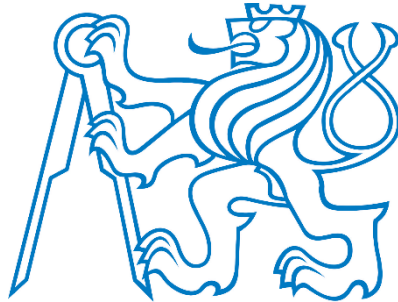


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**BIM při návrhu vytápění a vzduchotechniky**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Bc. Daniel Kříž**

**Vedoucí diplomové práce:**

**Ing. Miroslav Urban, Ph.D**

**2018/2019**

# Zadání



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	<b>Kříž</b>	Jméno: <b>Daniel</b>	Osobní číslo: <b>409990</b>
Fakulta/ústav:	<b>Fakulta stavební</b>		
Zadávací katedra/ústav:	<b>Katedra technických zařízení budov</b>		
Studijní program:	<b>Budovy a prostředí</b>		
Studijní obor:	<b>Budovy a prostředí</b>		

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Vytápění a vzduchotechnika vysokoškolské koleje s využitím BIM modelování**

Název diplomové práce anglicky:

**Heating and Ventilation System of a University College with Using BIM Modeling**

Pokyny pro vypracování:

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

**Ing. Miroslav Urban, Ph.D., katedra technických zařízení budov FSv**

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

Datum zadání diplomové práce: **25.02.2019** Termín odevzdání diplomové práce: **19.05.2019**

Platnost zadání diplomové práce: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Ing. Miroslav Urban, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

\_\_\_\_\_  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

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

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze, 19.5.2019

podpis

## **Poděkování**

Na tomto čestném místě ve své práci chci poděkovat svému vedoucímu práce Ing. Miroslavu Urbanovi, Ph.D. za pedagogickou a odbornou pomoc, cenné připomínky a hlavně trpělivost při zpracování této diplomové práce. Také bych chtěl poděkovat svým spolupracovníkům pomoc, kterou mi poskytli při zpracování mé diplomové práce.

1. Úvod.....	9
2. BIM .....	9
2.1. Základní informace .....	9
2.2. BIM model .....	10
2.3. LOD .....	11
2.4. BIM pro TZB .....	12
2.5. Přínosy BIM.....	13
2.5.1. Přínosy BIM v návrhu projektu .....	13
2.4.1. Přínosy BIM v provádění stavby .....	13
2.4.2. Přínosy BIM v provozu budovy .....	16
3. Popis objektu .....	17
3.1. Základní údaje o stavbě .....	17
3.2. Rodiny v modely.....	19
3.1.1. Vysvětlení pojmů rodina a parametr.....	19
3.1.2. Popis tvorby parametrické rodiny .....	20
4. Závěr.....	23
5. Seznam použitých zdrojů .....	24
6. Seznam příloh.....	25

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce předkládá návrh řešení teplovodního vytápění a vzduchotechniky budovy vysokoškolské koleje za použití BIM (Building Information Modeling). V první části se věnuje popisu BIM technologie, jeho potenciálu, způsobu využití, výhody a nevýhody. Druhá část překládá projektovou dokumentaci v rozsahu prováděcího projektu, která je zpracována za pomoci BIM. Varianta je vybrána z hlediska kvalitního vnitřního prostředí, prostorových nároků, ekonomiky provozu a na dopad životního prostředí.

## **Klíčová slova**

projektová dokumentace, BIM, TZB, vytápění, vzduchotechnika, koordinace, 3D model

## **Abstract**

This diploma thesis presents a proposal of a solution of hot-water heating and air-conditioning of a university college building using BIM (Building Information Modeling). The first part deals with the description of BIM technology, its potential, usage, advantages and disadvantages. The second part presents the project documentation in the scope of the implementation project, which is processed with the help of BIM. The option is chosen in terms of quality indoor environment, spatial demands, economy of operation and environmental impact.

## **Keywords**

project documentation, BIM, HVAC, heating, ventilation, coordination, 3D model

## **Soupis použitého značení**

BIM	Building Information Modeling/Management
LOD	Level of Detail/Development
AEC	Architecture, Engineering and Construction industry
IFC	International Foundation Classes
CAD	Computer Aided Design
ČSN	České technické normy
ČR	Česká republika
TZB	Technické zařízení budov

## **Cíl práce**

Cílem této práce je navrhnout vytápění a vzduchotechniku pro objekt vysokoškolské koleje za použití trojrozměrného modelování metodou BIM (Building Information Modelling) a porovnání s klasickou dvourozměrnou metodou návrhu, která je založena na práci s výkresy. Poukázat na možnosti a výhody použití BIM při návrhu a pozdější realizaci stavby.

Vedlejším cílem této práce je návrh otopné soustavy v objektu pomocí výpočetních programů a 3D model otopné soustavy.



# 1. Úvod

Pojem BIM (Building Information Modeling) přinesl pro stavební průmysl nový pohled na stavebné projekty, jejich realizaci a životný cyklus stavby. V dnešní době se o BIM problematiku zajímají už nejen velké stavební firmy typu Metrostav, Skanska, ale také střední a malé firmy, které začínají také vnímat výhody návrhu pomocí BIM. Velké množství z nich už tuto metodu už používá. BIM přináší výhody, které umožní efektivnější návrh objektu, řízení projekty, stavebné procesy a uvedení do provozu. Metoda návrhu pomocí BIM spočívá nejen ve trojrozměrném modelování, ale právě také přiřazením důležitých informací. Data do BIM modelu se vkládají v průběhu navrhování a jsou k dispozici pro všechny navazující profese, které k nim mají okamžitý přístup a mohou je dále aktualizovat v průběhu výstavby.

V dnešní době je stále setkáváme s konvenčním způsobem návrhu budov a to především z důvodů komunikace s úřady. V blízké době se sekáme už pouze za navrhování pomocí BIM a projekty takto vytvořené by měli výstavbu budov zefektivnit a urychlit, především pomocí zlepšené koordinace.

## 2. BIM

### 2.1. Základní informace

Zkratka BIM označuje Building Information Modeling (informační modelování budovy) nebo také Building Information Management (informační management budovy). Tato práce je zaměřená na pojem BIM, který označuje Building Information Modeling. Základem je digitální model budovy, označovaný jako BIM model, který si můžeme přestavit jako informační databázi, která umožňuje výměnu klíčových informací v rámci procesu návrhu projektu, výrobě komponentů, výstavbě budovy, správě budovy až po její likvidaci a recyklaci. Hlavním přínosem informačního modelování je v dnešní době koordinace mezi jednotlivými profesemi, díky tomu jsou případné kolize odhaleny již během fáze návrhu a ne až během samotné výstavby objektu. To přináší pro investora výhodu ve formě urychlení výstavby bez nutnosti platit více práce. V stavební firmě použití BIM přináší efektivnější řízení a provoz stavby. Z důvodu lepšího využití BIM modelu je doporučeno, aby na proces modelování přistoupili všichni účastníci stavebního návrhu. V současné době se v praxi setkáváme, že architekti používají platformy BIM pouze pro modelování za účelem prezentace objektu. Širší uplatnění BIM modelování má při návrhu stavební, technické a statické části.

## 2.2. BIM model

V současné době většina architektů používá BIM platformy, bohužel pouze pro modelování návrhu a tvorbu vizualizací. K tomu, aby přešel z obvyčejného 3D modelu na BIM model někdy stačí přizpůsobit své návrhové postupy. BIM model by architektovy umožňoval zefektivnit své návrhové profesy a výsledná dokumentace by zároveň mohla být snadněji předávána dalším profesím. Pokud architekt tento model předá projektantovi stavební části k dalšímu zpracování, nepředá mu pouze čisté 2D a 3D, ale také řadu podstatných informací o budově. Při komunikaci s ostatními navazujícími profesemi se nemusíme obávat dlouhavého předávání informací. Následná kontrola může probíhat automaticky v profesi BIM koordinátor.

V dnešní době už máme řadu platforem pro tvorbu informačního modelu BIM. Mezi nejrozšířenější nástroje určené hlavně pro projektanty a architekty patří:

- Revit (od společnosti Autodesk)

BIM software Revit obsahuje funkce pro tvorbu architektonických návrhů, TZB, projektování konstrukcí a výstavbu. Aplikace Revit podporuje mezioborové procesy spolupráce na návrhu<sup>[1]</sup>

- ArchiCAD (od společnosti Graphisoft)

ARCHICAD je vyladěný CAD/BIM pro architekty a projektanty, unikátní schopností pracovat jako BIM a současně produkovat 2D výkresy až do úrovně prováděcí dokumentace.<sup>[2]</sup>

- Allplan (od společnosti Nemetschek)

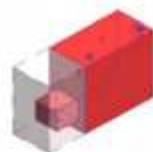
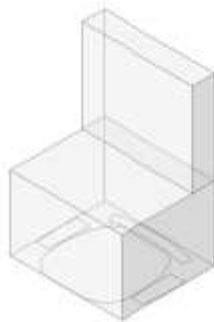
Allplan jako BIM platforma k tomu poskytuje ideální základ svým 3D modelem orientovaným na stavební prvky: informace jsou shromažďovány, kombinovány a integrovány do jednoho inteligentního digitálního prototypu.<sup>[3]</sup>

## 2.3. LOD

LOD (Level of Detail/Development) je zkratka, která označuje podrobnost (detail) a rozpracovanost (development) vymodelovaných prvků nebo kompletního modelu. Level of Detail popisuje vizuální a geometrickou podrobnost. Tento pojem původně vychází ze standardu CityGML, který pro jednotlivé úrovně detailu definuje typy objektů a jejich geometrickou podrobnost od celého oblasti po jednotlivé místnosti budovy. „Level of Development“ je používán v souvislosti s dokumentem E202TM 2008, který vytvořil AIA (American Institute of Architects) pro účely návrhu smluvních vztahů týkajících se informačního modelování. Tato úroveň je popsána nejen z hlediska geometrie, ale také z hlediska podrobnosti, přesnosti a rozsahu informací o jednotlivých objektech. <sup>[4]</sup> Na obrázku č.2 jsou znázorněné grafické koncepty jednotlivých úrovní detailu. S rostoucím LOD je vidět i větší grafická propracovanost.

### LOD - Level Of Development

LOD 100      LOD 200      LOD 300      LOD 400      LOD 500



**KONCEPT**

**PŘIBLIŽNÁ  
GEOMETRIE**

**PŘESNÁ  
GEOMETRIE**

**VÝROBA**

**SKUTEČNÝ  
STAV**

Obrázek 1 Úroveň detailu LOD 100 až LOD 500, Zdroj 5

První úroveň LOD 100 zobrazuje koncept a základní vlastnosti prvku, objem, orientační plochu, umístění a orientaci v modelu. Úroveň LOD 200 znázorňuje přibližnou geometrii, jeho rozměr a orientaci. Podle AIA je LOD 200 nejnižší přípustná úroveň pro stavební povolení. Stavební elementy v úrovni LOD 300 jsou vykresleny v přesných rozměrech, jejich množstvím, tvarem, umístěním a orientaci v projektu. K jednotlivým objektům mohou být přiřazeny negeometrické

informace. LOD 400 vykresluje stavební prvky s přesným tvarem, rozměrem, umístěním v modely a s informacemi o zhotoviteli. Úroveň LOD 500 vyžaduje tvorbu stavební prvků v jejich skutečném tvaru. Prvky této úrovně jsou nejčastěji modelovány firmou zabývající se jejich prodejem a bývají v BIM modelu použity až při závěru stavebního procesu. I pro úroveň LOD 400 a LOD 500 platí, že k nim můžou být přiřazeny negeometrické popisné informace.

## **2.4. BIM pro TZB**

Návrh TZB v objektu je dobrým příkladem, kdy návrh závisí na dodaných podkladem předešlých částí. V době kdy je kladen důraz na energetickou úsporu, nám přesné informace pro koordinaci mohou ušetřit velké množství nákladů při výstavbě a pozdějším provozu budovy. Proto v dnešní době řada TZB firem přechází na tvorbu BIM modelu, alespoň v rámci své vlastní koordinace. Tvorba TZB BIM modelu z 2D dokumentace není ideální, ale pomáhám nám vyvíjet tlak na zpracovatele předchozích částí projektu, aby v dalších případných projektech se alespoň zaobíral myšlenkou BIM modelu. Pro investora je výhodou návrh TZB zařízení pomocí BIM nástrojů ve formě přesného výkazu výměr, lepšího pochopení návrhu a snadnějšího porovnání variant.

Při projektování TZB je hlavní výhodou, že veškeré potřebné informace lze zjistit z jednoho modelu. Projektanti různých částí návrhu technického zařízení mohou v reálném řase koordinovat potrubní síť, umístění prvků a vzájemné napojení zařízení. Na rozdíl od klasického dvourozměrného projektování, můžeme veškeré kolice řešit už při návrhu a v případě neočekávaných kolizí během výstavby, lze případnou kolizi vyřešit bez nutnosti dojezdu na stavbu. Kolizi lze vyřešit předáním upraveného BIM modelu se zobrazením nového řešení, případně vyznačení dalších navazujících změn.

V současné době je vzhledem k nepříliš velké rozšířenosti metody BIM pro návrh zařízení techniky prostředí, však může být limitující obsah databáze prvků pro návrh. Řada výrobců se proto rozhodla přijít s vlastními knihovny prvků. Některé knihovny jsou zpracovány pro konkrétní programy např. Revit Family. Jiní výrobci se vydali cestou formátu IFC (International Foundation Classes), který umožňuje výměnu informací mezi jednotlivými BIM nástroji. Nevýhodou malé databáze prvků je nutnost vlastního modelování daného prvku nebo využití daných knihoven. Pro většinu malých výrobců se nevyplatí investovat prostředky na tvorbu kvalitní BIM modelů výrobků.

## **2.5. Přínosy BIM**

### **2.5.1. Přínosy BIM v návrhu projektu**

Zpracování projektové dokumentace, nebo architektonické studie přináší pro projektanta a architekta mnoho požadavků, které musí vyřešit. Prostorové uspořádání, velikost stavby, technické omezení stavby, náklady, časové potřeby investora atd. Případný výskyt clientských změn, kolizí nebo chyb během realizace, vede často k odklonění od harmonogramu, navýšení nákladů a časovému posunu. Použitím BIM máme již ve fázi návrhu informace, které mohou případné problémy a změny eliminovat na počátku projektu, kdy jsou náklady na opravu a změnu výrazně nižší. <sup>[6]</sup>

Výhody použití BIM v návrhové fáze:

- Snadnější předávání a přebírání podkladů
- Automatická tvorba dokumentace z BIM modelu, možnost vytvořit jakýkoliv řez a pohled
- Možnost vytvářet výkaz prvků
- Snížení chyb při překreslování podkladů
- Lepší kontrola kolizí a koordinace projektu
- Zjednodušení komunikace při úpravě architektonického modelu

### **2.4.1. Přínosy BIM v provádění stavby**

Jedním z hlavních cílů této práce je stanovit výhody využití BIM pro zhotovitele při realizaci stavby. Pro zhotovitele BIM představuje především aktuální dokumentaci objektu v 3D. Možnost shromáždění informací o objektu na jednom místě má řadu výhod. Eliminuje kolize na stavbě, případná změna projektu se promítne do všech souvisejících dokumentací, 3D model je možné provázat s plánem, což umožňuje přehlednější kontrolu atd. Abychom dokázali plnohodnotně pracovat s modelem na stavbě a maximálně využívat jeho potenciál je potřeba splnit a dodržet jisté zásady a předpoklady. Základní podmínkou pro používání BIM modelu při realizaci stavby jsou softwarové a hardwarové pracovní nástroje a kvalifikovaná obsluha. S vývojem technologií a hardwaru se vyvíjel i software, který slouží architektem a stavebníkům na navrhování 3D modelů. Pro zobrazení modelu na stavbě nám může posloužit tzv. "Viewer" prohlížeč ve kterém 3D model otevřeme. Avšak při plnohodnotném využívání modelu je potřeba mít software, který nám umožní čerpat všechny informace. V dnešní době je běžné, že na stavbě pracovníci používají výpočetní techniku. Stavbyvedoucí a další pracovníci mají k dispozici notebook nebo stolní

počítat. Používají ho k dívání výkresů, objednávání materiálu, komunikaci nebo sdílení potřebných dat. V souvislosti s BIM projektováním a využitím ve stavební praxi, je vhodné, aby měl vedoucí pracovník možnost prohlížet si aktuální virtuální model přímo na stavbě a nejen ve své kanceláři. Pro úspěšnou implementaci BIM na stavbě je potřeba kromě techniky a nástrojů také odbornost a kvalifikace pracovníků. Není třeba, aby technici na stavbě byly odborníci v tvorbě modelu, tyto znalosti se při realizaci nevyžadují. Z toho důvodu v dnešní době vznikají nová pracovní místa např. BIM Koordinátor. <sup>[4]</sup>

Výhody použití BIM při provádění stavby:

- Možnost automaticky vydávat změnové listy a kontrolovat skutečný stav
- Snížení nutných požadavků o informace na projektanta
- Lepší kontrola kolizí a koordinace projektu, které velmi šetří časové i finanční prostředky
- Možnost návrhu prefabrikovaných dílů (VZT jednotky, zdroje tepla) a jejich montáž jejich typových i atypických prvků

Výhody, kterými BIM disponuje a přináší již byly zmíněny v některých částech práce. V následujících bodech jsou shrnuty některé důležité výhody, které nám tato technologie nabízí právě realizaci stavby.

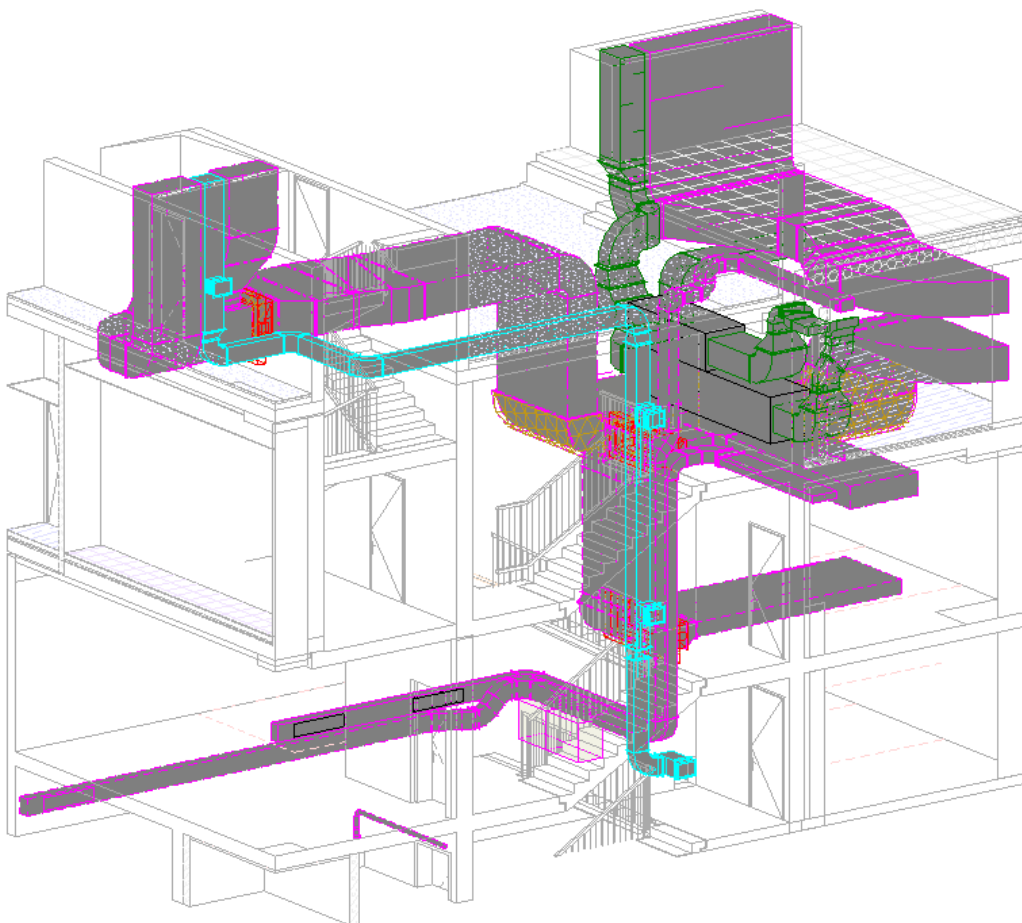
- Dokumentace stavby

Výhodou BIM modelu je komplexnost. Pokud je model vytvořen důkladně, dokážeme z něho vytvořit jednotnou projektovou dokumentaci. Stává se, že se na stavbě objeví projektová dokumentace, která není v souladu s jinými částmi dokumentace. Příkladem mohou být rozměry stavebních otvorů, nebo nesoulad s přestupy ve stropní konstrukci. V šachtě, která prochází stropní konstrukcí jsou obvykle umístěny potrubí vody, kanalizace a atd. V případě nesouladu můžeme zaznamenat problém, který v konečném důsledku znamená držení a prodražení stavby. Takovým problémem můžeme předejít při jednotné projektové dokumentaci, která zajišťuje, že při nahlížení do jakékoliv části dokumentace budeme vidět stejné údaje.

- 3D model

Vizualizace modelu na stavbě umožňuje pracovníkům vytvořit si lepší představu o určité části v projektové dokumentaci a k jejímu vytvoření. Například už jen pro ujištění se správného chápání výkresu, může být model prospěšný. Stejně tak při kritických místech, kde je například vedle sebe umístěné množství potrubního vedení. Toto umožní pracovníkovi kontrolu, zda je místo

navrženo správně. Disponovat vizualizací objektu nebo jeho samotné části, spíše než je tato část zrealizována, přináší významnou možnost kontrolovat správnost realizovaných prací.



Obrázek 2 Vizualizace 3D koordinace VZT zařízení, Zdroj Studentská práce Daniel Kříž

- Detekce kolizí

V praxi často využívaný nástroj. Procházet budovou, umožňuje důkladně prozkoumat problematická místa ještě před realizací. Komplikované místa, které nebyly odhaleny v projektu. Nemusí se jednat jen o kolizi ale i místa složitá a náročná na realizaci, např. koordinace potrubí v šachtách střed instalací. Tímto způsobem se při realizaci můžeme vyhnout případným budoucím komplikacím. <sup>[7]</sup>

- Výkaz výměr

Jednou z hlavních výhod kvalitně vytvořeného modelu je generace výkazu výměr. Použitím BIM systému se přímo ze základního modelu generují použité prvky a jejich hodnoty. Tyto informace jsou vždy konzistentní s originálním projektem. Když dojde ke změně projektu, např. projektant změni trasy potrubí, změna se okamžitě promítne do všech souvisejících projekčních dokumentů a tedy i do výkaz výměr.

- Klientské změny

Velkou výhodou centrálního 3D modelu jsou klientské změny. Klientské změny jsou automaticky převedeny a aktualizovány do centrálního modelu. Provedená změna se nám automaticky objeví ve všech příslušných dokumentech.

#### **2.4.2. Přínosy BIM v provozu budovy**

BIM, jak již bylo zmíněno v předešlých odstavcích není jen vizualizace a design. Negeometrické informace a data se využívají během celého životního cyklu budovy. Fáze užívání stavby tvoří cca 60-70% nákladů na celý životní cyklus stavby. Údaje o jednotlivých prvcích, které model obsahuje poskytnou Facility Managementu (zpráve budovy) efektivnější údržbu a správu budovy. <sup>[4]</sup>

Důležitý pojem pro fázi užívání stavby je COBie. COBie je zkratkou pro Construction Operations Building information exchange. Jedná se o výměnu informací o budově mezi realizační fází a fází užívání stavby. COBie je standardem, který definuje datovou strukturu pro výměnu informací o stavbě mezi stavebníky a správcem budovy. Tento standard vznikl za účelem, aby data, které se vytvoří při návrhu a realizaci mohly být efektivně využívány pro správu budovy. K dispozici jsou informace o aktuálním využití budovy v době užívání budovy. BIM zaznamenává realizované rekonstrukce, umožňuje efektivní plánování oprav a změny využití stavby. Důležité je to, že COBie standard se nezabývá specifickými informacemi pro konkrétní typ prvku (např. nastavení vyvažovacího ventilu). Zavedení metody má především ušetřit náklady spojené s rekonstrukcí a užíváním stavby. Při správném zavedení této metody se pomocí nástrojů, kterými BIM technologie disponuje prvotně vložené investice vrátí v čase, během realizace nebo právě při údržbě stavby.



## 3. Popis objektu

### 3.1. Základní údaje o stavbě



*Obrázek 3 Vizualizace řešeného objektu Studentského centra, Zdroj DP Josef Konečný*

Řešený projekt byl zpracován jako diplomová architektonická studie na katedře architektury na fakultě stavební ČVUT a byl poskytnut jako poklad pro diplomovou práci na katedře technických zařízení budov se souhlasem autora. Objekt je situován v Praze 6 Veleslavín na nedaleko teplárny. Objekt studentského centra je rozdělen do tří budov se společným suterénem, kde se umístěno parkování objektu a technické zázemí. Pro návrh vytápění a vzduchotechniky byl vybrán nejvyšší objekt o 14 nadzemních podlažích. Předmětem projektu je využití BIM pro návrh a koordinaci Vytápění a VZT. Z toho důvodu je v rámci profese VZT řešeno pouze zařízení B, které větrá podlaží 8-14NP. V rámci profese Vytápění je budova řešená po zdroj tepla. Zdrojem tepla pro objekt je objektová předávací stanice, napojená na primární horkovod. Velikost předávací stanice vychází z celkové tepelné ztráty všech tří budov, celkové potřeby tepla pro ohřev teplé vody a výkonu pro vzduchotechnické jednotky. Návrh předávací stanice není součástí dokumentace. Otopná soustava je navržena jako teplovodní, dvoutrubková, protiproudá, s

nuceným oběhem vody. V objektu jsou navržena otopná tělesa. Teplá voda bude připravována v zásobníku teplé vody pro každou budovu zvlášť.

Soustava je navržena jako teplovodní, dvoutrubková, protiproudá s nuceným oběhem vody. Za předávací stanicí bude instalován rozdělovač topných okruhů, každá větev rozdělovače bude osazena kulovými kohouty, trojcestným směšovacím ventilem, oběhovým čerpadlem, filtrem, zpětnou klapkou, odvodušňovacími ventily, vypouštěcími kohouty, teploměry, manometry a vyvažovacím ventilem. Každá odběrná větev je měřena samostatně. Kalorimetry budou osazeny na vratném potrubí do sběrače.

Z rozdělovače a sběrače jsou vyvedeny samostatné větve.

Větev 1	vytápění objektu – budova A (14NP)
Větev 2	vytápění objektu – budova B (10NP)
Větev 3	vytápění objektu – budova C (7NP)
Větev 4	ohřívače VZT jednotek

Do objektu jsou navržena ocelová desková otopná tělesa Korado Radik Plan VK a vertikální otopná tělesa Korado Koratherm Vertikal-M, konkrétní provedení viz výkresová dokumentace. Desková otopná tělesa budou osazena 100 mm nad čistou podlahou a 50 mm od zdi, pokud není ve výkresové dokumentaci uvedeno jinak.

V koupelnách jsou navržena trubková koupelňová otopná tělesa Korado Koralux linear Classic M se středovým připojením. Desková otopná tělesa budou napojena přes rohové regulační šroubení s přednastavením. Koupelňová otopná tělesa budou na potrubní rozvod připojena přes středovou připojovací armatur. Každé otopné těleso bude vybaveno hlavicí v bílém provedení a odvodušňovacím ventilem.

Navržený jmenovitý teplotní spád soustavy je 55/45°C pro otopná tělesa.

Objekt bude sloužit jako bytový dům, předpokládá se nepřetržitý provoz. Provozní větrání garáží v 1PP a 2PP řeší Jednotka A, která není součástí překládané dokumentace. Z předběžných výpočtů vyhází, že garáže by byly větrané s  $I=0,5h-1$ .

Tepelná ztráta větráním bude hrazena profesí UT. Ve dveřích označených přepouštěcí šipkou je nutno instalovat dveřní mřížku, nebo jinak zajistit volný průřez, např. podříznutím dveří.

Minimální průtočná volná plocha bude volena tak, aby průměrná rychlost proudění vzduchu v průřezu nepřekračovala rychlost 1,0 m/s

Každá jednotka bude vybavena rekuperačním protiproudým výměníkem. Součástí jednotky budou, filtry na přívodu bude umístěn filtr M5 a na odvodu bude umístěn filtr G4. Na přívodním potrubí k jednotce bude umístěn tlumič hluku. Potrubí je navrženo hranaté z pozinkovaného plechu. Stoupací potrubí bude opatřeno požární izolací EI30. Stoupací potrubí bude v nejnižším místě ukončeno 0,5 m pod poslední odbočkou a vodotěsně utěsněno v tomto prostoru bude docházet k pozvolnému odparu případného kondenzátu.

Na rozhraní domovního a bytového rozvodu vzduchu budou umístěny regulátory variabilního průtoku (SMART BOX), které zajišťují pro každý byt regulaci průtoku vzduchu a zároveň umožňují měření parametrů nutných pro rozúčtování nákladů za provoz VZT jednotky. U kuchyní bude odtah co nejbližší ke kuchyňské lince. V kuchyních nad sporákem bude osazena recirkulační digestoř s aktivním uhlíkovým filtrem o vzduchovém výkonu minimálně 200 m<sup>3</sup>/h. Z toalet a koupelen bude veden jen odtah, přívod bude řešen centrálně. Na toaletách a toaletách s koupelnou bude umístěno tlačítko napojené na regulátor variabilního průtoku. Při sepnutí dojde ke krátkodobému navýšení průtoku vzduchu bytem na nastavené maximum.

## **3.2. Rodiny v modely**

### **3.1.1. Vysvětlení pojmů rodina a parametr**

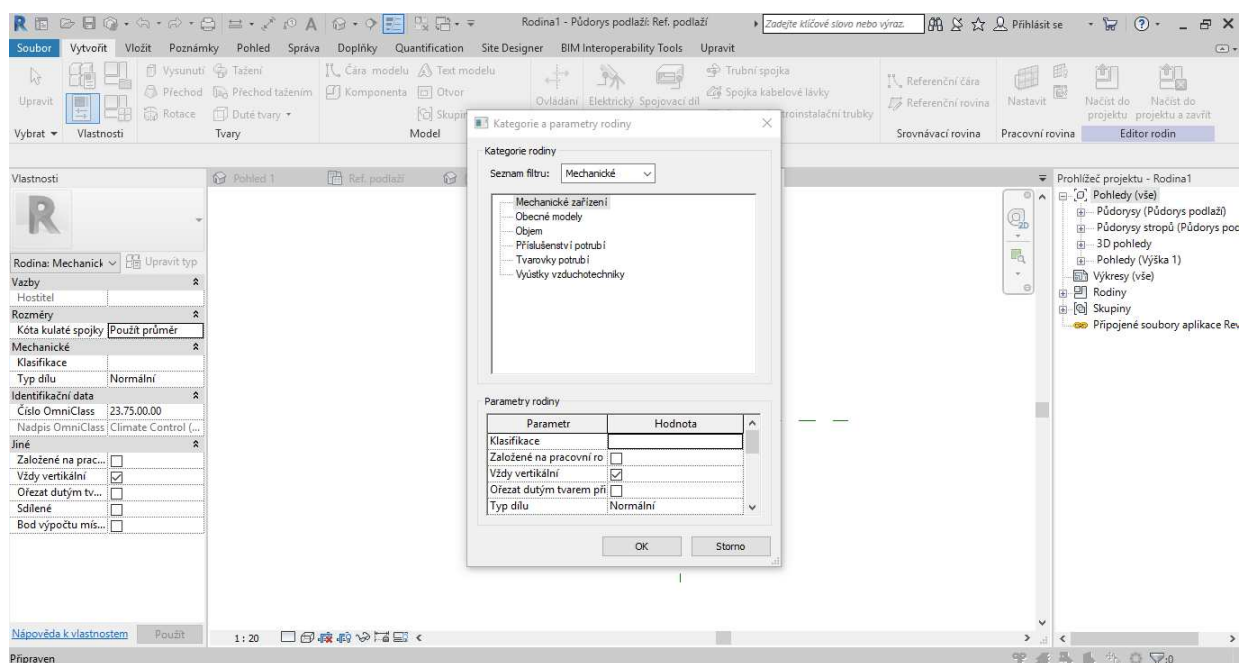
Definice pojmu rodiny je následující: "Rodina je skupina prvků se společnými vlastnostmi, které se nazývají parametry a s příslušným grafickým zobrazením. Jsou to základní stavební kameny projektu, tak jak z hlediska objemových prvků (stěny, schody, dveře, nábytek ...) stejně z hlediska popisů nebo výkresů. Rodiny v Revita jsou podobné dynamickým blokem z Autocadu, které mají široké možnosti nastavení a změn. Rodiny mohou být systémové nebo načteny. Systémové rodiny jsou předdefinované a popisují základní kategorie stavebních prvků (Stěny, střechy, podlahy atd...). Jsou to rodiny, které jsou součástí šablon a můžeme je modifikovat, přidávat další typy a podobně. Načtené rodiny (např. výustky vzduchotechniky, otopná tělesa, zařizovací předměty ZTI) jsou uloženy v samostatných souborech (.rfa) a do projektu nebo šablony je potřeba jejich načíst. BIM shromažďuje velké množství informací, které se ukrývají v parametrech. Parametry s různými hodnotami nám umožňují přizpůsobovat model našim požadavcích. V Revitu existují tři druhy parametrů. Parametr projektu, parametr rodiny a sdílené parametry. Parametr projektu je definován v rámci celého projektu. Sdílené parametry jsou dostupné pro všechny projekty a rodiny v rámci jednoho instalovaného Revitu a parametry rodin

jsou parametry, jejichž platnost je omezena na konkrétní rodinu. Většina rodin nejsou jen pevné bloky, které někdo vytvoří. Parametrické rodiny mají nastavitelné parametry, například rozměry (délka, šířka) nebo materiál, které projektant může upravit dle vlastní potřeby. [16] [17]

### 3.1.2. Popis tvorby parametrické rodiny

Pro jednoduchou ukázkou je vytvořena parametrická rodina otopného deskového tělesa. Důležité je podotknout, že rodina se dá vytvořit i jiným postupem a použitím jiné šablony. Jednoduchý postup pro vytvoření rodiny je zvolen pro účely této diplomové práce.

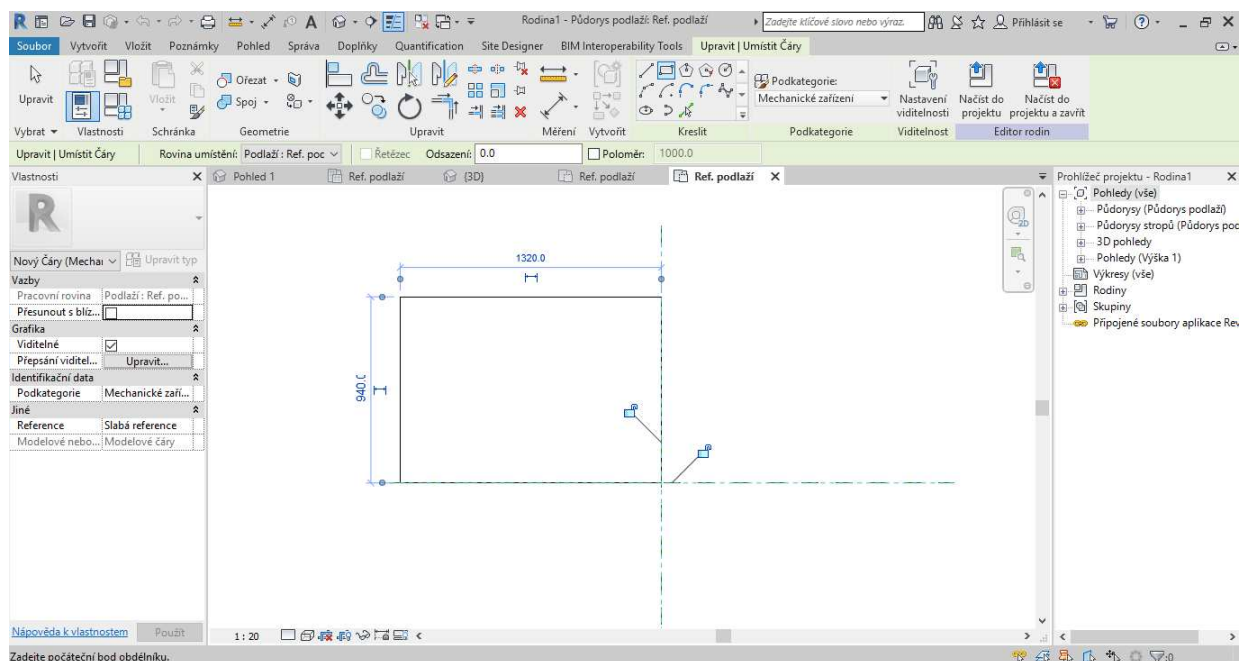
První krok je otevření programu. Po otevření programu se nám objeví menu, které nám nabízí volbu projektu nebo rodiny. Na výběr máme možnost vytvořit nový projekt (případně rodinu) nebo otevřít stávající. V daném případě je potřeba zvolit novou rodinu a následně vybrat šablonu. Volba šablony je důležitý krok a je třeba se dopředu zamyslet na co rodina bude sloužit a jaké bude mít funkce. V případě otopného tělesa byla zvolena šablona mechanického zařízení. V případě špatného zvolení, můžeme typ rodiny změnit (obr.4).



Obrázek 4 Tvorba rodiny 1, Zdroj Vlastní práce

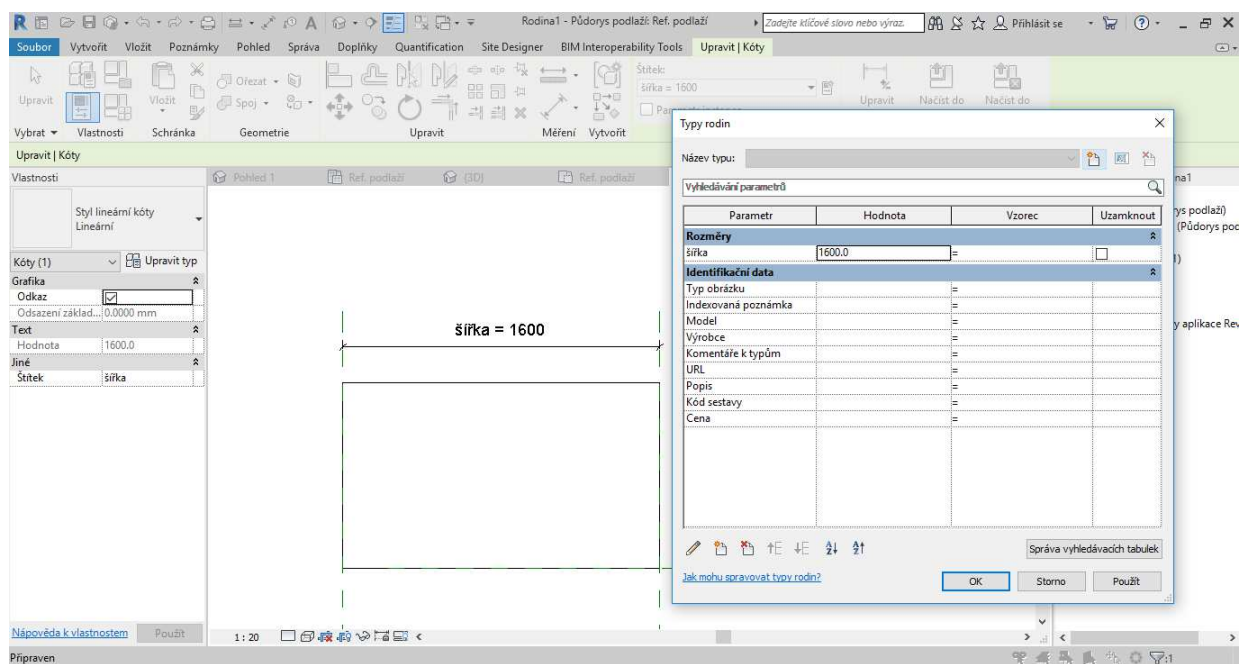
Následně se nám zobrazí pracovní prostor. V horní části obrazovky se nacházejí záložky, na kterých jsou jednotlivé nástroje pro práci s modelem. Panel na pravé straně nám nabídka možnosti, ve kterých si můžeme změnit pohledy na pracovní rovinu a na levé straně je panel s vlastnostmi. V našem případě si můžeme zvolit půdorys vztažné roviny nebo zůstat v daném 3D pohledu.

V následujícím kroku můžeme začít pomocí vytváření referenčních čar budoucí otopné těles. V záhlaví si zvolíme možnost reference a vytvoříme obdélník. Vytvořit ho můžeme pomocí čar nebo volbou pro obdélník. Referenční čáry jsou vytvářené v půdorysu referenční roviny.



Obrázek 5 Tvorba rodiny 2, Zdroj Vlastní práce

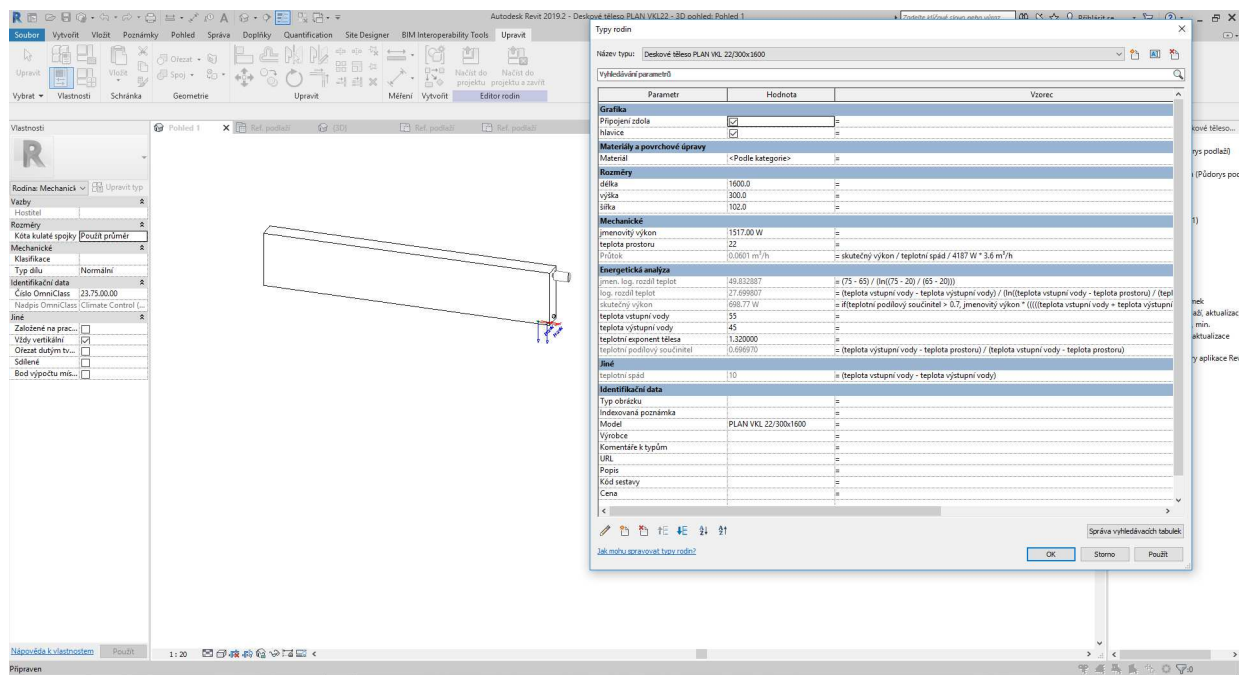
Po vytvoření obdélníku a kliknutím na bod v levém horním rohu nám zobrazí kóty daného bodu od referenčních rovin. K vytvořeným kótám se přiřadí parametr šířky a délky budoucí desky. Kliknutím na kótu, po provedení na trvalou, se nám zobrazí možnost kóta štítku.



Obrázek 6 Tvorba rodiny 3, Zdroj Vlastní práce



Jelikož ještě není vytvořen daný parametr, zvolíme volbu vytvořit parametr. K vytvořenému parametru přidáme typ a data, následně parametr pojmenuje (V daném případě šířka). Nyní můžeme daný parametr přidat ke kótám. Funkčnost parametrů si můžeme ověřit v okně vlastnosti, kde se nám dané parametry zobrazí a můžeme je měnit podle vlastní potřeby. Pro různé velikosti parametrů můžeme nastavit různé typy rodiny, v tom to případě typ otopného tělesa. Po nastavení parametry a vyzkoušené můžeme zahájit samotné modelování prvku. Pro vizuální kontrolu si můžeme přepnout okna do 3D pohledu. Po kliknutí na námi vytvořený obdélník z referenčních čar se nám na horní záložce zobrazí možnost "Vytvořit tvar". Kliknutím na vytvoření tvaru se nám automaticky vytvoří tvar mezi uzavřenými referenčními čarami. V našem případě se vytvoří kvádr, který má šířku a délku podle námi vytvořeného parametru a výšku lze upravovat. Obdobným způsobem jako při délce a šířce vytvoříme parametr i pro výšku. Na našem modelu je již možné upravovat geometrické parametry. Po vytvoření desky je potřeba v dalším kroku přidat další parametry.



Obrázek 7 Tvorba rodiny 4, Zdroj Vlastní práce

Při vytváření parametru můžeme vytvořit nový sdílený parametr, který můžeme později nahrát společně s rodinou do projektu. Tento sdílený parametr se v projektu můžeme odkazovat a popisovat. Na obr. 7 vidíme plně vytvořenou rodinu s parametry, které můžeme měnit, ale také s parametry, které se dopočítávají pomocí zadaných vzorců. Vytvořenou rodinu můžeme načíst do projektu a začít využívat.

## 4. Závěr

Cílem práce bylo poukázat na výhody těchto nástrojů a nových technologií spojené s BIM a jejich využití při návrhu a možné realizaci stavby. V první části práce je popsána BIM metoda, jsou představeny BIM nástroje související s tímto tématem a představeny výhody a nevýhody této metody v praxi. Praktická část se zaměřovala na vymodelování systému vytápění a vzduchotechniky na budově v 3D prostředí s využitím BIM nástrojů. Zařízení byly vytvořeny z jednotlivých rodin výrobců, specializovaných firem a vlastním modelováním.

Největší výhodou vidím v při hledání kolizí a automatické změně výkresové dokumentace, při změně jednoho prvku. Veškeré zařízení budovy je zakreslené tam, kde skutečně má vést. Díky tomu dosáhne eliminace chyb, které by eventuálně mohly vzniknout, při zakreslování do pouze dvourozměrných výkresů půdorysu stavby.

Nevýhodou vidím, že v nutnosti stále tvořit ze BIM modelu 2D dokumentaci, pro stavební řízení a podklad pro zhotovitele. V případě tvorby inteligentního rozvinutého schématu, je jeho kontrola mnohem náročnější a náchylnější k chybám.

## 5. Seznam použitých zdrojů

- [1] AUTODESK: Revit [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z:  
<https://www.autodesk.cz/products/revit/mep>
- [2] CEGRA: ARCHICAD [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.cegra.cz/produkty/software/archicad/>
- [3] ALLPLAN: Allplan Architecture [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z:  
<https://www.allplan.com/cz/bim/bim-a-allplan/>
- [4] ČERNÝ, Martin a kolektiv autorů. BIM Příručka, Odborná rada pro BIM [online]. 2013 [cit.2019-05-19]. Dostupné z:  
<https://issuu.com/czbim/docs/bim-prirucka-2013-v1>
- [5] BIMFO [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z:  
<https://www.bimfo.cz/Aktuality/Jak-zvolit-uroven-LOD.aspx>
- [6] Autodesk Building Solutions [cit. 2019-05-19]. Dostupné z:  
<https://www.youtube.com/channel/UC605NHqEkxXsFYdoPrD6mOg>
- [7] Skanska. Building Information Modeling. [online] [cit. 2019-05-19]. Dostupné z:  
<https://www.skanska.cz/siteassets/co-delame/Specialni-cinnosti/bim/bim-corso-leaflet.pdf>
- [8] Bašta J., Kabele K.: Otopné soustavy teplovodní- Sešit projektanta č.1, Společnost pro techniku prostředí 2008
- [9] Bašta J., Brož K., Cikhart J., Valenta V. Topenářská příručka, GAS Praha 2001,
- [10] Kabele K. a kol.: Energetické a ekologické systémy budov 1, ČVUT 2010
- [11] Kabele K. a kol.: Technická zařízení budov, Vytápění- podklady pro cvičení. ČVUT 2013
- [12] Papež K. a kol.: Energetické a ekologické systémy budov 2, ČVUT 2007
- [13] Petráš D. a kol.: Vytápění rodinných a bytových domů, Jaga 2005
- [14] Drkal F., Zmrhal V.: Větrání, ČVUT 2018
- [15] Drkal F., Zmrhal V.: Vybrané statě z větrání a klimatizace, ČVUT 2018
- [16] Základy BIM – Revit, RNDr. Helena Novotná [online] [cit. 2019-05-19]. Dostupné z:  
[https://www.fce.vutbr.cz/studium/materialy/BIM/RevitII\\_Novotna.pdf](https://www.fce.vutbr.cz/studium/materialy/BIM/RevitII_Novotna.pdf)
- [17] CIMALA, Lukáš, Jakub NOVOTNÝ, Jozef REMEŠ a Rudolf VYHNÁLEK. Revit ve stavební praxi [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z:  
[https://issuu.com/oktaedr/docs/oktaedr\\_revit\\_ve\\_stavebni\\_praxi](https://issuu.com/oktaedr/docs/oktaedr_revit_ve_stavebni_praxi)



## 6. Seznam příloh

### OBSAH DOKUMENTACE UT

D.1.4.2.1	TECHNICKÁ ZPRÁVA	- OBSAZENO
D.1.4.2.2	PŮDORYS 1PP	- OBSAZENO
D.1.4.2.3	PŮDORYS 1NP	- OBSAZENO
D.1.4.2.4	PŮDORYS 2NP	- OBSAZENO
D.1.4.2.5	PŮDORYS 3NP	- OBSAZENO
D.1.4.2.6	PŮDORYS 4NP	- OBSAZENO
D.1.4.2.7	PŮDORYS 5NP	- OBSAZENO
D.1.4.2.8	PŮDORYS 6NP	- OBSAZENO
D.1.4.2.9	PŮDORYS 7NP	- OBSAZENO
D.1.4.2.10	PŮDORYS 8NP	- OBSAZENO
D.1.4.2.11	PŮDORYS 9NP	- OBSAZENO
D.1.4.2.12	PŮDORYS 10NP	- OBSAZENO
D.1.4.2.13	PŮDORYS 11NP	- OBSAZENO
D.1.4.2.14	PŮDORYS 12NP	- OBSAZENO
D.1.4.2.15	PŮDORYS 13NP	- OBSAZENO
D.1.4.2.16	PŮDORYS 14NP	- OBSAZENO
D.1.4.2.17	SCHEMA OS	- OBSAZENO
D.1.4.2.18	SCHEMA ZDROJE	- NEOBSAZENO
D.1.4.2.19	PŘÍLOHY VYTÁPĚNÍ	- OBSAZENO

## OBSAH DOKUMENTACE VZT

D.1.4.3.1	TECHNICKÁ ZPRÁVA	- OBSAZENO
D.1.4.3.2	PŮDORYS 2PP	- NEOBSAZENO
D.1.4.3.3	PŮDORYS 1PP	- NEOBSAZENO
D.1.4.3.4	PŮDORYS 1NP	- NEOBSAZENO
D.1.4.3.5	PŮDORYS 2NP	- NEOBSAZENO
D.1.4.3.6	PŮDORYS 3NP	- NEOBSAZENO
D.1.4.3.7	PŮDORYS 4NP	- NEOBSAZENO
D.1.4.3.8	PŮDORYS 5NP	- NEOBSAZENO
D.1.4.3.9	PŮDORYS 6NP	- NEOBSAZENO
D.1.4.3.10	PŮDORYS 7NP	- NEOBSAZENO
D.1.4.3.11	PŮDORYS 8NP	- OBSAZENO
D.1.4.3.12	PŮDORYS 9NP	- OBSAZENO
D.1.4.3.13	PŮDORYS 10NP	- OBSAZENO
D.1.4.3.14	PŮDORYS 11NP	- OBSAZENO
D.1.4.3.15	PŮDORYS 12NP	- OBSAZENO
D.1.4.3.16	PŮDORYS 13NP	- OBSAZENO
D.1.4.3.17	PŮDORYS 14NP	- OBSAZENO
D.1.4.3.18	STŘECHA	- OBSAZENO
D.1.4.3.19	3D A ŘEZY	- OBSAZENO
D.1.4.3.20	PŘÍLOHY VZT	- OBSAZENO