



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

MANAGEMENT TECHNICKÝCH A EKONOMICKÝCH INFORMACÍ V DIGITÁLNÍM MODELU STAVBY (BIM)

MANAGEMENT OF TECHNICAL AND ECONOMIC INFORMATION IN THE DIGITAL BUILDING MODEL (BIM)

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Mgr. Kateřina Svobodová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Alena Tichá, Ph.D.

BRNO 2023

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav stavební ekonomiky a řízení
Studentka: **Mgr. Kateřina Svobodová**
Vedoucí práce: **doc. Ing. Alena Tichá, Ph.D.**
Akademický rok: 2022/23
Studijní program: N0732A260021 Stavební inženýrství – management stavebnictví

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Management technických a ekonomických informací v digitálním modelu stavby (BIM)

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Úvod
2. Vymezení pojmu BIM
3. Vymezení pojmů FM, správa budov a FIM
4. Softwary pro tvorbu BIM modelu
5. Standardně využívané CAFM systémy
6. Aplikace vybraných pokročilých metod propojení BIM modelu a CAFM systému
7. Vyhodnocení
8. Závěr
9. Publikační zdroje

Cíle a výstupy diplomové práce:

Cílem diplomové práce je představit využití informačního modelování budov při správě budov. Výstupem diplomové práce je přehled o uplatňování BIM ve stavebnictví a o metodách možného využití BIM modelu při správě budov, respektive jako podpora pro facility management.

Seznam doporučené literatury a podklady:

1. DUFEK Z., KOUKAL P., FIALA P., VYHNÁLEK R., REMEŠ J., JEDLIČKA M., DROCHYTKA R., BYDŽOVSKÝ J.: BIM pro veřejné zadavatele, Leges 2018
2. WERNEROVÁ E., KUDA F., FALTEJSEK M.: Zavádění BIM u existujících staveb, VŠB-TUO, 2018
3. MPO: Koncepce zavádění metody BIM v České republice v aktuálním znění
1. TICHÁ A., MARKOVÁ L., PUCHÝŘ B.:Ceny ve stavebnictví I,

URS s.r.o., Brno 1999

4. TICHÁ A. a kol.: Rozpočtování a kalkulace ve výstavbě,
díl I, Akademické nakladatelství CERM s.r.o. Brno. 2004.

ISBN 80-214-2639-X

5. MARKOVÁ a kol.: Rozpočtování a kalkulace ve výstavbě,
díl II. Akademické nakladatelství CERM s.r.o. Brno.2004.

ISBN 80-214-2639-X

6. Zákon o cenách a související právní předpisy

7. Aktuální publikační zdroje

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 10. 2. 2022

L. S.

prof. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.
vedoucí ústavu

doc. Ing. Alena Tichá, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Předložená diplomová práce se zabývá představuje možnosti využití informačního modelování budov při správě budov. Výstupem diplomové práce je přehled o uplatňování BIM ve stavebnictví a o metodách možného využití BIM modelu při správě budov, respektive jako podpora pro facility management.

KLÍČOVÁ SLOVA

BIM, facility management, správa budov, společné datové prostředí (CDE), IFC

ABSTRACT

This thesis deals with the possibilities of using building information modelling in building management. The output of the thesis is an overview of the application of BIM in the construction industry and the methods of possible use of BIM model in building management or as a support for facility management.

KEYWORDS

BIM, facility management, building management, common data environment (CDE), IFC

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

SVOBODOVÁ, Kateřina. *Management technických a ekonomických informací v digitálním modelu stavby (BIM)* [online]. Brno, 2023 [cit. 2023-01-13]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/142865>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Alena Tichá.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci s názvem *Management technických a ekonomických informací v digitálním modelu stavby (BIM)* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13.1. 2023

.....
Mgr. Kateřina Svobodová
autor

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala své vedoucí, paní doc. Aleně Tiché, za přínosné debaty, zájem a podporu při vedení mé práce. Také si dovoluji poděkovat své rodině a přátelům za spoustu trpělivosti a opory.

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Teoretická část	11
2.1	BIM – základní informace	11
2.1.1	3D, 4D... nD	13
2.1.2	Stavebnictví 4.0	16
2.1.3	Výhody a nevýhody použití BIMu	17
2.1.4	Standardizace	21
2.1.5	Typy implementace BIMu	24
2.1.6	Historie BIMu	24
2.1.7	BIM softwary v ČR	24
2.2	FM – základní informace.....	26
2.2.1	Cíle a přínosy FM.....	27
2.2.2	Oblasti FM.....	28
2.2.3	Historie FM	29
2.2.4	CAFM systémy v ČR	29
2.3	BIM a FM	31
2.4	Vysvětlení některých zkratk a pojmů	32
3	Praktická část	35
3.1	Arnoldova vila	35
3.1.1	Historie	36
3.1.2	Probíhající rekonstrukce.....	40
3.2	Laserové skenování	41
3.2.1	Využití.....	43
3.2.2	Pracovní postup měření	45
3.3	Export modelu z Revitu do IFC formátu	48
3.4	PlanRadar.....	51
3.5	Trimble Connect	64
4	Závěr	71
5	Bibliografie	73

1 Úvod

V současné době se rozšiřuje povědomí o informačním managementu staveb (BIM), nicméně pro většinu nezaujatých účastníků stavebního procesu se jedná pouze o 3D model stavebního objektu. Problematika BIM je ale mnohem složitější. Jedná se zejména o informace, které jsou k jednotlivým prvkům daného modelu přiřazeny. Pro názornou ukázkou se dá uvést příklad prvku zeď. Standardně má ve 3D modelu svůj tvar (nemluvě o 2D dokumentaci, kde se jedná o kombinaci čar), ale v BIM modelu má přiřazené hodnoty, jako je součinitel prostupu tepla, cena, objemová hmotnost, plošná hmotnost a podobně.

Díky informacím z modelu je také snazší provádět dílčí výpočty potřebné v projektové dokumentaci, jsou usnadněny práce cost managementu i celému projektovému týmu.

Myšlenka BIMu je založena na tzv. společném datovém prostředí (CDE), které vybízí všechny účastníky stavebního procesu ke spolupráci, vzájemné synergii při tvorbě celé projektové dokumentace.

K tvorbě správného BIM modelu je potřeba zajistit pozici BIM manažera, který stanovuje nároky na model a dokáže správně sepsat plán realizace BIMu (BEP), který reflektuje požadavky jednotlivých účastníků stavebního procesu (od architektů, přes inženýry až po facility manažera). BIM manažer tedy pomocí efektivních nástrojů koordinuje celý projekt od počáteční studie stavby až po kolaudační rozhodnutí, stanovuje jednotlivé požadavky na model a předává informace BIM modeláři. BIM modelář je osoba pověřená tvorbou BIM modelu.

Nicméně položme si základní otázku. Pokud je dokumentace vytvořena v BIM prostředí, je její cena vyšší z důvodu vyšších nároku na pracovníky, kterým nestačí standardní kvalifikace a vzdělání. Kdo tuto cenu ve výsledku bude platit? Bude to majitel firmy zajišťující projektový management? Bude to majitel projekční kanceláře?

Pravděpodobně ne.

Výslednou cenu vždy zaplatí klient. Proč by ale klient měl zaplatit za tuto dokumentaci v BIMu, když mu pro stavební povolení bohatě stačí povolená dokumentace v běžných formátech PDF a DWG? Investora nikdy nebude zajímat ulehčená práce projektového týmu, ale vždy bude intenzivně přemýšlet nad časem a investovanou částkou.

BIM čas šetřit může, nicméně ne natolik, aby se v projektové fázi vyplatil.

Odpověď, proč zvolit BIM model oproti standardní dokumentaci pak nezbyvá než hledat v nejdělsí životní fázi objektu – v té provozní.

Obvykle se o provoz areálu či jednotlivých objektů stará facility manažer, kterému, jak je patrné z již provedených BIM zakázek, může BIM model značně usnadnit práci. Musí ale pracovat na projektu od počátku a stanovit informace, které potřebuje v projektu zahrnuté. Není reálné, aby projekční či projektový tým tušil, jaké informace ke své práci facility manažer potřebuje. Oni dokážou do projektu zadat informace, se kterými sami pracují a které sami potřebují.

Facility manažer si tak například stanoví, že je třeba označit všechna protipožární zařízení. Ta si v systému pro správu objektů – podporujícím BIM model – označí a přiřadí jim pravidelnou roční kontrolu. Nebo si v systému dále stanoví cyklické jevy, například úklid. Dokáže rychle vyfiltrovat jednotlivé plochy a zjišťovat aktuální ceny za služby, což mu ušetří spoustu času. V systému pro správu budov je většinou i statistika, díky které lze pozorovat i cyklicky se opakující problematická místa, zpracovat jednoduše klíčové ukazatele výkonnosti (KPI) a efektivně tak řídit provoz objektu.

Přítomnost facility manažera u počátku projektu má ještě jednu nespornou výhodu, čímž je fakt, že může od úplných počátků ovlivňovat materiálové složení a technické provedení stavby s ohledem na provoz, údržbu a životnost jednotlivých prvků. Tímto způsobem dokáže provozní fázi stavby učinit ekonomičtější i ekologičtější. Zároveň díky pokročilým programům na správu stavebních objektů může provoz objektu efektivně řídit i v rámci šetrného nakládání s energiemi.

BIM model má ovšem i další výhodu, neméně důležitou. Pokud dojde k výměně facility pracovníka, technika či údržbáře, jsou již vytvořené standardy provozu a správy a je možné bez větších obtíží stavební objekt či úkol přiřadit jinému pracovníkovi.

V této diplomové práci jsou představeny dva systémy, které mohou v určité míře nahrazovat CAFM systém. Prvním je PlanRadar, aplikace pro efektivní správu projektu, a dalším je primárně CDE, Trimble Connect.

Jako modelový objekt byla vybrána Arnoldova vila, která se nachází na ulici Drobného v Brně. V roce 2022 započaly práce na rekonstrukci této vily a celou projekci zajišťoval Atelier 99 s.r.o. Přestože byl vytvořen lasersken celé vily a počítalo se s následným vytvořením BIM modelu na základě tohoto skenu, práce byla upravena, jelikož Atelier 99 s.r.o. již vytvořený model poskytnul. Jednalo se však o 3D model nikoli BIM model, a proto se musel najít alternativní systém pro správu budov, kde je možné si potřebné informace zadat spolu s importovaným modelem. Facility manažer má tímto způsobem možnost si poradit, když k vytvoření modelu není přizván a pro jeho práci potřebné informace nejsou v modelu obsaženy.

2 Teoretická část

2.1 BIM – základní informace

Zkratka BIM se používá pro vyjádření anglického slovního spojení Building Information Modeling, případně Building Information Management. Obecněji se používá teprve od roku 2002, takže její definice není ještě ustálená.¹ Do češtiny se většinou překládá jako *informační model budovy*, nicméně nemusí se jednat pouze o budovu. Tato metoda se dá aplikovat na jakýkoli stavební objekt, tedy například i na dopravní nebo vodní stavby, takže je přesnější ji nazvat informačním modelováním staveb. Je to, dá se říci, „digitální dvojče“ fyzického objektu, virtuální model, jenž obsahuje další popisné i charakterizující informace. I když se už nejedná o úplnou novinku na trhu – na mezinárodní scéně se pojem „BIM“ skloňuje už přes dvacet let – hodně lidí, pokud daný pojem vůbec znají, jej stále považuje za pouhý 3D model. Lze to zdůvodnit tím, že právě 3D model je nejviditelnější část této koncepce a jistým způsobem ji reprezentuje. Nicméně aby se jednalo o BIM, musí v sobě projekt obsahovat daleko více informací než již zmíněný 3D model objektu. BIM model totiž představuje digitální formu informační databáze, která v sobě v ideálním případě zahrnuje kompletní informace od prvotního návrhu stavby, přes samotnou výstavbu, provoz a správu objektu, až po jeho demolici, včetně likvidace stavebního materiálu a uvedení staveniště do původního stavu. Jde tedy o informace, které se týkají celého životního cyklu stavby. 3D model dané informace propojuje a je tou nejviditelnější a nejhmatatelnější částí BIM modelu, jelikož u zbytku se jedná o, k modelu připojené, grafické a popisné informace objektu a samotných stavebních konstrukcí. Jedná se nicméně pouze o jednu z vícero možností zobrazení těchto přidaných informací. Ohledně typu dat se může jednat například o materiálové, konstrukční, či užitné parametry prvků, jejich časové umístění v harmonogramu výstavby, náklady na pořízení a provoz, časové rozložení kontrol, či životnost. Propojením těchto informací vznikne prostorový, časový, nákladový, a případně i další, model stavby, který funguje jako informační databáze, jistý „deník stavby“, a tedy zdroj informací a podklad pro jakékoli práce spojené s objektem.²

Jak bylo výše řečeno, definice pro informační modelování staveb není ještě ustálená, takže si může člověk vybrat. Například definice agentury ČAS (Česká agentura pro standardizaci), která

¹ Co je to BIM. *Koncepce BIM* [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, © 2018-2022. [Cit. 12.12.2022]. Dostupné z: <https://www.koncepcbim.cz/203-3-1-co-je-to-bim>

² ČERNÝ, Martin aj. *BIM příručka*. Praha: Odborná rada pro BIM, 2013, s. 13–15. ISBN 978-80-260-5297-5.

se věnuje rozvíjení Koncepce BIM je tato: „informační modelování staveb je proces vytváření, užití a správy dat o stavbě během jejího životního cyklu.“³

Jiná dostupná definice je: „Building Information Modeling (BIM) je volně přeloženo "digitalizace stavebních procesů" a stejně jako například Internet Věcí nebo Chytrá Města spadá do Průmyslu 4.0. Ve zkratce můžeme říci, že BIM je proces, ve kterém může kdokoliv digitální formou pracovat s informacemi o budově.“⁴

A do třetice: „Informační model budovy je digitální model, který reprezentuje fyzický a funkční objekt s jeho charakteristikami. Slouží jako otevřená databáze informací o objektu pro jeho zrealizování a také během provozu po dobu jeho užívání. Zároveň umožňuje efektivní předávání informací mezi všemi účastníky stavebního procesu.“⁵

BIM je tedy „digitální reprezentace konstrukčních a funkčních vlastností budovy“⁶. A jedná se také o „sdílený vědomostní zdroj informací týkajících se určité stavby, který poskytuje spolehlivý základ pro rozhodování během celého životního cyklu – od nejranějšího koncepčního řešení až po demolici a odstranění“⁷. Jak je na začátku této kapitoly řečeno, jde o akronym ze tří anglických slov. Písmeno „B“ představuje anglické slovo „building“. Do češtiny se dá přeložit jako „budova“, „stavba“, „stavební objekt“ nebo i „stavební proces“. BIM se tedy týká jakýchkoli stavebních objektů a dá se s různou mírou efektivity využívat ve všech odvětvích stavebnictví. Písmeno „I“ zastává slovo „information“, neboli „informace“, „informační“. Poukazuje na všechny informace, které v sobě BIM model obsahuje navíc oproti standardní 2D projektové dokumentaci. Pro využití celého potenciálu této koncepce je nutné k prvkům přiřadit příslušné informace, jako jsou rozměr, cena, tepelná vodivost, či životnost. Podle účelu projektu se může jednat o různou úroveň informačních potřeb, které jsou specifikované ISO normou (více v podkapitole 2.1.4 Standardizace). Kvalita výsledného BIM modelu je přímo úměrná kvalitě zadaných produktových dat. Pokud se na tuto kvalitu od začátku nehledí, vzniknou v projektu stejné problémy jako u klasické 2D dokumentace. Bez

³ Co je to BIM. *Koncepce BIM* [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, © 2018-2022. [Cit. 12.12.2022]. Dostupné z: <https://www.koncepcebim.cz/203-3-1-co-je-to-bim>

⁴ Co je BIM a proč je důležitý? *BIM project* [online]. Praha: BIM project s.r.o., Copyright 2019. [Cit. 12.12.2022]. Dostupné z: <https://bimproject.cz/cs/blog/what-is-bim>

⁵ 7 základních BIM zkratk, na které narazíte v každém projektu. *BIM POINT* [online]. Praha: BIM POINT, © 2009-2022. [Cit. 15.12.2022]. Dostupné z: <https://www.bim-point.com/blog/bim-zkratky>

⁶ DOBIÁŠ, Jiří. Building Information Modeling (BIM) z pohledu výrobce stavebních materiálů. *iMateriály* [online]. Praha: Sabre, © 2020. Poslední změna: 23.8.2019. [Cit. 28.9.2022]. Dostupné z: https://www.imaterialy.cz/rubriky/informace-vyrobce/building-information-modeling-bim-z-pohledu-vyrobce-stavebnich-materialu_47171.html

⁷ Tamtéž.

těchto přidaných informací BIM metoda postrádá svůj hlavní účel, tedy informační komplexnost, správnost a aktuálnost dat. „M“ pak vyjadřuje buď anglické „management“, „modeling“, nebo „model“ podle konkrétního kontextu a záměru použití. V češtině je vhodné rozlišovat zejména mezi BIM modelem, jinými slovy formou informační databáze, a procesem modelování BIM. Často se pro toto rozlišení používají sousloví jako „BIM model“, „metodika BIM“ a „BIM proces“. ^{8,9}

Metodika BIM v sobě zahrnuje komplexní proces výměny informací v rámci celého životního cyklu stavby, takže je klíčové, aby se na této spolupráci podíleli všichni, kteří jsou nějak do projektu zapojení. Projektem se v tomto případě nemyslí pouze návrh a výstavba objektu, ale také následná péče o stav, provoz a případnou likvidaci. Jinak práce není efektivní, protože se 2D dokumenty musí převádět do BIMu a naopak. Pokud jsou zapojení všichni, kterých se projekt týká, umožňuje BIM metodika dosáhnout daleko vyšší úrovně přípravy už v raných fázích projektu a dá se zamezit mnoha kolizím, souvisejícím vícepracím a neefektivitě provozu. Díky tomu se dají snížit finanční náklady jak při výstavbě, tak v provozní i likvidační fázi. ¹⁰

BIM zavádí nový způsob práce s informacemi, a tedy i nový způsob myšlení účastníků projektu, než jaký byl doposud ve stavebnictví běžný. Přesun z 2D dokumentace do 3D modelování je náročný na změnu způsobu práce s informacemi, která musí být daleko komplexnější. Je třeba jinak pracovat s představivostí a dříve vytvářet přesné představy projektu. Tato změna vyžaduje změnu ve způsobu myšlení projektantů; obecně je lidem 3D vnímání světa bližší, ale ne každý je ochotný měnit své dlouho fungující návyky a pracovat místo s „pouhými čarami“ s celým prvkem, jako jsou dveře nebo stěna. ¹¹

2.1.1 3D, 4D... nD

Často se v souvislosti s BIMem zmiňuje 3D model, ale BIM funguje na principu vícerozměrného modelu. Lze využít 4D rozměr, 5D nebo i další rozměry. Jde o typologické množství informací, které lze – a je žádoucí – do BIM modelu zahrnout. Může se jednat

⁸ Tamtéž.

⁹ ČERNÝ, Martin aj. *BIM příručka*. Praha: Odborná rada pro BIM, 2013, s. 13. ISBN 978-80-260-5297-5.

¹⁰ DOBIÁŠ, Jiří. Building Information Modeling (BIM) z pohledu výrobce stavebních materiálů. *iMateriály* [online]. Praha: Sabre, © 2020. Poslední změna: 23.8.2019. [Cit. 28.9.2022]. Dostupné z: https://www.imaterialy.cz/rubriky/informace-vyrobce/building-information-modeling-bim-z-pohledu-vyrobce-stavebnich-materialu_47171.html

¹¹ PRŮŠA, David. *Rozpočtování staveb jako součást informačního modelování budov (BIM)*. Brno: 2022, Diplomová práce. Vysoké učení technické, s. 13.

například o časové údaje či informace o energetické náročnosti, bezpečnosti nebo třeba o ceně jednotlivých konstrukčních prvků.

3D

Z klasické 2D dokumentace přechází BIM do 3D prostoru. To umožňuje si stavbu daleko snadněji představit. Zejména pro lajky v rámci stavebního a projektového plánování (například pro soukromé investory) je tento rozměr zajímavý, protože jim umožňuje si stavbu prohlédnout, aniž by museli rozumět výkresové dokumentaci. 3D rozměr může být také zajímavý pro správce a uživatele budovy, kdy jim může usnadnit správu a údržbu.

4D

Čtvrtým rozměrem je čas, časové plánování. 3D model umožňuje stavbu snáze rozdělit na časové úseky, jelikož si ji lze lépe představit. Ke stavebním prvkům je možné přidat časovou informaci – v jaké fázi stavby přijdou na řadu, jak dlouho trvá jejich implementace (zavedení, nanesení...), jak dlouho trvá práce s tímto konkrétním prvkem a jestli tato činnost blokuje některé prostory objektu, které a jak dlouho. Pokud prvky v BIM modelu tuto informaci o časové náročnosti v sobě obsahují, lze podle toho vytvořit časový harmonogram, který umožní se snadněji vyhnout kolizím pracovníků na stavbě. Díky tomu je možné předejít chybám v plánování a s tím souvisejícím vícepracím. Toto časové plánování tedy v projektu může ušetřit čas i finance.¹²

5D

Pátý rozměr jsou finance, cena. Výkaz výměr pro vytvoření rozpočtu je navázán na BIM model a generuje se automaticky. Tento proces umožňuje zamezení lidským chybám při výpočtech. Také má tu výhodu, že se aktualizuje v návaznosti na změny v modelu, takže je následná oprava rozpočtu po dílčích změnách na modelu již podstatně jednodušší a méně časově náročná. Lze tak zajistit konzistentnost s aktuální verzí modelu. Je možné model také propojit s oceňovací databází či si vytvořit vlastní objektovou knihovnu, kde by jedním z parametrů byla cena. Takto doplněný model může výrazně ulehčit dílčí rozhodování investora, jelikož by okamžitě viděl, jaké dopady na finance mají jednotlivé změny, o kterých uvažuje. Bohužel je práce se zmíněnou objektovou knihovnou problematická, protože není efektivní pro každý model zvlášť vytvářet nové a nové objekty, a zase oceňovací databáze má tu nevýhodu, že nezobrazuje spektrum cen

¹² ČERNÝ, Martin aj. *BIM příručka*. Praha: Odborná rada pro BIM, 2013, s. 48–49. ISBN 978-80-260-5297-5.

závislých na rozdílné použité technologii či na konkrétním výrobci. Také nezobrazuje výkyvy trhu, takže rozpočet může být zkreslený, nicméně to je problematika samotného rozpočtování.¹³

6D... nD

Další rozměry už nemají úplně ustálené označení. Obvykle se za šestý rozměr považují údaje nutné pro provoz a správu objektu, tedy Facility Management (FM), a řízení jeho životního cyklu, tedy Building Lifecycle Management (BLM). Za sedmý rozměr se bere energetická náročnost a s tím spojená udržitelnost stavby. A pokud se mluví o osmém rozměru, jedná se většinou o bezpečnost.¹⁴

Existuje nicméně prakticky neomezené spektrum informací, které mohou být pro specifický projekt s určitým účelem důležité, takže se dá mluvit o takzvaném nD (/xD) modelu.



Obrázek č. 1: Zobrazení rozměrů BIM modelu¹⁵

¹³ Tamtéž, s. 49–51.

¹⁴ Tamtéž, s. 51, 72.

¹⁵ The dimensions of BIM – 3D, 4D, 5D, 6D, 7D, 8D, 9D, 10D BIM explained. *Biblus* [online]. Bagnoli Irpino: ACCA software, 17.4.2018. [Cit. 20.12.2022]. Dostupné z: <https://biblus.accasoftware.com/en/bim-dimensions/>

2.1.2 Stavebnictví 4.0

BIM je variantou na všeobecné trendy „digitalizace, automatizace, robotizace a zprůmyslnění“ pro obor stavebnictví¹⁶. Dá se považovat za součást 4. průmyslové revoluce, také nazývané Průmysl 4.0, pod které Stavebnictví 4.0 spadá. 18.1.2022 bylo založeno Národní centrum Stavebnictví 4.0 a platforma Stavebnictví 4.0 byla založena už o rok dříve, obojí pod patronátem Ministerstva průmyslu a obchodu.¹⁷

Tato digitální revoluce se dá charakterizovat několika tendencemi:¹⁸

- IoT (Internet of Things; Internet věcí) – senzory, kamery, stroje a čtečky kódů se do jisté míry řídí samy a omezuje se potřeba přítomnosti člověka.
- Umělá inteligence (AI) – dochází k automatizaci výrobních procesů a do popředí se dostávají samoučící se algoritmy.
- Cloudové úložiště – je čím dál bezpečnější a efektivnější volit vzdálené úložiště dokumentů cloudovým řešením.
- Využívání velkého množství dat – jedná se o informační revoluci, kde firmy sbírají obrovské množství dat, znovu a znovu ho využívají a znalosti z nich získané recyklují.
- Jednotné úložiště dat – Veškeré firemní procesy mají jedno úložiště, kde je chráněné know-how.
- Systémové inženýrství – Inženýrské profese častěji spolupracují kvůli vývoji a výrobě komplexnějších výrobků.
- Bezvýkresová výroba – Díky propojení dat vznikají nativně digitální modely a papír už na to není třeba.
- Reverzní inženýrství – Dochází k častějšímu využití 3D skenování výrobku, který se následně převede z reálné podoby do formy 3D modelu.
- Aditivní výroba – V mnoha oborech se již používá výroba prototypů pomocí 3D tisku.

Většina z těchto vcelku obecných tendencí popisuje i důvod využití BIMu ve stavebnictví.

¹⁶ VÍRA, Bohdan. Stavebnictví 4.0. *Stavebnictví* [online]. 2018, č. 03/2018. [Cit. 2.11.2022]. Dostupné z: <https://www.casopisstavbnictvi.cz/clanky-stavebnictvi-4.0.html>

¹⁷ odbor 31500. Činnost Národního centra stavebnictví 4.0 slavnostně zahájena. *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. Praha: MPO, © Copyright 2005 - 2021. [Cit. 12.5.2022]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/stavebnictvi-a-suroviny/informace-z-odvetvi/cinnost-narodniho-centra-stavebnictvi-4-0-slavnostne-zahajena--265843/>

¹⁸ Průmysl 4.0. *Technodat* [online]. Zlín: Technodat, © 2018. [Cit. 12.3.2022]. Dostupné z: <https://www.prumysl-4.cz/>

2.1.3 Výhody a nevýhody použití BIMu

Každá mince má dvě strany a ani o BIMu se nedá říct, že by šlo o samé klady, či čistě a pouze zápory. Jedná se o přirozený vývoj a pokrok v rámci moderní společnosti, který s sebou nese dobré i špatné stránky. Zde jsou hlavní výhody a nevýhody vyjmenovány a alespoň stručně popsány.

Výhody

Využívání BIMu přináší mnoho výhod, ty jsou ale patrné zejména z dlouhodobějšího hlediska. Jedna z hlavních výhod je vždy aktualizovaná a všem účastníkům dostupná dokumentace. Tradičně využívaná 2D projektová dokumentace je složená z mnoha technických výkresů a textových zpráv. Musí obsahovat půdorysy, řezy, pohledy, technické zprávy, různé výpočty... Pokud v takovém případě dojde ke kolizi či ke změně nějaké části, a je velmi nepravděpodobné, že by se tak u jakéhokoli projektu nestalo, je poměrně těžké uhlídat, že jsou všechny části dokumentace aktualizované. Celkem často se také stává, že projektant nějakou drobnost opomine a zjistí se to až v pozdějších fázích projektu, kdy už je náprava nákladnější. Tomuto BIM model z velké části zabraňuje. Umožňuje velmi rychlou reakci všech účastníků a čím dále v projektu postoupí, tím je menší pravděpodobnost, že budou muset strávit dlouhý čas na implementaci změn, protože se větší chyby vychytají dříve. Výhodou je tedy aktuální a úplná dokumentace na jednom místě, které je dostupné všem zúčastněným osobám. Při využívání BIM modelu je tedy pravděpodobné, že budou projekty odevzdány v lepší kvalitě, protože budou chyby v procesu eliminovány.

Za další výhodu se dá považovat samotné zobrazení ve 3D. Ačkoli to není hlavní účel modelu, může 3D model poskytnout výraznou konkurenční výhodu při marketingu a prodeji, případně pronájmu objektu. Zájemce si snadněji představí, jestli mu prostory budou vyhovovat, nebo si může dokonce svůj pracovní/obytný prostor v modelu nasimulovat. Pro různé vizualizace jsou sice vhodnější k tomu přímo určené programy, ale výhoda spočívá v tom, že data budou už v BIM modelu nachystána a nikdo nemusí objekt modelovat znovu.

Další velkou výhodou je časová úspora. BIM umožňuje výrazně zkrátit výstavbovou fázi tím, že eliminuje kolize a s tím spojené vícepráce a že lze poměrně jednoduše vytvořit vhodný harmonogram. Také lze díky němu rychleji zpracovat výkaz výměr a v neposlední řadě se snáze kontroluje dodržování časového plánu. BIM ale dokáže zkrátit i čas, který se stavbě musí věnovat i v následující fázi provozu. CAFM (Computer-Aided Facility Management) systém, což je software pro správu objektů, lze dnes s BIM modelem propojit a využívat přítomnost informací, jako je časová životnost různých prvků.

S BIM modelováním lze už na začátku tvorby návrhu projektu vypracovat různé varianty modelu, což může velmi zjednodušit práci architekta či projektanta a rozhodnutí investora. Dá se také vytvořit analýza na energetickou náročnost nebo certifikaci staveb, analyzovat statické a dynamické chování objektu či si vytvořit představu o tepelné pohodě v objektu. Ve zkratce je možné si vytvořit více modelů a analýz, které umožní rozhodnutí o finální podobě projektu už v raných fázích tvorby návrhu.¹⁹

Čas jsou peníze, takže s úsporou času se pojí i úspora peněz. Za prvé bude vlastní výstavba objektu trvat kratší dobu, tedy investor bude ve stádiu „peníze nemám, objekt nemám“ kratší dobu, a za druhé dojde k podstatně menšímu počtu nedorozumění a informačního šumu, které by vyžadovaly RFI (Request for Information; Požadavek na informaci), jež se někdy mohou časově velmi protáhnout. Snadněji se předchází kolizím a cenové odhady jsou díky automaticky aktualizovanému modelu spolehlivější, takže je menší pravděpodobnost nečekaného prodražení stavby.²⁰

A konečně, BIM zajišťuje větší transparentnost a snadnější přístup k informacím v následných etapách životního cyklu stavby.²¹



Obrázek č. 2: Zobrazení výhod BIM modelování²²

¹⁹ ČERNÝ, Martin aj. *BIM příručka*. Praha: Odborná rada pro BIM, 2013, s. 25, 38, 48. ISBN 978-80-260-5297-5.

²⁰ Tamtéž, s. 25, 38, 48.

²¹ Tamtéž, s. 25.

²² new.siemens.com. Jak se technologie BIM adaptuje v českých podmínkách a co je třeba pro ni ještě udělat. *TVARCHITECT.COM* [online]. Living Media s.r.o., 18.12.2018. [Cit. 20.12.2022]. Dostupné z:

Nevýhody

Jako protiváhu k výhodám zmíníme i hlavní nevýhody této metody. A jako se tomu často stává, spousta charakteristik, které byly zmíněny ve výhodách, jsou zároveň i nevýhody.

Využití metody BIM je efektivní, pokud všichni účastníci BIM znají a používají. Za předpokladu, že byt' jediný zúčastněný odmítá BIM používat, efektivita této metody se rapidně snižuje a z jistého úhlu pohledu vlastně v takovém případě BIM „jen přidává práci navíc“. Pořád se ještě jedná o poměrně novou záležitost, takže je příležitostí k implementaci poměrně málo, a ne všichni odborníci jinak zapojení ve stavebních projektech, s ním měli zkušenost. Někteří o BIMu pořád ještě vůbec neslyšeli. Pokud například správce objektu není dobře obeznámen s přínosem používání BIM modelu, je možné, že klidně již vytvořený model zůstane zastrčený „takříkajíc v šuplíku“ a jeho potenciál vyšumí do prázdna.

Další nevýhoda je spojená s faktem, že dokumentaci vytváří více odborníků, kde každý používá pro svůj obor typický, případně dokonce svůj vlastní, způsob značení a zkratek. To řeší alespoň částečně standardizace, ale normy nemohou obsáhnout vše a mimo to jsou pouze doporučením. Také může nastat překážka s dostupností modelu. K dokumentaci by měli mít přístup všechny zainteresované strany, a to je občas obtížné.²³

Také se musí počítat s jiným rozložením financí pro stavební fázi projektu. Daleko větší poměr financí, než na jaký mohou být investoři zvyklí z využívání 2D dokumentace, bude vyžadovat přípravná fáze, protože tam vzniká hlavní potenciál BIM metody. Přípravná fáze vyžaduje daleko více práce, která musí být adekvátně ohodnocena. BIM také potřebuje větší odborníky, kteří také mohou vyjít draž. Tyto výdaje budou s přehledem vynahrazeny úsporou, která díky tomu vznikne ve výstavbové a provozní fázi, ale ne každý toto chápe.²⁴

S faktem, že metoda ještě není plně zaužívaná, se může pojit nedostatek odborníků na koordinaci BIM projektu. Pro nároky práce s BIMem má spousta zaměstnanců stavebních firem i dalších účastníků projektu nedostatečné vzdělání. Je pochopitelné, že renomované firmy nemají zájem měnit své dobře fungující návyky, pokud k tomu nedostanou dostatečně výrazný impulz. Navíc, už samotná implementace BIMu do podniku je celkem finančně náročná. Softwary něco stojí, čas, kdy se s nimi zaměstnanci učí, něco stojí, školitelé něco stojí...

<https://www.tvarchitect.com/clanek/jak-se-technologie-bim-adaptuje-v-ceskych-podminkach-a-co-je-treba-pro-ni-jeste-udelat/>

²³ ČERNÝ, Martin aj. *BIM příručka*. Praha: Odborná rada pro BIM, 2013, s. 25. ISBN 978-80-260-5297-5.

²⁴ Tamtéž, s. 25.

V mnoha případech jsou počáteční investiční náklady pro malé firmy nepřekonatelnou překážkou, protože ani nemají garanci, že budou mít zákazníci o BIM projekty zájem.²⁵

Také může BIM způsobit problémy v případě, že se investor snaží na návrhu ušetřit. Pokud vznikne nekvalitní BIM model, bývá velmi těžké ho opravit, protože je v něm všechno propojené a nelze jednoduše vybrat a opravit tu špatně provedenou část. Dalším problémem může být otázka autorských a vlastnických práv modelu, protože se na něm podílí více odborníků. Také ještě neexistuje dostatečně rozsáhlá BIM knihovna, kterou by šlo použít napříč všemi potřebnými profesemi.²⁶

Risks of BIM



Obrázek č. 3: Zobrazení nevýhod BIM modelování²⁷

²⁵ Tamtéž, s. 25–26.

²⁶ Tamtéž, s. 26.

²⁷ CASTLE, Kathy. Risks of BIM. *ProjectCubicle* [online]. ProjectCubicle, Copyright 2007 – 2021. [Cit. 20.12.2022]. Dostupné z: <https://www.projectcubicle.com/bim-technology-risks-of-building-information-modeling-bim/>

Velká část těchto nevýhod a překážek je způsobeno nedostatečným využíváním BIM modelování či nedostačujícím vzděláním účastníků stavebního procesu.

2.1.4 Standardizace

BIM je závislý na rychlé a správné výměně informací. Při každém přenosu informací se jejich část ztrácí a oproti tomu se objevují informační šumy. Hodně se řeší, co by mělo být obsahem modelu stavby, ale přenos informací je zde neméně důležitý. Je žádoucí, aby používané standardy byly také technickými normami, jelikož pouze tato okolnost zajistí, aby bylo vyhověno danému účelu, i přes fakt, že dodržovat technické normy není povinné.²⁸

Pro správné a efektivní využívání metodiky BIM je nutná standardizace formátu i obsahu. Je důležité, aby byl BIM model v otevřeném formátu, který dokáže zpracovat velké množství aplikací, jinak potenciál BIMu, tedy využití modelu všemi účastníky projektu, nebude naplněn. Kromě formátu je ale také důležitá standardizace obsahu. Jinak může docházet k nedostatečným modelům, nebo naopak k souborům, které v sobě budou obsahovat spoustu nevyužitelných dat a běžný uživatel se v nich začne ztrácet, což zase povede k neefektivnosti celé metodiky BIM. Navíc v tomto případě hrozí i zahlcení používaných přístrojů.

BIM projekt a všechny informace s ním související se ukládají do společného datového prostředí (CDE, Common Data Environment). Oproti DMS (Document Management System), který se používá pro správu 2D dokumentů v digitalizované či papírové podobě (EDMS pro použití v elektronické podobě; Electronic Document Management System), dokáže CDE uchovávat a zpracovávat BIM modely.²⁹ CDE je také popsáno a definováno *Koncepcí zavádění metody BIM v ČR*. Mimo jiné se CDE stane povinnou součástí použití BIMu pro nadlimitní veřejné zakázky, jakmile vejde v platnost povinnost využití BIMu u těchto zakázek (pravděpodobně v průběhu roku 2023 či 2024³⁰).³¹

²⁸ TOMANOVÁ, Štěpánka. BIM potřebuje standardizaci. *TZB-info* [online]. Praha: Topinfo, © 2001-2022. 9.12.2019. [Cit. 28.11.2022]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/bim-informacni-model-budovy/19975-bim-potrebuje-standardizaci>

²⁹ ČAS-PS00-V14a-E3-R01_011 *Společné datové prostředí (CDE) – přehled atributů pro výběr* [online]. Praha: Agentura ČAS, © 2020, březen 2020, s. 2. [Cit. 29.11.2022]. Dostupné z: [https://www.koncepcbim.cz/uploads/inq/files/Společné datové prostředí \(CDE\) - přehled atributů pro výběr_Agentura_ČAS.pdf](https://www.koncepcbim.cz/uploads/inq/files/Společné_datové_prostředí_(CDE)_-přehled_atributů_pro_výběr_Agentura_ČAS.pdf)

³⁰ SOMMER, Lukáš, BOŘUTA, Jan, HOLUBCOVÁ, Nikola. BIM včera, dnes a zítra, aneb co to je BIM a jak ovlivní zadávací řízení. *epravo.cz* [online]. Praha: ROWAN LEGAL, advokátní kancelář s.r.o., 1.11.2022. [Cit. 12.12.2022]. Dostupné z: <https://www.epravo.cz/top/clanky/bim-vcera-dnes-a-zitra-aneb-co-to-je-bim-a-jak-ovlivni-zadavaci-rizeni-115464.html>

³¹ ČAS-PS00-V14a-E3-R01_011 *Společné datové prostředí (CDE) – přehled atributů pro výběr* [online]. Praha: Agentura ČAS, © 2020, březen 2020, s. 2. [Cit. 29.11.2022]. Dostupné z:

Standardizace formátu

Společný formát pro výměnu dat v prostředí BIM se už nějakou dobu řeší a mezinárodně se ustálilo využívání formátu IFC (Industry Foundation Classes). Jedná se o neutrální otevřený souborový formát, který vyvíjí a udržuje nezisková organizace buildingSmart (dříve International Alliance for Interoperability). První IFC formát byl vydán v roce 2006 a aktuální je verze formátu IFC4, který je také uveden v normě ISO 16739-1³². Již se ale pracuje na vývoji IFC5.³³ Formát IFC umožňuje uložení jak grafických, tak negrafických informací. Je to neutrální otevřený formát, což znamená, že kdokoli může tento formát využívat a vyvíjet aplikace, které s ním pracují. Dnes existuje mnoho desítek aplikací, které nějakým způsobem s formátem IFC pracují. Formát IFC vlastně funguje na principu textového popisu modelu, který můžou aplikace snadno zpracovat. Nevýhodou tohoto principu je velké množství dat, takže doplnkově vznikly formáty ifcZIP a ifcXMLZIP, které data komprimují. Ty jsou vhodné hlavně pro posílání souborů nebo jejich archivaci.³⁴

Standardizace obsahu

Na mezinárodní úrovni žádná jednotná ustálená standardizace obsahu neexistuje. Řeší se proto spíše na národní úrovni. Projekty se dělí podle LOIN (Level of Information Need), což je „úroveň podrobnosti informací, kterou definuje objednavatel“³⁵ a je specifikovaná ISO normou³⁶. Z ní se odvodí LOG (Level of Geometry) a LOI (Level of Information), kterých musí realizátor projektu dosáhnout.

LOG je „Úroveň podrobnosti geometrie – smluvená podrobnost geometrických údajů jednotlivých částí modelu a použitých stavebních prvků.“³⁷ Tento termín nahradil původně používaný LoD (Level of Detail, Úroveň podrobnosti).³⁸

[https://www.koncepcbim.cz/uploads/inq/files/Společné datové prostředí \(CDE\) - přehled atributů pro výběr_Agentura_ČAS.pdf](https://www.koncepcbim.cz/uploads/inq/files/Společné datové prostředí (CDE) - přehled atributů pro výběr_Agentura_ČAS.pdf)

³² ČSN EN ISO 16739-1. *Datový formát Industry Foundation Classes (IFC) pro sdílení dat ve stavebnictví a ve facility managementu - Část 1: Datové schéma*. Praha: Český normalizační institut, 2020. Třídící znak 730100.

³³ BERLO, Léon van, KRIJNEN, Thomas, TAUSCHER, Helga, KRANENBURG, Arie van, PAASIALA, Pasi. *Future of the Industry Foundation Classes: towards IFC 5. buildingSMART International* [online]. © 2021. [Cit. 3.3.2022]. Dostupné z: https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2021/06/IFC_5.pdf

³⁴ STATEČNÝ, Václav. *IFC – výměna informací v projektu. BIMfo* [online]. Praha: Arkance Systems CZ, © 2022. 19.5.2016. [Cit. 4.5.2022]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Aktuality/IFC-%E2%80%93-vymena-informaci-v-projektu.aspx>

³⁵ LOIN. *BIMfo* [online]. Praha: Arkance Systems CZ, © 2022. [Cit. 4.5.2022]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Nastaveni/Slovník-BIM-pojmu/LOIN.aspx>

³⁶ ČSN EN 17412-1. *Informační modelování staveb - Úroveň informačních potřeb - Část 1: Pojmy a principy*. Praha: Český normalizační institut, 2021. Třídící znak 730141.

³⁷ LOG. *BIMfo* [online]. Praha: Arkance Systems CZ, © 2022. [Cit. 4.5.2022]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Nastaveni/Slovník-BIM-pojmu/LOG.aspx>

³⁸ Tamtéž.

LOI je „Úroveň podrobnosti informací – smluvená podrobnost negeometrických, negrafických údajů (technických, cenových, časových apod.) jednotlivých částí modelu a použitých stavebních prvků.“³⁹ Pro tento typ informací v České republice vzniká standard SNIM (Standard negrafických informací 3D modelu). Jde o normu, kterou vytváří organizace CzBIM (Odborná rada pro BIM, nezávislá platforma „pro popularizaci, propagaci, standardizaci a rozvoj BIM v ČR“⁴⁰), která má sloužit pro standardizaci struktury ukládání negrafických dat u BIM modelů.⁴¹ Tuto standardizaci řeší také LOD (Level of Development, případně Level of Definition; Etapa dokumentace), což je „fáze vývoje dokumentace stavby, jedna z BIM metrik sloužící k identifikaci, jaké informace mají být zahrnuty do modelu během procesu projektování a stavby, tedy formulace požadavků na grafickou a informační podrobnost BIM modelu.“⁴²

Ve fázi pilotních projektů je také mezinárodní, v Dánsku vytvořený, klasifikační systém CCI (Construction Classification International), který by měl zajišťovat „jednotné pojmenování všech prvků stavby, které je tak srozumitelné napříč obory i různými používanými programy“^{43, 44}

Požadavky u konkrétního projektu jsou zaznamenány do BEP (BIM Execution Plan), což je Plán realizace BIM. Tam své požadavky investor specifikuje. Jedná se o závazný dokument, který definuje pro konkrétní projekt jeho základní parametry, role a zodpovědnosti účastníků, základní podmínky pro předávání modelů pro BIM, používané nástroje a také základní termíny.⁴⁵

Existuje také BIM Protokol, což je „soupis pravidel pro tvorbu, předání a užívání informačního modelu. Protokol slouží zejména ke jmenování členů projektových týmů a vymezení datových

³⁹ LOI. *BIMfo* [online]. Praha: Arkance Systems CZ, © 2022. [Cit. 4.5.2022]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Nastaveni/Slovník-BIM-pojmu/LOI.aspx>

⁴⁰ czBIM. *BIMfo* [online]. Praha: Arkance Systems CZ, © 2022. [Cit. 4.5.2022]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Nastaveni/Slovník-BIM-pojmu/czBIM.aspx>

⁴¹ SNIM. *BIMfo* [online]. Praha: Arkance Systems CZ, © 2022. [Cit. 4.5.2022]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Nastaveni/Slovník-BIM-pojmu/SNIM.aspx>

⁴² LOD. *BIMfo* [online]. Praha: Arkance Systems CZ, © 2022. [Cit. 4.5.2022]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Nastaveni/Slovník-BIM-pojmu/LOD.aspx>

⁴³ CCI. *BIMfo* [online]. Praha: Arkance Systems CZ, © 2022. [Cit. 4.5.2022]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Nastaveni/Slovník-BIM-pojmu/CCI.aspx>

⁴⁴ Dokumenty: Klasifikační systém. *Koncepce BIM* [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, © 2018-2022. [Cit. 12.12.2022]. Dostupné z: <https://www.koncepcbim.cz/dokumenty?z=312>

⁴⁵ 7 základních BIM zkratk, na které narazíte v každém projektu. *BIM POINT* [online]. Praha: BIM POINT, © 2009-2022. [Cit. 15.12.2022]. Dostupné z: <https://www.bim-point.com/blog/bim-zkratky>

požadavků souvisejících s informačním modelem.⁴⁶ Jedná se o přílohu Zvláštních smluvních podmínek Českého standardu smlouvy pro výstavbu.⁴⁷

2.1.5 Typy implementace BIMu

BIM model se dá tvořit třemi základními způsoby. Jde o tvorbu standardní, paralelní a reverzní.⁴⁸

Standardní tvorba může využít všech benefitů, které metodika nabízí. BIM se při ní využívá od úplného prvopočátku návrhu projektu, a díky správnému a včasnému zapojení všech účastníků, se předejde mnoha chybám, kolizím a nesrovnalostem. BIM model se tvoří jako první a až po jeho dokončení dochází ke konstrukci projektu.

Paralelní BIM znamená, že BIM model se vytváří zároveň s výstavbou objektu. Ztrácí se tím možnost BIM metodou ovlivnit samotnou výstavbu a výhody BIMu se dají spatřit až v provozní fázi, která je ovšem u staveb nejdelší, takže je vhodné při ní BIM využít.

Reverzní BIM je momentálně nejčastější formou BIMu. Jedná se o vytvoření BIM modelu dodatečně, což se dnes využívá, protože velká většina staveb byla postavena bez této možnosti. V tomto případě má BIM velké uplatnění zvláště u rekonstrukcí a následném provozu starších budov.

2.1.6 Historie BIMu

Počátky informačního modelování staveb se datuje do roku 1975, kdy Charles Eastman publikoval první popis pracovního prototypu. Vývoj pokračoval v USA a do Evropy se dostal v průběhu 70. a 80. let. Premianty byla Velká Británie a Finsko, kteří už v té době zkoušeli komerční využití BIMu. Souběžně se rozvíjel CAD (Computer-Aided Design), který také pochází z 80. let. Velmi důležitým milníkem byla standardizace IFC formátu, ke které došlo v roce 1995. BIM se za poslední desetiletí rozvíjel daleko rychleji než dřív a je velmi pravděpodobné, že toto tempo se bude i nadále zrychlovat – s pomocí vládních nařízení jako je povinné používání BIMu u veřejných zakázek a podobně.⁴⁹

2.1.7 BIM softwary v ČR

Dnes již existuje spousta aplikací, platforem a programů, které se nějakým způsobem dotýkají metody BIM. Jejich vyčerpávající výčet lze nalézt například na stránkách spravovaných

⁴⁶ Tamtéž.

⁴⁷ Tamtéž.

⁴⁸ PRŮŠA, David. *Rozpočtování staveb jako součást informačního modelování budov (BIM)*. Brno: 2022, Diplomová práce. Vysoké učení technické, s. 27.

⁴⁹ MICHL, Vladimír. Historie BIM. *BIMfo* [online]. Praha: Arkance Systems CZ, 23.1.2019. [Cit. 4.11.2022]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Aktuality/Historie-BIM.aspx>

společností buildingSMART International.⁵⁰ Softwary jsou typicky určené pro konkrétní profesi, kde pro navrhování jsou vhodné jiné než pro statiku nebo TZB. Stejně tak investoři mají k dispozici výběr programů, které jsou odlišné od těch určených pro správce budov nebo architekty. Zde se uvede jen jedno typologické rozdělení pro vytvoření alespoň zběžné představy. Pokud se vezme 5 v ČR nejrozšířenějších programů pro navrhování staveb, tak se jedná o:

- Autodesk Revit,
- Graphisoft ArchiCAD,
- Tekla,
- Allplan,
- Vectorworks Architect.⁵¹

Pro správu projektů jsou v ČR nejrozšířenější tyto:

- Autodesk BIM 360,
- Procore,
- PlanGrid,
- Fieldwire,
- Touchplan.⁵²

A pro prohlížení často slouží tyto:

- Autodesk viewer,
- BIM Vision.⁵³

V České republice jsou pro tvorbu BIM modelu nejčastěji využívány softwary Revit a ArchiCAD, které se oba využily i pro praktickou část této práce.

Revit

Revit je program, který je celosvětově asi nejznámější a nejpoužívanější. Spravuje ho firma Autodesk, která má mnoho zkušeností s provozem softwaru na vytváření 2D výkresů, spadá pod ni AutoCAD. Revit byla původně samostatná firma, takže pracuje na úplně jiných

⁵⁰ Viz Software Implementations. *buildingSMART International* [online]. © 2022. Poslední změna: 9.12.2022. [Cit. 18.12.2022]. Dostupné z: <https://technical.buildingsmart.org/resources/software-implementations>

⁵¹ ŠPALEK, Michal. Software pro BIM. *TZB-info* [online]. Praha: Topinfo, © 2001-2022. 9.2.2020. [Cit. 25.11.2022]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/bim-informacni-model-budovy/20193-software-pro-bim>

⁵² Tamtéž.

⁵³ Tamtéž.

principech než ostatní aplikace Autodesku. Běžným formátem softwaru Revit je RVT, nicméně program podporuje řadu dalších včetně formátového standardu IFC. Aplikace nabízí využití rozsáhlých knihoven a velkého množství integrovaných funkcí. Existuje také hodně doplňků, ať už od Autodesku, nebo od třetích stran, které se softwarem spolupracují.⁵⁴

ArchiCAD

ArchiCAD je přímým a nejsilnějším konkurentem Revitu. Jedná se o vůbec nejstarší BIM software, který řeší architektonický návrh. Vznikl už na začátku 80. let. Spravuje ho firma Graphisoft, kterou v roce 2007 odkoupila společnost Nemetschek. Software spolupracuje s mnoha formáty včetně RVT a IFC. Má mnoho integrovaných funkcí a dokáže s mnoha dalšími aplikacemi spolupracovat.⁵⁵

2.2 FM – základní informace

Anglické slovo „facility“ se dá přeložit jako „zařízení“, „vybavení“ nebo „příslušenství“. Slovo „management“ se dnes používá i v češtině, nicméně existuje pro něj i český ekvivalent – „správa“ nebo „řízení“. Jedná se tedy o správu příslušenství podniku, což se dá jinými slovy vyjádřit jako řízení podpůrných služeb.

Základní definice Facility Managementu (FM) se dá vyjádřit jako „multioborová disciplína, která má za cíl integrované řízení všech služeb, které podporují hlavní činnost společnosti“⁵⁶.

Zásadní je zde „integrované řízení“. Jde totiž o management, řízení mnoha služeb, ne jejich vykonávání. FM řeší podpůrné služby, které nějakým způsobem napomáhají k fungování core businessu, tedy hlavního předmětu podnikání. Rozhraní mezi podpůrnými činnostmi a hlavními činnostmi si firma stanoví sama. Tato hranice je v čase proměnná a závisí na ní konkurenceschopnost firmy. Ve své podstatě je smyslem FM pomoci ekonomicky zefektivnit provoz a umožnit hlavní činnost provádět nerušenou činnostmi, které jsou potřebné pro provoz podniku, ale neslouží přímo k zajištění zisku.⁵⁷

Tyto podpůrné činnosti mohou být buď zajištěné vlastními zdroji podniku, kdy se jedná o „insourcing“, nebo se tyto činnosti delegují a staré se o ně pověřená firma, v takovém případě

⁵⁴ PRŮŠA, David. *Rozpočtování staveb jako součást informačního modelování budov (BIM)*. Brno: 2022, Diplomová práce. Vysoké učení technické, s. 31.

⁵⁵ Tamtéž, s. 31–32.

⁵⁶ Facility management. *TZB-info* [online]. Praha: Topinfo, © 2001-2022. [Cit. 28.11.2022]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/facility-management>

⁵⁷ KUDA, František, BERÁNKOVÁ, Eva, SOUKUP, Petr. *Facility management v kostce pro profesionály i laiky*. Olomouc: Form Solution, 2012, s. 10. ISBN 978-80-905257-0-2.

jde o „outsourcing“.⁵⁸ Outsourcing se dá považovat za profesionálnější variantu, kde se podpůrným činnostem věnuje specializovaná firma, daný podnik ji jen kontroluje a věnuje se svému vlastnímu core businessu. Využíváním outsourcingu se snižují režijní náklady i organizační starosti. Díky výběrovému řízení a specializovanosti pověřené firmy mohou být náklady na službu podstatně nižší, než by byly, kdyby se o tu službu staral interní zaměstnanec. Na druhou stranu ale může mít využití interního zaměstnance výhodu lepší komunikace. Často outsourcovanými službami je například stravování, ostraha, úklid nebo správa zeleně.



Obrázek č. 4: Zobrazení služeb v oblasti facility managementu⁵⁹

Facility Management je obsahem anglické normy ČSN EN 15221⁶⁰. Je vhodné, aby každá firma měla zpracované interní směrnice s vymezením práv a povinností zaměstnanců, specifikací vstupních i výstupních dokumentů a s popisem průběhu provedení služeb.⁶¹

2.2.1 Cíle a přínosy FM

Facility Management má více cílů. Snaží se odlehčit podniku od starostí s řešením podpůrných činností, pomoci mu se soustředit na core business a zároveň se snažit propojit 5 oblastí

⁵⁸ Tamtéž, s. 10.

⁵⁹ CHRISTIANSEN, Bryan. Complete Guide to Facilities Management. *LimbleCMMS* [online]. Limble CMMS, 12.10.2020. [Cit. 20.12.2022]. Dostupné z: <https://limblecmms.com/blog/facilities-management/>

⁶⁰ ČSN EN ISO 41011 (762102). *Facility management - Slovník*. Praha: Český normalizační institut, 2018. Třídící znak 762102.

⁶¹ ZUBROVÁ, Tereza. *Možnosti zavedení Facility managementu do prostředí organizací řízených územně samosprávním celkem*. Praha: 2019, Diplomová práce. České vysoké učení technické, s. 19.

(„5P“ = pracovníci, procesy, prostředí, planeta, prosperita). Dosažení těchto cílů by mělo vyústit v ekonomicky efektivní a účelný provoz.“⁶²

Hlavními přínosy FM je úspora provozních nákladů (v dlouhodobém horizontu až 30% úspora), zvýšení produktivity zaměstnanců (požadavkový systém, standardy či help desk umožní zaměstnancům se více soustředit na svou hlavní práci) a uvolnění prostorových kapacit (optimalizace využití dříve nerentabilně užívaných pracovišť).⁶³

2.2.2 Oblasti FM

Facility Management se zabývá podpůrnými službami, tedy takovými, které nejsou součástí výrobního procesu firmy. Existují dvě hlavní skupiny těchto činností: Prostor a infrastruktura a Lidé a organizace. Oblast Prostor a infrastruktura se dá jiným výrazem také nazvat „Tvrdé služby“, jde totiž o služby, které souvisejí s pracovním prostorem. Cílem služeb v této kategorii je optimalizace fungování objektu, využívaných technologií, prodloužení životnosti prvků, minimalizace nákladů a zajištění příjemného pracovního klíma, kde se může jednat například o teplotu nebo o čistotu. Celá tato kategorie se týká technicky orientovaných procesů.⁶⁴

U tvrdých služeb je specifické, že pokud nejsou správně provedeny, vede to k vyšším nákladům. Může sem patřit například správa a využití prostor, správa energií, úklid, odpadové hospodářství nebo technická správa budov.⁶⁵

Oblast Lidé a organizace, jiným názvem také „měkké služby“, se zaměřuje na zaměstnance a uživatele prostor. Špatně provedená měkká služba vede k negativnímu dopadu na výkonnost. Jedná se například o bezpečnost, recepční služby, vnitropodniková logistika, stravování, nebo interní pošta.⁶⁶

Principem FM je synergie „3P“ – pracovníků, procesů a pracoviště. Pokud jsou tyto tři oblasti správně nastavené, dochází k provozní efektivitě podniku. Posléze toto bylo rozšířeno ještě o planetu a prosperitu.⁶⁷

⁶² BERÁNKOVÁ WERNEROVÁ, Eva, KUDA, František. Facility management a technicko-ekonomická správa majetku (PS 10.5). ČKAIT [online]. Praha: Profesis, Vydání 2015, aktualizace 2020. [Cit. 12.10.2022]. Dostupné z: <https://profesis.ckait.cz/dokumenty-ckait/ps-10-5/#1-1>

⁶³ ŠTRUP, Ondřej. Co je Facility management? *Odborné příspěvky FM Institute, s.r.o.* [online]. [Cit. 11.10.2022]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/3282138-Co-je-facility-management-ing-ondrej-strup-ifma-fellow.html>

⁶⁴ KUDA, František, BERÁNKOVÁ, Eva, SOUKUP, Petr. *Facility management v kostce pro profesionály i laiky*. Olomouc: Form Solution, 2012, s. 12–13. ISBN 978-80-905257-0-2.

⁶⁵ Tamtéž, s. 12–13.

⁶⁶ Tamtéž, s. 13.

⁶⁷ Tamtéž, s. 11.

2.2.3 Historie FM

Pojem Facility Management se poprvé objevil už před rokem 1980 v USA, když se řešila správa budov nebo majetku. Profese, které se zabývaly něčím podobným, jako je dnešní FM, existovaly už dávno předtím, ale nebyly považovány za tak důležité, jako to vidíme my dnes. V roce 1980 vznikla organizace National Facility Management Association, ze které o rok později vznikla dnes známá IFMA (International Facility Management Association).⁶⁸

Do Evropy se FM dostal až počátkem 90. let přes Skandinávii, Velkou Británii, Francii a Benelux. Do České republiky se FM dostal později, ale jsme prvním postkomunistickým státem, který se do sítě IFMA manažerů zapojil (v roce 2000).⁶⁹

2.2.4 CAFM systémy v ČR

Následný seznam CAFM (Computer-Aided Facility Management) softwarů je přehled některých softwarů dostupných v České republice. Jsou zde uvedeny aplikace, které jsou dostupné na českém trhu, firmy, které je vyvinuly, a některé přednosti, kterých si samotné firmy na svých produktech cení podle prezentace rozhovorů z časopisu Facility Management Journal.⁷⁰

AFM od firmy Alstanet, s.r.o.

- aplikace připravena na zpracování BIM projektů
- flexibilní nastavování, sledování, řízení a reporting – využití potenciálu širokého rozsahu informací v CDE

Dalux FM od firmy Dalux

- BIM plně funkční FM systém
- nejvíce uživatelsky příjemný nástroj (nejčastěji využívaný systém ve Skandinávii – kvalitní know-how)

pit-FM od firmy pit Software, s.r.o.

- výměna dat mezi CAFM systémem a CAD je obousměrná a konfigurovatelná podle potřeb uživatele

⁶⁸ BERÁNKOVÁ WERNEROVÁ, Eva, KUDA, František. Facility management a technicko-ekonomická správa majetku (PS 10.5). *ČKAIT* [online]. Praha: Profesis, Vydání 2015, aktualizace 2020. [Cit. 12.10.2022]. Dostupné z: <https://profesis.ckait.cz/dokumenty-ckait/ps-10-5/#1-1>

⁶⁹ Tamtéž.

⁷⁰ CAFM systémy: přehled trhu 2022. *Facility Management Journal*. 2022, roč. 2022, č. 2, s. 6–19. ISSN 2788-0842.

- úzce propojen s CAD systémy pro projektování staveb a technických zařízení budov (TZB)
- modulární a flexibilní systém; možnosti přizpůsobení se samotným uživatelům

Xeelo Building.online od firmy Intelligent Studios s.r.o.

- vytvořené procesy včetně workflow kancelářských budov a průmyslových parků
- praktické využití BIM modelu pro zrychlení FM procesů

Archibus od firmy IKA Data, spol. s r.o.

- majetkově propojen se společností AUTODESK – vysoká provázanost modelu a CDE s CAFM Archibus
- pokrývá všechny oblasti FM

INSIO EFM od firmy INSIO software s.r.o.

- uživatelská přívětivost a zároveň robustnost systému
- propojení jednoduchého řešení závad a zpracování dat pro management

Informační systém Revisio od firmy SkyCom online s.r.o.

- plně připraven na implementaci BIM modelů a následnou práci s nimi
- obsahuje integrované číselníky, platnou a pravidelně aktualizovanou legislativu
- 11 samostatných specializovaných modulů (př. Technologický a Stavební pasport, Energetický management, Dokument a Contract Management, PO&BOZP, HelpDesk, Facility Management...)
- mobilní aplikace a iPortal pro komunikaci s nájemci

twiGIS od firmy Arkance Systems CZ s.r.o.

- jeden dodavatel zastřešuje celý BIM životní cyklus: od záměrů a návrhů přes projektování, realizaci stavby až po správu
- primárním pohledem uživatele je grafické zobrazení (mapa či plán podlaží)
- napojení na libovolný BIM model

Urbido od firmy Smart urbido s.r.o.

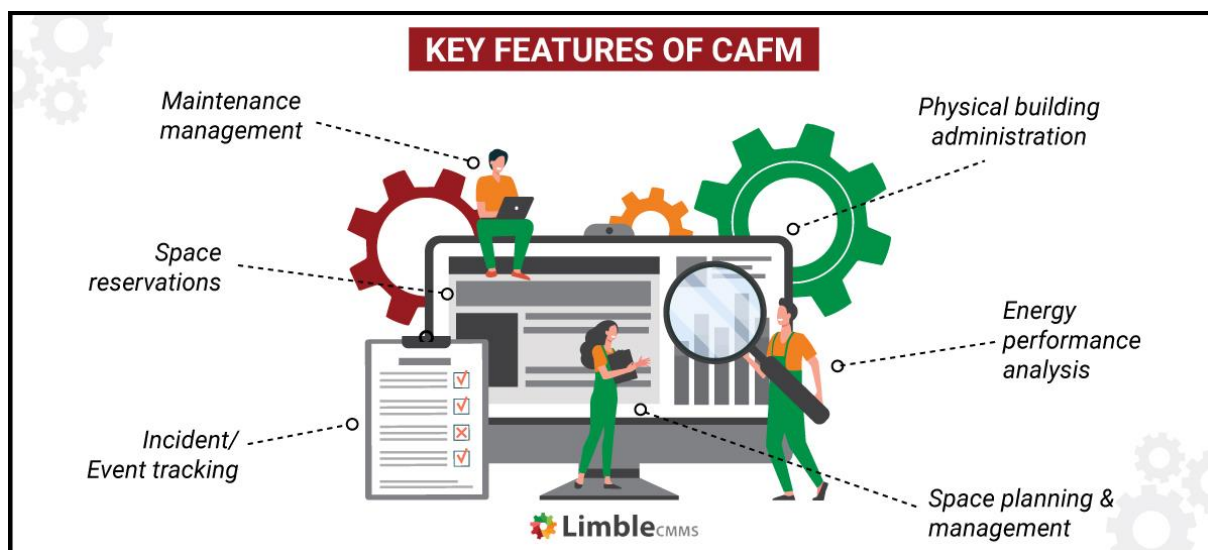
- komplexně připraven na BIM a integraci DIMS
- intuitivní, přehledný, moderní a pro uživatele jednoduchý systém
- princip všech uživatelů

SW KLID od firmy EASY FM s.r.o.

- univerzálnost (pro vlastníky majetku, poskytovatele služeb, externí facility dodavatele i pro revizní a servisní organizace)
- využitelný jako CAFM systém i jako CMMS (sytém pro údržbu výrobních technologií)
- možné propojení systému do partnerských systémů, jako online monitoring spotřeby energií, modulu energetického managementu, IoT monitoringu technologií, řízení bezpečnosti externích osob, měření teplot a termokamer, katalogu dodavatelů, meteostanic či BIM

Chastia FM od firmy CHASTIA s.r.o.

- plně podporuje práci a integraci BIM modelů
- aktuálnost a vysoká míra customizace
- součástí nabídky je IoT platforma eIoT.eu
- komplexní služby v oblasti smart monitoringu



Obrázek č. 5: Obecné zobrazení hlavních úkolů CAFM systému⁷¹

2.3 BIM a FM

Jedním z hlavních důvodů, proč se o metodě BIM začalo více mluvit a proč začala být populární, je úspora nákladů v provozní fázi objektu. Tato fáze má na celkové náklady celého životního cyklu stavby největší vliv. Zahraniční zkušenosti ukázaly, že s využitím metody BIM se dá pokles nákladů předpokládat. Informační model stavby svoji vyšší cenu několikanásobně

⁷¹ CHRISTIANSEN, Bryan. What is CAFM? Computer-Aided Facility Management Software Explained. *LimbleCMMS* [online]. Limble CMMS, 3.12.2021. [Cit. 20.12.2022]. Dostupné z: <https://limblecmms.com/blog/what-is-cafm-software/>

vyváží možností efektivnější správy stavby během nejdelší fáze jejího životního cyklu. Má také vliv na možnosti vytvoření zdravějšího prostředí pro uživatele stavby a lepšího přístupu k potřebným informacím o stavbě.⁷²

Změny, které se provádějí na začátku celého projektu, ve fázi prvotního návrhu, jsou podstatně méně nákladné, než když je nutné je provést později. V provozní fázi lze jen řešit už vzniklé problémy a případné změny jsou velmi nákladné.

Hlavní výhody propojení BIM modelu a CAFM systému jsou:⁷³

- Přehlednější správa prostoru stavby – kdykoli je možné se podívat na BIM model, který obsahuje přesnější informace a přístup k nim je velmi rychlý a možný prakticky odkudkoli.
- Efektivnější údržba – BIM model obsahuje aktuální verzi projektu a má v sobě informace o jednotlivých prvcích objektu nebo i třeba souvisejícího majetku, společně se všemi přiřazenými informacemi, jako je životnost prvků či jejich opravy.
- Efektivní využití energií – BIM model umožňuje vytvořit různé simulace, díky kterým se můžou srovnat různé varianty řešení objektu. Díky těmto informacím lze pak snáze optimalizovat provoz i přijít s návrhy vylepšení.
- Efektivnější provádění udržovacích prací (renovace) a změn dokončených staveb (rekonstrukce) – opět díky aktualizované verzi BIM modelu jsou k dispozici přesnější informace o stavu objektu.
- Lepší řízení životního cyklu stavby – počáteční vyšší náklady na tvorbu BIM modelu se s přehledem pokryjí úsporou, kterou BIM model umožní vytvořit v rámci provozních nákladů stavby.
- Efektivnější přenos dat mezi BIM modelem a CAFM systémem.

2.4 Vysvětlení některých zkratk a pojmů

- AIM (Asset Information Model) je provozní informační model, který slouží pro potřeby Facility Managementu.⁷⁴

⁷² BIM a Facility Management (FM). *Koncepce BIM* [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, © 2018-2022. [Cit. 12.12.2022]. Dostupné z: <https://www.koncepcebim.cz/296-5-6-bim-a-facility-management-fm>

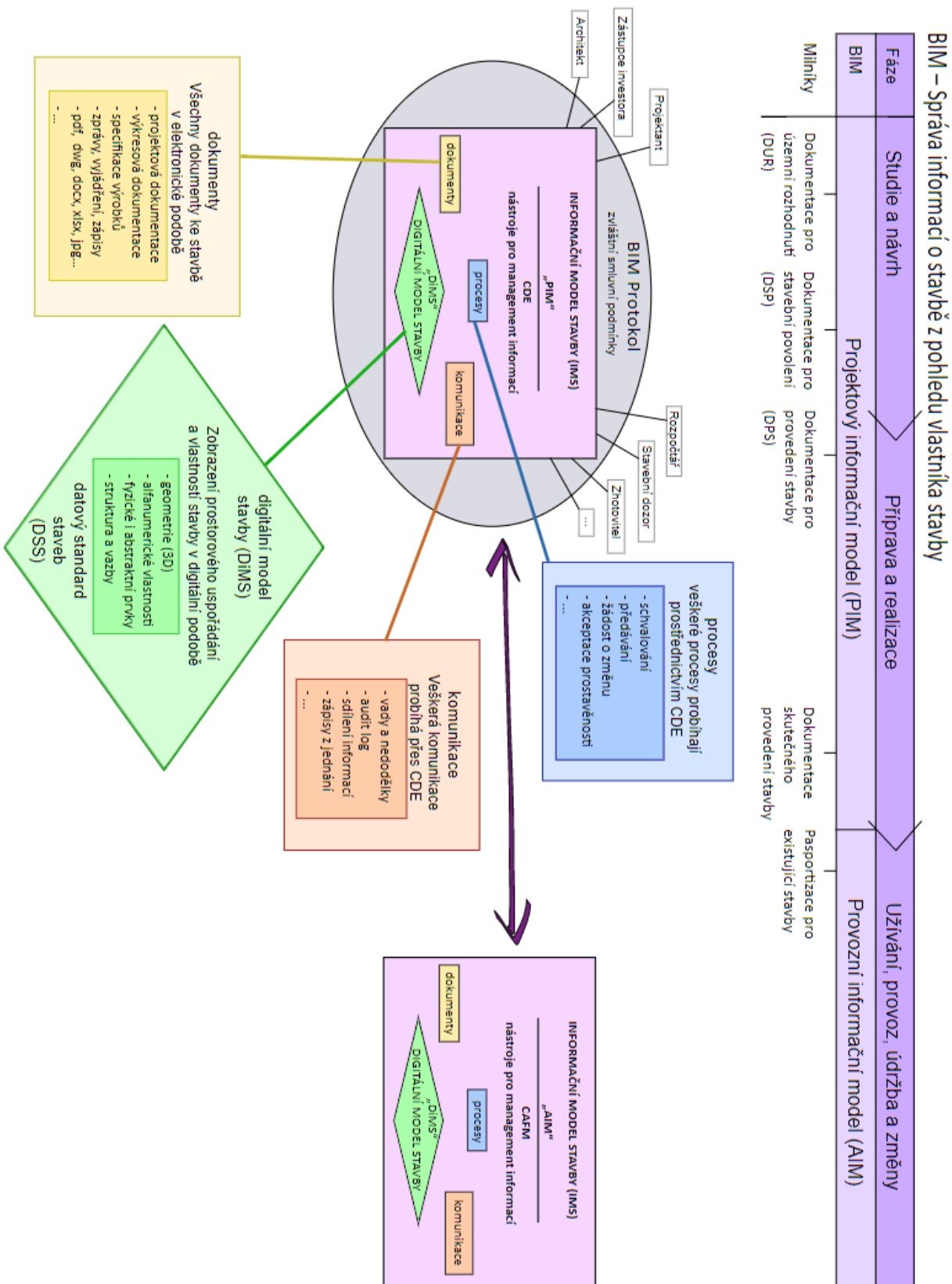
⁷³ Tamtéž.

⁷⁴ ČAS-P02-V14c-E3-R01_031 *Společné datové prostředí (CDE) – zavedení a využívání v organizaci veřejného zadavatele*. Praha: Agentura ČAS, © 2020, listopad 2020, s. 5. [Cit. 29.11.2022]. Dostupné z: https://www.koncepcebim.cz/uploads/inq/files/Spole%C4%8Dn%C3%A9%20datov%C3%A9%20prost%C5%99ed%C3%AD%20%28CDE%29%20zaveden%C3%AD%20a%20vyu%C5%BE%C3%ADv%C3%A1n%C3%ADv%20organizaci%20VZ_Agentura%20%C4%8C%C3%A1S.pdf

- FIM (Facility Information Modeling) je informační modelování již stojících objektů. V češtině se termín moc nevyužívá, ale občas se s ním lze setkat v zahraničí.⁷⁵
- PIM (Project Information Model) je Informační model projektu, což označuje „sumu všech BIM modelů. Informační model projektu je soubor modelů BIM všech projektových týmů. Musí být uložen na CDE a poskytovat dlouhodobý archiv pro případné budoucí audity.“⁷⁶

⁷⁵ PARSA, Pouriya. Towards Facility Information Modelling (FIM). *Penumbra: Private Press on Built Environment* [online]. Stockholm: Penumbra, 1.9.2018. [Cit. 1.12.2022]. Dostupné z: <https://www.ornsoftware.com/blog/towards-facility-information-modelling-fim>

⁷⁶ PIM. *BIMfo* [online]. Praha: Arkance Systems CZ, © 2022. [Cit. 4.5.2022]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Nastaveni/Slovník-BIM-pojmu/PIM.aspx>



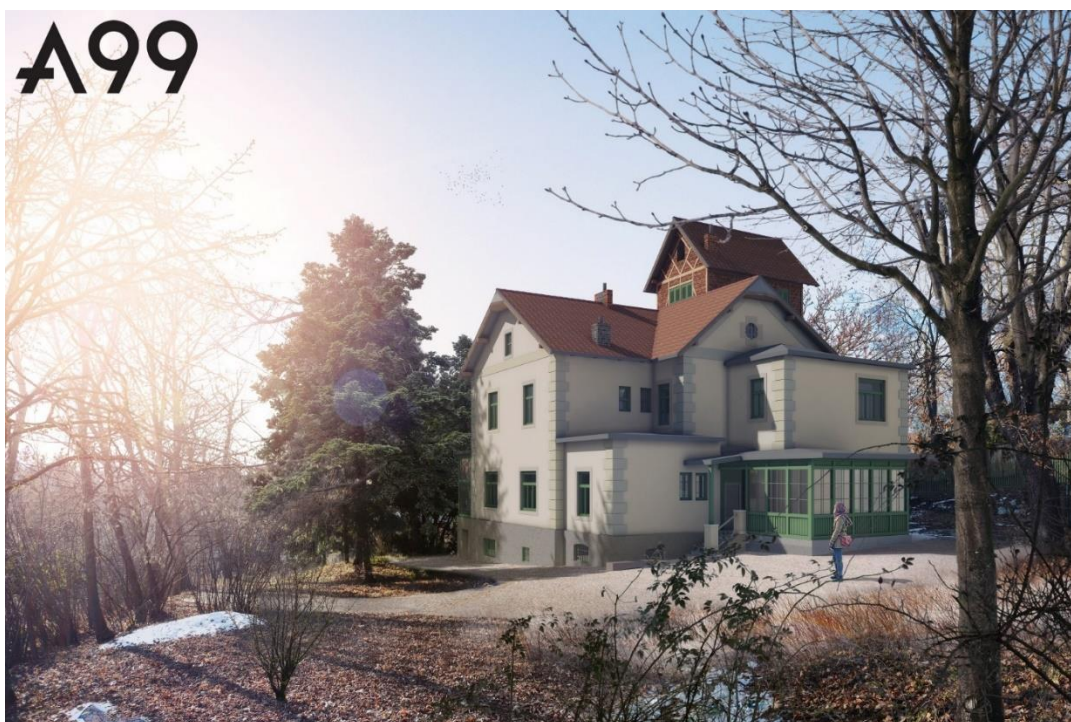
Obrázek č. 6: Proces toku informací v rámci spolupráce BIMu a FM⁷⁷

⁷⁷ Správa informací o stavbě. Koncepce BIM [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 22.7.2021. [Cit. 5.4.2022]. Dostupné z: <https://www.koncepcebim.cz/dokumenty?dok=1006>. Zpracování vlastní.

3 Praktická část

Cílem předložené práce je jednoduchá ukázka využití informačního modelu stavby v oblasti Facility Managementu. Z důvodu využití reverzního způsobu BIM modelování se ovšem veškeré informace, které chceme do modelu zadat, budou přidávat až ve vybraném CAFM softwaru.

Jako model pro potřeby byla využita Arnoldova vila v Brně. V lednu 2022 proběhlo laserové skenování objektu a původní záměr bylo následně z mračka bodů vytvořit model vily, a ten aplikovat do CAFM softwaru. Začátkem roku 2022 ovšem započala rekonstrukce vily a návrh rekonstrukce od pasportu po dokumentaci návrhu rekonstrukce byl zpracován firmou Atelier 99 s.r.o. z Brna. Atelier 99 vytvořil celý projekt v softwaru Revit a pro potřeby této práce model poskytnul.



Obrázek č. 7: Vizualizace vily od studia Atelier 99 s.r.o.

3.1 Arnoldova vila

Jako objekt pro praktickou část práce byla vybrána Arnoldova vila. Jedná se o historicky zajímavou stavbu, která je dostatečně malá na to, aby mohl pan správce obsah diplomové práce v budoucnu efektivně využít. Momentálně na vile probíhá rekonstrukce a bude sloužit jako komunitní centrum a muzeum.



Obrázek č. 8: Severozápadní pohled na objekt před začátkem rekonstrukce



Obrázek č. 9: Západní pohled na objekt před začátkem rekonstrukce

3.1.1 Historie

Josef Arnold byl jednou z nejvýznamnějších postav brněnské architektonické scény 19. století. Jako provádějící stavitel se podílel například na výstavbě evangelického Červeného kostela, dnešní Masarykově univerzitě (budově na Údolní 220/2, kde bývala Lékařská fakulta a Rektorát

a dnes v ní je například Celouniverzitní počítačová studovna či sídlo Centra zahraniční spolupráce⁷⁸⁾ nebo Městského divadla.⁷⁹⁾

Vlastní vila byla postavena roku 1862 jako druhý dům v nově vzniklé vilové kolonii v Černých Polích. Dnes se jedná o ulici Drobného č. p. 26 (dříve Hutnergasse 38). Arnoldovi pravděpodobně sloužila jako letní byt, jelikož nadále měl stálé bydliště v centru na Kolišti. Zajímavostí je, že dochované prameny nám uvádí, že tato celkem složitá dvoupodlažní stavba, která měla i obytné podkroví, byla postavena za pouhého půl roku.⁸⁰⁾



Obrázek č. 10: Model Arnoldovy vily, jihovýchodní pohled, zobrazeno softwarem Revit

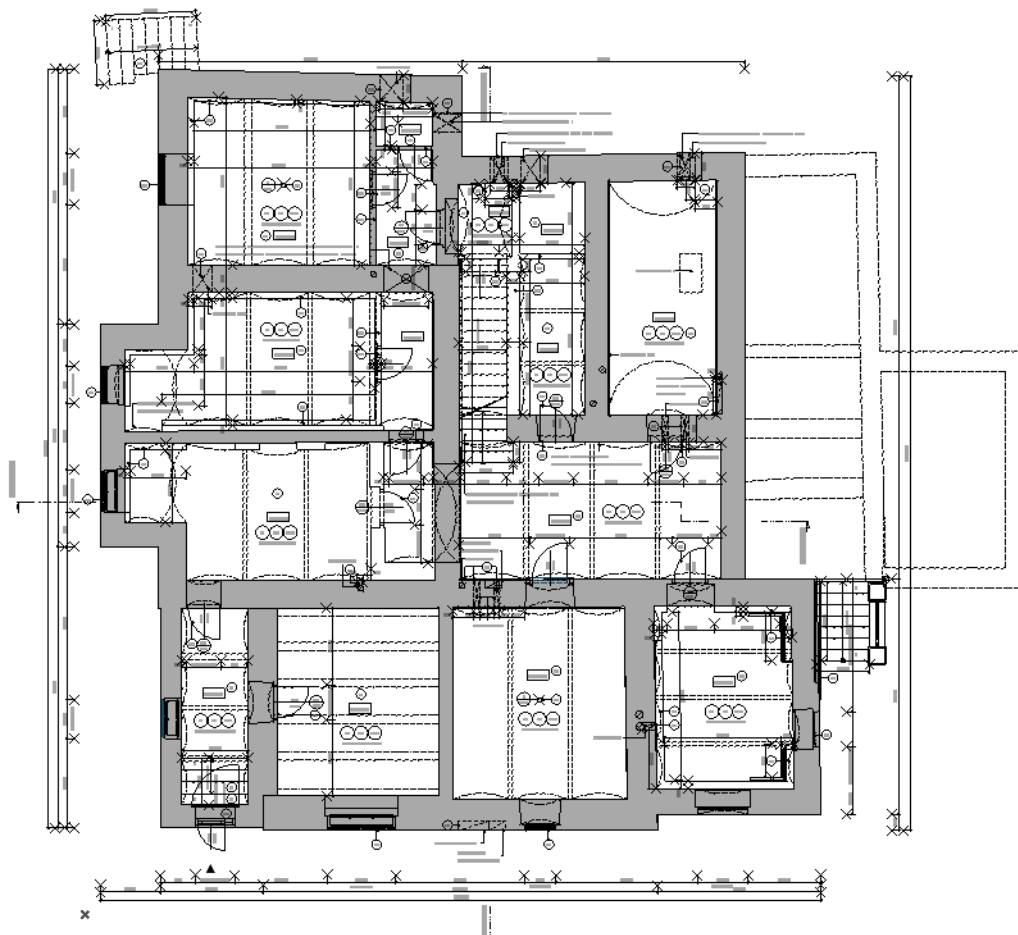
Z dochovaných plánů jde poznat, že původní dispozice domu zůstala z větší míry zachována. V prvním podlaží byly tři prostorné místnosti, velký salón, chodba a dvouramenné schodiště s litinovým dekorativním zábradlím. Hlavní obytný salón měl také na jihozápadní straně rozšíření obdélníkovou nikou s rozměrnými okny. Také k němu přiléhala malá, tehdy

⁷⁸⁾ Budova MU, Komenského nám. 2, Brno. *MUNI Provozní odbor* [online]. Brno: Masarykova univerzita, © 2008-2023. [Cit. 5.1.2023]. Dostupné z: <https://provoz.rect.muni.cz/cs/sprava-budov/budova-mu-komenskeho-nam-2-brno>

⁷⁹⁾ Josef Arnold a jeho život. *Arnoldova vila* [online]. Brno: Muzeum města Brna, Copyright © 2022. [Cit. 5.1.2023]. Dostupné z: <https://www.arnoldovavila.cz/o-vile/josef-arnold-a-jeho-zivot>

⁸⁰⁾ Arnoldova vila. *Arnoldova vila* [online]. Brno: Muzeum města Brna, Copyright © 2022. [Cit. 5.1.2023]. Dostupné z: <https://www.arnoldovavila.cz/o-vile/arnoldova-vila>

pravděpodobně nezastřešená, veranda. Horní patro bylo dispozičně řešeno velmi podobně. Obsahovalo tři místnosti a větší salón s balkónem také směřujícím na jihozápad. Bohužel se nákresy průčelí a podoby fasády nedochovaly, ale je možné odhadovat, že vila byla podobně jako sousední Kaiserova vila postavena v neorenesančním stylu. Velmi pravděpodobně byly štíty dřevěné, velkolepě dekorativně vyřezávané a celou stavbu završovala vysoká hrázděná věž se sedlovou stříškou.⁸¹



Obrázek č. 11: Půdorys 1. nadzemního podlaží zobrazený v softwaru ArchiCAD 24

Manželé Arnoldovi vilu prodali v roce 1883 a od té doby ji vlastnila celá řada majitelů a dům tak prošel mnoha úpravami a rozšířeními. První přestavba byla plánovaná už v roce 1883, kdy se počítalo pouze s rozšířením domu o toaletu a jeden pokoj pro hosty v přízemí a změnu fasády na romantizující gotiku, ale pravděpodobně k rekonstrukci nakonec nedošlo.⁸²

V roce 1909 koupili dům Cecílie a Kornelius Hože, kteří byli příbuzní Greta Tugendhatové. Cecílie se narodila jako Löw-Beerová, byla to sestra Alfréda Löw-Beera, což je otec Greta

⁸¹ Tamtéž.

⁸² Tamtéž.

Tugendhatové, takže je to její teta. Příslušníci této rozvětvené rodiny v okolí začátkem 20. století vlastnili více nemovitostí a silně se podepsali na vzhledu této části města.⁸³

Manželé Hože provedli vlastní přestavbu a upravili si vilu do stylu art deco a secese. K těmto úpravám došlo těsně před první světovou válkou a dodaly domu dnes charakteristické prvky. Dispozice domu ale zůstala skoro nezměněna. Dům například získal vstup s dřevěnou uzavřenou verandou, nebo fasádu, kde se kombinuje hladká omítka, hrubě strukturovaná omítka a omítková bosáž. Některé místnosti byly rozšířeny, byly vyměněny všechny výplně oken a dveří a byla upravena průčelí.⁸⁴



Obrázek č. 12: Vizualizace objektu vytvořena pro potřeby diplomové práce v softwaru Lumion 12 Pro

Spoustu z dobových prvků lze vidět dodnes, řada se jich totiž dochovala díky tehdejší kvalitní řemeslné práci. Jedná se například o dodnes funkční litinové radiátory zdobené v secesním stylu, štukové dekory stropů nebo dekorativní schodišťové zábradlí. Zajímavostí jsou také mosazné zdobené dveřní kliky a okenní olivy, jedná se o totožné prvky jako můžeme nalézt v Jurkovičově vile v brněnských Žabovřeskách.⁸⁵

Cecilie a Kornelius Hože ve vile bydleli či ji využívali téměř třicet let, až do roku 1939, kdy ji zabavilo gestapo. Po konci druhé světové války se vila dostala pod národní správu a poté pod

⁸³ Tamtéž.

⁸⁴ Tamtéž.

⁸⁵ Tamtéž.

správu Bytových podniků města Brna. V roce 1951 se vila upravila pro provoz mateřské školky. Počet dětí, které tuto školku navštěvovaly, neustále narůstal a v 60. letech jich bylo skoro 150. Úpravy zahrnovaly funkční řešení interiérů pro potřeby dětí. Jednalo se převážně o dočasné modifikace, které pravděpodobně pomohly ke konzervaci původního rázu budovy. Zásadní změnou bylo pouze vybudování dětských umývár. ⁸⁶

„Mateřská školka se díky svým pedagogickým kvalitám a velmi příznivé dislokaci stala po čase jednou z nejvyhledávanějších mateřských škol v Brně. V Arnoldově vile fungovala do roku 2012, ve kterém byla, dle statického posudku vypracovaného na zadání majitele objektu, uzavřena z důvodu nevyhovujících hygienických a statických podmínek. Před svým uzavřením ji navštěvovalo celkem 75 dětí, rozdělených do tří tříd.“⁸⁷



Obrázek č. 13: Model Arnoldovy vily, severozápadní pohled, zobrazeno v softwaru Revit

3.1.2 Probíhající rekonstrukce

Od roku 2022 probíhá rekonstrukce vily, která má za cíl tuto ohroženou kulturní památku restaurovat do podoby po přestavbě Cecílie Hože, opravit a konzervovat. Z vily by se mělo stát komunitní centrum s uměleckou kavárnou, výstavními prostory a malým muzeem, se stálou expozicí o Josefu Arnoldovi. Předpokládá se s konáním výstav a přednášek a bude se zde

⁸⁶ Tamtéž.

⁸⁷ Tamtéž.

nacházet i Studijní centrum vily Tugendhat (SCVT) a Brněnského architektonického manuálu (BAM). Ve vyšších patrech budou také kanceláře správce budovy i kurátorů výstav. Součástí projektu je i revitalizace zahrady, která by se měla propojit se zahradami okolních vil (Vila Tugendhat a Löw-Beerova vila) a výhledově se z toho stane prohlídkový okruh, takzvané Trojvilí, kde se budou moci pořádat venkovní přednášky a koncerty.⁸⁸



Obrázek č. 14: Probíhající rekonstrukce s viditelnou malbou z doby fungování vily jako mateřské školky⁸⁹

Rekonstrukce je možná díky dotacím, které získalo Muzeum města Brna a spolky Meeting Brno a Kulturní centrum Josefa Arnolda z Islandu, Lichtenštejnska a Norska. Koncem roku 2021 se počítalo, že vyjde na 150 miliónů korun.⁹⁰

3.2 Laserové skenování

Laserové skenování je jedna z nejmodernějších metod zaměření, která je rovněž jedna z nejvšestrannějších vůbec. Je velmi univerzální, a díky tomu, své přesnosti a možnosti si

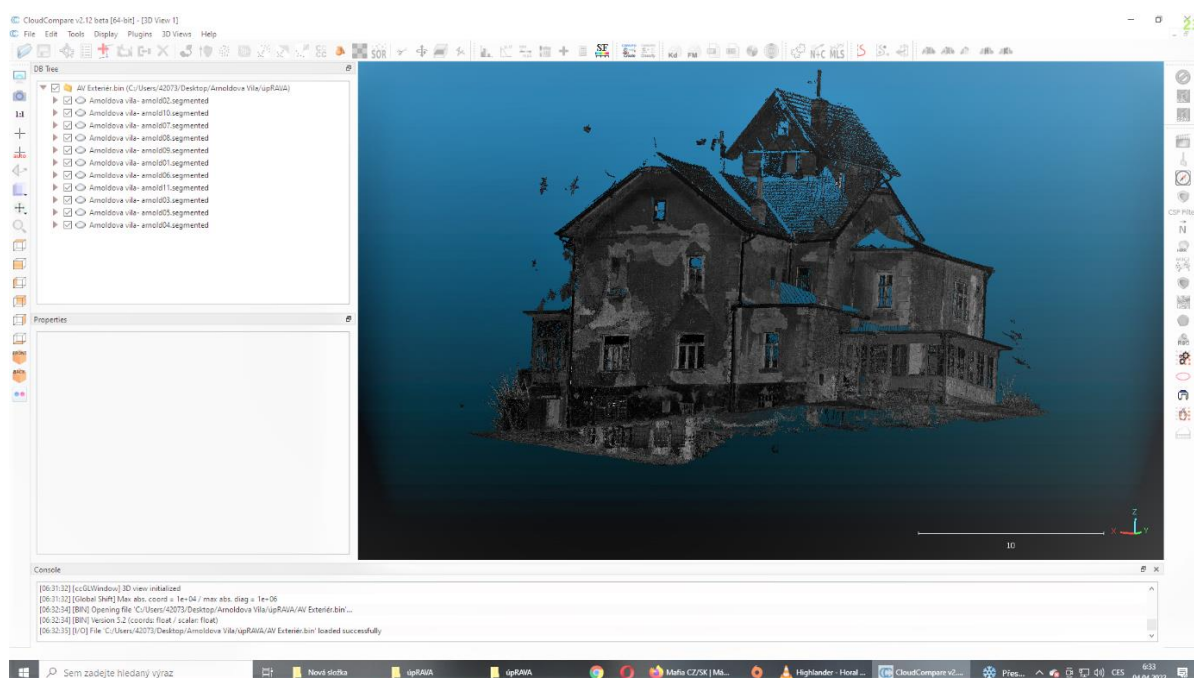
⁸⁸ Arnoldova vila. A99 [online]. Brno: Atelier 99 s.r.o. [Cit. 5.1.2023]. Dostupné z: <https://www.atelier99.cz/portfolio/arnoldova-vila/>

⁸⁹ Fotogalerie. Arnoldova vila [online]. Brno: Muzeum města Brna, Copyright © 2022. [Cit. 5.1.2023]. Dostupné z: <https://www.arnoldovavila.cz/fotogalerie>

⁹⁰ MEDKOVÁ, Magdaléna. Žila v ní teta Grety Tugendhat. Začíná rekonstrukce nejohroženější památky v Brně. *Aktuálně.cz* [online]. Praha: Economia, a.s., Copyright 1999 – 2023. [Cit. 5.1.2023]. Dostupné z: <https://magazin.aktualne.cz/bydleni/architektura/zila-v-ni-teta-grety-tugendhat-zacina-rekonstrukce-nejohroze/r~2dd3d5c05d8611ec8a900cc47ab5f122/>

vybrat z velkého rozmezí výstupů se uplatňuje v mnoha odvětvích, jako je stavebnictví, strojírenství, nebo dokonce archeologie.⁹¹

Je mnoho důvodů, proč si vybrat laserové skenování. Za prvé, jde o jednu z nejmodernějších metod zaměření, jakou lze vůbec použít. Zaměření není časově náročné a je velmi efektivní – využívá se poměrně malý, mobilní nebo statický skenovací přístroj. Laserová technologie umožňuje práci na dálku, a není tak třeba přímý kontakt se skenovaným objektem. S tím je spojena jedna z nejdůležitějších výhod použití této metody, dá se totiž využít, když je třeba zaměřit prostor, ale zároveň je nevhodné omezit nebo přerušit jeho provoz. Tato výhoda se typicky projeví například při zaměření výrobní haly, kdy se výroba vůbec nemusí omezit, či dokonce zastavit. Laser navíc dokáže bez problému zaměřit i prostory ve tmě, je s ním možné zaměřovat podzemní prostory, když je například třeba zaměřit tunely nebo šachty.⁹²



Obrázek č. 15: Mračno bodů vytvořené s pomocí laserskenu

Další, již zmíněnou, výhodou použití laseru pro skenování je velké množství výstupů, kterých je možné díky této metodě dosáhnout. Laserový skener funguje na principu metody neselektivního sběru dat; tedy zaměří prostor pomocí milionů až miliard bodů, které v sobě obsahují i ty nejmenší detaily o skenovaném prostoru. Body v sobě nesou přesné informace

⁹¹ Laserové skenování: Výstupy a možnosti jejich využití. *VISIONPLAN-3D s.r.o.* [online]. Plzeň: VISIONPLAN-3D s.r.o., Copyright 2021. [Cit. 12.12.2022]. Dostupné z: <https://www.visionplan.cz/laserove-skenovani-vystupy-a-moznosti-jejich-vyuziti/>

⁹² Tamtéž.

o své poloze spolu s dalšími informacemi, například o barvě. Výsledkem je potom velmi komplexní obraz skenovaného prostoru ve formě 3D mračna bodů.⁹³

Je nutné dopředu znát kýžené parametry takového mračna, aby se dalo posléze co nejefektivněji využít. Takovými parametry je například hustota mračna, vnitřní přesnost mračna, intenzita odrazu, způsob zobrazení barev, rozdělení na více mračen (například při skenování vícero podlaží), nebo výstupní formát (například E57, RCP, LAS, RCS...)⁹⁴

V okamžiku, kdy se vytvoří 3D mračno bodů se správnými parametry, naskýtá se mnoho variant pro typ výstupu. Toto mračno bodů totiž obsahuje obrovské množství informací, ze kterého lze opakovaně těžit. Často dokonce není třeba skenovat objekt znovu a mračno bodů doplňovat. Tím se dá ušetřit jak čas, tak peníze. Obvyklými výstupy z laserového skenování a následně vytvořeného 3D mračna bodů jsou podklady pro projekční činnost, podklady pro tvorbu informačního modelu budovy, 3D modely, dokumentace skutečného stavu objektu, výpočty kubatur nádrží, skládek a podobně, zachycení historických objektů, zaměření technologických celků, prezentace dat investorům, zachycení těžko přístupných nebo vzdálených objektů... Také je vhodné zmínit, že ze 3D mračna bodů jde velmi jednoduše vytvořit vysoce přesnou 2D dokumentaci.⁹⁵

3.2.1 Využití

Laserové skenování se dá využít pro širokou škálu potřeb a je zejména vhodné pro zaměření objektů či prostor ve velmi přesném detailu, aniž by člověk musel být v přímém kontaktu s měřeným objektem/prostorem či omezovat jeho provoz. Proto se také často používá pro zaměřování historických objektů. Díky využití laseru se památky nepoškodí, protože zůstanou netknuté, ale přitom je možné ověřit jejich skutečný stav, digitálně je zakonzervovat či ze skenu vytvořit 3D model například za účelem vzdělávání či výzkumu.⁹⁶

Tutéž vlastnost této metody lze využít při skenování technologicky komplikovaných celků, jako mohou být například mosty. Často se skenování laserem využívá pro vytvoření podkladu pro BIM model či k dokumentaci skutečného stavu budovy před rekonstrukcí. Díky své přesnosti a schopnosti zachytit i ty nejmenší detaily zobrazí sken stav objektu velmi podrobně, včetně

⁹³ Tamtéž.

⁹⁴ Tamtéž.

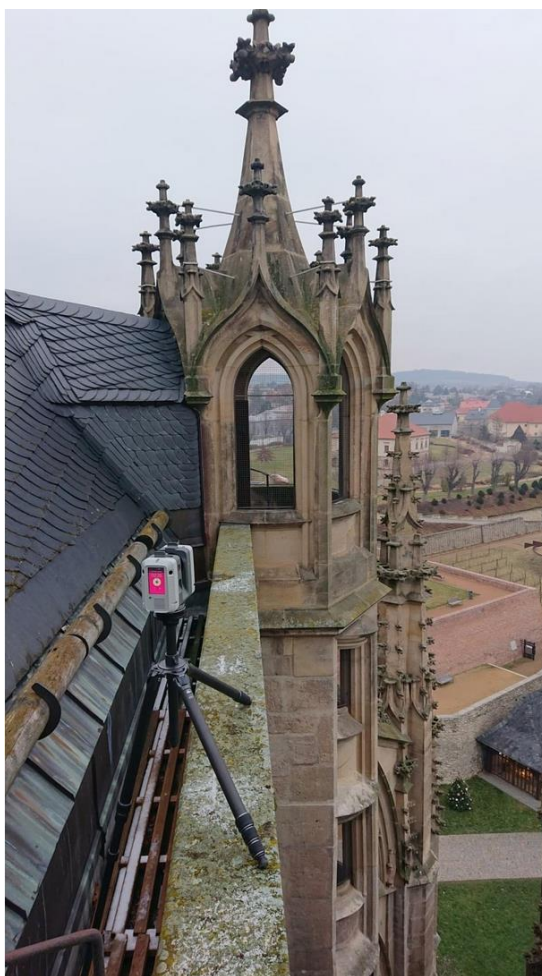
⁹⁵ Tamtéž.

⁹⁶ Tamtéž.

veškerých nerovností a jiných důležitých informací, které mohou projektantům výrazně ulehčit práci a pomohou reálněji odhadnout náročnosti rekonstrukce.⁹⁷

Laserové skenování je tedy technologií, díky které můžeme při zaměřování dosáhnout maximální přesnosti, rychlosti a kvality výstupů. Prvotním výstupem laserového skenování je 3D mračno bodů, z něhož lze vytvořit dokumentace dle konkrétních potřeb. Díky své univerzálnosti a vysoké míře zachycení detailu se tato geodetická metoda hojně užívá v mnoha odvětvích, nejen ve stavebnictví.⁹⁸

Jako názorný příklad využití laserového skenování lze uvést vytvořený model Chrámu svaté Barbory v Kutné Hoře, který byl zpracován pro potřeby filmového štábu k přesnému trasování kamery při tvorbě speciálních efektů.⁹⁹



Obrázek č. 16: Zaměřování Chrámu svaté Barbory¹⁰⁰

⁹⁷ Tamtéž.

⁹⁸ Tamtéž.

⁹⁹ MICHALÍK, Bohumil. Laserové skenování. *Národní centrum stavebnictví 4.0.* [online]. Praha: Národní centrum Stavebnictví 4.0. [Cit. 12.12.2022]. Dostupné z: <https://www.ncs40.cz/aktuality/skenovani>

¹⁰⁰ Tamtéž.

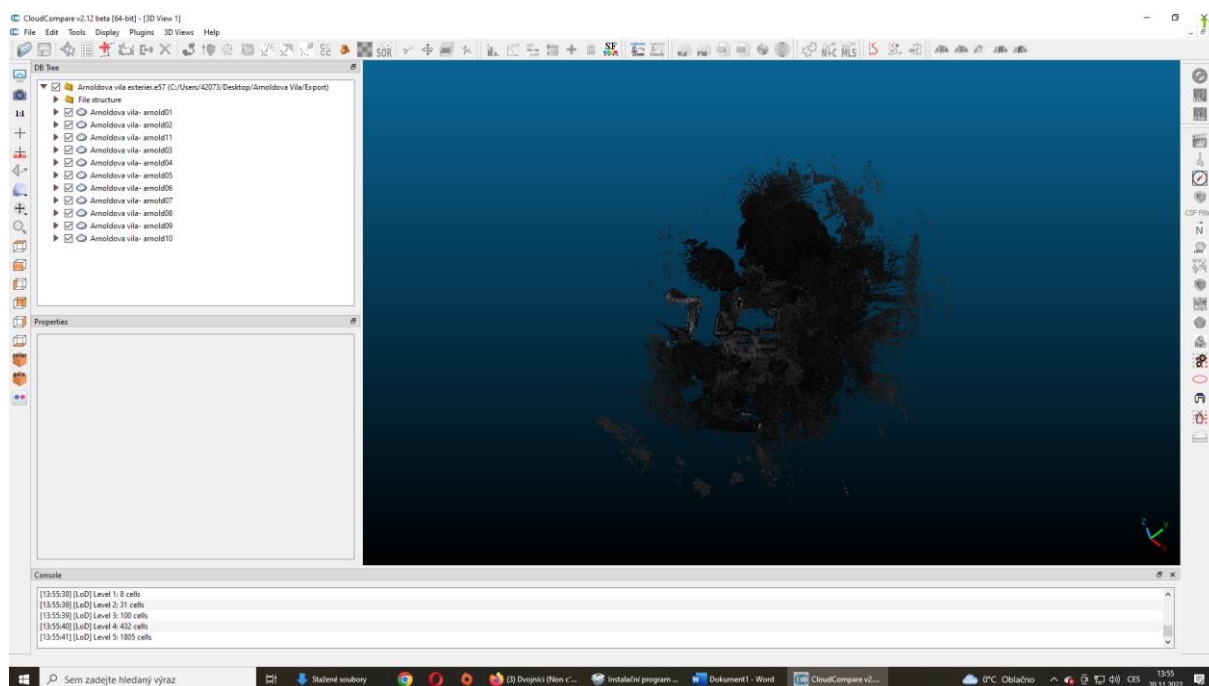
3.2.2 Pracovní postup měření

Měření Arnoldovy vily proběhlo 11.1.2022. Jako 3D laserový skener byl využit Leica BLK360 zapůjčený Stavební fakultou VUT.

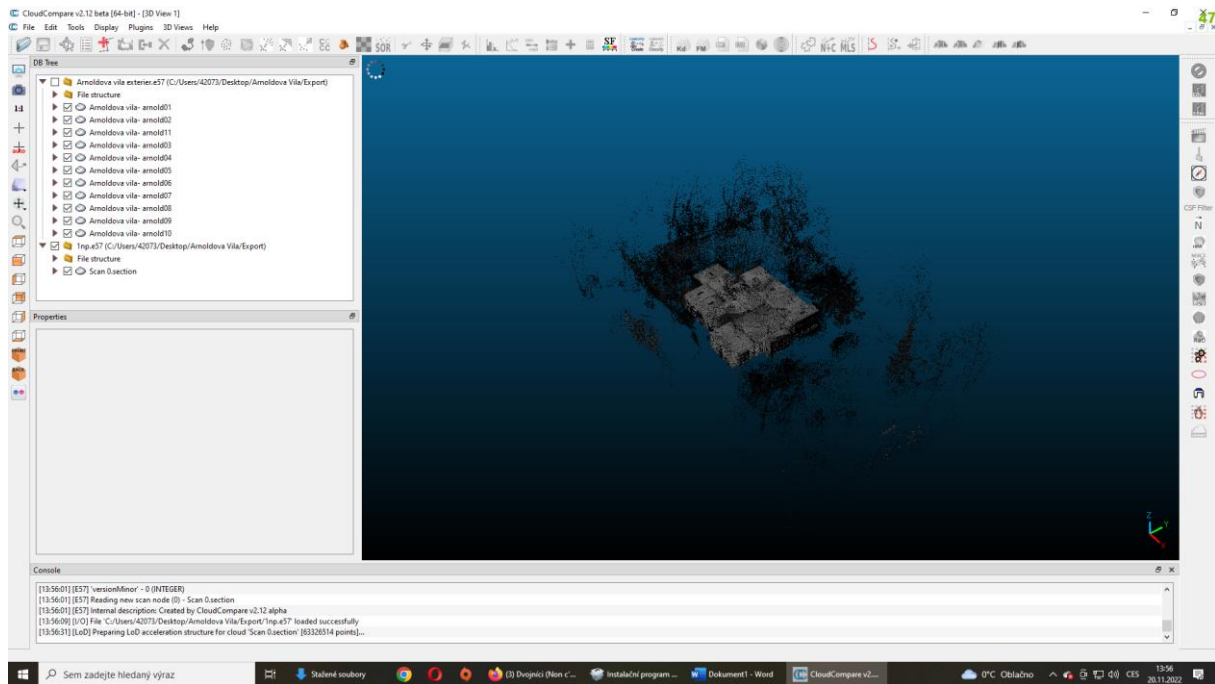
Nejdříve došlo ke skenování exteriéru a následně v dalších částech byly skenována jednotlivá podlaží. Pro výchozí soubor z 3D skeneru byl nastaven formát E57. Vytvořilo se tedy celkem 6 souborů E57 (všechna podlaží a exteriér), které byly výstupem z tohoto 3D skenování a obsahovaly informace v podobě mračka bodů.

Samotné mračno bodů zahrnovalo i další, okolní objekty, které bylo v zásadě třeba vyfiltrovat, a tak byly jednotlivé soubory upraveny v softwaru CloudCompare. Příliš mnoho objektů totiž významně zatěžuje počítač, a to má za následek, že se soubory nedá řádně pracovat. V případě neupraveného modelu klesla snímková frekvence (fps) na 5, zatímco u upraveného modelu je standardně na úrovni 60 fps.

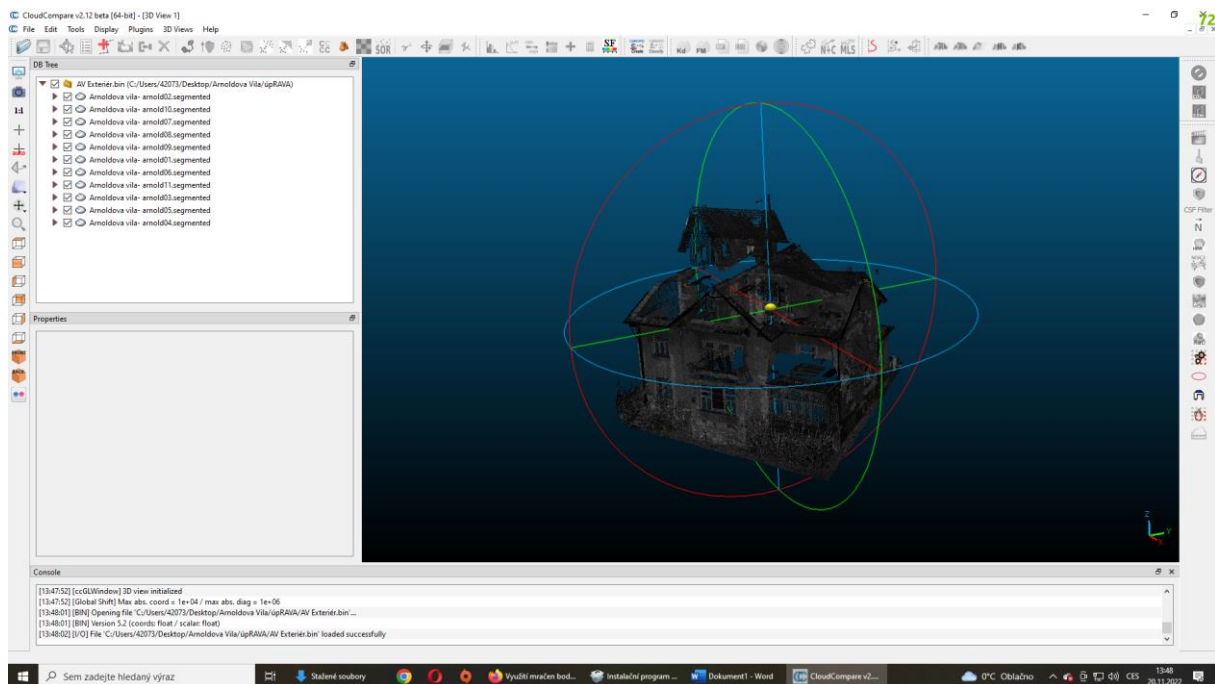
Následně byla jednotlivé patra a exteriér objektu sloučeny do jednoho souboru a byl vytvořen kompletní 3D sken Arnoldovy vily.



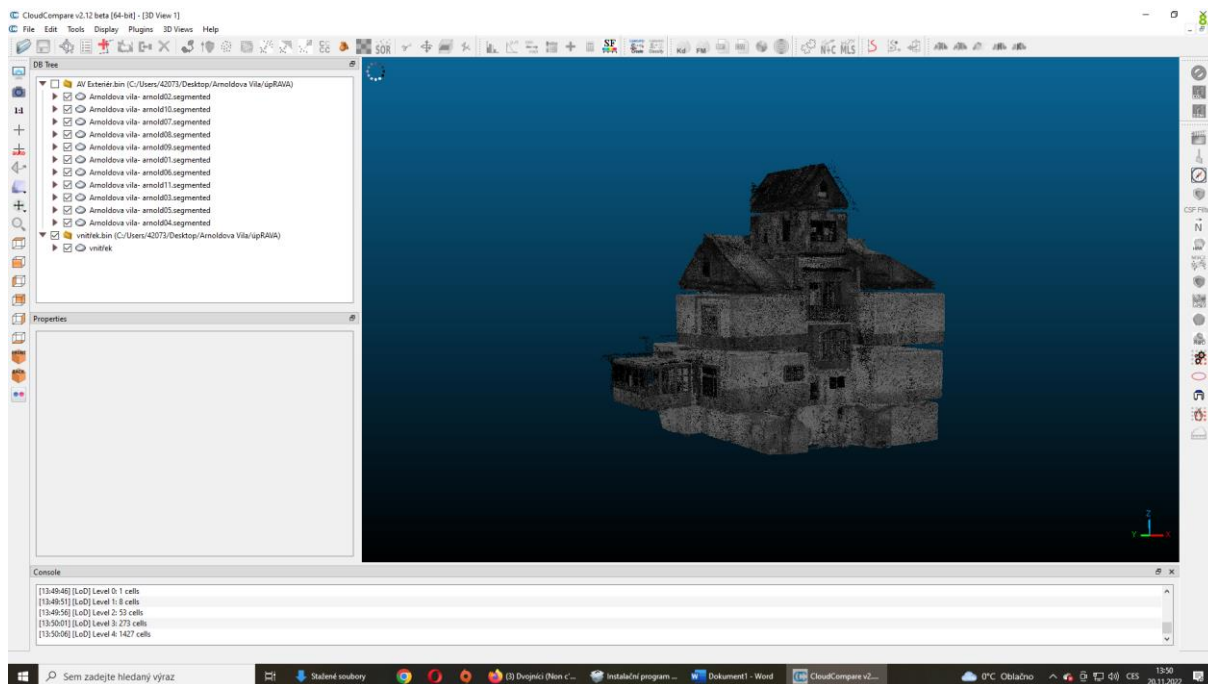
Obrázek č. 17: Neupravený exteriér mračka bodů



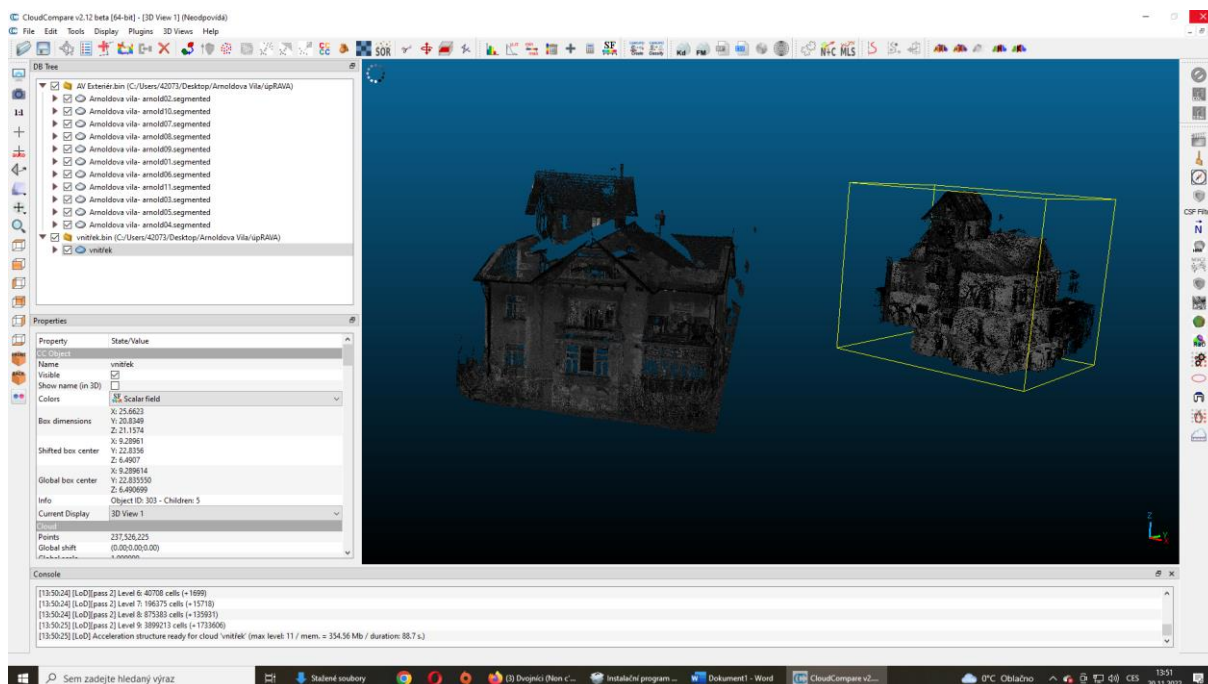
Obrázek č. 18: Neupravený interiér 1. NP



Obrázek č. 19: Upravený model objektu – exteriér



Obrázek č. 20: Sloučený interiér objektů



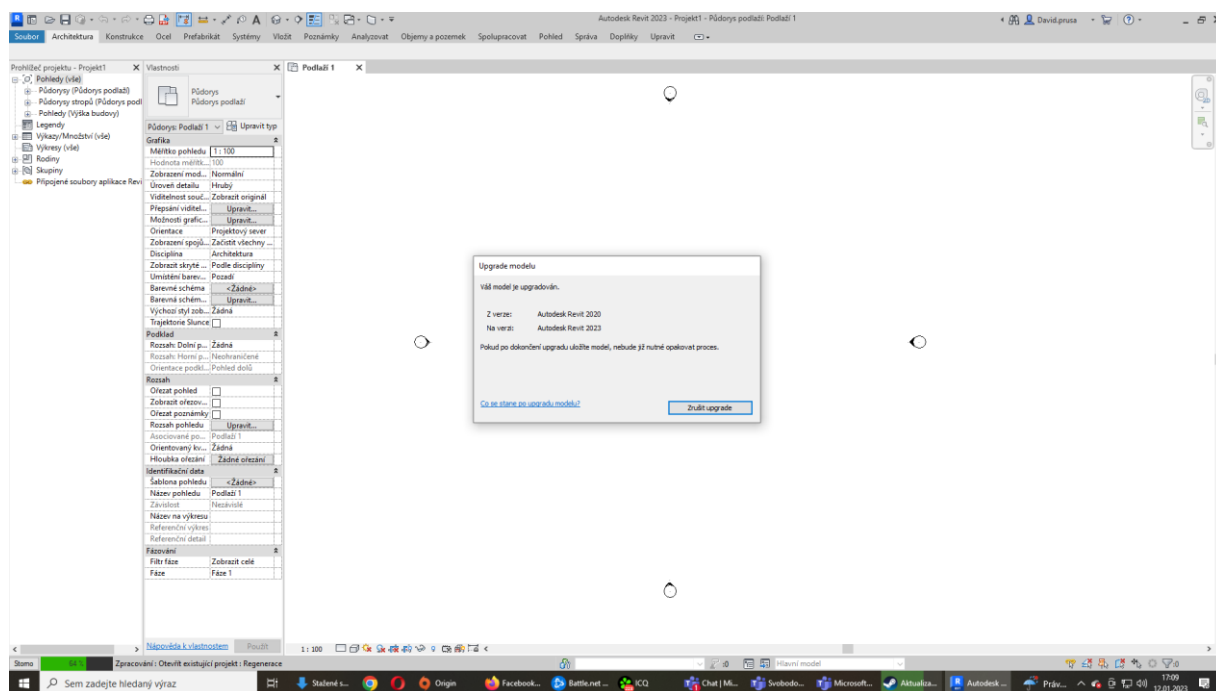
Obrázek č. 21: Soubory upraveného interiéru a exteriéru

V roce 2021 započaly práce na projektové dokumentaci rekonstrukce Arnoldovy vily, kterou zpracovával brněnský Atelier 99 s.r.o., a proto nebyl v tomto případě z provedeného laserskenu následně vytvořen 3D model. Využil se model, který firma pro diplomovou práci poskytla. Jelikož se ale nejedná o BIM model, ale o pouhý 3D model, byla by implementace potřebných informací do samotného modelu příliš složitá, k čemuž ani není potřebný Building Execution

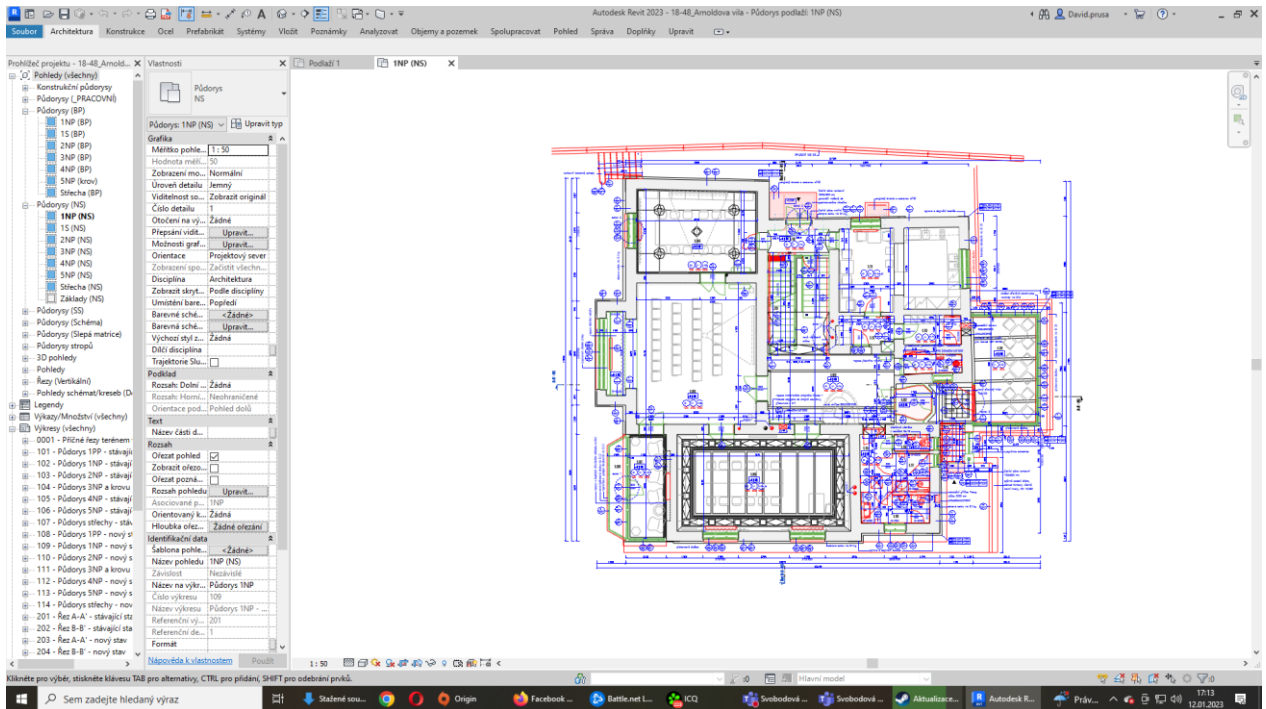
Plan (BEP). Proto byl vybrán software pro správu projektů, jenž má možnost implementace 3D modelu, do kterého se následně potřebné informace ručně naimportují. Je to jedna z variant, která se dá použít v situacích, kdy není zadán BEP, tak jak se to děje běžně ve stavební praxi. Pokud bychom chtěli využít jiný software pro CAFM, kde by byl nahrán přímo BIM model, museli bychom nejdříve stanovit rozsah informací potřebných pro facility manažera, který je bude v provozní fázi objektu využívat.

3.3 Export modelu z Revitu do IFC formátu

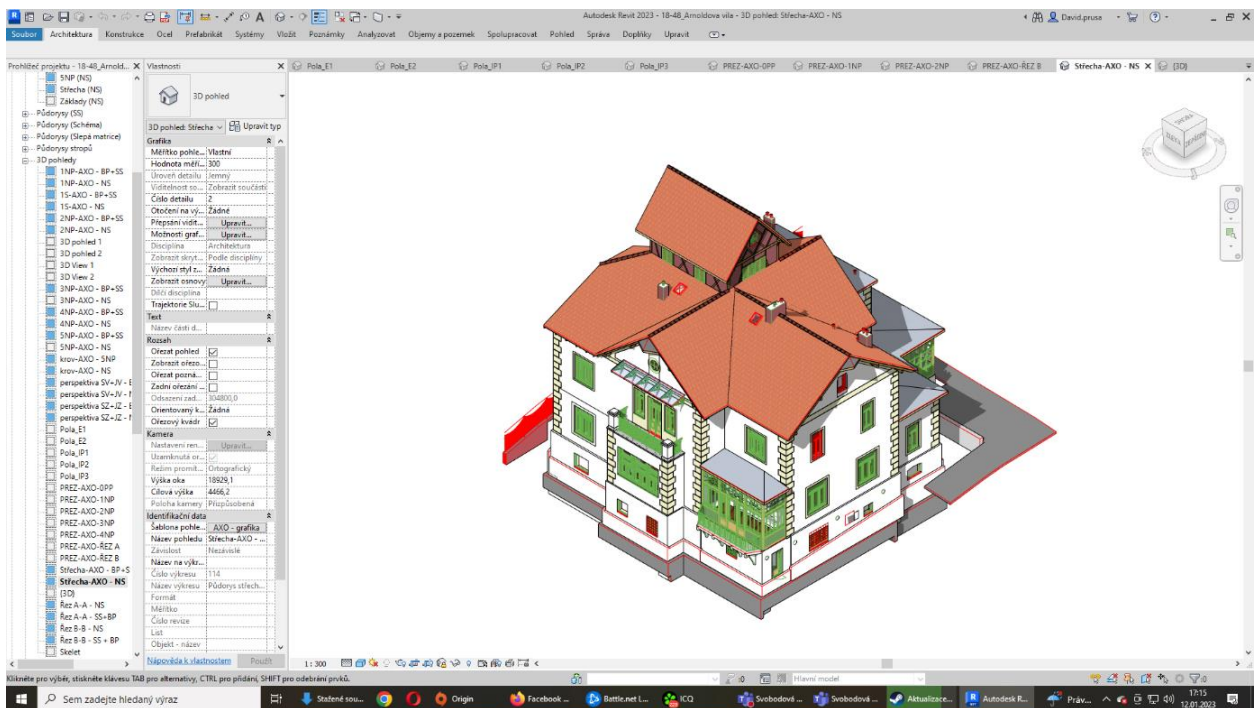
Jelikož byl model vytvořen ve starší verzi softwaru Revit, nejprve proběhla jeho aktualizace do novější verze programu. Konkrétně zde se jednalo o aktualizaci z verze 2022 do verze 2023. Toto přenesení dat by opačným směrem nebylo možné, tedy pokud bychom měli model vytvořen ve verzi 2023 a program Revit ve verzi 2022. Revit pracuje s formátem RVT, ale protože CAFM softwary a CDE nejsou pro práci s tímto formátem primárně určeny, bylo dále nutné překonvertovat soubor z formátu RVT do univerzálního formátu IFC.



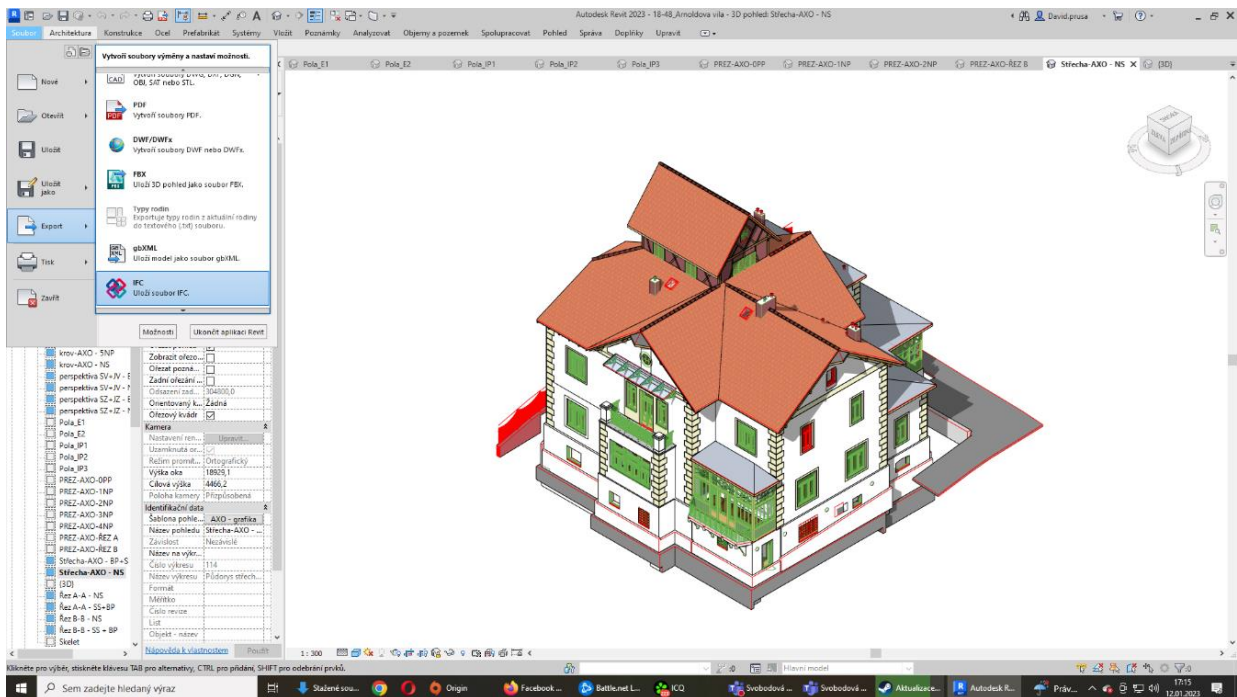
Obrázek č. 22: Prostředí BIM softwaru Revit



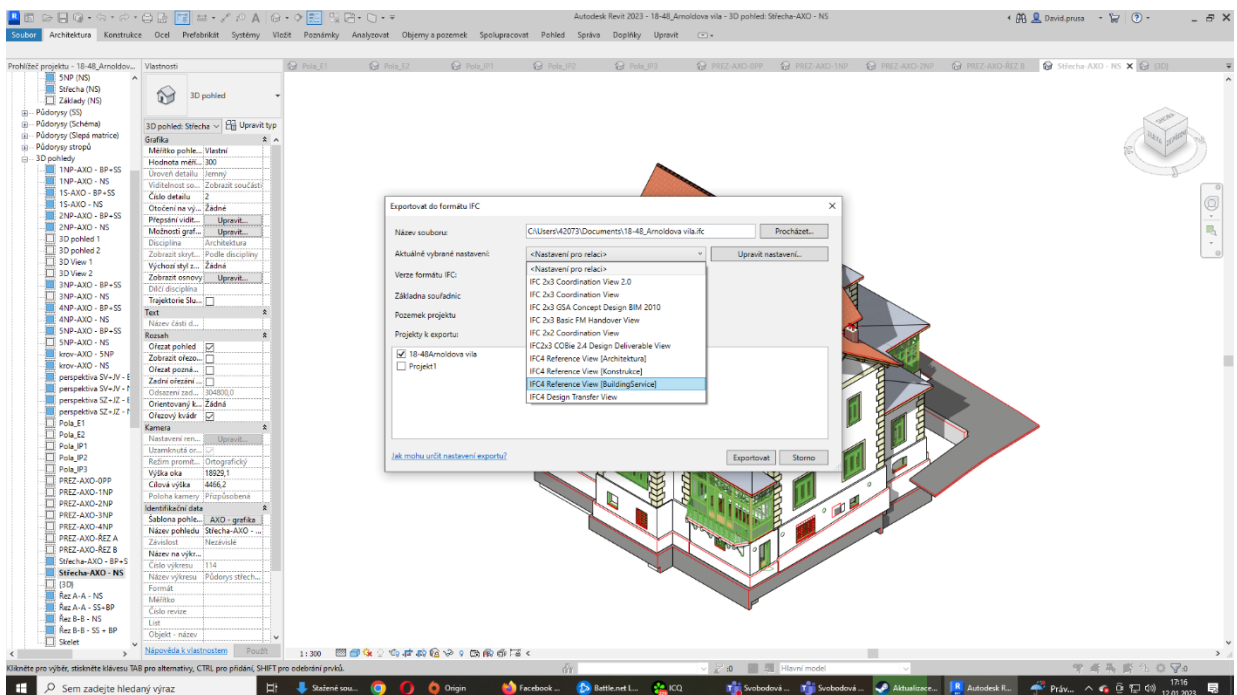
Obrázek č. 23: Zobrazení půdorysu Arnoldovy vily v softwaru Revit



Obrázek č. 24: Zobrazení 3D modelu Arnoldovy vily v softwaru Revit

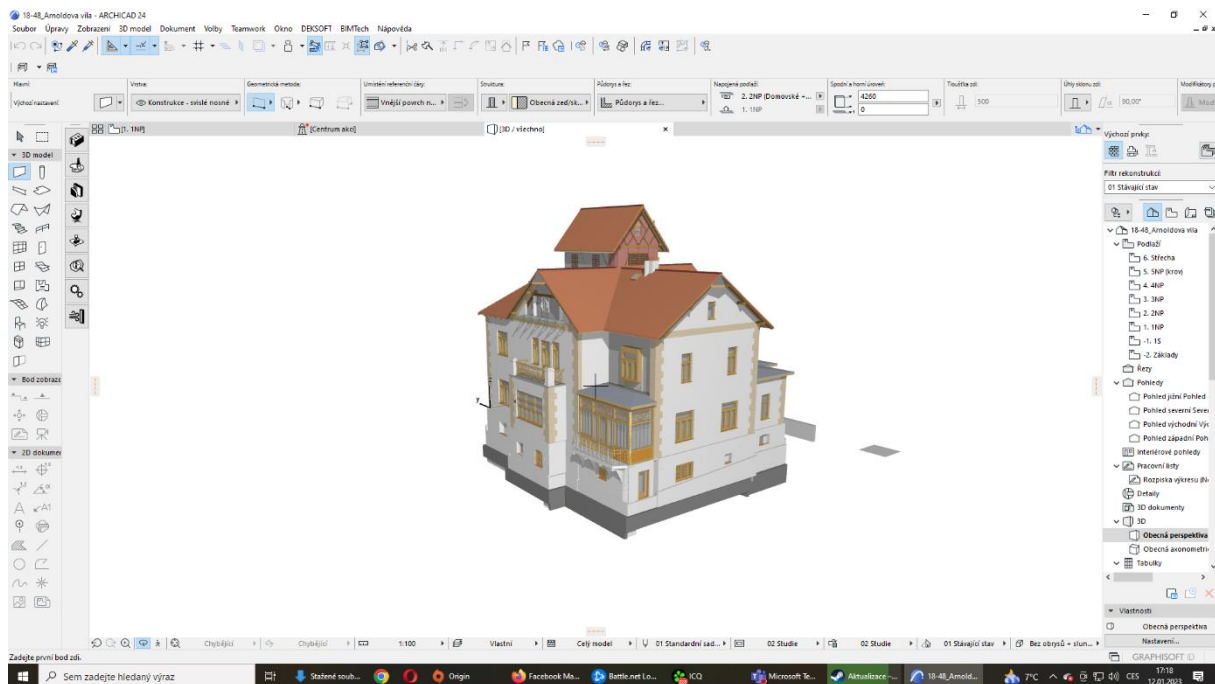


Obrázek č. 25: Nastavení exportu do formátu IFC v programu Revit



Obrázek č. 26: Nastavení exportu do formátu IFC

Existují různé druhy převodníků, které jsou potřeba pro správné nastavení exportu do formátu IFC. Zde byl zvolen převodník IFC4 Reference View (BuildingService). Pro kontrolu byl IFC model zobrazen v programu GraphiSoft ArchiCAD 24.



Obrázek č. 27: Zobrazení IFC modelu v programu ArchiCAD 24

3.4 PlanRadar

Software PlanRadar je mezinárodní, původně rakouská, platforma, která centralizuje činnosti pro správu nemovitostí, takže veškerá projektová data jsou uložena na jediném místě. Firma byla založena v roce 2013 a dnes ji mezinárodně využívá více než 120 000 uživatelů.¹⁰¹ Byla vybrána z důvodů své uživatelské přívětivosti, mezinárodní úrovně a možnosti pracovat pouze s 3D modelem, ke kterému se informace teprve přidávají.

Software je využíván i některými z největších generálních dodavatelů ve stavebnictví v Evropě, jako je STRABAG, ARUP nebo CBRE. Program také splňuje požadavky normy ISO 27001 pro bezpečnost informací.¹⁰²

PlanRadar se pyšní následujícími výhodami:¹⁰³

- Jednoduchá koordinace subdodavatelů – software umožňuje pracovat s neomezeným počtem subdodavatelských firem.
- Efektivní kontrola kvality – v softwaru lze jednoduše monitorovat či upravovat termíny, úkoly i další informace.

¹⁰¹ PlanRadar. *PlanRadar* [online]. Praha: PlanRadar, Copyright 2023. [Cit. 10.1.2023]. Dostupné z: <https://www.planradar.com/about-us/>

¹⁰² Software pro generální dodavatele. *PlanRadar* [online]. Praha: PlanRadar, Copyright 2023. [Cit. 10.1.2023]. Dostupné z: <https://www.planradar.com/cs/zakaznici/software-pro-generalni-dodavatele/>

¹⁰³ Tamtéž.

- Konzistentní komunikace – aplikace zároveň dává uživatelům prostor pro dotazy a doplňující informace k úkolům.
- Dokonalý přehled – software využívá systém upomínek a řízení na dálku.
- Flexibilní sledování pokroku – ze softwaru lze vygenerovat mnoho typů ukazatelů v různých formátech.

PlanRadar nabízí centralizovanou komunikaci firmy, přehled pokroku v reálném čase, jednoduché plánování úkolů, možnost digitálního sdílení, synchronizace a ukládání dokumentů a efektivní inspekci a kontrolu stavby. Obsahuje více oblastí.

První se týká řízení stavby. Umožňuje sledovat postup prací ve stavebním plánu a mít přehled o dokončených, nedokončených či zpožděných aktivitách a okamžitě na to adekvátně reagovat. Nabízí interní chat v aplikaci, což může pomoci k rychlejší komunikaci mezi pracovníky. Software je lokalizován do více než 15 jazyků, takže je možné bez větších obtíží spolupracovat i se zahraničními pracovníky. Aplikace umožňuje vytvářet standardizované kontrolní seznamy a závady přidávat přímo na stavbě do mobilu, případně dokonce off-line. Reporty o pokroku je možné generovat přímo na staveništi a firma nabízí i využití šablon pro standardní stavební deníky splňující profesní normy.¹⁰⁴

Další oblastí je provoz nemovitostí. Toto je oblast, která byla následně v této práci využita. Software umožňuje nahráním dokumentů vytvořit digitální dvojče stavby. Ukládá historii objektu a veškeré informace se dají kdykoli exportovat. Také je poměrně snadné monitorovat své portfolio nemovitostí. Aplikace nabízí vlastní kontrolní seznamy pro každou inspekci či snadno dostupný výtah informací o vybrané budově. Obsahuje velmi intuitivní systém tvorby požadavků, transparentní sledování harmonogramu, analýzu dat i dohled nad plánem údržby.¹⁰⁵

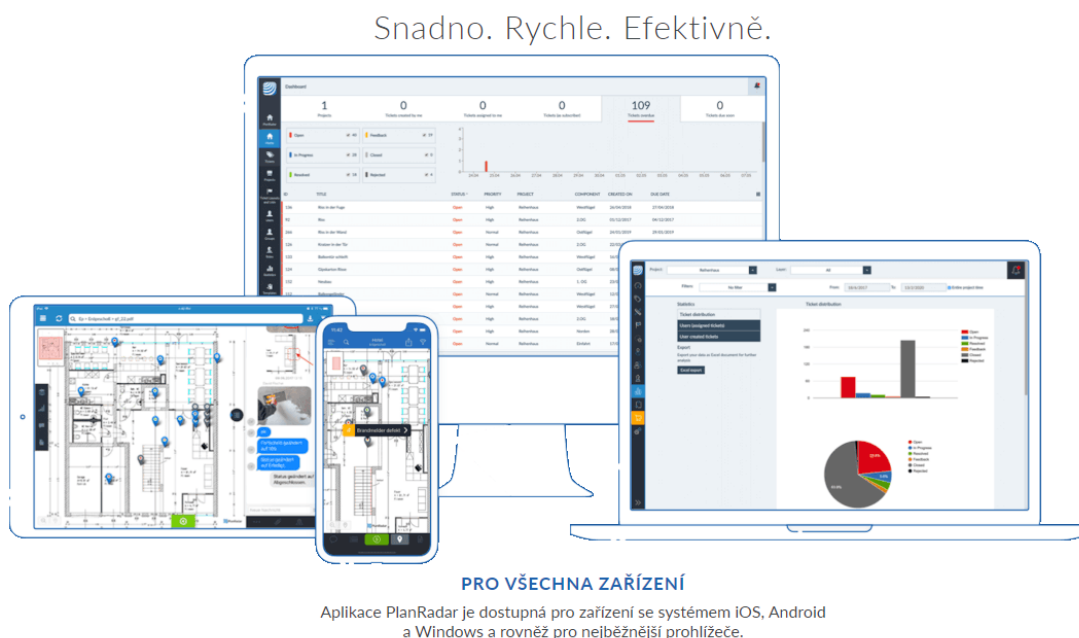
Další oblastí je řízení stavební dokumentace. Umožňuje synchronizaci na více zařízeních, jednoduché a rychlé odsouhlasení hotové práce, a hlavně bezpečné úložiště, ze kterého se žádné „papírové dokumenty“ neztratí. Společnost splňuje nařízení GDPR a je držitelem certifikace ISO 27001, která řeší zabezpečení dat. Možnosti aplikace se dají rozšířit také do rozhraní Open

¹⁰⁴ Software pro řízení stavby. *PlanRadar* [online]. Praha: PlanRadar, Copyright 2023. [Cit. 10.1.2023]. Dostupné z: <https://www.planradar.com/cs/product/software-pro-rizeni-stavby/>

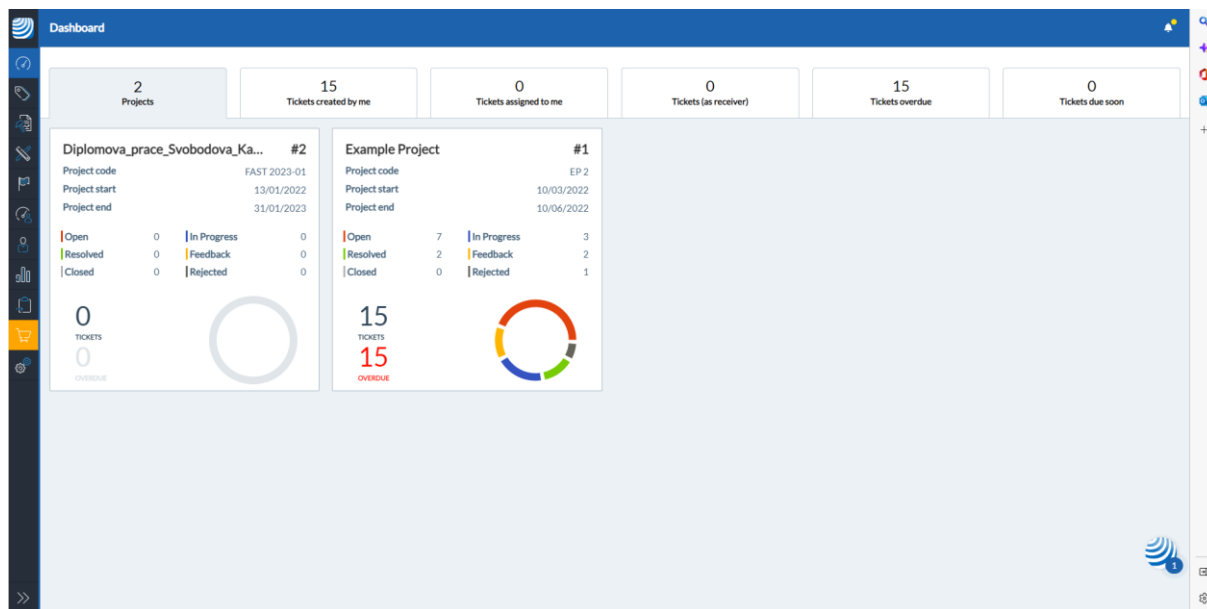
¹⁰⁵ Software pro správu nemovitostí a řízení realitních projektů. *PlanRadar* [online]. Praha: PlanRadar, Copyright 2023. [Cit. 10.1.2023]. Dostupné z: <https://www.planradar.com/cs/product/software-pro-spravu-nemovitosti-a-realitnich-projektu/>

API či Webhook a spolupracuje s programy na ukládání dat, jako je Google Drive, Dropbox, nebo OneDrive.¹⁰⁶

Nevýhoda PlanRadaru je, že software ještě není lokalizován do češtiny, nicméně pro uživatele, který rozumí anglicky, je dané prostředí velmi příjemné a intuitivní.



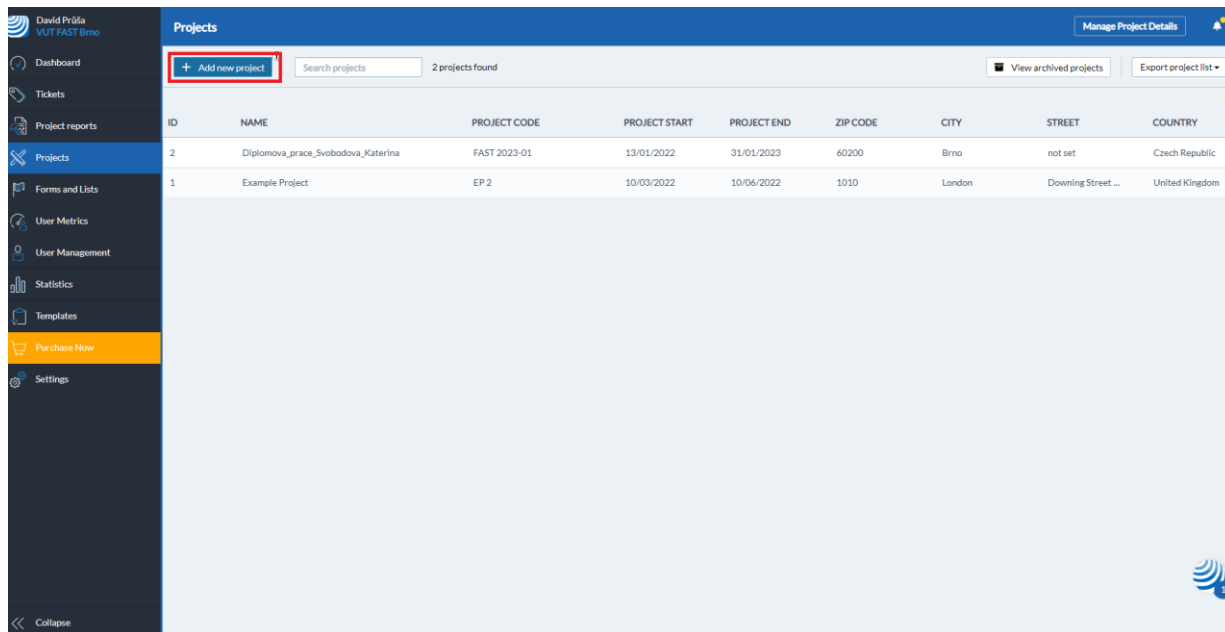
Obrázek č. 28: Aplikace PlanRadar



Obrázek č. 29: Základní rozhraní programu s projekty – nástěnka (Dashboard)

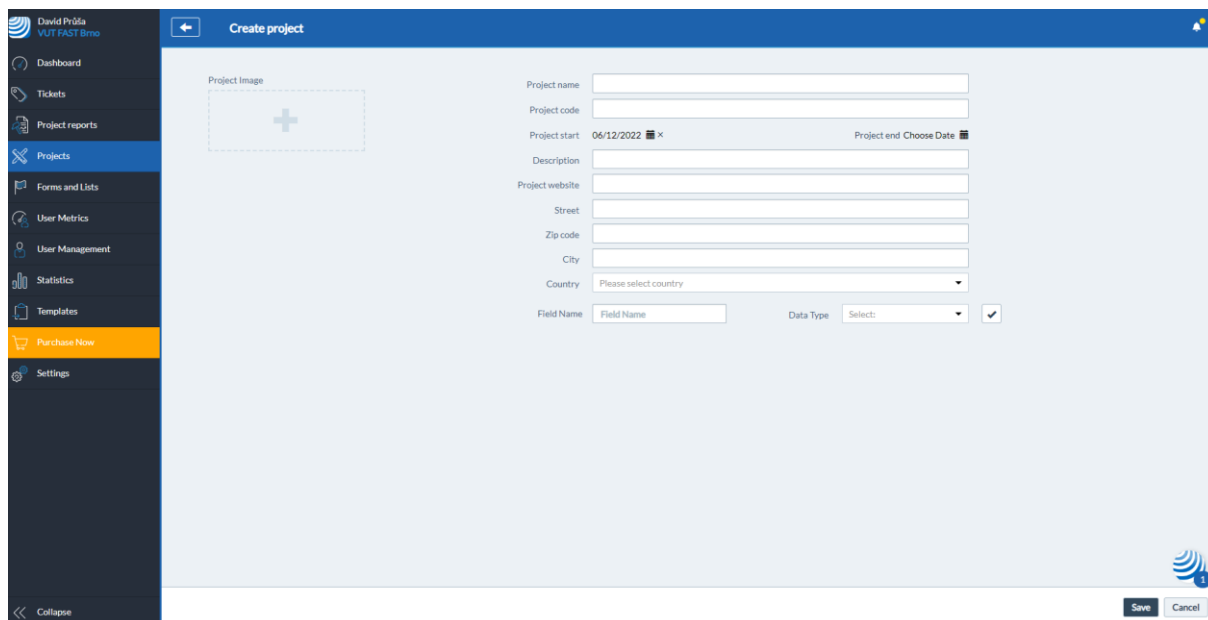
¹⁰⁶ Řízení stavební dokumentace. *PlanRadar* [online]. Praha: PlanRadar, Copyright 2023. [Cit. 10.1.2023]. Dostupné z: <https://www.planradar.com/cs/product/rizeni-stavebni-dokumentace/>

Tvorba projektu v aplikaci PlanRadar je jednoduchá a poměrně intuitivní záležitost. Nejprve se v kartě projekty (Projects) zadá nový projekt (Add new project).



Obrázek č. 30: Tvorba nového projektu

Následně se zobrazí nová stránka, kde je potřeba nastavit informace o projektu. Je zde i možnost přidat úvodní fotografii, která reprezentuje celý projekt.



Obrázek č. 31: Zadání základních informací do projektu

Create project

Project Image

Project name: Arnoldova vila

Project code: FAST E 2023

Project start: 05/12/2022 × Project end: 31/12/2022 ×

Description: Diplomová práce

Project website: https://www.arnoldovavila.cz/

Street:

Zip code: 60200

City: Brno

Country: Czech Republic ×

Field Name: Field Name Data Type: Select: ✓

Obrázek č. 32: Zadané informace

Po vyplnění potřebných informací uložíme projekt tlačítkem uložit (Save). Po uložení se zobrazí stránka s projektem. Na horní liště máme možnost přidat účastníky, skupiny, plány nebo různé seznamy a dokumenty.

Project details

Arnoldova vila

Details Add users Add groups Forms Lists Plans and layers

Project Image

Project name: Arnoldova vila

Project code: FAST E 2023

Project start: 05/12/2022 × Project end: 31/12/2022 ×

Description: Diplomová práce

Project website: https://www.arnoldovavila.cz/

Street:

Zip code: 60200

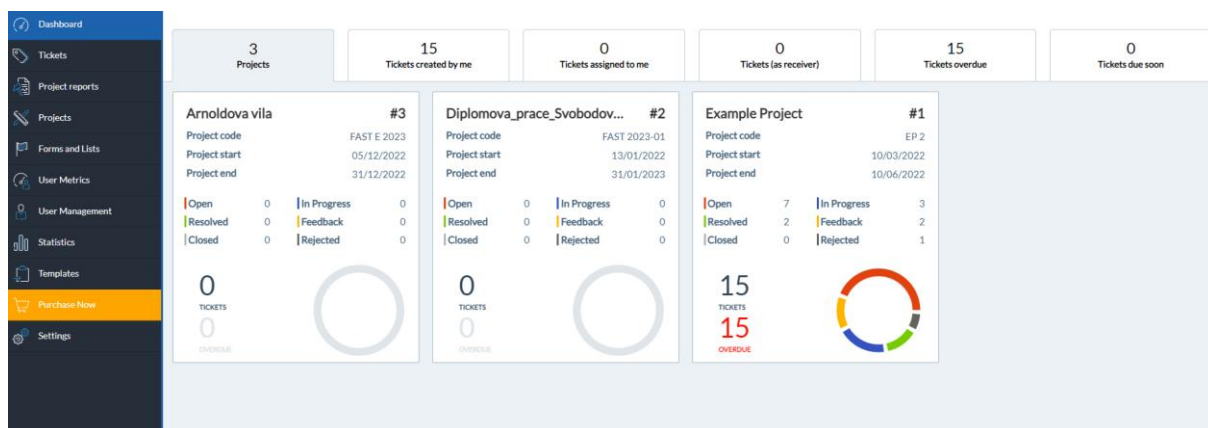
City: Brno

Country: Czech Republic ×

Field Name: Field Name Data Type: Select: ✓

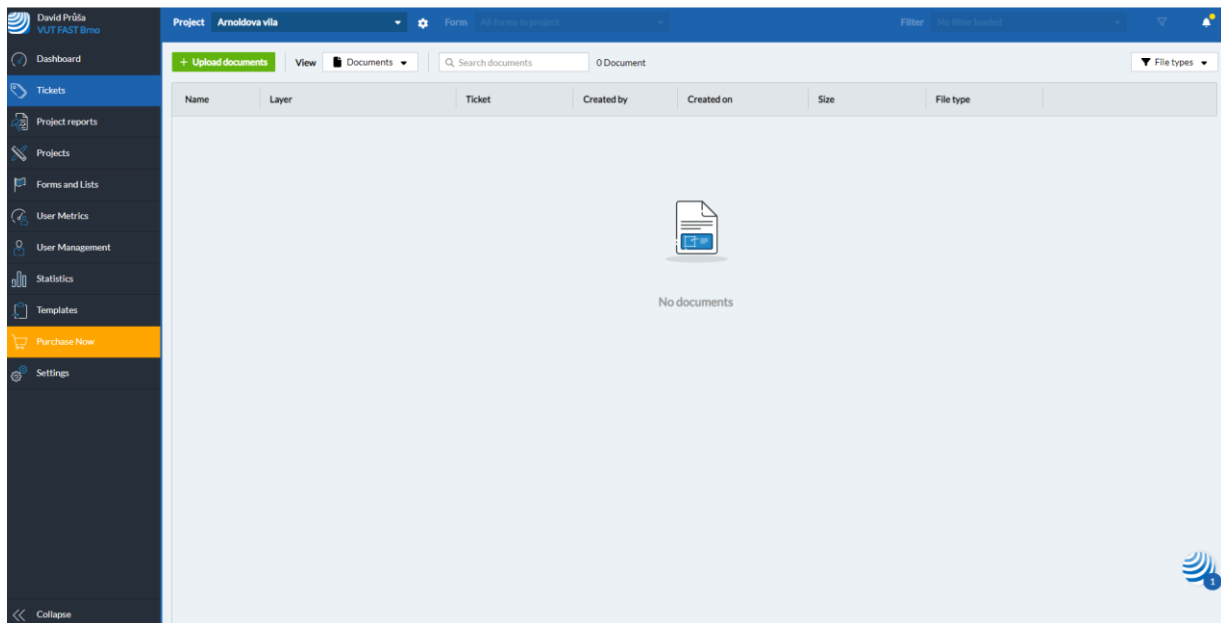
Obrázek č. 33: Detaily projektu s možností přidání účastníků, plánů...

Na nástěnce (Dashboard) můžeme vidět nově založený projekt, který si kliknutím můžeme otevřít.



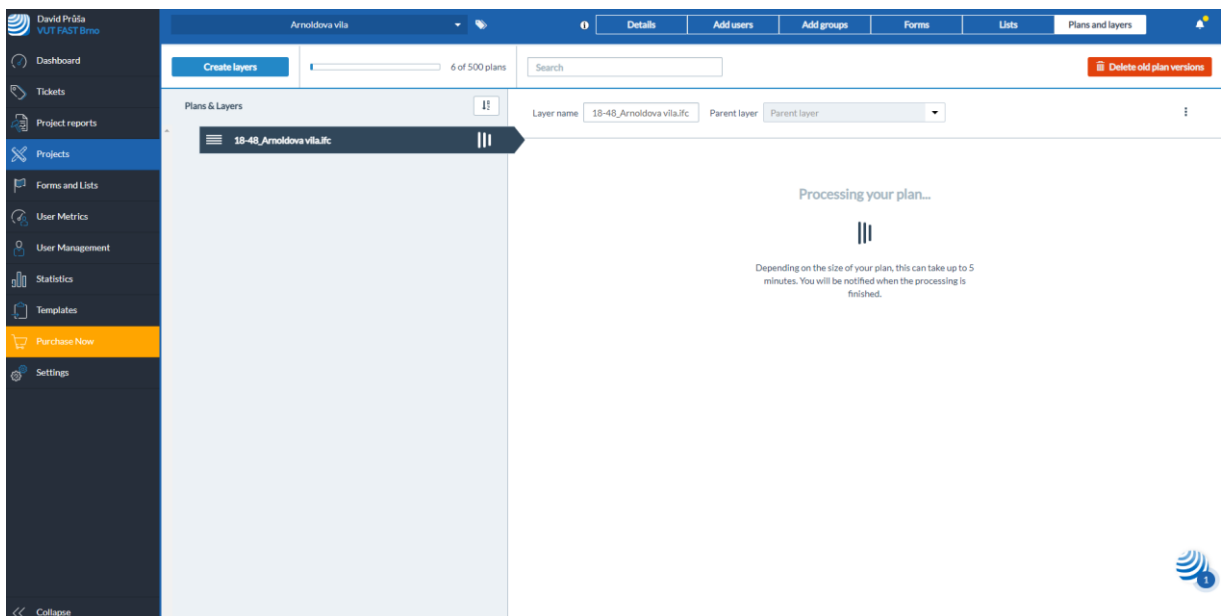
Obrázek č. 34: Nástěnka

Zobrazí se stránka s projektem, kam je potřeba nahrát požadované dokumenty v podporovaných formátech.



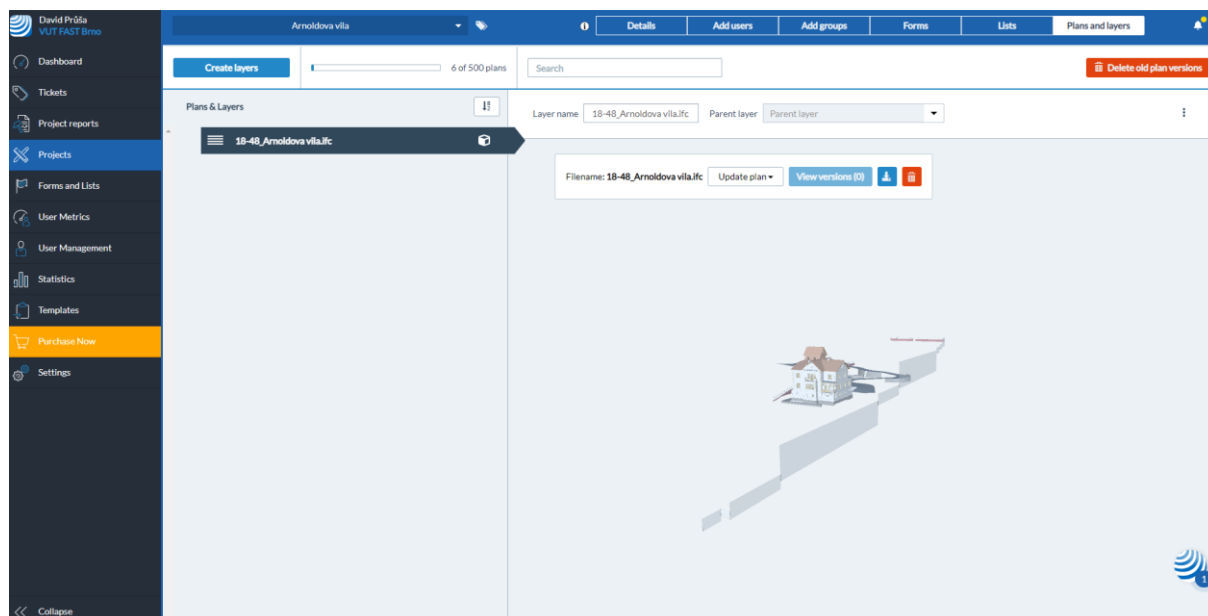
Obrázek č. 35: Prostor pro nahrání souborů

Vybereme možnost nahrát soubory (Upload documents) a zobrazí se nové okno, kde se vybere zdroj nahrávaného souboru. Je zde možnost nahrát dokumenty z vlastního počítače, Google Drive, OneDrive nebo Dropboxu.



Obrázek č. 36: Nahrávání modelu

Nahrajeme vybraný model ve formátu IFC.



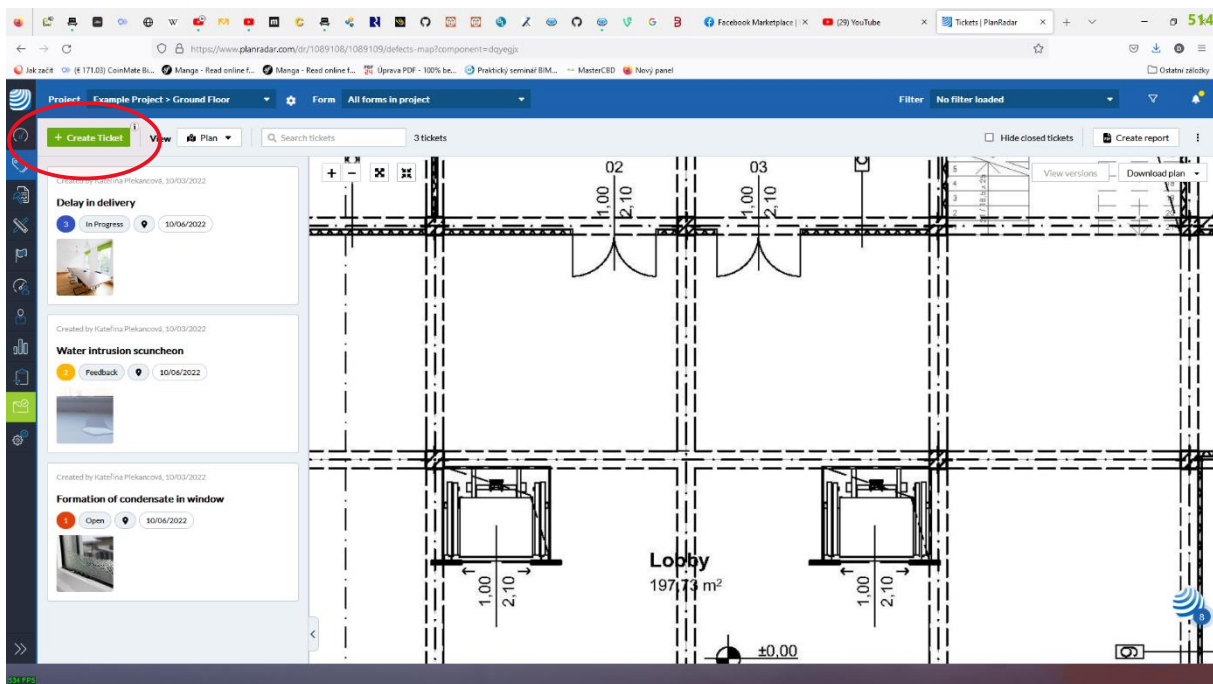
Obrázek č. 37: Zobrazení nahraného modelu

PlanRadar taktéž nabízí softwarovou podporu pro mobilní telefony, která usnadňuje celý proces práce s požadavky. Je dostupná pro telefony se systémem Android i pro iOS. Tato varianta je vhodná zejména pro pracovníky, kteří dané požadavky řeší, protože se v dnešní době dá očekávat, že budou mít telefon po ruce, takže není problém si na něm v aplikaci konkrétní úkol zobrazit, najít podle ní určené místo vyžadující například opravu a po provedené opravě dát vědět, že je úkol již splněn.

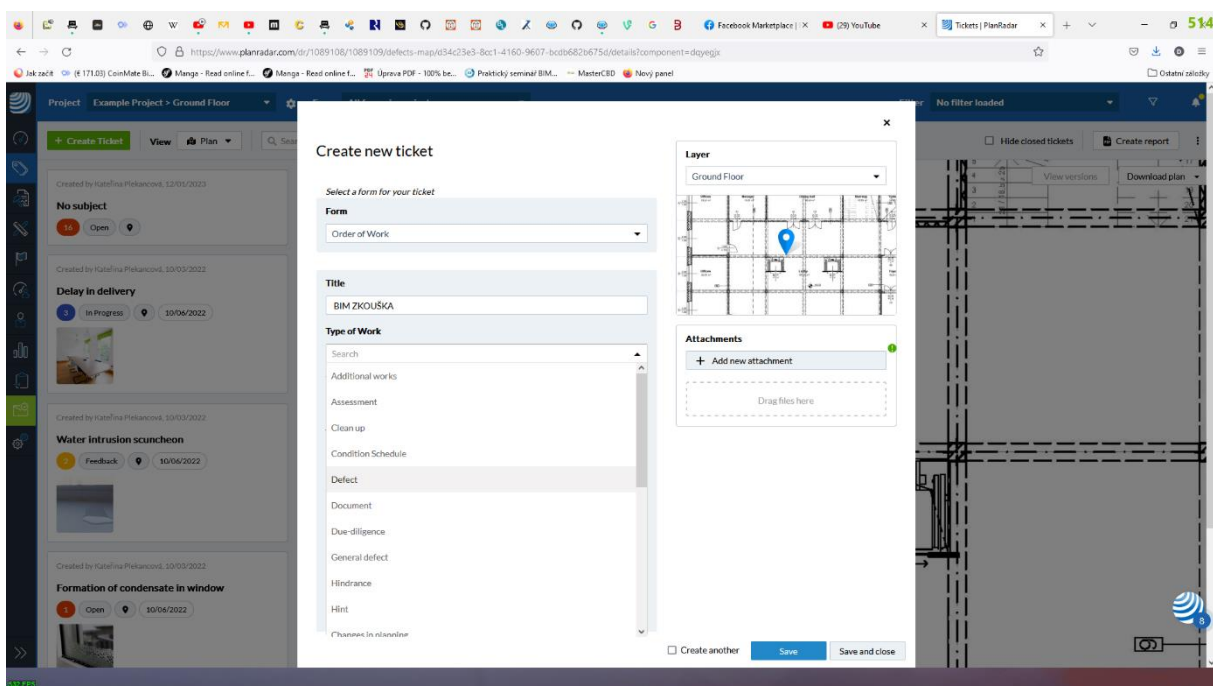


Obrázek č. 38: Zobrazení softwaru s modelem v mobilní aplikaci

Aplikace PlanRadar funguje na principu požadavků (Ticket). Facility manažer vytvoří požadavek na určitou činnost, přiřadí mu prioritu a pracovníka, který má daný úkol na starosti. Ve chvíli, kdy tento pracovník požadavek obdrží – dojde mu také jako upozornění do e-mailu – úkol facility manažera zpracuje a jakmile je hotový, tak jej v aplikaci označí za splněný.

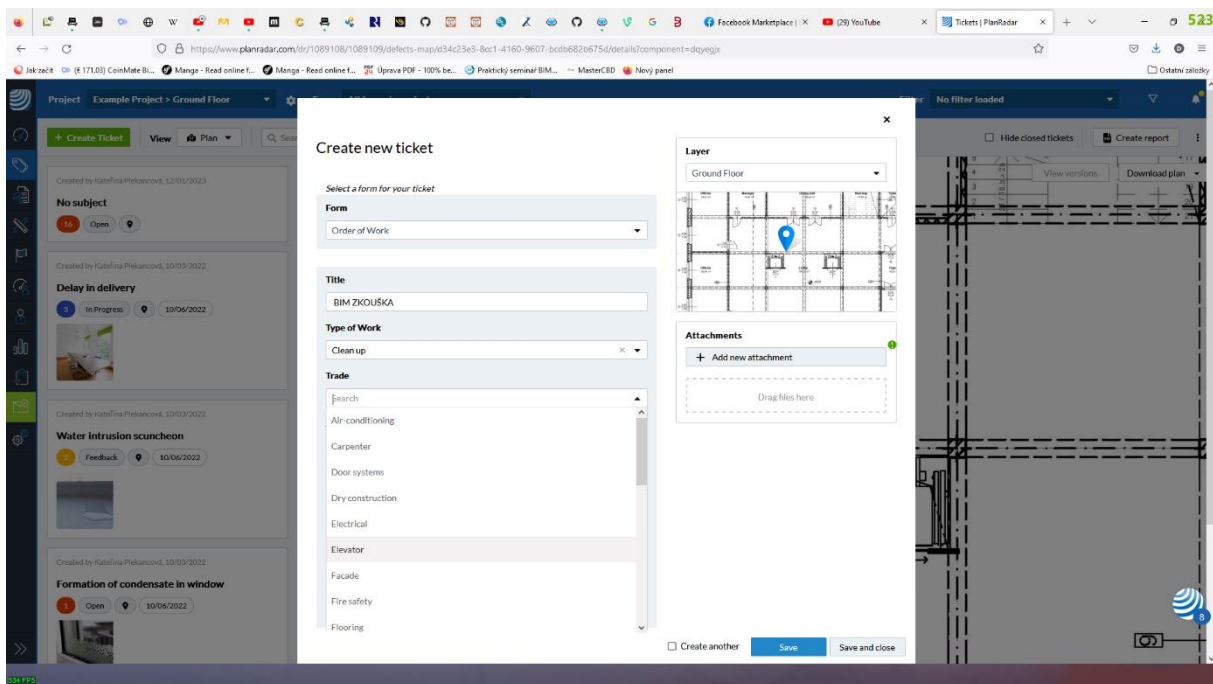


Obrázek č. 39: Vytvoření úkolu v softwaru



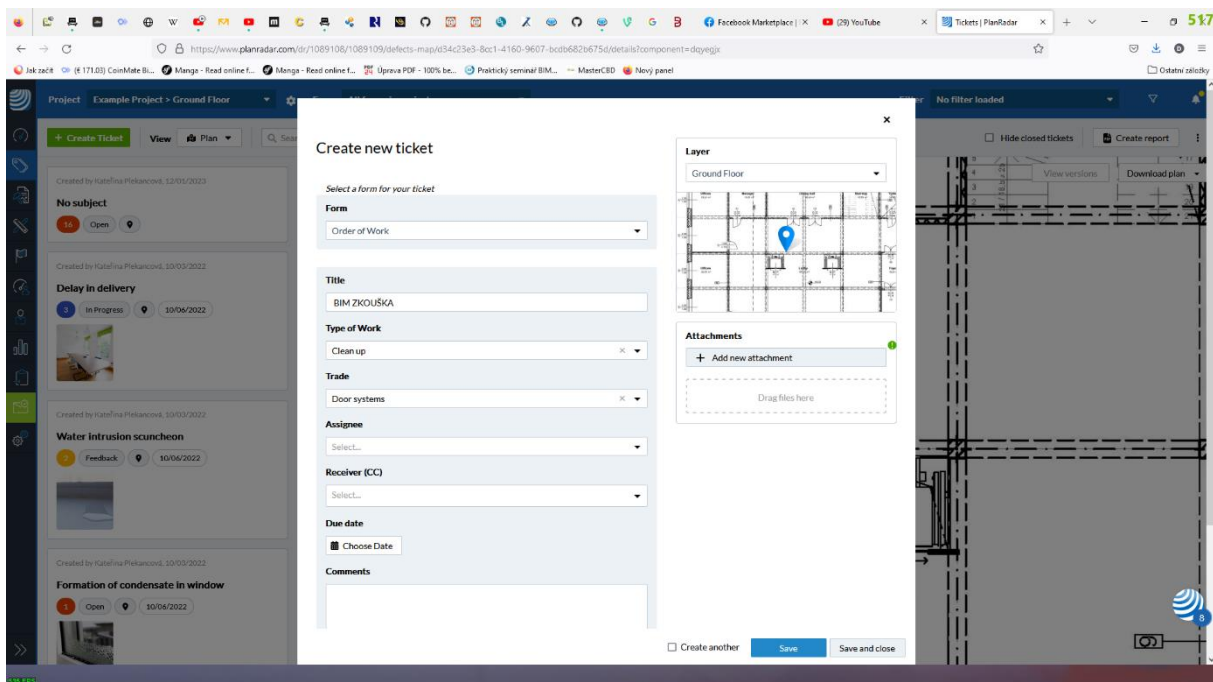
Obrázek č. 40: Parametry požadavku

K jednotlivým požadavkům se vždy musí přiřadit typ práce, zda se jedná například o úklid, o výměnu, kontrolu, nebo třeba o opravu nějakého poškození.



Obrázek č. 41: Nastavení parametrů požadavku

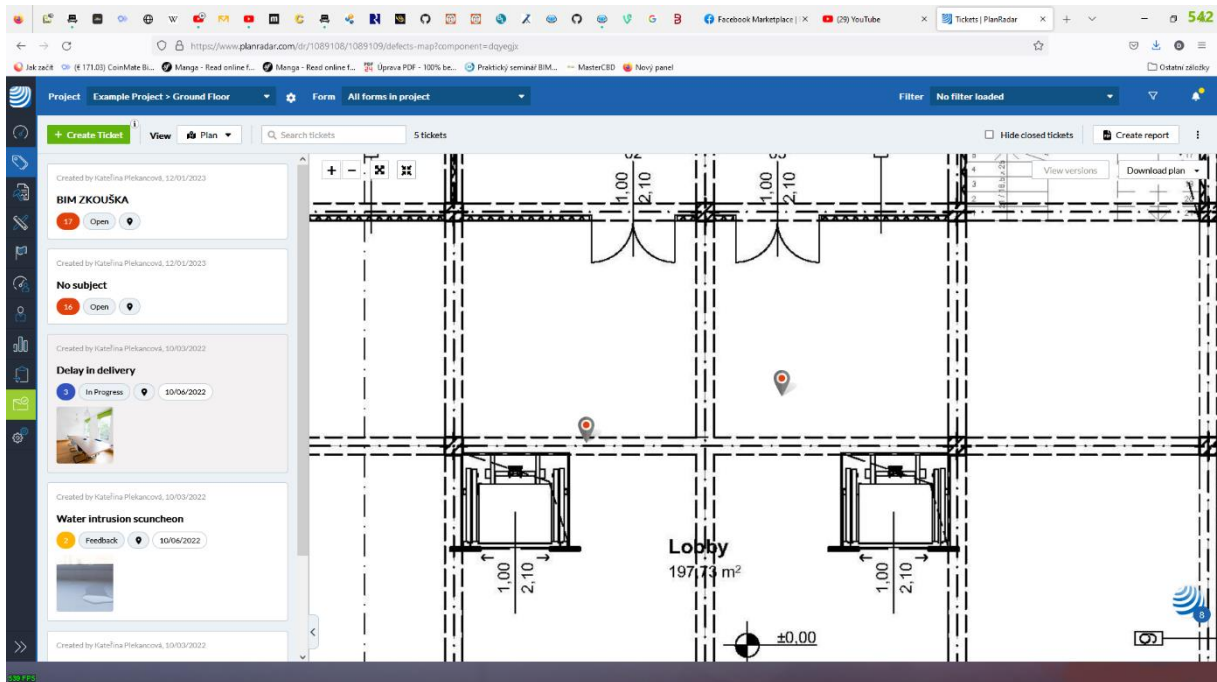
V aplikaci dále musíme zvolit, o který konkrétní prvek v objektu se jedná; zda se jedná o dveře, fasádu, nebo například požární systém. Zároveň aplikace nabízí možnost pravidelných upozornění, která mohou být nespornou výhodou například při kontrole protipožárních zařízení, jež probíhají standardně jednou za rok.



Obrázek č. 42: Vyhотовený požadavek před uložením

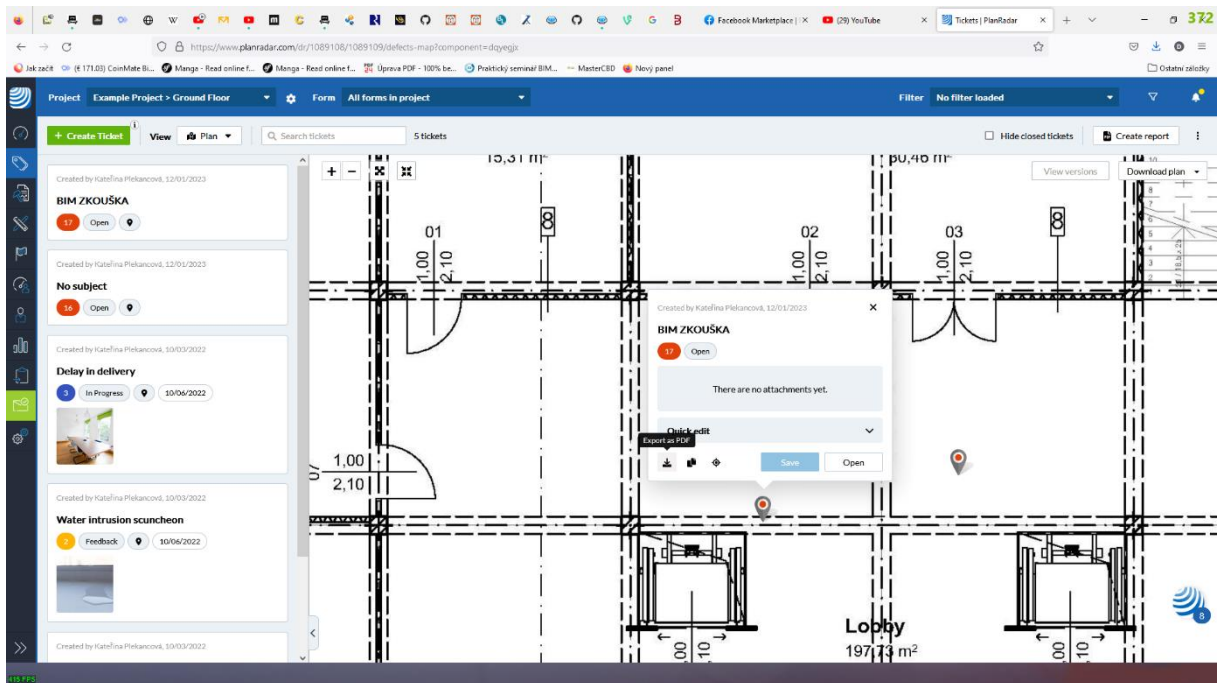
U vyplněného požadavku lze vidět polohu na výkresu či v modelu, typ práce, typ prvku i přiřazeného pracovníka. Zároveň zde můžeme přikládat soubory, například pokud by se

jednalo o poškození rámu okna, lze jednoduše k danému úkolu přidat fotografii poškození. Toto usnadňuje následnou opravu.



Obrázek č. 43: Zobrazení půdorysu objektu včetně všech ticketů

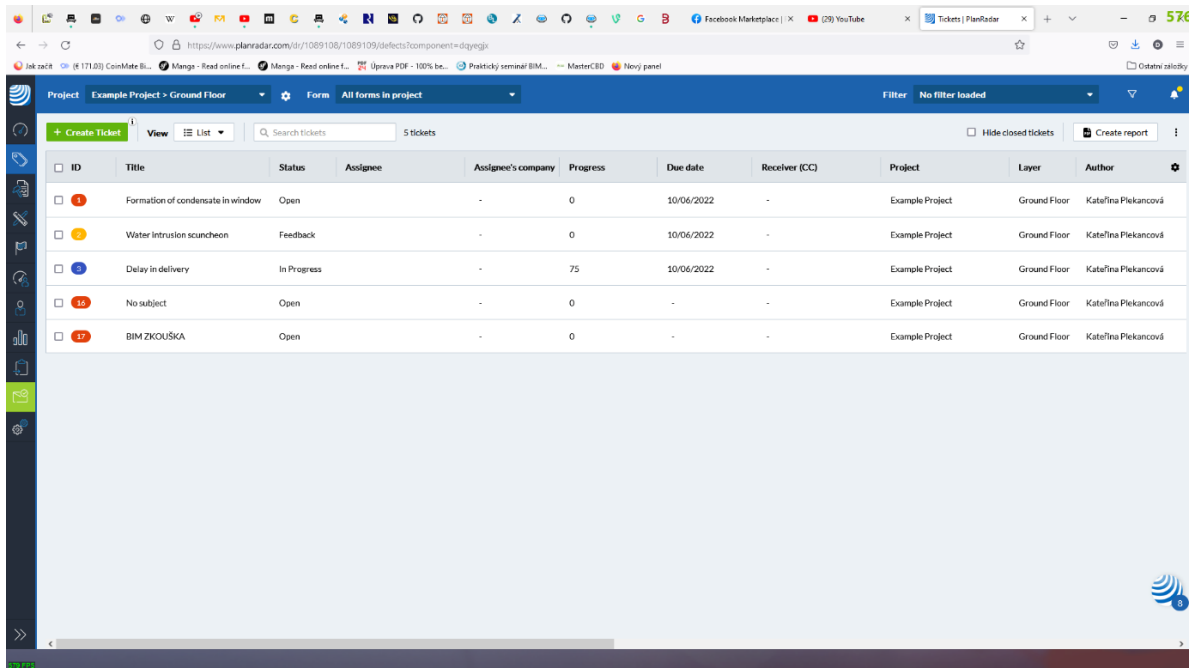
Požadavky se všechny zobrazí na levé straně vedle výkresu nebo modelu daného objektu.



Obrázek č. 44: Zobrazení požadavků v půdorysu objektu

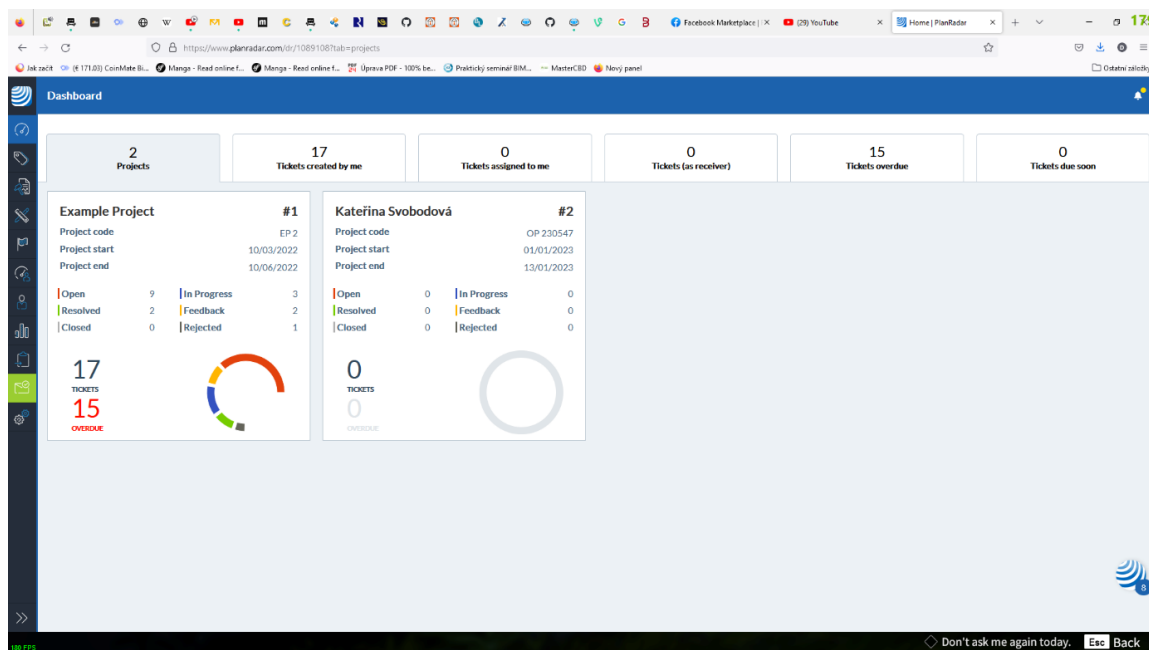
V případě, že je vytvořených vícero úkolů a nechceme je složitě hledat v záložce Požadavky (Tickety), stačí kliknout na danou ikonu na půdorysu či v 3D modelu a požadavek se zobrazí.

Úkoly mají nastavenou různou barvu dle priority. Červené požadavky jsou s nejvyšší, kritickou prioritou, šedé jsou splněné, modré a žluté jsou v procesu zpracování.



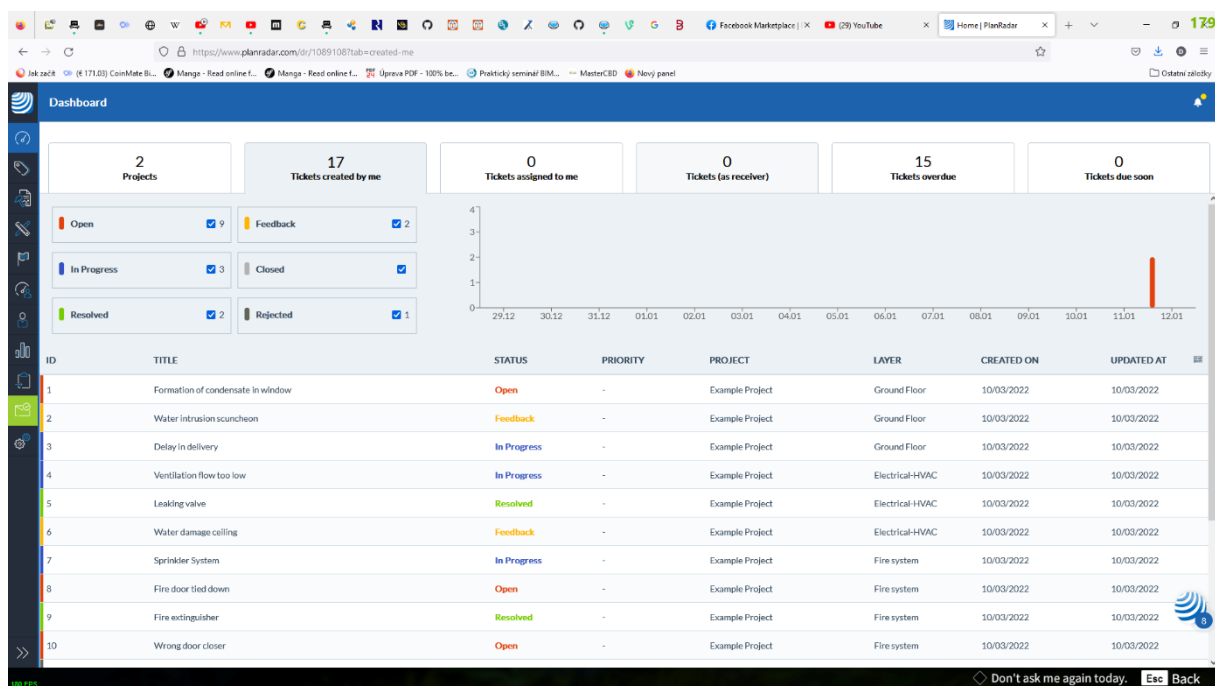
Obrázek č. 45: Zobrazení všech úkolů v záložce požadavky (Tickety)

Aplikace PlanRadar také umožňuje vytvořit určitou statistiku požadavků. Můžeme zde vidět kompletní seznam všech úkolů ve všech fázích, ať už jsou či nejsou zpracované. Tato možnost může jednoznačně pomoci facility manažerovi určit, zda se jedná o závadu s cyklickým opakováním, či o nahodilé poškození. Pomáhá to předcházet dalším závadám, protože facility manažer může adekvátně reagovat, například nařídit výměnu daného prvku.

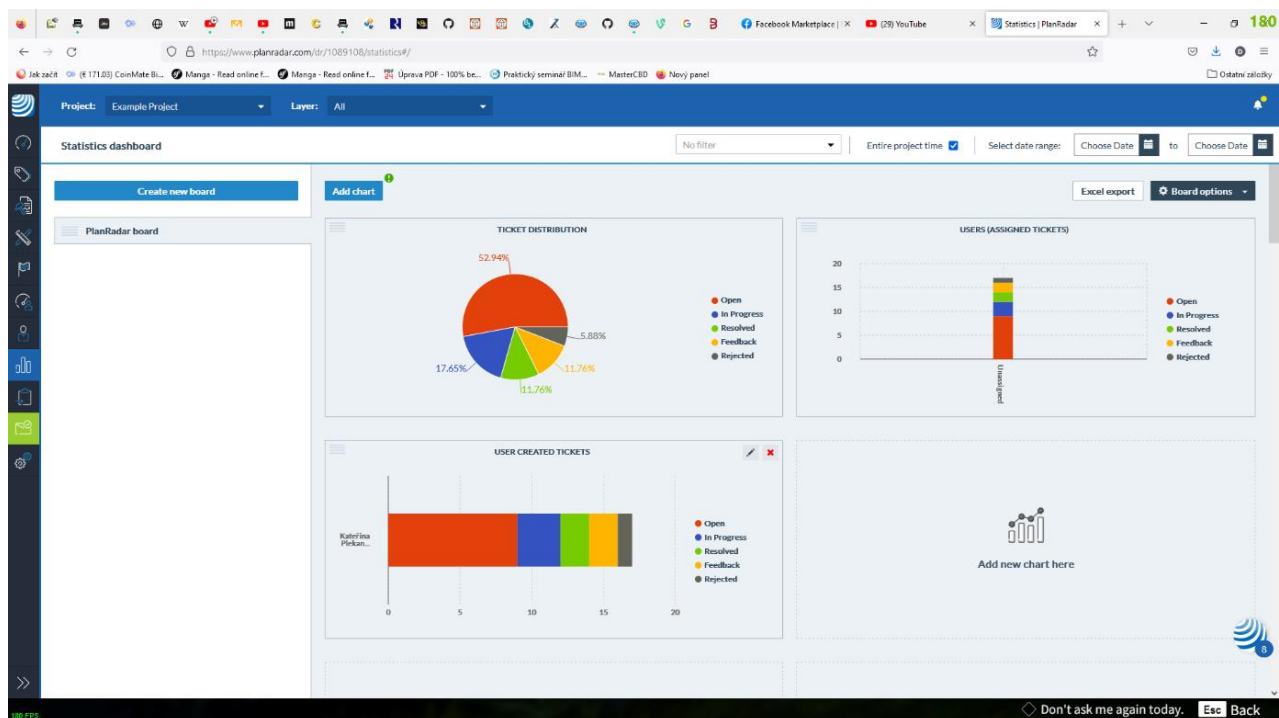


Obrázek č. 46: Nástěnka (Dashboard) PlanRadaru

V záložce Nástěnka (Dashboard) můžeme vidět všechny požadavky u daného projektu a také se zde nachází celková statistika úkolů – které jsou splněné, nesplněné, v procesu, či například zamítnuté.



Obrázek č. 47: Přehled všech úkolů (ticketů) v daném projektu



Obrázek č. 48: Statistika v grafovém zobrazení

Aplikace PlanRadar se jeví jako multiaplikační software, který by mohl být využíván již od počáteční studie stavby a po celou dobu její životnosti. Facility manažer by tak byl od počátku

do projektu zapojen a mohl by stanovit svoje požadavky na model, případně by si potřebné prvky do modelu sám doplnil. Tak by měl výborný přehled o celém projektu a mohl by ho ovlivnit pro větší efektivitu a hospodárnost budoucího provozu.

Zároveň by aplikace PlanRadar mohla fungovat jako synergické společné datové prostředí mezi architekty, inženýry, projektovým týmem i facility manažerem. Software PlanRadar by tak tvořil ideální podmínky pro kooperaci mezi všemi účastníky výstavbového procesu. V této práci byla aplikace PlanRadar využívána pouze povrchově, nicméně nabízí řadu dalších užitečných funkcí, které by mohly usnadňovat celý proces výměny informací.

3.5 Trimble Connect

Aplikaci Trimble Connect využívá mezinárodně více než 10 miliónů uživatelů. Mezi nimi se nachází společnosti jako STRABAG, Zlínský kraj, VŠB Technická univerzita Ostrava, AFRY CZ a spousta dalších.¹⁰⁷

Trimble Connect je ve stavební praxi běžně využívané společné datové prostředí (CDE). Software jako takový podporuje prakticky dokonalou výměnu informací o daném projektu mezi jednotlivými účastníky procesu. BIM manažer nebo správce projektu spravuje tým a informace, kontroluje kolize v projektu a řeší i přiřazování metadat k souborům prvků modelu.¹⁰⁸

Trimble Connect pracuje s řadou formátů, od PDF až po IFC, nově také s RVT. BIM manažer tak efektivně pracuje se všemi potřebnými dokumenty, které stanovuje Plán realizace BIMu (BEP). Jde sice o společné datové prostředí založené na on-line spolupráci, ale umožňuje i práci off-line. Zároveň existuje i mobilní aplikace, která dále usnadňuje celkovou práci v BIM procesu. V práci s Trimble Connect není moc omezení, bohatě stačí jedna licence, která obsahuje všechny potřebné funkce. K jednotlivým informacím se tak dostaneme prostřednictvím webové aplikace, a to jak na stolním počítači či notebooku, tak přes mobilní telefony se systémem Android nebo iOS. Výhodou tohoto softwaru může být i možnost integrace totálních stanic, laser skenerů či virtuálních brýlí. Jedná se o společné datové prostředí, kde BIM manažer přiřazuje jednotlivým účastníkům procesu práva a nemusí se tak bát ztráty dat, jelikož jediný, kdo plná práva k datům mívá je BIM manažer.¹⁰⁹

¹⁰⁷ Reference. *Trimble Connect* [online]. Přerov: Construsoft, © 2021. [Cit. 12.01.2023]. Dostupné z: <https://trimbleconnect.cz/reference>

¹⁰⁸ Trimble Connect. *Trimble Connect* [online]. Přerov: Construsoft, © 2021. [Cit. 12.01.2023]. Dostupné z: <https://trimbleconnect.cz>

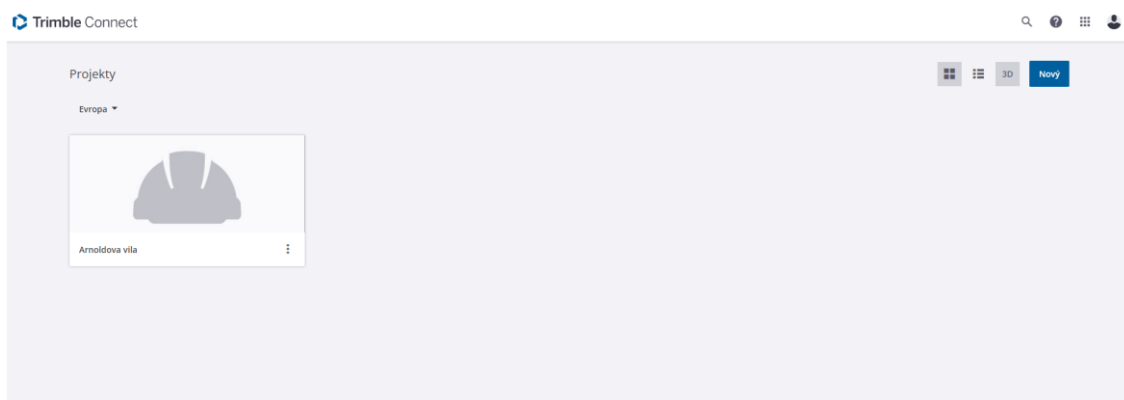
¹⁰⁹ Proč zvolit Trimble Connect? *Trimble Connect* [online]. Přerov: Construsoft, © 2021. [Cit. 12.01.2023]. Dostupné z: <https://trimbleconnect.cz/proc-trimble-connect>

Trimble Connect je šikovné prostředí pro všechny fáze stavebního procesu, respektive životního cyklu stavby. Uživatelé mohou velmi snadno kontrolovat a připomínkovat výkresy, modely i data a je zde usnadněna spolupráce s dalšími softwary například Tekla Structures, Sketch Up, Revit a dalšími. Díky tomuto programu udržuje BIM manažer vždy aktuální projektovou dokumentaci či BIM model, a díky možnosti zobrazení celého modelu aplikace umožňuje i jednoduchou vizualizaci projektu. Zároveň je software velice atraktivní i pro investory. Společnost, která CDE využívá, je transparentní a investor tak vždy vidí aktuální rozpracovanost projektu včetně plnění či neplnění daných úkolů. Investor má tak projekt plně pod kontrolou a může se na základě relevantních informací a případných statistik včas rozhodovat a předcházet tak řadě problémů, které by vznikly bez použití CDE. Zároveň se limituje komunikační šum, který vzniká nepřehledným množstvím e-mailů či hovorů, které jsou pro stavební praxi běžné.¹¹⁰

Společné datové prostředí není něco, co stavebnictví spasí, ale jedná se o určitou možnost jak efektivně pracovat s daty a předcházet vzniku problémů. Na druhou stranu tak ale vzniká prostor pro chyby nové. V posledních letech se zejména objevuje trend neochoty do firem CDE zavádět, jelikož se jedná o relativně vysoký finanční náklad. Nejde jen o samotné společné datové prostředí, ale zejména o finance na proškolení pracovníků a BIM manažera, a je na uvaženu, zda by se v konkrétní firmě zavedení CDE uplatnilo.

Založení nového projektu

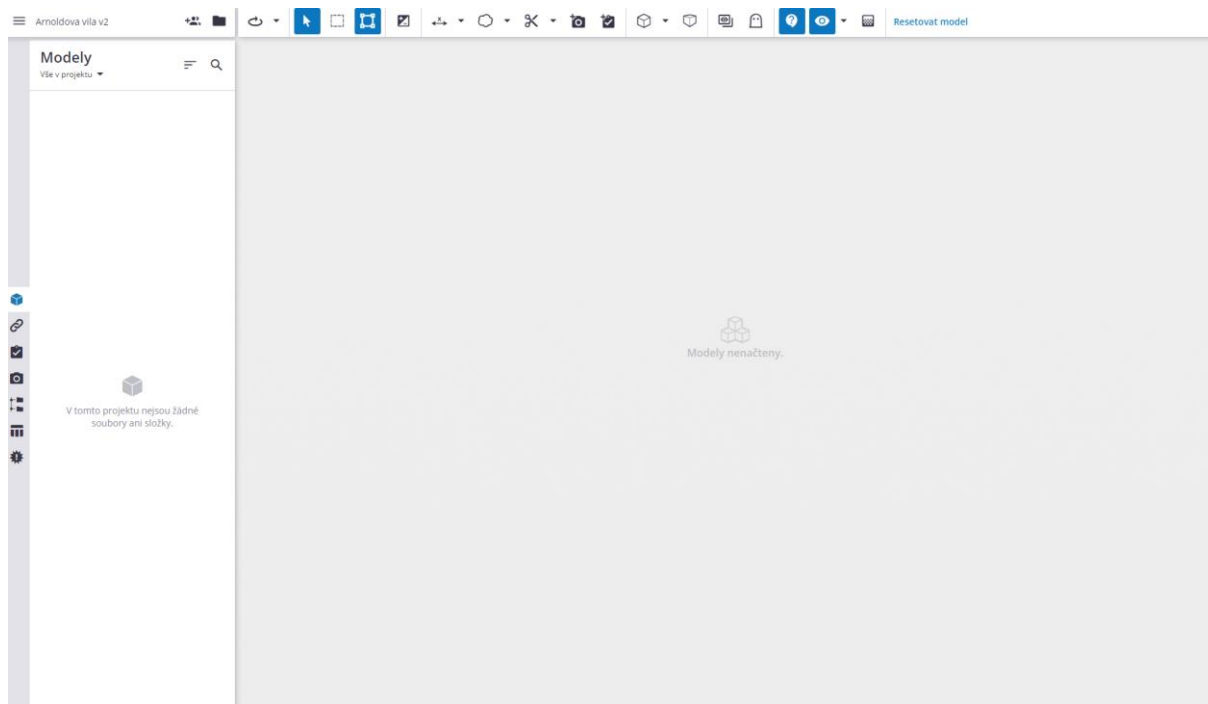
Na úvodní straně Trimble Connect založíme nový projekt kliknutím na tlačítko Nový.



Obrázek č. 49: Založení nového projektu v Trimble Connect

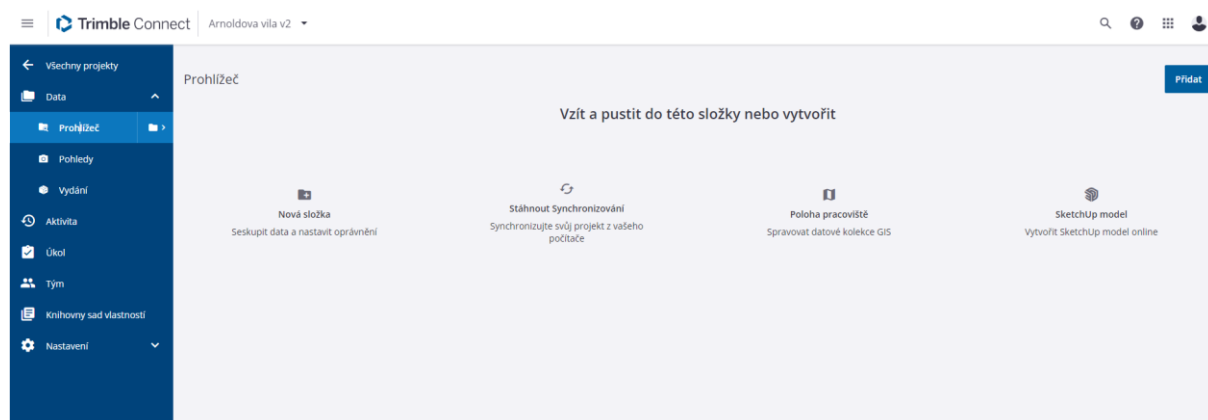
Vyskočí dialogové okno, kde se vyplní potřebné informace, což je název projektu a server umístění projektu. Následně se zobrazí webové rozhraní projektu.

¹¹⁰ Tamtéž.



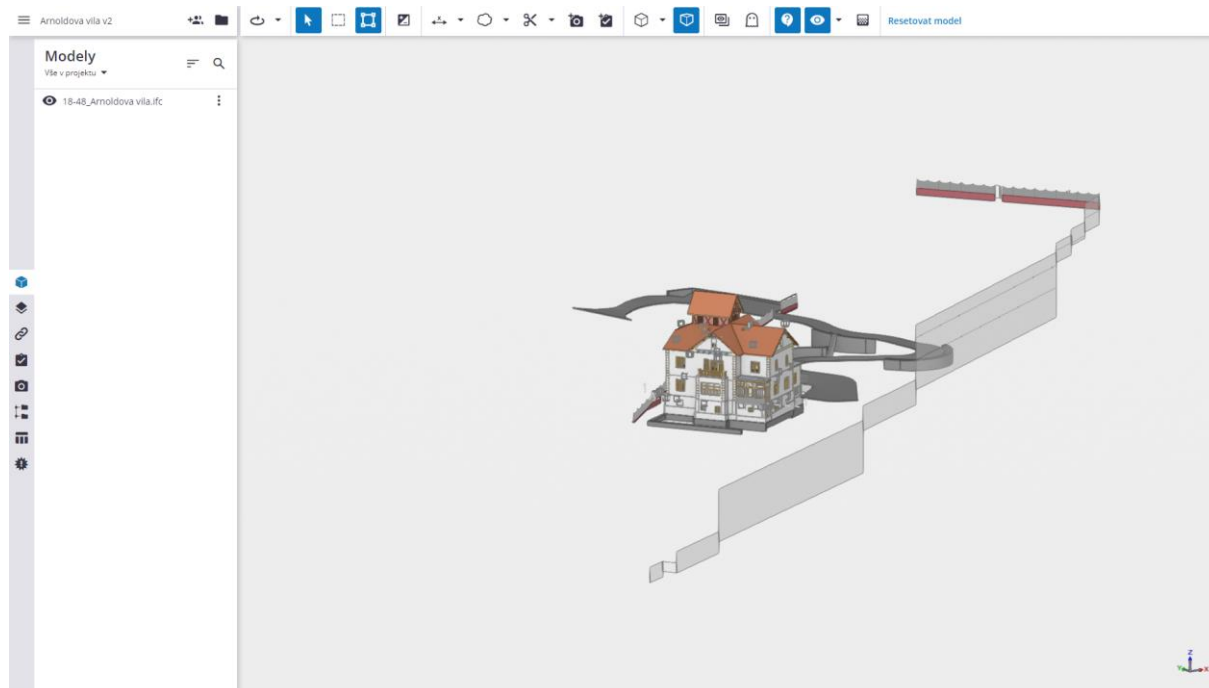
Obrázek č. 50: Webové rozhraní projektu

Pak se přesuneme na webovou stránku <https://web.connect.trimble.com>, kam nahrajeme model objektu pomocí tlačítka Přidat.



Obrázek č. 51: Nahrání modelu

Přesuneme se zpět do webového rozhraní projektu, kde již můžeme nahraný model objektu vidět.



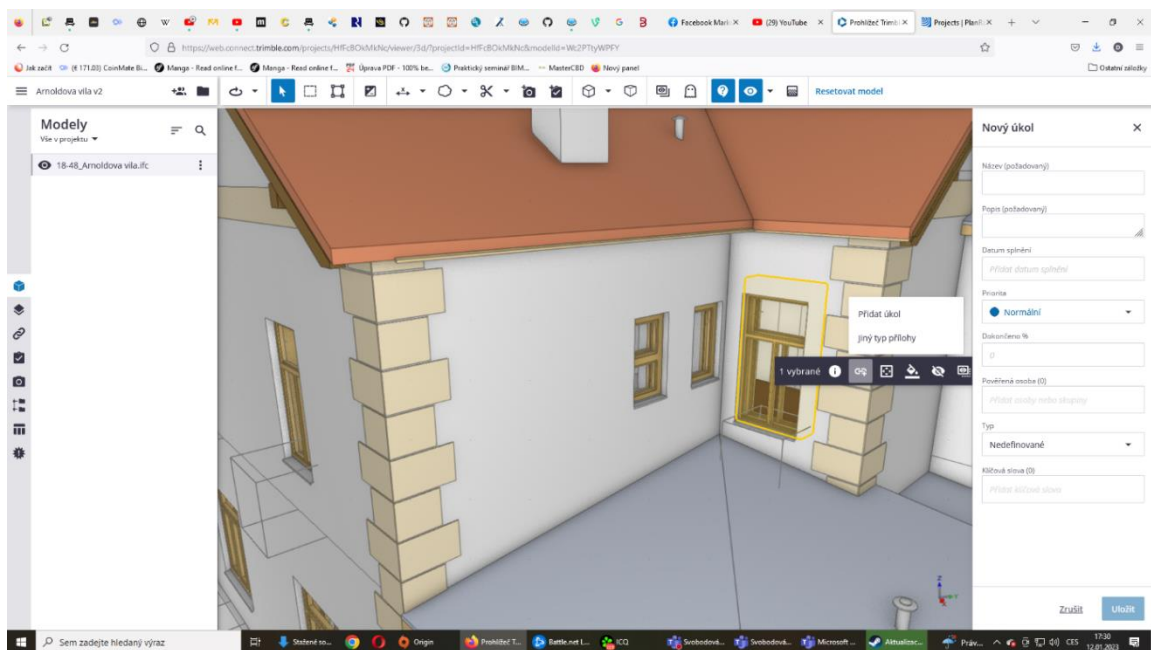
Obrázek č. 52: Zobrazení nahraného modelu

I Trimble Connect umožňuje uživatelům přístup ke svým informacím skrz mobilní aplikaci. Je jednodušší, než má PlanRadar, ale jak je vidět na Obrázku č. 53, i 3D model stavby se tam dá bez problémů zobrazit.



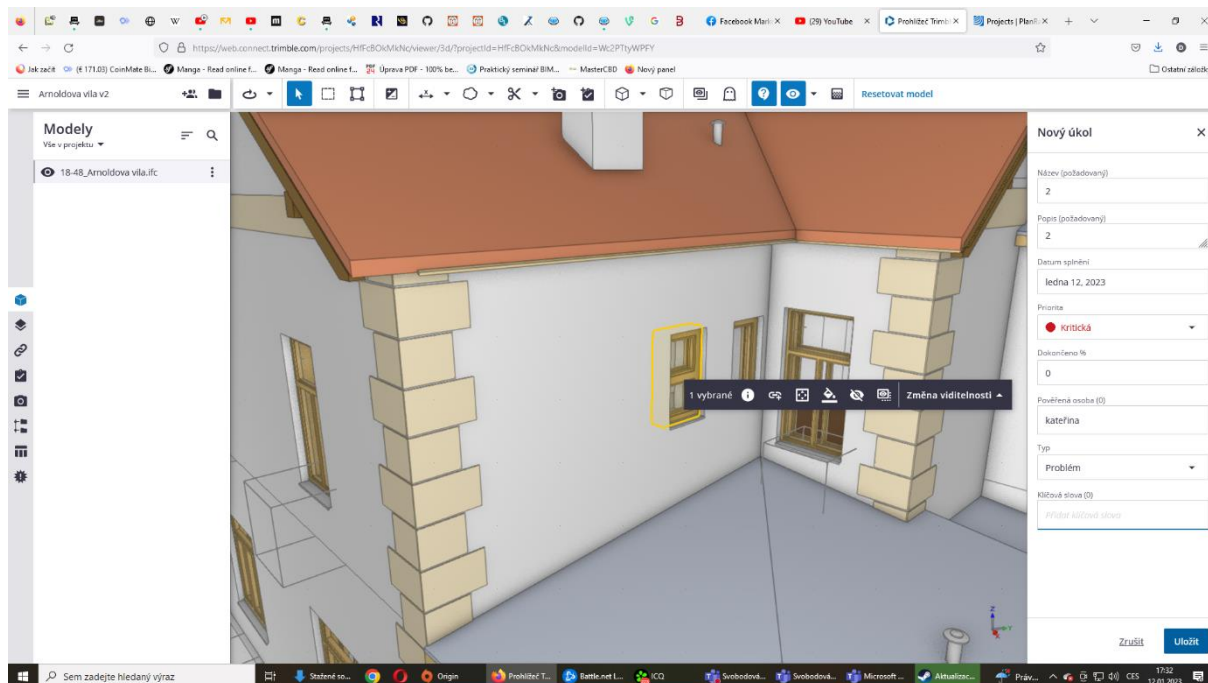
Obrázek č. 53: Mobilní aplikace

Toto prostředí je již plně lokalizované, celý software je tedy přeložen do češtiny, a i všechny příkazy se provádějí v češtině. Také Trimble Connect nabízí možnost tvorby úkolů, které jsou obvykle pro facility manažera velmi užitečným nástrojem.

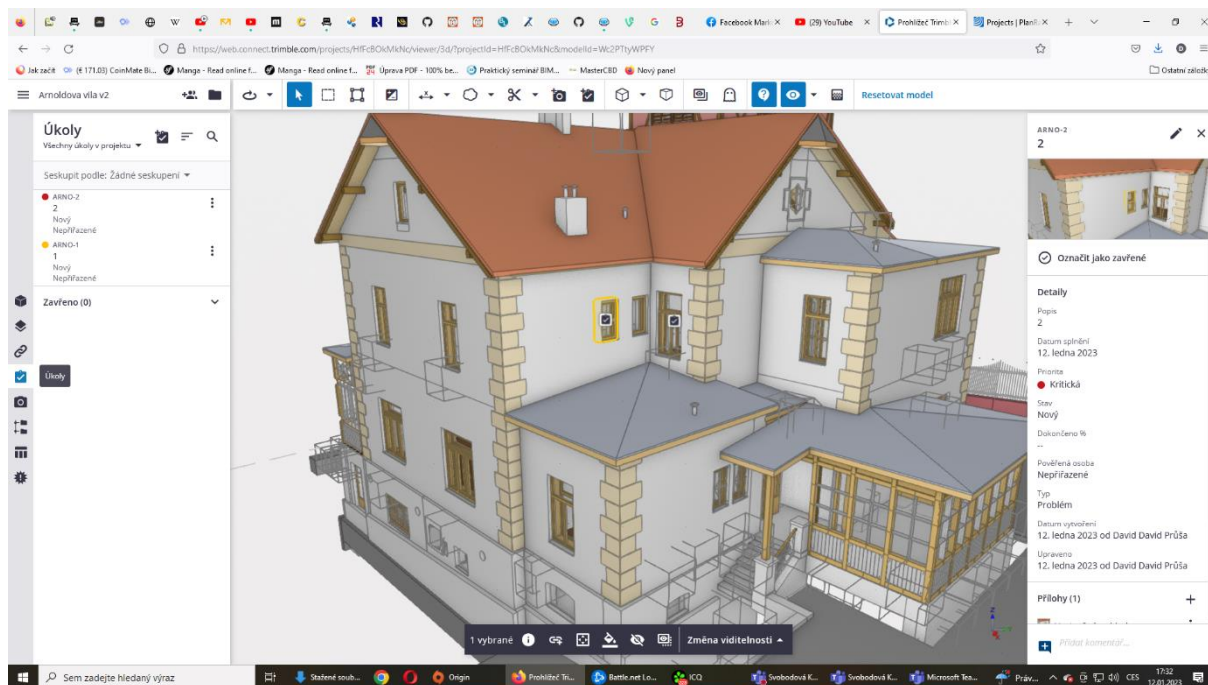


Obrázek č. 54: Vytvoření nového úkolu v prostředí Trimble Connect

Pravým tlačítkem klikneme na vybraný prvek a zobrazí se dialogové okno s možnostmi Přidat úkol či Jiný typ přílohy. Po vybrání varianty Přidat úkol se na pravé straně prostředí ukáže dialogové okno s novým úkolem, kde se nastaví jeho parametry. Tyto jsou velmi podobné – opět se jedná o prioritu prvku, název prvku, popis, datum splnění a pověřenou osobu.



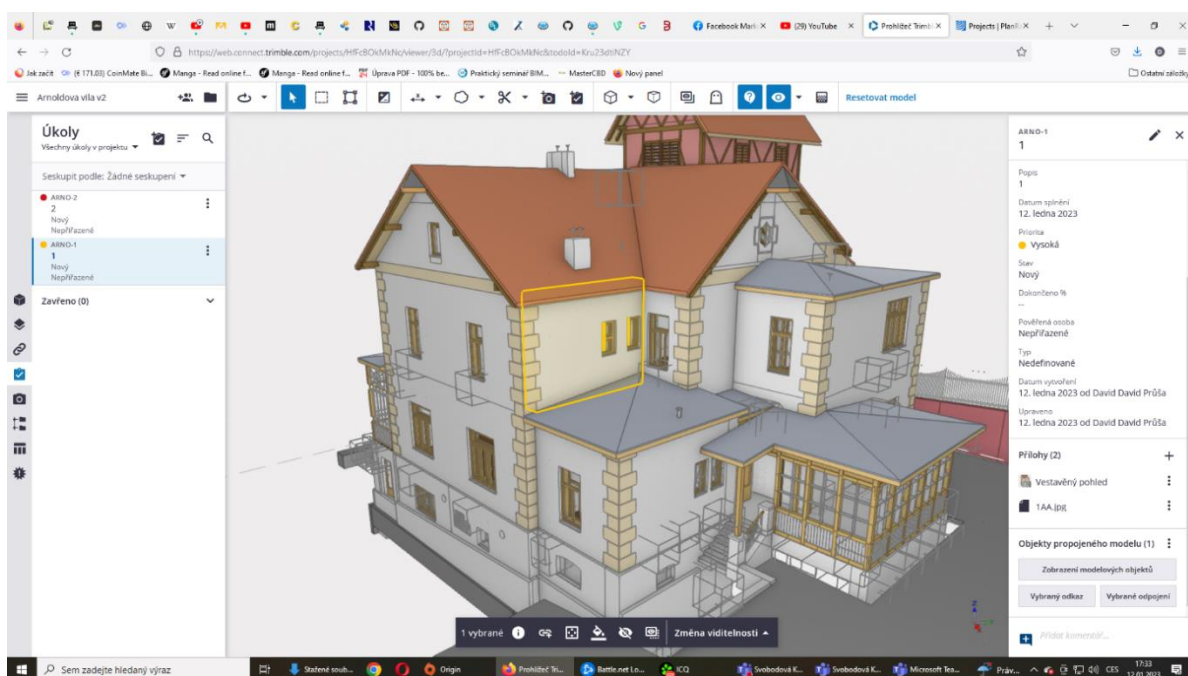
Obrázek č. 55: Vytvoření úkolu



Obrázek č. 56: Zobrazení úkolů v 3D modelu objektu

Dané úkoly se zobrazují přímo v 3D modelu, jak můžeme vidět na Obrázku č. 56 a 57. K těmto úkolům můžeme přiřazovat i fotografickou dokumentaci, aby měla pracovní jednotka

usnadněnou práci. Na levé straně pak vidíme seznam úkolů, které jsou splněny, nesplněny, ve zpoždění, nebo v procesu. Ve chvíli, kdy je úkol přiřazen pověřené pracovní síle, se k ní tato pracovní jednotka vyjádří. Jakmile je úkol pracovní jednotkou označen za splněný, získá zelenou barvu a archivuje se. Aplikace Trimble Connect je spíše společným datovým prostředím (CDE) nežli CAFM systémem, nicméně díky tomu, že je uživatelsky přívětivá, se snadno používá a může fungovat jako alternativní jednoduchý systém pro správu stavebních objektů. Díky tomu, že můžeme nahrávat soubory nejen ve formátu IFC, ale nově i v RVT, bychom tak předešli ztrátě dat, které při konverzi z RVT vzniknou. Aplikace Trimble Connect je jedním z nejrozšířenějších společných datových prostředí (CDE), tudíž bychom zároveň se systémem pro správu budov získali i systém, který by daleko lépe zajišťoval spoluúčast všech účastníků celého výstavbového procesu, nejen provozní fáze.



Obrázek č. 57: Zobrazení úkolů v aplikaci Trimble Connect

4 Závěr

Předložená práce se zabývá možným využitím informačního modelu stavby (BIM) v provozní fázi životního cyklu stavebního objektu jako podklad pro facility manažera.

Práce se skládá ze dvou hlavní kapitol – teoretická část a praktická část.

Teoretická část popisuje v jednotlivých kapitolách základy BIMu, popisuje nD rozměry BIM modelu, historii BIMu, standardy BIMu a normy, výhody a nevýhody a BIM softwary běžně používané v ČR.

Dále v kapitole 2.2 jsou popsány obecné informace o Facility Managementu, oblasti FM, normy, historie a CAFM systémy v ČR a dále BIM a VM.

Praktická část se skládá ze čtyř hlavních podkapitol.

Praktická část diplomové práce proběhla ve dvou různých softwarech na jednom totožném modelu Arnoldovy vily.

V první fázi práce bylo potřeba vytvořit BIM model objektu. V lednu 2022 proběhlo laserové skenování objektu a jednotlivé výstupy byly zpracovány v softwaru CloudCompare. Jelikož v témže roce započaly práce na rekonstrukci reálného objektu tak výsledný 3D model poskytl k použití Ateliér 99 s.r.o.

Jelikož se jednalo pouze o 3D model bez potřebných informací bylo potřeba najít substituční řešení problematiky Facility Managementu a BIMu.

Běžně využívané softwary pro správu nemovitostí pracují většinou s 2D dokumentací případně s unifikovaným IFC formátem exportovaným z projekčního softwaru. Zde byl export vytvořen přes software Revit a následně zkontrolován v softwaru Graphisoft ArchiCAD 24. Následné vizualizace vznikly ve studentské verzi Lumion 12 PRO student.

Jako systémy pro správu budov byly vybrány dva.

První byl PlanRadar ve kterém se do importovaného modelu vytvořily tickety, které tvoří vlastně úkoly pro jednotlivé pracovníky. Tyto tickety tvoří facility manažer. Jedná se především o tickety, které zajišťují opravy závad či pravidelné úklidy atd. Výhodou je, že ke každému ticketu přiřazujeme prioritu, dokumenty (například fotografickou dokumentaci), jednoznačně je označíme ve výkresu či modelu a přiřazujeme zodpovědného pracovníka ke splnění daného úkolu. PlanRadar dále nabízí statistické údaje o počtu ticketů, a tak je snadné odhalit cyklické problémy například pravidelné závady či nespolehlivé pracovníky. Splněné úkoly vykáže zodpovědný pracovník a facility manažer může sledovat jejich plnění.

Jako další systém byl zvolen Trimble Connect, který je spíše společným datovým prostředím. Přestože můžeme vykázat úkoly k jednotlivým prvkům v modelu chyběla zde možnost širšího využití v provozní fázi. Trimble Connect má ale více výhod. Je rozšířený, zvládá lépe zpracovat celou projektovou dokumentaci a zároveň zvládá i více formátů než jen IFC a PDF.

Předložená práce se spíše povrchově dotýká možnosti využít 3D model/BIM model v provozní fázi životního cyklu stavby. Jedná se o relativně novou problematiku v ČR a pro přesnější data, například výpočet časové a finanční úspory, je potřeba zajistit dlouhodobější data z KPI. Není prakticky možné tyto data změřit v průběhu psaní diplomové práce – jedná se o krátký časový úsek. Alternativou se jeví získat data z praxe, zde jsme se ale setkali se značnou neochotou data poskytovat. Z jednoho prostého důvodu – jedná se o interní „know-how“ a úspěšné firmy se rozhodně nebudou vychloubat, jak pracují.

Tímto se zde ale otevírá možnost dalšího výzkumu, například během doktorského studia.

5 Bibliografie

5.6. BIM a Facility Management (FM). *Koncepce BIM* [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, © 2018-2022. [Cit. 12.12.2022]. Dostupné z: <https://www.koncepcbim.cz/296-5-6-bim-a-facility-management-fm>

7 základních BIM zkratk, na které narazíte v každém projektu. *BIM POINT* [online]. Praha: BIM POINT, © 2009-2022. [Cit. 15.12.2022]. Dostupné z: <https://www.bim-point.com/blog/bim-zkratky>

Arnoldova vila. A99 [online]. Brno: Atelier 99 s.r.o. [Cit. 5.1.2023]. Dostupné z: <https://www.atelier99.cz/portfolio/arnoldova-vila/>

Arnoldova vila. *Arnoldova vila* [online]. Brno: Muzeum města Brna, Copyright © 2022. [Cit. 5.1.2023]. Dostupné z: <https://www.arnoldovavila.cz/o-vile/arnoldova-vila>

BERÁNKOVÁ WERNEROVÁ, Eva, KUDA, František. Facility management a technicko-ekonomická správa majetku (PS 10.5). *ČKAIT* [online]. Praha: Profesis, Vydání 2015, aktualizace 2020. [Cit. 12.10.2022]. Dostupné z: <https://profesis.ckait.cz/dokumenty-ckait/ps-10-5/#1-1>

BERLO, Léon van, KRIJNEN, Thomas, TAUSCHER, Helga, KRANENBURG, Arie van, PAASIALA, Pasi. Future of the Industry Foundation Classes: towards IFC 5. *buildingSMART International* [online]. © 2021. [Cit. 3.3.2022]. Dostupné z: https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2021/06/IFC_5.pdf

Budova MU, Komenského nám. 2, Brno. *MUNI Provozní odbor* [online]. Brno: Masarykova univerzita, © 2008-2023. [Cit. 5.1.2023]. Dostupné z: <https://provoz.rect.muni.cz/cs/sprava-budov/budova-mu-komenskeho-nam-2-brno>

CAFM systémy: přehled trhu 2022. *Facility Management Journal*. 2022, roč. 2022, č. 2, s. 6–19. ISSN 2788-0842.

CASTLE, Kathy. Risks of BIM. *ProjectCubicle* [online]. ProjectCubicle, Copyright 2007 – 2021. [Cit. 20.12.2022]. Dostupné z: <https://www.projectcubicle.com/bim-technology-risks-of-building-information-modeling-bim/>

CCI. *BIMfo* [online]. Praha: Arkance Systems CZ, © 2022. [Cit. 4.5.2022]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Nastaveni/Slovník-BIM-pojmu/CCI.aspx>

Co je BIM a proč je důležitý? *BIM project* [online]. Praha: BIM project s.r.o., Copyright 2019. [Cit. 12.12.2022]. Dostupné z: <https://bimproject.cz/cs/blog/what-is-bim>

Co je to BIM. *Koncepce BIM* [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, © 2018-2022. [Cit. 12.12.2022]. Dostupné z: <https://www.koncepcebim.cz/203-3-1-co-je-to-bim>

czBIM. *BIMfo* [online]. Praha: Arkance Systems CZ, © 2022. [Cit. 4.5.2022]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Nastaveni/Slovník-BIM-pojmu/czBIM.aspx>

ČAS-P02-V14c-E3-R01_031_Společné datové prostředí (CDE) – zavedení a využívání v organizaci veřejného zadavatele. Praha: Agentura ČAS, © 2020, listopad 2020. [Cit. 29.11.2022]. Dostupné z:

https://www.koncepcebim.cz/uploads/inq/files/Spole%C4%8Dn%C3%A9%20datov%C3%A9%20prost%C5%99ed%C3%AD%20%28CDE%29%20zaveden%C3%AD%20a%20vyu%C5%BE%C3%ADv%C3%A1n%C3%ADv%20organizaci%20VZ_Agentura%20%C4%8CAS.pdf

ČAS-PS00-V14a-E3-R01_011_Společné datové prostředí (CDE) – přehled atributů pro výběr [online]. Praha: Agentura ČAS, © 2020, březen 2020. [Cit. 29.11.2022]. Dostupné z: [https://www.koncepcebim.cz/uploads/inq/files/Společné datové prostředí \(CDE\) - přehled atributů pro výběr_Agentura_ČAS.pdf](https://www.koncepcebim.cz/uploads/inq/files/Společné datové prostředí (CDE) - přehled atributů pro výběr_Agentura_ČAS.pdf)

ČERNÝ, Martin aj. *BIM příručka*. Praha: Odborná rada pro BIM, 2013. ISBN 978-80-260-5297-5.

ČSN EN 17412-1. *Informační modelování staveb - Úroveň informačních potřeb - Část 1: Pojmy a principy*. Praha: Český normalizační institut, 2021. Třídící znak 730141.

ČSN EN ISO 16739-1. *Datový formát Industry Foundation Classes (IFC) pro sdílení dat ve stavebnictví a ve facility managementu - Část 1: Datové schéma*. Praha: Český normalizační institut, 2020. Třídící znak 730100.

ČSN EN ISO 41011 (762102). *Facility management - Slovník*. Praha: Český normalizační institut, 2018. Třídící znak 762102.

DOBIÁŠ, Jiří. Building Information Modeling (BIM) z pohledu výrobce stavebních materiálů. *iMateriály* [online]. Praha: Sabre, © 2020. Poslední změna: 23.8.2019. [Cit. 28.9.2022]. Dostupné z: https://www.imaterialy.cz/rubriky/informace-vyrobcu/building-information-modeling-bim-z-pohledu-vyrobcce-stavebnich-materialu_47171.html

Dokumenty: Klasifikační systém. *Koncepce BIM* [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, © 2018-2022. [Cit. 12.12.2022]. Dostupné z: <https://www.koncepcbim.cz/dokumenty?z=312>

Facility management. *TZB-info* [online]. Praha: Topinfo, © 2001-2022. [Cit. 28.11.2022]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/facility-management>

Fotogalerie. *Arnoldova vila* [online]. Brno: Muzeum města Brna, Copyright © 2022. [Cit. 5.1.2023]. Dostupné z: <https://www.arnoldovavila.cz/fotogalerie>

CHRISTIANSEN, Bryan. Complete Guide to Facilities Management. *LimbleCMMS* [online]. Limble CMMS, 12.10.2020. [Cit. 20.12.2022]. Dostupné z: <https://limblecmms.com/blog/facilities-management/>

CHRISTIANSEN, Bryan. What is CAFM? Computer-Aided Facility Management Software Explained. *LimbleCMMS* [online]. Limble CMMS, 3.12.2021. [Cit. 20.12.2022]. Dostupné z: <https://limblecmms.com/blog/what-is-cafm-software/>

Josef Arnold a jeho život. *Arnoldova vila* [online]. Brno: Muzeum města Brna, Copyright © 2022. [Cit. 5.1.2023]. Dostupné z: <https://www.arnoldovavila.cz/o-vile/josef-arnold-a-jeho-zivot>

KUDA, František, BERÁNKOVÁ, Eva, SOUKUP, Petr. *Facility management v kostce pro profesionály i laiky*. Olomouc: Form Solution, 2012. ISBN 978-80-905257-0-2.

Laserové skenování: Výstupy a možnosti jejich využití. *VISIONPLAN-3D s.r.o.* [online]. Plzeň: VISIONPLAN-3D s.r.o., Copyright 2021. [Cit. 12.12.2022]. Dostupné z: <https://www.visionplan.cz/laserove-skenovani-vystupy-a-moznosti-jejich-vyuziti/>

LOD. *BIMfo* [online]. Praha: Arkance Systems CZ, © 2022. [Cit. 4.5.2022]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Nastaveni/Slovník-BIM-pojmu/LOD.aspx>

LOG. *BIMfo* [online]. Praha: Arkance Systems CZ, © 2022. [Cit. 4.5.2022]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Nastaveni/Slovník-BIM-pojmu/LOG.aspx>

LOI. *BIMfo* [online]. Praha: Arkance Systems CZ, © 2022. [Cit. 4.5.2022]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Nastaveni/Slovník-BIM-pojmu/LOI.aspx>

LOIN. *BIMfo* [online]. Praha: Arkance Systems CZ, © 2022. [Cit. 4.5.2022]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Nastaveni/Slovník-BIM-pojmu/LOIN.aspx>

MEDKOVÁ, Magdaléna. Žila v ní teta Grety Tugendhat. Začíná rekonstrukce nejohroženější památky v Brně. *Aktuálně.cz* [online]. Praha: Economia, a.s., Copyright 1999 – 2023. [Cit. 5.1.2023]. Dostupné z: <https://magazin.aktualne.cz/bydleni/architektura/zila-v-ni-teta-grety-tugendhat-zacina-rekonstrukce-nejohroze/r~2dd3d5c05d8611ec8a900cc47ab5f122/>

MICHALÍK, Bohumil. Laserové skenování. *Národní centrum stavebnictví 4.0*. [online]. Praha: Národní centrum Stavebnictví 4.0. [Cit. 12.12.2022]. Dostupné z: <https://www.ncs40.cz/aktuality/skenovani>

MICHL, Vladimír. Historie BIM. *BIMfo* [online]. Praha: Arkance Systems CZ, 23.1.2019. [Cit. 4.11.2022]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Aktuality/Historie-BIM.aspx>

new.siemens.com. Jak se technologie BIM adaptuje v českých podmínkách a co je třeba pro ni ještě udělat. *TVARCHITECT.COM* [online]. Living Media s.r.o., 18.12.2018. [Cit. 20.12.2022]. Dostupné z: <https://www.tvarchitect.com/clanek/jak-se-technologie-bim-adaptuje-v-ceskych-podminkach-a-co-je-treba-pro-ni-jeste-udelat/>

odbor 31500. Činnost Národního centra stavebnictví 4.0 slavnostně zahájena. *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. Praha: MPO, © Copyright 2005 - 2021. [Cit. 12.5.2022]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/stavebnictvi-a-suroviny/informace-z-odvetvi/cinnost-narodniho-centra-stavebnictvi-4-0-slavnostne-zahajena--265843/>

PARSA, Pouriya. Towards Facility Information Modelling (FIM). *Penumbra: Private Press on Built Environment* [online]. Stockholm: Penumbra, 1.9.2018. [Cit. 1.12.2022]. Dostupné z: <https://www.ornsoftware.com/blog/towards-facility-information-modelling-fim>

PIM. *BIMfo* [online]. Praha: Arkance Systems CZ, © 2022. [Cit. 4.5.2022]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Nastaveni/Slovník-BIM-pojmu/PIM.aspx>

PlanRadar. *PlanRadar* [online]. Praha: PlanRadar, Copyright 2023. [Cit. 10.1.2023]. Dostupné z: <https://www.planradar.com/about-us/>

Proč zvolit Trimble Connect? *Trimble Connect* [online]. Přerov: Construsoft, © 2021. [Cit. 12.01.2023]. Dostupné z: <https://trimbleconnect.cz/proc-trimble-connect>

Průmysl 4.0. *Technodat* [online]. Zlín: Technodat, © 2018. [Cit. 12.3.2022]. Dostupné z: <https://www.prumysl-4.cz/>

PRŮŠA, David. *Rozpočtování staveb jako součást informačního modelování budov (BIM)*. Brno: 2022, Diplomová práce. Vysoké učení technické.

Reference. *Trimble Connect* [online]. Přerov: Construsoft, © 2021. [Cit. 12.01.2023]. Dostupné z: <https://trimbleconnect.cz/reference>

Řízení stavební dokumentace. *PlanRadar* [online]. Praha: PlanRadar, Copyright 2023. [Cit. 10.1.2023]. Dostupné z: <https://www.planradar.com/cs/product/rizeni-stavebni-dokumentace/>

SNIM. *BIMfo* [online]. Praha: Arkance Systems CZ, © 2022. [Cit. 4.5.2022]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Nastaveni/Slovník-BIM-pojmu/SNIM.aspx>

Software Implementations. *buildingSMART International* [online]. © 2022. Poslední změna: 9.12.2022. [Cit. 18.12.2022]. Dostupné z: <https://technical.buildingsmart.org/resources/software-implementations>

Software pro generální dodavatele. *PlanRadar* [online]. Praha: PlanRadar, Copyright 2023. [Cit. 10.1.2023]. Dostupné z: <https://www.planradar.com/cs/zakaznici/software-pro-generalni-dodavatele/>

Software pro řízení stavby. *PlanRadar* [online]. Praha: PlanRadar, Copyright 2023. [Cit. 10.1.2023]. Dostupné z: <https://www.planradar.com/cs/product/software-pro-rizeni-stavby/>

Software pro správu nemovitostí a řízení realitních projektů. *PlanRadar* [online]. Praha: PlanRadar, Copyright 2023. [Cit. 10.1.2023]. Dostupné z: <https://www.planradar.com/cs/product/software-pro-spravu-nemovitosti-a-realitnich-projektu/>

SOMMER, Lukáš, BOŘUTA, Jan, HOLUBCOVÁ, Nikola. BIM včera, dnes a zítra, aneb co to je BIM a jak ovlivní zadávací řízení. *epravo.cz* [online]. Praha: ROWAN LEGAL, advokátní kancelář s.r.o., 1.11.2022. [Cit. 12.12.2022]. Dostupné z: <https://www.epravo.cz/top/clanky/bim-vcera-dnes-a-zitra-aneb-co-to-je-bim-a-jak-ovlivni-zadavaci-rizeni-115464.html>

Správa informací o stavbě. *Koncepce BIM* [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 22.7.2021. [Cit. 5.4.2022]. Dostupné z: <https://www.koncepcebim.cz/dokumenty?dok=1006>

STATEČNÝ, Václav. IFC – výměna informací v projektu. *BIMfo* [online]. Praha: Arkance Systems CZ, © 2022. 19.5.2016. [Cit. 4.5.2022]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Aktuality/IFC-%E2%80%93-vymena-informaci-v-projektu.aspx>

ŠPALEK, Michal. Software pro BIM. *TZB-info* [online]. Praha: Topinfo, © 2001-2022. 9.2.2020. [Cit. 25.11.2022]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/bim-informacni-model-budovy/20193-software-pro-bim>

ŠTRUP, Ondřej. Co je Facility management? *Odborné příspěvky FM Institute, s.r.o.* [online]. [Cit. 11.10.2022]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/3282138-Co-je-facility-management-ing-ondrej-strup-ifma-fellow.html>

The dimensions of BIM – 3D, 4D, 5D, 6D, 7D, 8D, 9D, 10D BIM explained. *Biblus* [online]. Bagnoli Irpino: ACCA software, 17.4.2018. [Cit. 20.12.2022]. Dostupné z: <https://biblus.accasoftware.com/en/bim-dimensions/>

TOMANOVÁ, Štěpánka. BIM potřebuje standardizaci. *TZB-info* [online]. Praha: Topinfo, © 2001-2022. 9.12.2019. [Cit. 28.11.2022]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/bim-informacni-model-budovy/19975-bim-potrebuje-standardizaci>

Trimble Connect. *Trimble Connect* [online]. Přerov: Construsoft, © 2021. [Cit. 12.01.2023]. Dostupné z: <https://trimbleconnect.cz>

VÍRA, Bohdan. Stavebnictví 4.0. *Stavebnictví* [online]. 2018, č. 03/2018. [Cit. 2.11.2022]. Dostupné z: <https://www.casopisstavebnictvi.cz/clanky-stavebnictvi-4.0.html>

ZUBROVÁ, Tereza. *Možnosti zavedení Facility managementu do prostředí organizací řízených územně samosprávním celkem.* Praha: 2019, Diplomová práce. České vysoké učení technické.