany v kapitole 3.1.

Při vykazování se vyskytl pouze jediný problém a to ten, že při pokusu o přepsání skriptu pro navýšení polí „Description“ v záložce **Item Map Rules**, se nepovedlo tento přepsaný kód uložit. Přepsání šablony vyžadovalo povolení správce, který tento soubor vytvořil. S touto situací workflow počítá, a tak byl problém vyřešen vytvořením dalších výkazů výměr, které obsahovaly pouze textové informace v polích Description. Všechny další kroky proběhly bez problémů.

4. ZÁVĚR

V teoretické části byla vysvětlena problematika, kterou se práce zabývá. Byly vysvětleny hlavní pojmy, které je třeba znát, pokud je tvořen výkaz výměr z BIM modelu. S pomocí katalogu SNIM, byly vypsány prvky stavby, na které se práce zaměřuje. Tyto prvky se týkají monolitické konstrukce a zároveň byly vypsány jejich nejdůležitější parametry.

V praktické části se práce zaměřila na druhy tvorby výkazu výměr s pomocí modelu. Detailně byl popsán postup pomocí funkce **Quantification**. Nejdříve bylo postupováno tak, že se nepočítalo s tím, že by při procesu mohly vznikat jakékoliv druhy chyb a bylo postupováno tak, jak se běžně výkaz výměr tvoří. Následně se zaznamenaly geometrické informace, které byly získány díky funkci **Quantification** a tyto geometrické informace byly následně přeměřeny ručně. Vykázáno bylo 214 prvků, z nichž bylo přeměřeno 41 svislých, 48 vodorovných konstrukcí a jeden specifický prvek (náběh desky).

U svislých prvků byly zjištěny největší odchylky při analýze výšky prvků, ale také i u délek a objemů. Závěrem tedy bylo vyhodnoceno, že by jako rozhodující parametry měly být použity tloušťka a plocha prvků. Tloušťka se ukázala jako 100% přesná a plocha s 92,7% přesností. Objem svislých prvků by měl být dopočítán až po vykázání výměr z modelu jako tloušťka*plocha prvku.

Podobný závěr byl zhodnocen i u vodorovných prvků, kde se s největší přesností ukázaly parametry tloušťka a plocha. Tloušťka se opět po přeměření ukázala se 100% přesností a plocha s 90% přesností. Při zjišťování objemu vodorovných prvků by se tedy mělo postupovat analogicky jako při výpočtu objemu svislých prvků, tedy dopočtem tloušťka*objem.

Analyzovány nebyly pouze výměry, ale i samotný proces tvorby výkazu výměr. Při vyhledávání specifických prvků, v tomto případě prvků z betonu a železobetonu, byly nalezeny i prvky, které z tohoto materiálu nejsou. Tyto chyby byly zanalyzovány a následně se s nimi počítalo při sepisování workflow výkazu výměr, kde bylo cílem je eliminovat, ale počítat s tím, že se můžou objevit. Na základě sepsaného workflow byl vytvořen checklist, který by měl sloužit pro rychlou a snadnou tvorbu výkazu výměr z BIM modelu.

Následná aplikace navrženého postupu prokázala, že díky této práci byly eliminovány všechny známé chyby při vykazování výměr.

5. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Odborná rada pro BIM z.s., “Co je BIM | czBIM,” Odborná rada pro BIM z.s., 5/11/2020, <https://www.czvim.org/info/co-je-bim>.
- [2] Ministerstvo průmyslu a obchodu, “Konceptce zavádění metody BIM v České republice: Příloha 1 – Pojmy, definice, zkratky,” pp. 45–46, 2017.
- [3] P. Fiala, “Pro investory: Co žádat, když budeme chtít projekt ve 3D a zpracovaný jako BIM?,” 5/21/2020.000Z, <https://www.bimrvt.cz/pro-investory>.
- [4] Ministerstvo průmyslu a obchodu, “Konceptce zavádění metody BIM v České republice: Klíčová témata týkající se BIM,” <https://www.koncepcebim.cz/uploads/inq/files/Koncepce%20zav%C3%A1d%C4%9Bn%C3%AD%20metody%20BIM%20v%20C4%8CR.pdf>.
- [5] Ministerstvo průmyslu a obchodu, “Konceptce zavádění metody BIM v České republice: Klíčová témata týkající se BIM,” <https://www.koncepcebim.cz/uploads/inq/files/Koncepce%20zav%C3%A1d%C4%9Bn%C3%AD%20metody%20BIM%20v%20C4%8CR.pdf>.
- [6] André Monteiro, João Poças Martins, “A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design: Quantity takeoff — concepts,” 5/11/2020, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580513000721>.
- [7] Darren Olsen JD, J. Mark Taylor PhD, JD, “Quantity Take-Off Using Building Information Modeling (BIM), and Its Limiting Factors,” 5/13/2020, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817331946?via%3Dihub>.
- [8] Pablo Bellido-Montesinos, Fidel Lozano-Galant, Francisco Javier Castilla, Jose Antonio Lozano-Galant, “Experiences learned from an international BIM contest: Software use and information workflow analysis to be published in: Journal of Building Engineering: BIM Valladolid competition,” 5/12/2020, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710218305680#f0025>.
- [9] Ayuntamiento de Valladolid, “BIMVA,” 5/12/2020, <http://bimva.es/>.
- [10] Pablo Bellido-Montesinos, Fidel Lozano-Galant, Francisco Javier Castilla, Jose Antonio Lozano-Galant, “Experiences learned from an international BIM contest: Software use and information workflow analysis to be published in: Journal of Building Engineering: Analysis of the proposals for the BIMVa,” 5/12/2020, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710218305680#f0025>.
- [11] Ministerstvo průmyslu a obchodu, “Konceptce zavádění metody BIM v České republice: Model BIM,” no. 20, 2017.
- [12] L. T. a.s., “SNIM | SNIM,” czBIM - Odborná rada pro BIM, 7/8/2019.000Z, <https://snim.czvim.org/snim>.

6. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Monolitická část konstrukce (zdroj: autor).....	15
Obr. 2: Selection tree (zdroj: autor)	17
Obr. 3: Ukázka výsledku spojení záložky Selection Tree a funkce Hide Unselected (zdroj: autor)	18
Obr. 4: <No level> prvky (zdroj: autor)	19
Obr. 5: Ukázka vykázané architektonické části (zdroj: autor).....	20
Obr. 6: Postup nalezení všech pilot pomocí funkce Find Items (zdroj: autor)	21
Obr. 7: Schodiště jako soubor prvků (zdroj: autor)	23
Obr. 8:Kód šablony funkce Quantification (zdroj: autor).....	24
Obr. 9:Přepsaný kód funkce Quantification (zdroj: autor)	24
Obr. 10: Deska 2.1.47 (zdroj: autor).....	26
Obr. 11: Ukázka vymodelovaného náběhu na desku (zdroj: autor)	29
Obr. 12: Výsledek vyhledávání "Beton-ověření" pomocí funkce Find Items (zdroj: autor)	31
Obr. 13: Oddíl "Cast-In-Place Stair" (zdroj: autor).....	32
Obr. 14: Monolitická část konstrukce (zdroj: autor).....	33
Obr. 15: Otevření modelu (zdroj: autor).....	33
Obr. 16: Zprovoznění důležitých funkcí pro vykazování výměr (zdroj: autor).....	34
Obr. 17: Materiály týkající se monolitické konstrukce (zdroj: autor)	34
Obr. 18: Funkce Hide Unselected a záložka Manage Sets	35
Obr. 19: Počáteční nastavení funkce Quantification (zdroj: autor)	35
Obr. 20: Vytvoření nového výkazu výměr (zdroj: autor)	36
Obr. 21: Mapování parametrů (zdroj: autor)	36
Obr. 22: Vyskakovací okno při vykázání prvku (zdroj: autor).....	37
Obr. 23:Take Off Selected Model Items (zdroj: autor)	37
Obr. 25: Postup vybrání sloupce Description 1 (zdroj: autor).....	37
Obr. 26: Vybrání možnosti "Choose Columns..." (zdroj: autor)	37
Obr. 27: Vybrání možnosti Select Takeoff's Model Items (zdroj: autor)	38
Obr. 28: Model při zobrazení pouze vykázáných prvků (zdroj: autor)	38
Obr. 29: Kontrola toho, že není zobrazen ani jeden prvek (zdroj: autor).....	39
Obr. 30: Konečný seznam uložených souborů prvků monolitické konstrukce v záložce Sets (zdroj: autor).....	40

Obr. 31: Namapování parametrů ve funkci Quantification (zdroj: autor)	41
Obr. 32: Možnost Delete Takeoff (zdroj: autor).....	42
Obr. 33: Export výkazu výměr do Excelu (zdroj: autor)	42
Obr. 34: Sjednocení Excelů překopírováním sloupců (zdroj: autor)	43

7. SEZNAM TEBULEK

Tabulka 1: Parametry prvků betonových a železobetonových prvků podle katalogu SNIM	16
Tabulka 2: Tabulka přeměřených hodnot náběhu desky	29
Tabulka 3: Tabulka přeměřených hodnot svislých prvků.....	48
Tabulka 4: Naměřené odchylky svislých konstrukcí	50
Tabulka 5: Přeměřené vodorovné prvky a jejich odchylky	52

8. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1– tabulka přeměřených svislých prvků

Příloha 2 – tebulka naměřených odchylek svislých konstrukcí

Příloha 3 – tabulka přeměřených vodorovných prvků a jejich odchylek

Příloha 4 - Checklist

9. PŘÍLOHY

9.1. PŘÍLOHA 1 – TABULKA PŘEMĚŘENÝCH SVISLÝCH PRVKŮ

Typ stěny	Kód	X - délka	Y - tloušťka	Z - výška	YZ - Plocha	Objem
podezdívka pod šachtou	1.1.1	1,92; 2,135	správně	2,810; 4,08	správně	správně
	1.1.2	1,965;2,165	správně	správně	správně	správně
	1.1.3	2,540;2,34	správně	0,93;1,14	správně	správně
	1.1.4	správně	správně	0,93;1,14	správně	správně
	1.1.5	správně	správně	0,93;1,14	správně	správně
	1.1.6	2,1;1,95	správně	správně	správně	správně
	1.1.7	správně	správně	1,775;1,14	0,23;0,24	správně
	1.1.8	správně	správně	správně	správně	správně
	1.1.9	1,625;1,775	správně	správně	správně	správně
	1.1.10	2,88;2,78	správně	1,13;1,14	správně	správně
	1.1.11	správně	správně	1,13;1,14	správně	správně
	1.1.12	správně	správně	1,13;1,14	správně	správně
	1.1.13	2,505;2,605	správně	1,13;1,14	správně	správně
pasy	1.1.14	10,582;10,723	správně	správně	správně	2,116;2,093
	1.1.15	6,574;6,823	správně	správně	správně	správně
	1.1.16	14,081;13,917	správně	správně	správně	správně
	1.1.17	6,295;6,045	správně	správně	správně	správně
podezdívka pod šachtou	1.1.18	2,505;2,605	správně	1,23;1,14	správně	správně
	1.1.19	2,505;2,605	správně	1,23;1,14	správně	správně
	1.1.20	2,68;2,78	správně	1,23;1,14	správně	správně
	1.1.21	2,68;2,78	správně	1,23;1,14	správně	správně
bez otvoru	1.1.22	správně	správně	2,76;2,94	správně	správně
1x otvor	1.1.23	3,66;3,697	správně	2,76;3,07	správně	správně
bez otvoru	1.1.24	2,480;2,52	správně	2,76;2,94	správně	správně
bez otvoru	1.1.25	2,07;2,06	správně	2,76;2,94	správně	správně
bez otvoru	1.1.26	0,17;0,95	správně	2,76;2,94	správně	správně
bez otvoru	1.1.27	správně	správně	2,76;2,94	správně	správně
bez otvoru	1.1.28	správně	správně	2,76;2,94	správně	správně
bez otvoru	1.1.29	1,8;1,95	správně	2,76;2,94	správně	správně
bez otvoru	1.1.30	0,495;0,42	správně	2,76;2,94	správně	správně
4x otvor	1.1.31	1,44;1,487	správně	správně	správně	správně
3x otvor	1.1.40	17,445;17,378	správně	správně	správně	správně
1x otvor	1.1.43	správně	správně	2,76;3,07	správně	správně
1x otvor	1.1.56	správně	správně	2,76;3,07	správně	správně
1x otvor	1.1.70	správně	správně	2,76;3,07	správně	1,523;1,637
1x otvor	1.1.83	3,189;3,387	správně	2,78;2,75	5,058;5,222	1,087;1,106
1x otvor	1.1.89	10,735;10,782	správně	2,78;2,83	27,745;27,766	5,965;5,97
4x otvor	1.1.138	správně	správně	2,81;2,94	správně	správně
6x otvor	1.1.139	správně	správně	2,81;2,94	správně	4,801;5,731
3x otvor	1.1.144	10,75;10,783	správně	správně	správně	1,709;1,472
1x otvor	1.1.160	2,945;2,817	správně	2,81;2,99	správně	správně
Správně	14	41	11	38	35	
Chybně	27	0	30	3	6	
Správně	34,1%	100,0%	26,8%	92,7%	85,4%	
Chybně	65,9%	0,0%	73,2%	7,3%	14,6%	

Tabulka 3: Tabulka přeměřených hodnot svislých prvků

Svislým prvkům byly vykázány jejich geometrické vlastnosti. Tyto geometrické parametry byly následně přeměřeny ručně v modelu a výsledky byly zaznamenány do této tabulky. Zhodnocení přeměřených parametru je popsáno v kapitole 3.4.1.

Vykázaných prvků je 165, přičemž přeměřeno jich bylo 41. Které svislé konstrukce byly přeměřeny ukazuje jejich kód a zároveň stručný popis typu prvku ve sloupci *typ stěny*. Parametry, u kterých se po přeměření ukázalo, že jsou vykázány správně s 0% odchylkou, jsou v tabulce označeny jako „správně“. Parametry, u kterých se po jejich přeměření objevila odchylka výměr jsou označeny „xx1;xx2“, kde xx1 označuje správnou výměru zjištěnou ručním přeměřením a xx2 označuje chybnou výměru, kterou obsahují informace o prvku.

Poslední čtyři řádky ve spodní části tabulky ukazují statistické výsledky přeměření. První a třetí řádek pojmenován „správně“ ukazuje počet správně vykázaných parametrů. V prvním řádku je počet těchto správně vykázaných parametrů a ve třetím řádku je procentuální podíl těchto parametrů na celkovém množství přeměření.

Druhý a třetí řádek spodní části tabulky označený jako „špatně“ ukazuje počet chybně vykázaných parametrů. V druhém řádku je počet těchto chybně vykázaných parametrů a ve třetím řádku je procentuální podíl těchto parametrů na celkovém množství přeměření.

Modře zbarvené řádky jsou ty, jejichž prvek neobsahuje otvor a žlutě zbarvené řádky označují prvky s minimálně jedním otvorem. Nadpisy jednotlivých sloupců s parametry jsou popsány jako např. X – délka, kde „X“ označuje osu, na které byl parametr měřen. Analogicky jsou popsány i ostatní sloupce.

9.2. PŘÍLOHA 2 – TABULKA NAMĚŘENÝCH ODCHYLEK SVISLÝCH KONSTRUKCÍ

Kód	Délka				Tloušťka				Výška				Plocha				Objem			
	✓	X	Rozdíl		✓	X	Rozdíl		✓	X	Rozdíl		✓	X	Rozdíl		✓	X	Rozdíl	
			[m]	[%]			[m]	[%]			[m]	[%]			[m]	[%]			[m]	[%]
1.1.1	1,92	2,135	0,215	10					2,81	4,08	1,27	31								
1.1.2	1,965	2,165	0,2	9																
1.1.3	2,54	2,34	-0,2	-9					0,93	1,14	0,21	18								
1.1.4									0,93	1,14	0,21	18								
1.1.5									0,93	1,14	0,21	18								
1.1.6	2,1	1,95	-0,15	-8																
1.1.7									1,775	1,14	-0,635	-56	0,23	0,24	0,01	4				
1.1.8																				
1.1.9	1,625	1,775	0,15	8																
1.1.10	2,88	2,78	-0,1	-4					1,13	1,14	0,01	1								
1.1.11									1,13	1,14	0,01	1								
1.1.12									1,13	1,14	0,01	1								
1.1.13	2,505	2,605	0,1	4					1,13	1,14	0,01	1								
1.1.14	10,582	10,723	0,141	1												2,116	2,093	-0,023	-1	
1.1.15	6,274	6,823	0,549	8	0,581	0,5	-0,081	-16												
1.1.16	14,081	13,917	-0,164	-1	0,581	0,5	-0,081	-16												
1.1.17	6,295	6,045	-0,25	-4	0,55	0,5	-0,05	-10												
1.1.18	2,505	2,605	0,1	4					1,23	1,14	-0,09	-8								
1.1.19	2,505	2,605	0,1	4					1,23	1,14	-0,09	-8								
1.1.20	2,68	2,78	0,1	4					1,23	1,14	-0,09	-8								
1.1.21	2,68	2,78	0,1	4					1,23	1,14	-0,09	-8								
1.1.22									2,76	2,94	0,18	6%								
1.1.23	3,66	3,697	0,037	1					2,76	3,07	0,31	10								
1.1.24	2,48	2,52	0,04	2					2,76	2,94	0,18	6								
1.1.25	2,07	2,06	-0,01	0					2,76	2,94	0,18	6								
1.1.26	0,17	0,95	0,78	82					2,76	2,94	0,18	6								
1.1.27									2,76	2,94	0,18	6								
1.1.28									2,76	2,94	0,18	6								
1.1.29	1,8	1,95	0,15	8					2,76	2,94	0,18	6								
1.1.30	0,495	0,42	-0,075	-18					2,76	2,94	0,18	6								
1.1.31	1,44	1,487	0,047	3																
1.1.40	17,445	17,378	-0,067	0																
1.1.43									2,76	3,07	0,31	10								
1.1.56									2,76	3,07	0,31	10								
1.1.70									2,76	3,07	0,31	10					1,523	1,637	0,114	7
1.1.83	3,189	3,387	0,198	6					2,78	2,75	-0,03	-1	5,058	5,222	0,164	3	1,087	1,106	0,019	2
1.1.89	10,735	10,782	0,047	0					2,78	2,83	0,05	2	27,745	27,766	0,021	0,1	5,965	5,97	0,005	0
1.1.138									2,81	2,94	0,13	4								
1.1.139									2,81	2,94	0,13	4					4,801	5,731	0,93	16
1.1.144	10,658	10,783	0,125	1	0,18	0,155	-0,025	-16									1,709	1,472	-0,237	-16
1.1.160	2,945	2,817	-0,128	-5					2,81	2,99	0,18	6								

Tabulka 4: Naměřené odchylky svislých konstrukcí

Tabulka svislých prvků vypočítaných odchylek parametrů zaznamenává rozdíly mezi ručně přeměřenými výměrami a chybnými výměrami zaznamenanými v modelu. Znak „√“ znamená přeměřené výměry (tedy správné) a znak „X“ označuje sloupec s chybnými výměrami, které byly vykázány. Rozdíly mezi odchylkami jsou zaznamenány ve sloupci *Rozdíly* jak v metrech, tak v procentech.

9.3. PŘÍLOHA 3 – TABULKA PŘEMĚŘENÝCH VODOROVNÝCH PRVKŮ A JEJICH ODCHYLEK

Kód	Tloušťka	Plocha	Objem		Plocha				Objem			
			Kontrola	Model	✓	X	Rozdíl		✓	X	Rozdíl	
							[m]	[%]			[m]	[%]
2.1.1	správně	správně										
2.1.2	správně	správně										
2.1.3	správně	správně										
2.1.4	správně	správně										
2.1.5	správně	správně	1,035	0,938					1,035	0,938	-0,097	-10
2.1.6	správně	správně	1,016	0,921					1,016	0,921	-0,095	-10
2.1.7	správně	správně	0,999	0,905					0,999	0,905	-0,094	-10
2.1.8	správně	správně	0,999	0,905					0,999	0,905	-0,094	-10
2.1.9	správně	3,55;3,567	0,639	0,571	3,55	3,567	0,02	0,477	0,639	0,571	-0,068	-12
2.1.10	správně	správně										
2.1.11	správně	správně										
2.1.12	správně	správně										
2.1.13	správně	správně	0,499	0,571					0,499	0,571	0,072	13
2.1.14	správně	správně	0,640	0,569					0,640	0,569	-0,071	-13
2.1.15	správně	správně	1,046	0,948					1,046	0,948	-0,098	-10
2.1.16	správně	správně	1,005	0,910					1,005	0,910	-0,095	-10
2.1.17	správně	správně	0,995	0,901					0,995	0,901	-0,094	-10
2.1.18	správně	správně	0,999	0,905					0,999	0,905	-0,094	-10
2.1.19	správně	správně										
2.1.20	správně	správně	0,640	0,569					0,640	0,569	-0,071	-13
2.1.21	správně	správně	0,642	0,571					0,642	0,571	-0,071	-12
2.1.22	správně	správně	1,046	0,947					1,046	0,947	-0,099	-10
2.1.23	správně	správně	1,005	0,910					1,005	0,910	-0,095	-10
2.1.24	správně	správně	0,995	0,901					0,995	0,901	-0,094	-10
2.1.25	správně	správně	0,995	0,901					0,995	0,901	-0,094	-10
2.1.26	správně	správně										
2.1.27	správně	správně	0,642	0,571					0,642	0,571	-0,071	-12
2.1.28	správně	správně	0,640	0,569					0,640	0,569	-0,071	-13
2.1.29	správně	správně	1,031	0,934					1,031	0,934	-0,097	-10
2.1.30	správně	správně	1,005	0,910					1,005	0,910	-0,095	-10
2.1.31	správně	správně	0,995	0,901					0,995	0,901	-0,094	-10
2.1.32	správně	správně	0,995	0,901					0,995	0,901	-0,094	-10
2.1.33	správně	správně										
2.1.34	správně	správně										
2.1.35	správně	správně										
2.1.36	správně	správně										
2.1.37	správně	správně										
2.1.38	správně	správně										
2.1.39	správně	správně										
2.1.40	správně	správně										
2.1.41	správně	343,995;343,989			344	343,99	-0,01	-0,002				
2.2.42	správně	správně										
2.2.43	správně	80,442;80,491			80,44	80,491	0,05	0,061				
2.2.44	správně	správně										
2.2.45	správně	správně										
2.2.46	správně	377,202;377,231			377,2	377,23	0,03	0,008				
2.2.47	správně	72,949;72,953			72,95	72,953	0	0,005				
2.2.48	správně	správně										
Správně	48	43	25									
Špatně	0	5	23									
Správně	100%	90%	52%									
Špatně	0%	10%	48%									

Tabulka 5: Přeměřené vodorovné prvky a jejich odchylky

Vodorovným prvkům byly vykázány jejich geometrické vlastnosti. Tyto geometrické parametry byly následně přeměřeny ručně v modelu a výsledky byly zaznamenány do této tabulky. Zhodnocení přeměřených parametru je popsáno v kapitole 3.4.2.

Přeměřeny byly všechny vykázané prvky, kterých je 48. Parametry, u kterých se po přeměření ukázalo, že jsou vykázány správně s 0% odchylkou, jsou v tabulce označeny jako „správně“. Parametry, u kterých se po jejich přeměření objevila odchylka v ploše jsou označeny „xx1;xx2“, kde xx1 označuje správnou výměru zjištěnou ručním přeměřením a xx2 označuje chybnou výměru, kterou obsahují informace o prvku. Ve sloupci *Objem* jsou ručně přeměřené výměry v zeleně označeném sloupci *kontrola*. Ve vedlejším sloupci *model* jsou všechny vykázané hodnoty, které jsou chybně.

Poslední čtyři řádky ve spodní části tabulky ukazují statistické výsledky přeměření. První a třetí řádek pojmenován „správně“ ukazuje počet správně vykázaných parametrů. V prvním řádku je počet těchto správně vykázaných parametrů a ve třetím řádku je procentuální podíl těchto parametrů na celkovém množství přeměření.

Druhý a třetí řádek spodní části tabulky označený jako „špatně“ ukazuje počet chybně vykázaných parametrů. V druhém řádku je počet těchto chybně vykázaných parametrů a ve třetím řádku je procentuální podíl těchto parametrů na celkovém množství přeměření.

9.4. PŘÍLOHA 4 - CHECKLIST

- Model otevřen ve formátu .nwd
- Zprovoznění funkcí Properties, Quantification, Selection Tree, Manage Sets
- Zaškrtnutí „Save Selection Resolution to Last Object”
- Nalezení společného parametru prvků budoucího výkazu výměr
- Vyhledání prvků budoucího výkazu výměr funkcí Find Items
- Vyhledané prvky uloženy do Sets
- Vytvoření pomocného výkazu výměr nalezených prvků s vykázáním propojujícího parametru
- Kontrola správnosti vykázaných parametrů
- Skrytí chybně vykázaných parametrů funkcí Hide
- Znovuuložení vykázaných prvků do Sets
- Analýza nevykázaných prvků
- Původně nevykázané prvky s hledanými parametry uloženy Sets
- Každý vykázaný prvek byl zkontrolován (minimálně hromadně)
- Rozdělení zkontrolovaných prvků na stavební části se stejnými parametry (tj. např. svislé kce, vodorovné kce atd.) a jejich uložení do Sets
- Nalezení parametrů, které budou vykázány
- Zjištění maximálního počtu textových parametrů, které budou najednou vykázány v jednom výkaze
- Připsání skriptů polí Description do kódu šablony TakeoffConfigurationTemplate (podle předchozího bodu)
- Namapování parametrů do Item Map Rules
- Vytvoření výkazu výměr
- Kontrola, že se všechny parametry vykázaly (pokud ne → namapování nevykázaných parametrů jinou cestou)
- Export výkazu výměr do Excelu
- Spojení výkazů stejného typu prvku (pokud bylo vykázáno více výkazů výměr)
- Skrytí nepotřebných sloupců Excelu
- Použití Excel funkce SUBTOTAL