

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2024

Patrik Grundza

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky

Projekt propojení MaR TZB s BIM pro efektivní provoz stavby
Bakalářská práce

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Patrik Grundza**
Osobní číslo: **I21043**
Studijní program: **B0714A150008 Automatizace**
Téma práce: **Projekt propojení MaR TZB s BIM pro efektivní provoz stavby**
Zadávající katedra: **Katedra řízení procesů**

Zásady pro vypracování

Cílem práce je navrhnout zakomponování MaR TZB do BIM modelu ve vhodném rozsahu přenášených signálů tak, aby se budova dala efektivně provozovat.

Teoretická část bude obsahovat rozbor/souhrn možných technických řešení a dostupných prostředků pro vytvoření konkrétního modelu stavby s osazenými Elektro a MaR komponenty tak, aby bylo možné v BIM modelu (po realizaci stavby) všechny modelované prvky monitorovat.

Praktická část bude obsahovat vzorový projekt pro modelový objekt. Projekt bude vytvořený v programu Revit a bude obsahovat vymodelované prvky MaR usazené uvnitř konkrétního objektu. K těmto prvkům budou přiřazené pro provoz důležité dokumenty a sledované hodnoty jako např.: označení prvku, objednávací číslo, schématické zapojení (zpracované v CAD/CAE), katalogový list, motohodiny, chod/porucha apod.

Seznam použitých zkratk CZ/EN:

MaR – Měření a regulace / M&C – Measurement and control, I&C – Instrumentation and control

TZB – Technická zařízení budov / BTS – Building technology systems, BIM – Building Information Management

Rozsah pracovní zprávy: **50**
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

VRÁNA, Jakub. Technická zařízení budov v praxi: [příručka pro stavaře]. Stavitel. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1588-9.
FUNTÍK, Tomáš. Building Information Modeling: informačné modelovanie stavieb. Bratislava: Eurostav, 2018. ISBN 978-80-89228-56-0.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Daniel Honc, Ph.D.**
Katedra řízení procesů

Datum zadání bakalářské práce: **15. prosince 2023**
Termín odevzdání bakalářské práce: **10. května 2024**

Ing. Zdeněk Němec, Ph.D. v.r.
děkan

L.S.

Ing. Daniel Honc, Ph.D. v.r.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 12. ledna 2024

Prohlašuji:

Práci s názvem Projekt propojení MaR TZB s BIM pro efektivní provoz stavby jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 29. 08. 2024

Patrik Grundza v.r.

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych vyjádřil hlubokou vděčnost vedoucímu své bakalářské práce, panu Ing. Danielu Honcovi, Ph.D., za jeho cenné rady, odborné vedení a trpělivost během celého procesu tvorby této práce.

Dále bych rád poděkoval firmě Metroprojekt Praha a.s., zejména panu Ing. Jakubu Vojtěchovi, Ing. Miloslavu Andělovi a Petrovi Skaličkovi, za jejich podporu, odborné konzultace a poskytnutí potřebných informací. Bez jejich nadšení, znalostí a ochoty by tato práce nevznikla.

Nesmím zapomenout na svoji rodinu a přátele, kteří mi poskytovali emocionální oporu a povzbuzení v průběhu mého studia.

V Pardubicích dne 29. 08. 2024

Patrik Grundza

ANOTACE

Tato bakalářská práce zkoumá metodu Building Information Modeling (BIM) a její aplikaci v oblasti facility managementu. Konkrétně se zaměřuje na rozdíly mezi metodou BIM a tradičním přístupem k projektování, způsoby manipulace s informacemi v BIM modelu a jejich využití po celou dobu životního cyklu stavby. Praktická část práce představuje aplikaci těchto principů na projektu MaR osvětlení, kde je demonstrováno, jak BIM může zlepšit efektivitu projektování, provozu a údržby staveb. Tímto zkoumáním se práce snaží přispět k lepšímu porozumění a praktickému využití metody BIM v oblasti stavebnictví a facility managementu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Informační model stavby, Společné datové úložiště, Facility Management, projekt MaR

TITLE

BTS' M&C/I&C with BIM interconnection project for efficient facility management.

ANNOTATION

This bachelor thesis examines the Building Information Modeling (BIM) method and its application in the field of facility management. Specifically, it focuses on the differences between the BIM method and the traditional approach to design, the ways in which information is manipulated in the BIM model and its use throughout the construction life cycle. The practical part of the thesis presents the application of these principles to a M&C lighting project, demonstrating how BIM can improve the efficiency of design, operation and maintenance of buildings. Through this exploration, the thesis seeks to contribute to a better understanding and practical application of BIM in the construction and facility management industry.

KEYWORDS

Building Information Modelling, Common Data Environment, Facility Management, M&C project

OBSAH

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK.....	11
SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK	13
ÚVOD.....	14
TEORETICKÁ ČÁST	15
1. Building Information Modelling.....	15
1.1. Pojem BIM.....	15
1.2. Účel metody BIM.....	16
1.3. Data a informace	17
1.4. Common Data Environment	17
1.4.1. Proč využívat CDE.....	18
1.5. Nové pozice v projektování spojené s nástupem BIM metody.....	19
1.5.1. BIM manažer	19
1.5.2. BIM koordinátor	19
1.5.3. CDE manažer	19
1.6. Zákon o BIM.....	20
2. Technická zařízení budov	21
2.1. Výhody BIM projektování TZB	21
3. Facility management	23
3.1. Facility manažer.....	23
3.2. Efektivní provoz objektu.....	24
3.3. Computer Aided Facility Management.....	26
4. Propojení BIM modelu a Facility managementu	28
4.1. Komunikace mezi BIMem a CAFM.....	29
4.1.1. Hypertext Transfer Protocol	29
4.2. Komunikace v průmyslové a procesní automatizaci.....	30

4.2.1. DALI.....	31
5. Automatizace budov.....	32
5.1. Projektování automatizovaných budov.....	32
5.2. Programovatelné logické automaty.....	33
5.3. Senzory.....	33
5.4. Akční členy.....	34
PRAKTICKÁ ČÁST.....	35
6. Návrhová část.....	35
6.1. Systém osvětlení.....	35
6.1.1. Popis funkce.....	35
6.1.2. Napájení a komunikace.....	37
6.2. Rozvaděč RS.....	38
6.3. Použité komponenty.....	39
6.3.1. Spínaný napájecí zdroj.....	39
6.3.2. PLC automat.....	40
6.3.3. 16kanálový binární vstup.....	41
6.3.4. DALI karta.....	42
6.3.5. Zakončovací modul.....	43
6.3.6. Senzor přítomnosti.....	44
6.3.7. Svítidlo.....	44
6.3.8. Stmívač.....	45
6.4. DALI adresy.....	46
6.4.1. Adresace.....	46
7. Implementační část.....	47
7.1. Rodiny.....	47
7.1.1. Vytváření rodin.....	47
7.1.2. Modelování rodin.....	48

7.1.3. Nastavení úrovně detailu při modelování rodin	49
7.1.4. Vytvoření parametru.....	50
7.1.5. Vložení rodin do modelu nebo do jiné rodiny	52
7.1.6. Zobrazení sdílených parametrů	53
7.2. Modelování stavebního modelu	55
7.2.1. Vytvoření stěny ve stavebním objektu	56
7.2.2. Vytvoření podlahy ve stavebním objektu.....	56
7.2.3. Vložení dveří do stavebního objektu	57
7.2.4. Vložení okna do stavebního objektu	58
7.2.5. Vytvoření podhledu ve stavebním objektu.....	58
7.2.6. Vytvoření střechy	59
7.2.7. Nastavení stylu objektu	59
7.3. Vytvoření elektrického obvodu.....	60
7.4. Vytvoření výkresu.....	61
7.5. Vytvoření legendy	63
7.6. Export modelu pro CAFM	64
ZÁVĚR	65
POUŽITÁ LITERATURA	67
SEZNAM PŘÍLOH.....	69

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obrázek 1: Schéma životního cyklu budovy (BIM FIRE, 2024)	16
Obrázek 2: Srovnání informačních toků projektu (Společné datové prostředí (CDE), 2024)..	18
Obrázek 3: Ukázkový BIM model (Petlach, Hubka, 2017).....	22
Obrázek 4: Ukázkový výkres vzduchotechniky (VUT, FAST, 2024).....	22
Obrázek 5: Celkové náklady v životním cyklu stavby (Vyskočil, Štrub, 2003)	26
Obrázek 6: Prostředí aplikace BIM.POINT (Nadace ABF, 2024)	28
Obrázek 7: Příklad využití komunikace mezi systémem a CAFM (Web API, 2024)	30
Obrázek 8: Vývojový diagram.....	36
Obrázek 9: Blokové schéma napájení.....	38
Obrázek 10: Spínací napájecí zdroj WAGO 787-1017 (Spínací napájecí zdroj, 2024)	40
Obrázek 11: PLC WAGO 750-8202 (Procesorový modul PFC200, 2024).....	41
Obrázek 12: Modul binárních vstupů WAGO 750-1405 (16kanálový binární vstup, 2024) ...	42
Obrázek 13: DALI modul WAGO DALI Multi Master 753-647 (DALI Multi Master, 2024)	43
Obrázek 14: Zakončovací modul WAGO 750-600 (Zakončovací modul, 2024).....	43
Obrázek 15: Senzor přítomnosti (NTEX PIR čidlo DALI Senzor přítomnosti pro osvětlení, 2024)	44
Obrázek 16: Svítidlo LINEA SQUARE (63560 LINEA SQUARE 3600/840, 2024)	45
Obrázek 17: Stmívač OSRAM DALI MCU TW G2 (OSRAM Jednotka DALI MCU TW G2, 2024)	45
Obrázek 18: Vytvoření nové rodiny	48
Obrázek 19: Pohledy module.....	48
Obrázek 20: Nástroje modelování	49
Obrázek 21: Elektrický konektor	49
Obrázek 22: Nastavení úrovně detailu pro model	49
Obrázek 23: Čára modelu	50
Obrázek 24: Zvolení úrovně detailu v modelu	50
Obrázek 25: Typy rodin.....	51
Obrázek 26: Nový parametr.....	51
Obrázek 27: Vlastnosti parametru	52
Obrázek 28: Vložení rodiny do projektu	52
Obrázek 29: Načtení rodiny do projektu.....	53
Obrázek 30: Vybrání komponenty.....	53
Obrázek 31: Vložení svítidla do modelu stavby	53
Obrázek 32: Parametry projektu	54
Obrázek 33: Nový parametr projektu	54
Obrázek 34: Nastavení parametru.....	55
Obrázek 35: Vytvoření nového modelu.....	55
Obrázek 36: Nástroje pro vytvoření stavebního modelu	56
Obrázek 37: Vlastnosti zdi.....	56
Obrázek 38: Vytvořena hranice podlahy	57
Obrázek 39: Dokončení režimu úprav	57
Obrázek 40: Orientace dveří	58
Obrázek 41: Zobrazení pohledu ve 3D modelu objektu	58
Obrázek 42: Přidání bodu pro požadovaný tvar střechy.....	59
Obrázek 43: Vytvořena střecha ve 3D pohledu	59

Obrázek 44: Styly objektů	60
Obrázek 45: Nastavení stylu objektu	60
Obrázek 46: Vytvoření elektrického obvodu	61
Obrázek 47: Upravit obvod.....	61
Obrázek 48: Nástroje pro úpravu obvodu.....	61
Obrázek 49: Vytvoření nového výkresu	62
Obrázek 50: Výběr rohového razítka.....	62
Obrázek 51: Výkresové rozložení po vytvoření	63
Obrázek 52: Legenda	63
Obrázek 53: Vyčistit nepoužité.....	64
Obrázek 54: Export modelu.....	64

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

API – Application Programming Interface (Aplikační programové rozhraní)

BIM – Building Information Modelling (Informační modelování staveb)

CAFM – Computer Aided Facility Management (Počítačově podporovaná správa prostor a zařízení)

CDE – Common Data Environment (Společné datové uložení)

DALI – Digital Addressable Lighting Interface

FM – Facility Management

HTML – Hypertext Markup Language

HTTP – Hypertext Transfer Protocol

LŘS – Lokální Řídicí Systém

MaR – Měření a Regulace

PLC – Programovatelný logický automat (Programmable Logic Controller)

TZB – Technická Zařízení Budov

ÚVOD

V dnešní době se stavebnictví a správa budov ubírají směrem k novým technologiím, které přinášejí revoluci v procesech projektování, výstavby a následného provozu. Jedním z klíčových nástrojů, který tuto transformaci pohání, je metoda Informačního Modelování Budov (BIM). BIM není pouze softwarový nástroj, ale komplexní přístup k řízení projektů a dat, který umožňuje integraci informací a komunikaci mezi všemi zúčastněnými stranami v rámci životního cyklu budovy.

V kontextu digitální transformace stavebnictví a iniciativy Digitální Česko, která se snaží posunout Českou republiku k moderním digitálním standardům, je metoda BIM klíčovým prvkem. Nový zákon o povinném používání metody BIM pro veřejné zakázky nad určitou hodnotou, stále čekající na schválení, představuje významný krok směrem k digitalizaci stavebnictví a k efektivnějšímu řízení veřejných investic.

Tato bakalářská práce se zaměřuje na propojení metody BIM s problematikou technických zařízení budov a facility managementem, konkrétně s důrazem na oblast automatizace a regulace. Cílem je navrhnout dům se systémem pro měření a regulaci osvětlení jako ukázkový projekt metodou BIM s informacemi pro facility management.

V teoretické části práce budou zkoumány základy BIM, jeho účel a správa dat, stejně jako nové pozice v projektování spojené s nástupem této metody. Dále se bude zabývat technickými zařízeními budov a jejich projekcí pomocí BIM, včetně vztahu mezi BIM a facility managementem, včetně komunikace mezi systémy pro facility management a samotným BIM modelem ve vztahu k řídicímu systému budovy.

Praktická část práce bude zaměřena na konkrétní projektový příklad, ve kterém bude vytvořen BIM model s osazenými komponentami pro řízení osvětlení. Projekt bude obsahovat vymodelované prvky pro řízení osvětlení, které budou umístěné uvnitř konkrétního objektu, a bude sloužit jako ukáзка propojení BIM s procesy facility managementu pro efektivní správu a údržbu budov.

TEORETICKÁ ČÁST

1. Building Information Modelling

Building Information Modelling, zkráceně BIM, je inovativní přístup (metoda) k procesu návrhu, výstavby a správy budov a infrastruktury. Na rozdíl od tradičních metod, které se soustředí převážně na 2D výkresy, BIM umožňuje vytvářet digitální modely budov, které integrují rozmanité informace a datové zdroje. Tyto modely nejsou pouze vizualizací stavby, ale obsahují detailní informace o geometrii, materiálech, technických zařízeních, plánech, rozpočtech a dalších aspektech.

BIM se stává klíčovým nástrojem v oblasti architektury, inženýrství a stavebnictví, který umožňuje lepší spolupráci mezi různými aktéry projektu, minimalizaci chyb a optimalizaci výstavby a provozu budov.

1.1. Pojem BIM

Informační modelovací staveb = používání sdílené digitální reprezentace vystavěného aktiva (objekt) k usnadnění procesů navrhování, výstavby a provozu pro vytvoření spolehlivého základu (ČSN EN ISO 19650-1, 2019).

V zahraničí se zkratka definuje jako Building Information Model, Building Information Management nebo dokonce jako Better Information Management.

V různých publikacích a článcích, existuje velké množství definic zkratky. Většinou se zkratka vysvětluje podle účelu.

Pokud bychom si jednotlivá písmena (slova) vysvětlovali jednotlivě a vycházeli z anglické zkratky Building Information Modelling, tak si musíme uvědomit že slovo „Building“ neznamená pouze budova nebo budovy, ale obecně stavba. Informační modelování staveb, lze využít pro jakoukoliv stavbu (např. výstavba mostů, železnic, silnic, tunelů apod.)

Kdežto slovo „Information“ je ve všech definicích zkratky vysvětlen jednotně ve smyslu informací. Technická norma (ČSN EN ISO 19650-1, 2019) definuje informace jako opakovaně interpretovatelná formalizace dat vhodná pro komunikaci, interpretaci nebo zpracování.

Jak bylo zmíněno na začátku podkapitoly, výklad písmena „M“ je různý podle účelu. První výklad je modelování z anglického „Modelling“. Druhý nejčastější výklad je řízení nebo správa z anglického „Management“.

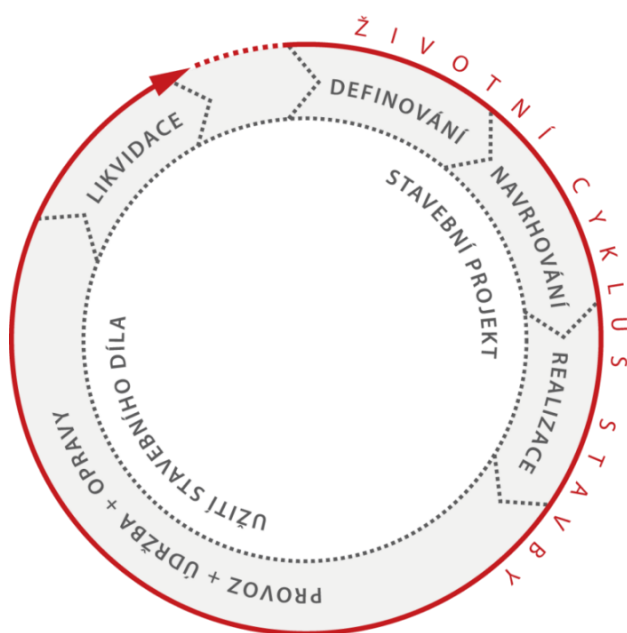
1.2. Účel metody BIM

Cílem metody BIM je vytvoření detailního modelu obsahujícího přesné vlastnosti objektu, jako je například umístění prvku (představme si například vypínač), použitý materiál, barva a další specifikace. Tento model slouží jako digitální dvojče stavby, které obsahuje komplexní soubor propojených informací mezi fyzickou entitou a její digitální reprezentací.

Součástí každého prvku může být i katalogový list, schéma zapojení, reálná fotografie, revizní zpráva atd.

BIM model není omezen pouze na stavební procesy, ale pokrývá celý životní cyklus stavby. To znamená, že informační model stavby obsahuje data od počátečního návrhu přes fázi výstavby až po řízení stavby, což je někdy označováno jako facility management. Model může být aplikován i na rekonstrukce, a jeho životnost končí s demolicí stavby.

Původně bylo používání metody BIM především spojeno s projekční fází životního cyklu stavby, což vedlo k používání zkratky BIM (Building Information Modelling) pro informační modelování staveb. Nicméně se postupně ukázalo, že správa informací má klíčový význam v celém procesu – od počátečního stavebního plánu přes fázi výstavby, správu a provoz až po demolicí a odstranění stavby. Proto byl význam zkratky BIM rozšířen na Building Information Management (Co je BIM, 2024).



Obrázek 1: Schéma životního cyklu budovy (BIM FIRE, 2024)

1.3. Data a informace

Zkratka BIM a český název Informační model stavby jasně naznačují, že informace hrají klíčovou roli v BIM projektování. Každý prvek stavby má své definované vlastnosti, které jsou zároveň daty. Tyto data, pokud jsou systematicky organizována a mají určitý význam, stávají se informacemi.

Jednou z klíčových částí na začátku BIM projektu je stanovení investorem (zadavatelem), které informace jsou pro daný projekt relevantní, neboť určité informace nemusí být pro projekt důležité. Proto by investor měl určit úroveň informačních potřeb (Level of information need) a úroveň detailů (Level of details).

Představme si, že investor plánuje rekonstrukci jednoho patra kancelářské budovy, kde jsou elektrické potřeby omezeny na základní osvětlení a provoz počítačů. V tomto konkrétním scénáři by detailní informace o distribučních sítích pro hlavní napájení mohly být považovány za nadbytečné, neboť se jedná o rekonstrukci stávajícího patra, kde je předpoklad, že základní elektroinstalace již existují. Namísto toho by se investor soustředil na potřeby daného patra, jako jsou instalace nových osvětlovacích prvků, modernizace zásuvek a případné úpravy v elektrických rozvodech za účelem zajištění bezpečnosti a efektivního provozu.

Tyto informace předáváme v tzv. informačních kontejnerech. Pojmenovaná množina informací opětovně získatelná ze souboru, systému nebo z hierarchie uložiště aplikace (ČSN EN 17412-1, 2021).

Technická norma (ČSN EN 17412-1, 2021) definuje informační model stavby jako soubor strukturovaných a nestrukturovaných informačních kontejnerů.

Jinými slovy, v rámci BIM projektu je výsledným prvkem informační model stavby, který obsahuje všechny potřebné informace, které jsou organizovány do informačních kontejnerů.

1.4. Common Data Environment

Jak bylo zmíněno v předchozí kapitole, informační model stavby je soubor všech informačních kontejnerů. Tento model je uchováván, sdílen, předáván a využíván prostřednictvím společného datového prostředí (CDE).

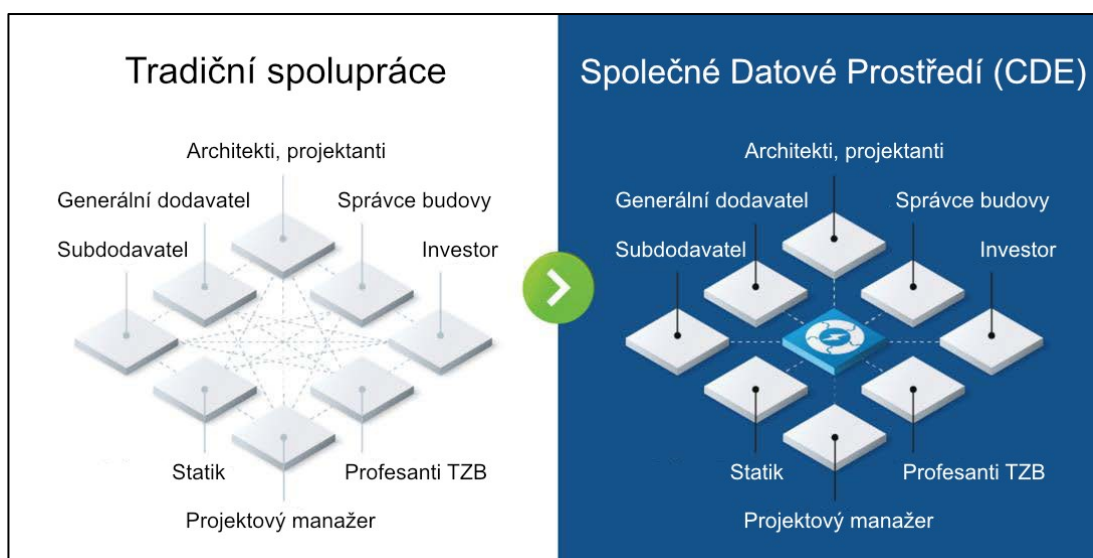
Zkratka CDE vychází a anglického Common Data Environment. Technická norma (ČSN EN 19650-1, 2019) definuje CDE jako dohodnutý zdroj informací pro jakýkoliv projekt nebo aktivum pro uchování, zpracování a šíření jednotlivých informačních kontejnerů prostřednictvím řízeného procesu.

Společné datové úložiště, je jedním z klíčových požadavků BIM, který stanovuje správné nastavení procesů a zajišťuje efektivní komunikaci všech informací projektu.

1.4.1. Proč využívat CDE

CDE usnadňuje spolupráci a komunikaci mezi jednotlivými členy projektového týmu. V praxi se často setkáváme, že někteří projektanti, nemají přístup k aktuálním datům od ostatních členů projektového týmu, což může být problém, zejména pokud existuje důležitá návaznost mezi jejich prací.

Problém částečně řeší sdílené datové prostředí (CDE), které umožňuje ukládání všech aktuálních dat do společného úložiště, jež si můžeme představit jako cloudové úložiště, ke kterému mají přístup všichni členové týmu.



Obrázek 2: Srovnání informačních toků projektu (Společné datové prostředí (CDE), 2024)

Z obrázku 2 lze vydedukovat, že levá část, která reprezentuje tradiční způsob informačního toku, naznačuje situaci, kdy například architekt posílá data investorovi, ale zapomene je poslat statikovi. Tím pádem statik ztrácí čas čekáním na data, která jsou již vypracována. Naopak, v pravé části obrázku, kde je znázorněn BIM proces s využitím CDE, je zřejmé, že všechna aktuální data jsou nahraná na cloudovém úložišti, kam mají všichni členové týmu přístup. Tímto způsobem je komunikace zjednodušena a proces projektování staveb částečně zrychlen.

Další výhodou využití CDE je lepší kontrola nad daty a informacemi, což přispívá k zvýšení bezpečnosti. Díky centrálnímu uložení dat a striktnímu řízení přístupu, mohou správci CDE lépe monitorovat, kdo má přístup k jakým datům a jak jsou tyto informace využívány. To pomáhá minimalizovat riziko ztráty dat, neoprávněného přístupu a zneužití informací.

1.5. Nové pozice v projektování spojené s nástupem BIM metody

S nástupem metody BIM a její implementací v praxi dochází k vzniku nových pracovních pozic, které se stávají nedílnou součástí projektových týmů. Mezi tyto nové role patří BIM manažer, BIM koordinátor a CDE manažer.

Každá z těchto pozic má své specifické úkoly a odpovědnosti v rámci vytváření, správy a koordinace BIM modelů a informací. Tyto nové role přinášejí odborníkům možnost specializace v oblasti digitálního modelování a optimalizace procesů výstavby a správy budov.

1.5.1. BIM manažer

BIM manažer má na starosti celou strategii BIM projektu. Jeho úkolem je sledovat a kontrolovat, zda projekt splňuje veškeré normy a standardy, vybírat vhodné softwary pro tvorbu dokumentace a pečovat o správný chod BIM metodiky. Kromě toho zabezpečuje školení pro pracovníky projektových týmů, aby byli plně seznámeni s používanými nástroji a postupy v rámci BIM procesu.

1.5.2. BIM koordinátor

Na rozdíl od BIM manažera, který má na starosti celkovou strategii BIM projektu, BIM koordinátor se zaměřuje na konkrétní projekty. Jeho úkolem je sledovat, zda jsou splněny všechny požadavky investora týkající se stavby, a také zda jsou informace z informačního modelu stavby správně ukládány a aktualizovány. BIM koordinátor má na starosti koordinaci celého týmu a poskytuje mu potřebnou technickou podporu pro efektivní průběh projektu.

1.5.3. CDE manažer

CDE manažer (administrátor) je zodpovědný za celkový provoz správy dat a toku informací. Jeho úkolem je dodržovat stanovené podmínky pro ukládání dat, které určili BIM manažer, BIM koordinátor a částečně i investor daného projektu. Mezi jeho povinnosti patří také řešení přístupů do společného úložiště a zajištění bezpečnosti proti únikům informací a neoprávněným přístupům.

V některých firmách může docházet k tomu, že tyto role nejsou takto striktně odděleny a mohou být sloučeny do jedné pozice. To znamená, že jedna osoba může mít na starosti jak strategii BIM projektu, tak koordinaci konkrétních projektů a správu dat a informačního toku.

1.6. Zákon o BIM

Věcný záměr byl schválen v květnu 2023. V současné době, kdy tato práce vzniká, probíhá dokončování návrhu paragrafového znění zákona. Tento návrh má být předložen do meziresortního připomínkového řízení v květnu tohoto roku a poté má být předložen k schválení vládě.

Připravovaný zákon se bude zabývat správou informací o stavbě, informačními modely stavby a vystavěným prostředím. Mezi jinými povinnostmi bude i požadavek na pořizování a udržování informačního modelu stavby.

Pro důležité milníky v životním cyklu stavby zákon uloží povinnost pořizovat konkrétní vybrané sady informací, nazývané informační kontejnery. Tyto kontejnery budou obsahovat informace relevantní pro různé fáze stavby, jako je povolení stavby, provádění stavby, kolaudace, převzetí, správa a užívání stavby, a doložení skutečného stavu stavby.

Povinnost bude uložena státu, jeho organizacím a krajům a bude se vztahovat na nadlimitní veřejné zakázky týkající se zhotovení projektové dokumentace a stavebních prací.

Účinnost zákona se očekává od 1. 7. 2025, avšak toto datum závisí na dokončení celého procesu schvalování.

2. Technická zařízení budov

Stavby nejsou pouze konstrukční celky, jako jsou zdi a jednotlivá podlaží, ale zahrnují také technická zařízení budov (TZB), která jim dodávají život a ovlivňují vnímání vnitřního prostředí a způsob, jakým je možné prostor využívat (Kuda, Beránková, 2012).

TZB představují klíčový prvek ve stavebnictví, který zajišťuje pohodlí, bezpečnost a efektivitu provozu budovných prostor. TZB zahrnují širokou škálu systémů, jako jsou vytápění, ventilace, klimatizace, osvětlení, vodoinstalace či bezpečnostní systémy. Tyto technické systémy nejen poskytují uživatelům komfortní prostředí, ale také přispívají k energetické účinnosti a udržitelnosti budov. Jejich správná instalace, údržba a optimalizace jsou zásadní pro snížení provozních nákladů a minimalizaci environmentálního dopadu budov.

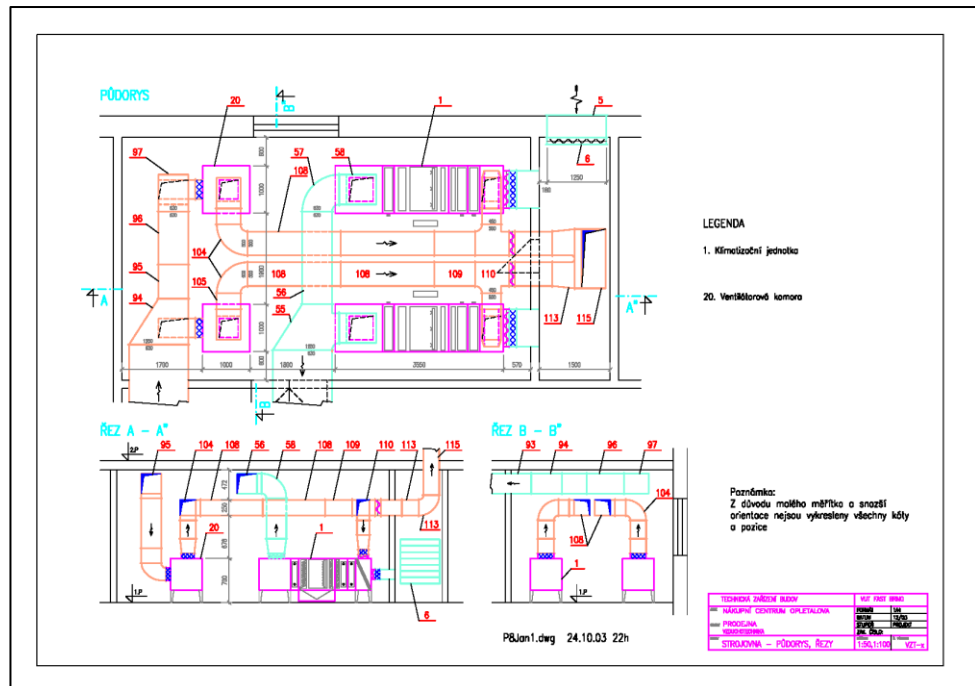
2.1. Výhody BIM projektování TZB

V každém projektu v oblasti technických zařízení budov (TZB) je klíčové řešit koordinaci výkresů. Koordinační výkresy jsou navrženy k identifikaci a řešení potenciálních kolizí mezi jednotlivými prvky TZB a dalšími konstrukčními či architektonickými prvky stavby. Tyto kolize mohou vzniknout z různých důvodů, jako jsou změny v plánovaném uspořádání prostoru nebo technické požadavky jednotlivých zařízení. Díky koordinačním výkresům je možné identifikovat tyto kolize v rané fázi projektu a předejít tak jejich vzniku během stavby, což vede ke snížení nákladů a zlepšení celkové efektivity projektu.

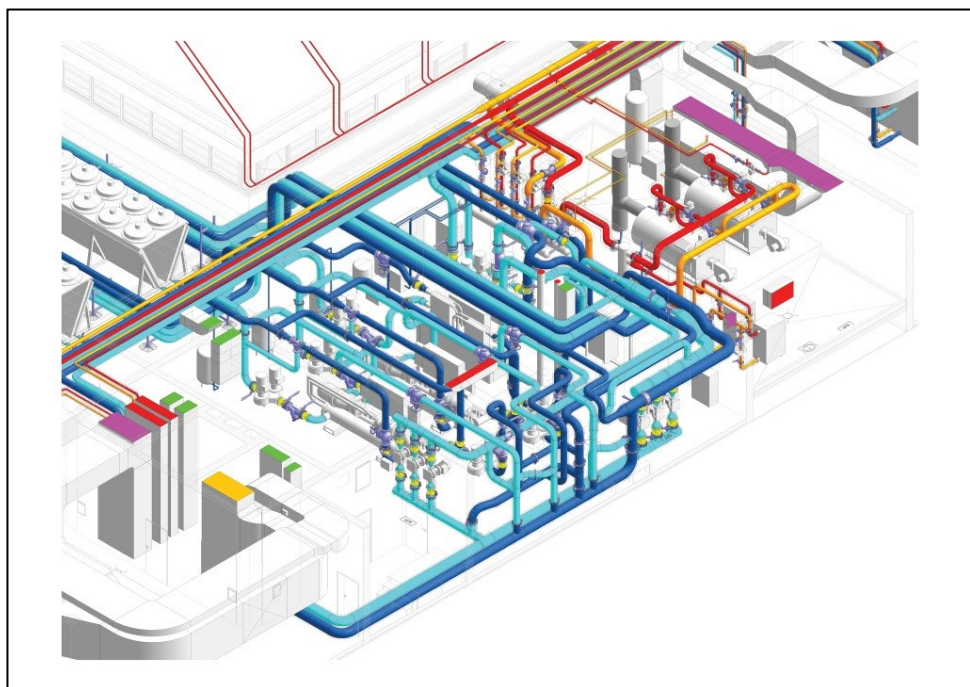
V procesu koordinace výkresů je prováděna důkladná analýza plánů a technických specifikací s cílem identifikovat potenciální konflikty a řešit je včas. To zahrnuje detailní prohlídku plánů a prvků s ohledem na jejich umístění, rozměry a technické specifikace. Cílem této analýzy je minimalizovat riziko vzniku kolizí mezi jednotlivými prvky a zajistit, aby stavba byla realizována co nejefektivněji a bez problémů. Včasná identifikace a řešení konfliktů přispívá k úspěšnému průběhu projektu a minimalizuje zpoždění a případné dodatečné náklady.

Pokud se jedná o projekt nového objektu s širokým spektrem technologií požadovaných investorem, může být hledání kolizí obtížnější kvůli zvýšené složitosti a nepřehlednosti. Tento proces koordinace však značně usnadňuje metoda BIM, která automaticky identifikuje možné kolize a upozorňuje na ně. Tím se celý proces koordinace výrazně urychluje, protože se eliminují ruční analýzy a hledání konfliktních prvků. Jedná se tedy o automatizaci procesu hledání kolizí, což přispívá k efektivnímu průběhu projektu a minimalizaci rizika problémů během stavby.

Jak je vidět na obrázcích 3 a 4, BIM modely jsou v porovnání s klasickými 2D výkresy mnohem přehlednější a umožňují snadnější představu o prostoru. Nicméně je důležité si uvědomit, že i přes pokročilou technologii, BIM metoda není stále dokonalá a je stále nutné provádět kontrolu kolizí manuálně. Automatizace procesů pomocí BIM sice výrazně usnadňuje detekci kolizí a zvyšuje efektivitu, avšak ruční kontrola zůstává nezbytná pro dosažení maximálního výsledku.



Obrázek 3: Ukázkový BIM model (Petlach, Hubka, 2017)



Obrázek 4: Ukázkový výkres vzduchotechniky (VUT, FAST, 2024)

3. Facility management

Každý prvek TZB potřebuje v průběhu životnosti zkontrolovat, opravit, vyměnit. Například na elektrický kotel musíme dělat pravidelné revize, u osvětlení je nutné kontrolovat zdroje světla (žárovky, zářivky apod.), kontrolovat, zda řídicí systém nehlásí chybou hlášku. Tyto a další věci spojené s TZB kontroluje a zajišťuje facility management (FM).

Facility management představuje širokou škálu aktivit, které organizace provádí k zajištění a optimalizaci poskytovaných služeb s cílem podporovat a zvýšit efektivitu svých hlavních činností. Tento integrovaný systém správy kombinuje principy různých oborů, včetně obchodní administrativy, architektury a technických věd, aby dosáhl harmonie mezi pracovním prostředím, zaměstnanci a pracovními procesy v organizaci. Jeho hlavním úkolem je optimalizovat procesy, které umožní pracovnímu prostředí a zaměstnancům dosahovat nejlepších výsledků, čímž přispívá k ekonomickému růstu a celkovému úspěchu organizace. (Kuda, Beránková, 2012).

V dnešní době, kdy jsou energie stále dražší a environmentální ohledy se stávají stále důležitějšími, hraje FM klíčovou roli. Jedním z jeho hlavních úkolů je optimalizace provozních podmínek a zvyšování energetické účinnosti budov. Prostřednictvím efektivního plánování a řízení procesů přispívá FM k úspoře energie a snižování nákladů spojených s provozem budov. Tento přístup je důležitý nejen z ekonomického hlediska, ale také s ohledem na ochranu životního prostředí.

3.1. Facility manažer

Facility manažer je zodpovědný za všechny činnosti související s Facility Managementem. Jeho úkolem je plánovat strategii řízení a údržby daného objektu a zajišťovat efektivní komunikaci mezi vlastníkem budovy a celým týmem Facility Managementu. Jejich role zahrnuje koordinaci všech operativních činností, správu zdrojů a personálu, a také sledování vývoje a plnění cílů v oblasti Facility Managementu.

Dále facility manažer zajišťuje implementaci a monitorování standardů kvality služeb a bezpečnostních opatření. Jeho úkolem je také identifikovat a řešit případné problémy v provozu budovy a navrhnout strategie jejich řešení.

V případě schválení nové požární vyhlášky, která se bude vztahovat na daný objekt, je úkolem facility manažera naplánovat potřebné kroky tak, aby vybavení budovy splňovalo nové požadavky co nejrychleji a nejefektivněji, s důrazem na minimalizaci finančních nákladů.

Což může zahrnovat revizi existujícího vybavení, instalaci nových zařízení, školení personálu. Důležité je také sledovat a dodržovat příslušné právní předpisy a normy, aby byla zajištěna bezpečnost a ochrana budovy a osob v ní.

3.2. Efektivní provoz objektu

Pro efektivní provoz každého objektu je klíčová strategie FM. Nedílnou součástí efektivního provozu je správa rozpočtů. V dnešní době, kdy jsou ceny energií stále nestabilní, je pro vedení každé firmy důležité dosahovat úspor v oblasti energetických nákladů. Z tohoto důvodu je povinností facility manažera efektivně hospodařit s finančními zdroji a hledat možnosti optimalizace nákladů na energie. Rozpočty tvořené facility manažerem se netýkají pouze energetických opatření, ale taktéž důležitým aspektem je plánování a koordinace okolních činností spojené s FM.

Správné řízení nákladů představuje klíčový úkol pro každého facility managera. Náklady spojené s preventivní údržbou mají potenciál výrazně snížit neočekávané výdaje. Snaha o snížení těchto nákladů může naopak vést k problémům, a nakonec i ke zvýšení celkových nákladů. Efektivní finanční řízení umožňuje předvídat budoucí náklady pomocí analýzy minulých výdajů. Tato oblast je klíčová v rámci finančního porozumění, které každý facility manager využívá jako základní kámen svého plánování a rozhodování (Wernerová, 2023).

Při tvorbě rozpočtu je nezbytné zohlednit všechny náklady a výdaje spojené s provozem objektu. To zahrnuje vše od běžných provozních nákladů po investice do oprav, údržby a renovací. Proto je klíčové pečlivě naplánovat potřebné opravy, údržbu a renovace a následně sestavit plán pro dané období. Díky tomu lze lépe řídit finanční prostředky a zajistit, že provoz objektu bude efektivní a bez problémů.

Samozřejmě, je důležité zahrnout do rozpočtu i nepředvídatelné události, jako jsou poruchy na nových zařízeních. Tyto neočekávané události mohou mít významný dopad na finanční plán a provoz objektu. Proto je vhodné vyčlenit určitou část rozpočtu na rezervu nebo nouzové opravy, které umožní rychlou reakci a minimalizaci potenciálních negativních dopadů na provoz. Zahrnutí těchto faktorů do rozpočtu pomáhá zlepšit celkovou finanční stabilitu a odolnost vůči neočekávaným událostem.

Důležité je také vytvoření rezervy na ceny energií, aby organizace byla připravena na možné výkyvy cen. To umožňuje lepší řízení finančních toků a minimalizuje dopady neočekávaných zvýšení nákladů na energie.

Po ukončení období daného rozpočtu je samozřejmě ideální, když jsou peníze k dispozici, ale facility manažer by neměl rozpočet přehnaně nafukovat. Příliš velký rozpočet by mohl vyvolat nespokojenost vedení firmy (majitele objektu). Proto by měl být facility manažer schopen obhájit každou položku rozpočtu a vysvětlit její velikost a důvody zařazení do rozpočtu. Je důležité, aby rozpočet byl realistický a přesně odpovídal potřebám objektu.

K lepšímu naplánování rozpočtu přispívají softwarové systémy pro správu nemovitostí a zařízení. Tyto systémy mohou využívat informace ze senzorů umístěných na zařízeních, aby sledovaly jejich využití a specifické vlastnosti, které mohou naznačovat možné poruchy. Na základě těchto dat mohou tyto systémy navrhnout lepší plán údržby a optimalizovat využití finančních prostředků. Díky tomu lze lépe předcházet poruchám a minimalizovat náklady spojené s opravami a údržbou. Tyto informace jsou následně ukládány do cloudu, což umožňuje přístup k nim a jejich procházení v závislosti na čase. Tímto způsobem jsou data dostupná pro analýzy a plánování jakýchkoli potřebných akcí nebo úprav. Cloudové úložiště poskytuje flexibilitu a možnost sledovat historické trendy a vzory, což pomáhá při rozhodování a optimalizaci budoucích strategií údržby a správy nemovitostí.

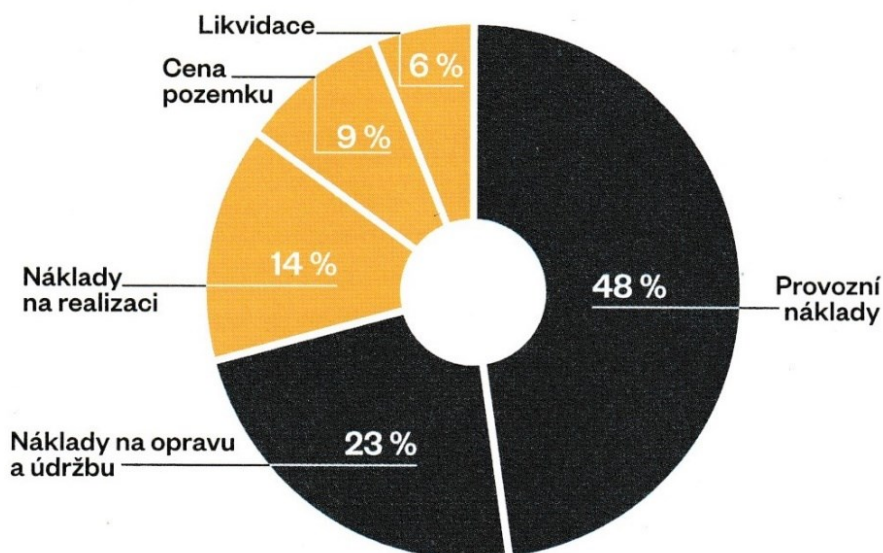
Jelikož plánování kontrol a údržby je nedílnou součástí rozpočtu a efektivního provozu objektu, je důležité tyto procesy správně rozvrhnout. To zahrnuje naplánování pravidelných kontrol a údržby zařízení, stejně jako dodržování doporučených inspekčních intervalů uvedených výrobcem. Důležité je také zahrnout do plánu pravidelné revizní zkoušky a inspekce, které přispívají k bezpečnosti a spolehlivosti provozu objektu. Správně navržený plán údržby a kontrol je klíčový pro minimalizaci rizika poruch a následných výpadků, což vede k úspoře času a nákladů na opravy.

Tyto pravidelné kontroly a údržby mohou provádět buď externí servisní firmy nebo interní zaměstnanci, kteří jsou vyškoleni a certifikováni pro dané úkoly. Školení zaměstnanců je nedílnou součástí Facility Managementu a je zahrnuto v rozpočtu FM. Díky správnému školení zaměstnanců je zajištěna kvalitní a efektivní provádění údržby a kontrol, což přispívá k bezpečnému a spolehlivému provozu objektu.

Všechny uvedené aspekty jsou klíčové pro návrh rozpočtu, který má dosáhnout maximální efektivity provozu stavby a zároveň zajistit komfortní prostředí pro všechny zaměstnance nebo obyvatele objektu. Cílem je minimalizovat náklady, aniž by to ovlivnilo kvalitu a spolehlivost provozu. Správně naplánovaná údržba, kontroly a plánování renovací pomáhají minimalizovat rizika poruch a výpadků, což zase snižuje náklady na opravy a zvyšuje spokojenost uživatelů

budovy. Efektivní rozpočet je tedy klíčem k udržitelnému a pohodlnému provozu stavby.

Jak je patrné z obrázku 5, provozní náklady společně s náklady na opravy a údržbu tvoří 71 % celkových nákladů během životního cyklu stavby. Proto je klíčové snižovat tyto náklady co nejvíce pomocí zavedení FM a jeho efektivní správy financí. Správná péče a údržba stavby od počáteční fáze až po konec životního cyklu jsou klíčové pro minimalizaci provozních nákladů a prodloužení životnosti budovy.



Obrázek 5: Celkové náklady v životním cyklu stavby (Vyskočil, Štrub, 2003)

3.3. Computer Aided Facility Management

Vzhledem k obrovskému množství procesů a informací v oblasti facility managementu je automatizace v podobě softwarové podpory nezbytná. Software určený k řízení podpůrných procesů je označován zkratkou CAFM (Computer Aided Facility Management). Tyto programy jsou navrženy tak, aby propojovaly grafické prvky, jako jsou výkresy, schémata a grafy, s alfanumerickými informacemi, a to především za účelem zefektivnění správy prostor (Štrub, 2014).

CAFM, zkratka pro počítačově podporovaný systém pro správu a řízení zařízení a prostor v rámci budov či areálů, představuje klíčový nástroj pro organizace v oblasti FM. Tento systém pomáhá efektivně spravovat majetek a zlepšovat využití pracovních prostor.

Obsahuje širokou škálu funkcí, včetně správy inventáře, pracovních prostor, plánování údržby, sledování zdrojů a další.

Jednou z funkcí CAFM systému je generování reportů pro uživatele obsahující informace o různých aspektech správy nemovitostí. Tyto reporty mohou být ve formě tabulek, grafů nebo

jiných vizualizací a mohou poskytovat informace o stavu zařízení, plánovaných údržbách, probíhajících poruchách, nebo o zařízeních, jejichž platnost revize brzy vyprší. Tyto informace jsou často distribuovány prostřednictvím emailů nebo SMS zpráv, aby byli uživatelé včas informováni o důležitých událostech a změnách v prostředí svých nemovitostí.

Takové informace mohou být automaticky posílány přímo reviznímu technikovi prostřednictvím systému správy nemovitostí. Revizní technik pak na základě této zprávy provede revizi a po jejím dokončení nahraje do systému revizní zprávu. V případě zjištěných nedostatků, jako je například narušená izolace vodiče, může revizní technik nebo pracovník FM zadat do systému příslušné připomínky. Systém poté upozorní správu FM a případně i technika, aby nedostatek odstranili. Pokud je k dispozici fotografie problému, může být report odeslán spolu s fotografií pro lepší dokumentaci a porozumění situaci. Tímto způsobem umožňuje systém efektivněji řídit a řešit problémy.

Tyto reporty mohou být vygenerovány i na základě potřeby vytvoření objednávky, například pro nákup náhradních žárovek. Když senzor nebo systém zaznamená, že něco dochází, může systém automaticky vytvořit objednávku pro potřebné materiály nebo služby. Tímto způsobem se zabezpečuje, že potřebné úkoly jsou prováděny včas a bez zbytečných prodlev.

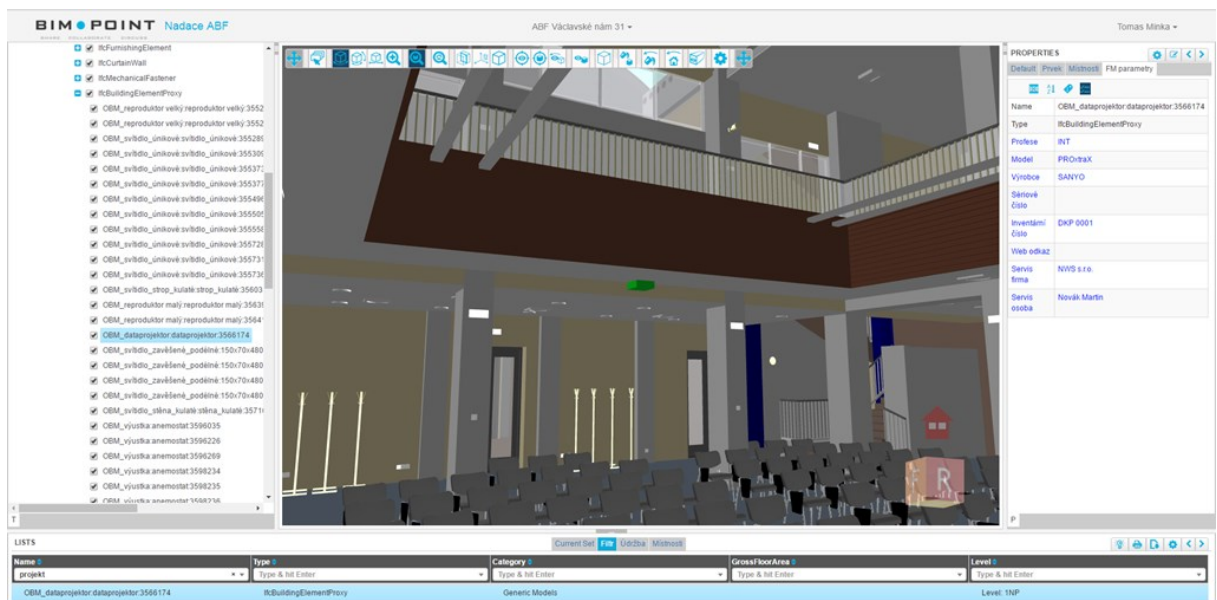
Díky svým funkcím přináší organizacím řadu výhod, včetně zvýšené efektivity správy prostor a zařízení, lepšího využití zdrojů, optimalizace plánování údržby, snížení nákladů a zlepšení celkového provozu. V dnešním moderním světě je proto CAFM nedílnou součástí FM.

4. Propojení BIM modelu a Facility managementu

Jak bylo zmíněno v první kapitole, informační model stavby může být využíván po celou dobu životního cyklu stavby. Proto je tento model také integrován do procesů Facility Managementu.

Je klíčové, aby budoucí facility manažer a hlavní inženýr projektu (popř. BIM koordinátor) už během fáze projektování objektu udržovali aktivní komunikaci. Je nezbytné si vzájemně domluvit úroveň detailu a rozsah informací, které jsou pro správné plánování a realizaci budovy nezbytné. Tato spolupráce umožňuje předejít možným problémům a zajistit, že veškeré potřebné informace budou dostupné a zohledněny v rámci BIM modelu a procesů Facility Managementu.

K této spojitosti mezi BIMem a FM jsou využívány CAFM systémy, které umožňují integraci s BIM modelem. Při inicializaci tohoto procesu je systém nejprve použit k "zmapování" budovy, což zahrnuje identifikaci umístění jednotlivých místností a technických prvků. Díky katalogům, které jsou uloženy u těchto prvků, jsou pak známy použité technologie. Po navázání komunikace mezi řídicím systémem budovy a CAFM systémem jsou data zobrazena v reálném čase, což výrazně zlepšuje správu budov a efektivitu provozních procesů.



Obrázek 6: Prostředí aplikace BIM.POINT (Nadace ABF, 2024)

Tyto systémy nejsou pouze aplikace uložené v počítači, ale mohou být i webové aplikace, jako je například BIM.POINT. To výrazně usnadňuje práci a vyžaduje pouze přihlašovací údaje. Jak je vidět na obrázku 6, po kliknutí na konkrétní prvek v modelu je možné zobrazit jeho sériové číslo, objednávací číslo, výrobce, datum poslední údržby, platnost revizní kontroly,

stav zařízení (zda má poruchu), počet motohodin, a to včetně dokumentů, jako jsou revizní zprávy, katalogové listy, manuály a další.

4.1. Komunikace mezi BIMem a CAFM

Pro zajištění toho, aby model zobrazoval veškeré potřebné informace, je nezbytná synchronizace mezi řídicím systémem a samotným CAFM systémem. K tomu se využívá API (Application Programming Interface), který umožňuje obousměrnou komunikaci mezi oběma systémy. API slouží jako prostředník mezi těmito systémy, který umožňuje přenos a synchronizaci dat a informací mezi nimi, což zajišťuje aktuálnost a kvalitu dat v modelu.

API neboli aplikační programové rozhraní, představuje mechanismus, který umožňuje různým částem softwaru komunikovat mezi sebou. Jedná se o soubor funkcí, procedur, tříd, komunikačních protokolů a dalších nástrojů, které umožňují propojení a spolupráci mezi různými aplikacemi nebo částmi programu (API, 2024).

K této komunikaci se využívá HTTP protokol, který je běžně používán pro přenos dat po internetu. Tím je zajištěn přístup k aktuálním datům objektu, které mohou být čteny i zapisovány do CAFM systému.

Nevýhodou může být, že veškerá data, včetně samotného informačního modelu, jsou uložena na serverovém cloudu poskytovatele CAFM. To může znamenat dodatečné finanční náklady pro rozpočet Facility Managementu. Z tohoto důvodu není vždy výhodné tuto technologii aplikovat ve všech automatizovaných budovách, zejména pak v inteligentních domech. Náklady spojené s úložištěm a licencemi CAFM stále zůstávají poměrně vysoké. Nicméně, v budoucnosti by se to mohlo stát běžnou součástí každého inteligentního domu.

4.1.1. Hypertext Transfer Protocol

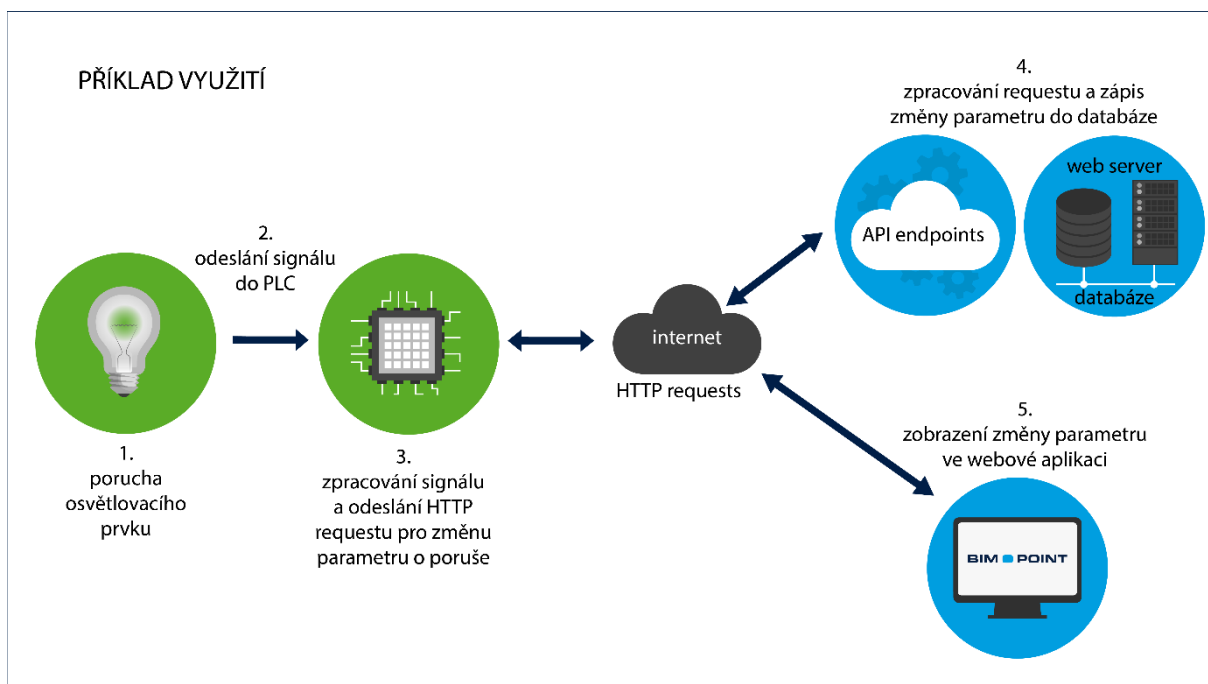
Hypertext Transfer Protocol (HTTP), je protokol používaný pro komunikaci mezi webovými prohlížeči a webovými servery. Tento protokol umožňuje klientům (například webovým prohlížečům) žádat o zdroje na serveru (například webové stránky) a získávat je. HTTP je textový protokol, který používá sadu zpráv pro komunikaci, jako jsou žádosti klientů a odpovědi serverů. Původně byl navržen pro přenos hypertextových dokumentů, ale dnes je používán pro širokou škálu účelů, včetně přenosu multimediálního obsahu, API komunikace a mnoha dalších aplikací. Je důležitým stavebním kamenem moderního internetu a umožňuje propojení a interakci mezi různými webovými službami a aplikacemi (Protokol http, 2024).

Při komunikaci pomocí tohoto protokolu se využívají dotazy (požadavky) a následné odpovědi. Klient, například webový prohlížeč, posílá dotazy na webový server, který mu následně odpovídá zasláním dat, jako jsou HTML stránky nebo další informace. Tímto způsobem se umožňuje interakce mezi klientem a serverem při přenosu dat prostřednictvím tohoto protokolu (API, 2024).

4.2. Komunikace v průmyslové a procesní automatizaci

Jak bylo naznačeno v předchozí podkapitole, API zajišťuje komunikaci mezi informačním modelem a CAFM systémem. Nicméně je také nezbytné zajistit komunikaci mezi řídicím systémem objektu a CAFM, kde se nachází živé digitální dvojčete stavby (BIM model). Tuto komunikaci zabezpečujeme pomocí dalších komunikačních protokolů, jako jsou například KNX, DALI, MODBUS a další. Tyto protokoly umožňují propojení a synchronizaci mezi různými systémy a zařízeními v budově.

Pro lepší představu si představme řídicí systém, který je řízen a ovládán programovatelným logickým automatem (PLC). Tento PLC má přídatné procesní moduly určené k ovládání světel, vzduchotechniky, vytápění, bezpečnostních systémů a dalších prvků. Tyto moduly jsou připojeny k PLC a komunikují s ním pomocí specifických komunikačních protokolů a sběrnic, které jsou pro ně určeny. Data z PLC jsou poté pomocí API odesílána do CAFM systému, kde jsou zpracovávána a zobrazována v rámci digitálního dvojčete stavby (BIM modelu).



Obrázek 7: Příklad využití komunikace mezi systémem a CAFM (Web API, 2024)

Obrázek 7 znázorňuje propojení systému od firmy WAGO s webovou aplikací BIM.POINT. Světlo je připojeno k přídatné DALI kartě, která zajišťuje ovládání osvětlení a komunikaci s PLC prostřednictvím sběrnice DALI. Informace o poruše je posílána sběrnici do PLC, který tuto informaci zpracuje a následně odešle do API. Nakonec je tato informace poslána do webové aplikace BIM.POINT, kde je zobrazena a umožňuje reagovat na poruchy osvětlení a provádět další údržbu a správu objektu.

4.2.1. DALI

Rozhraní DALI (Digital Addressable Lighting Interface) je adresovatelné rozhraní primárně navržené pro komunikaci mezi vypínači a řadiči osvětlení. Jeho hlavním účelem je automatizace osvětlení v různých prostředích, jako jsou výrobní haly, stadiony, kanceláře nebo domácí osvětlení (Choutka, 2022).

Systémy založené na technologii DALI řeší složitost implementace individuálních sběrnice DALI systémů pro osvětlení a zjednodušují ovládání pro koncové uživatele. Rozhraní DALI vzniklo jako reakce na potřebu rozšířeného a flexibilnějšího ovládání osvětlení. Systém s použitím technologie DALI představuje efektivní náhradu za přepínače analogové signalizace, jako jsou ovládací prvky stmívání, přepínače a vypínače.

Sběrnice DALI používá kódování Manchester. Toto kódování je způsob, jak přenášet digitální data pomocí změn v úrovni signálu. Každý bit dat je reprezentován jednou bitovou periodou, které má dvě úrovně – logickou 0 a logickou 1. Při kódování se každý bit daty reprezentuje pomocí dvojice signálních úrovní, přičemž změna úrovně v polovině bitové periody odpovídá hodnotě bitu. Například, pokud je logická 0 reprezentována nízkou úrovní v první polovině období a vysokou úrovní v druhé polovině, logická 1 je reprezentována opačně. Tento způsob kódování je používán v různých komunikačních technologiích, včetně sběrnice DALI, pro spolehlivý přenos dat.

5. Automatizace budov

Automatizace budov se stala významným odvětvím, které poskytuje řešení pro potřeby provozovatelů a uživatelů různých typů budov. Využívá různé prvky automatizace, jako jsou senzory, akční členy, regulátory, řídicí mikropočítače a vizualizace procesů. Tyto prvky často fungují s distribuovanou inteligencí a jsou propojeny pomocí komunikačních systémů umožňujících výměnu dat. V současném trendu technologií budov je vidět snaha o úzké propojení slaboproudu a silnoproudu, což umožňuje efektivní řízení vytápění, osvětlení a dalších systémů s cílem optimalizovat provoz a zvýšit komfort pro uživatele (Garlík, 2010).

S neustálým pokrokem technologií v oblasti budov a jejich provozu roste potřeba sofistikovaných systémů pro monitorování a řízení. Tyto systémy, známé jako řídicí systémy, jsou navrhovány a implementovány s cílem optimalizovat využití energetických zdrojů a zlepšit komfort pro uživatele budov. Používají se různé technologie, jako jsou PLC automaty, řídicí mikropočítače či senzory propojené s centrálním řídicím systémem, které umožňují sledovat a regulovat funkce jako vytápění, osvětlení, ventilace, a další. Díky těmto systémům je možné provádět efektivní správu energií, automatické řízení teploty a osvětlení v jednotlivých místnostech, a detekci poruch či potenciálních bezpečnostních rizik.

Existuje řada různých způsobů a principů realizace automatizovaných systémů pro budovy. Klíčovým faktorem je počáteční identifikace typu objektu a následná volba vhodné a ekonomicky efektivní varianty. Moderní trend směřuje k snaze výrobců o co nejrychlejší nasazení a jednoduchost použití systémů. Proto se klade důraz na vývoj produktů s malými rozměry, které lze snadno umístit do omezených prostorů a integrovat do automatizovaného prostředí pomocí menších rozvaděčů. Způsob realizace by měl být přehledný a jednoduchý, aby bylo snadné identifikovat závady nebo provádět jednoduché úpravy v zapojení systému.

5.1. Projektování automatizovaných budov

Projektant automatizovaných budov musí také zohlednit možnost ručního ovládání systému a zajistit, aby byla tato možnost dostatečně přístupná a intuitivní pro uživatele. Při návrhu systému je také důležité hledat co nejefektivnější a ekonomicky výhodné řešení, které splní požadavky na automatizaci a zároveň umožní snadnou údržbu a správu. Projektant by měl provést důkladnou analýzu potřeb uživatele a navrhnout systémy, které budou efektivní, spolehlivé a udržitelné po celou dobu provozu budovy.

Rovněž by měl brát v úvahu přání a požadavky zadavatele. Je důležité vést dialog se zadavatelem a porozumět jeho potřebám, představám a požadavkům na systém automatizace

budovy. Tím, že bereme v úvahu jeho přání a touhy, můžeme zajistit, že navržený systém bude plně odpovídat jeho očekáváním a přispěje k celkové spokojenosti s výsledkem.

V rámci metody BIM by měl projektant pečlivě dokumentovat všechny automatizační prvky a systémy, což je klíčové pro efektivní správu a údržbu budovy po celou dobu jejího životního cyklu. Důraz na detaily a správné informace v rámci BIM metody může vést k dosažení vyšší úrovně efektivity, spolehlivosti a udržitelnosti automatizovaných budov.

5.2. Programovatelné logické automaty

Dříve byly systémy sekvenčního logického řízení prováděny pomocí reléových panelů a přidružených skříní obsahujících reléové obvody. S postupem času došlo k nahrazení původních systémů rošty se zásuvnými deskami, které obsahovaly diskrétní obvody s tranzistory, a později integrovanými obvody. Vývoj v oblasti počítačů přinesl inovace i v průmyslové elektronice. Po prvních pokusech s použitím sálových počítačů jsme dospěli k současnému stavu, kdy se programovatelné logické automaty (PLC) staly univerzálním nástrojem pro řízení systémů na úrovni blízké technologickému procesu. PLC nejenom řeší úkoly logického řízení, ale také jednoduché úkoly spojitého řízení. PLC představují centrální mozky většiny řídicích systémů, které koordinují a řídí funkce technických zařízení a procesů v průmyslových a budovných aplikacích. (Garlík, 2010).

5.3. Senzory

Senzory pracují tak, že zachytávají fyzikální veličinu nebo událost a transformují ji na digitální signál, který lze přenášet po sběrnici. Tato informace se následně posílá na sběrnici ve formě datového signálu. Jeden z nejjednodušších příkladů může být stisknutí tlačítka na určitém senzoru. Dnes však senzory dokážou snímat různé veličiny, jako je například intenzita osvětlení, teplota, nebo přijímat i rádiové signály. (Garlík, 2010).

Senzory jsou nezbytnou součástí každého systému automatizovaných budov. Jedním s nejpoužívanějším senzorem je senzor přítomnosti. Pro efektivní řízení, aby nedoházelo například k svícení v místnosti, kde nikdo není, by měl být senzor umístěn v každé místnosti budovy. Ovlivňuje topení, osvětlení, ale i bezpečnostní systémy.

U některých senzorů přítomnosti jsou také integrovány senzory osvětlení, což umožňuje efektivní řízení osvětlení v dané místnosti. Pokud tyto senzory komunikují přes sběrnici DALI, může být výhodné mít oddělený řídicí systém pouze pro osvětlení, což usnadňuje řešení specifických požadavků na osvětlení. Pokud v budoucnu dojde k rozšíření systému o další

prvky, jako je například vytápění, softwarový technik může využívat informace o přítomnosti na základě údajů o zapnutém osvětlení.

5.4. Akční členy

Akční členy jsou nezbytnou fyzickou součástí automatizovaných systémů budov, které převádějí signály a instrukce z řídicích jednotek a senzorů do konkrétních akcí. Mezi běžné akční členy patří ventily pro regulaci toku tekutin a plynů, ventilátory pro manipulaci s prouděním vzduchu a elektrické spínače pro aktivaci různých elektrických zařízení.

Tyto akční členy mají klíčový význam při provádění konkrétních úkolů v rámci automatizovaných systémů budov. Jejich správná funkce a spolehlivost jsou zásadní pro zajištění bezpečného a pohodlného prostředí pro uživatele budov. Zároveň jsou tyto členy navrženy tak, aby vyhovovaly specifickým požadavkům a úkolům daného prostředí, což vyžaduje pečlivý výběr, instalaci a údržbu.

PRAKTICKÁ ČÁST

6. Návrhová část

Návrhová část této práce se zaměřuje na vytvoření efektivního systému měření a regulace osvětlení, který bude integrovaný s BIM modelem a bude sloužit jako ukázkový projekt pro Facility Management.

Cílem je navrhnout systém, který bude energeticky efektivní, automatizovaný a snadno spravovatelný. Tento systém bude zahrnovat strategické rozmístění senzorů přítomnosti a intenzity světla, centrální řídicí jednotku a odpovídající osvětlovací prvky. V této části bude podrobně popsáno blokové schéma systému, vývojový diagram jeho funkčnosti a výběr jednotlivých komponent, které zajistí optimální provoz a integraci s BIM.

6.1. Systém osvětlení

Systém osvětlení byl navržen tak, aby splňoval požadavky zadavatele, což v tomto případě je společnost Metroprojekt Praha a.s. Zadavatel specifikoval použití komponent od výrobce WAGO, proto byl pro tento řídicí systém osvětlení použit hardware právě od tohoto výrobce.

6.1.1. Popis funkce

Každá místnost v domě obsahuje nejméně jeden zdroj světla, stmívač a senzor přítomnosti s integrovaným senzorem intenzity osvětlení. Jedná se o obvod nezávislý na jiné místnosti, což zajišťuje individuální kontrolu osvětlení a optimalizaci energetické účinnosti pro každou místnost zvlášť.

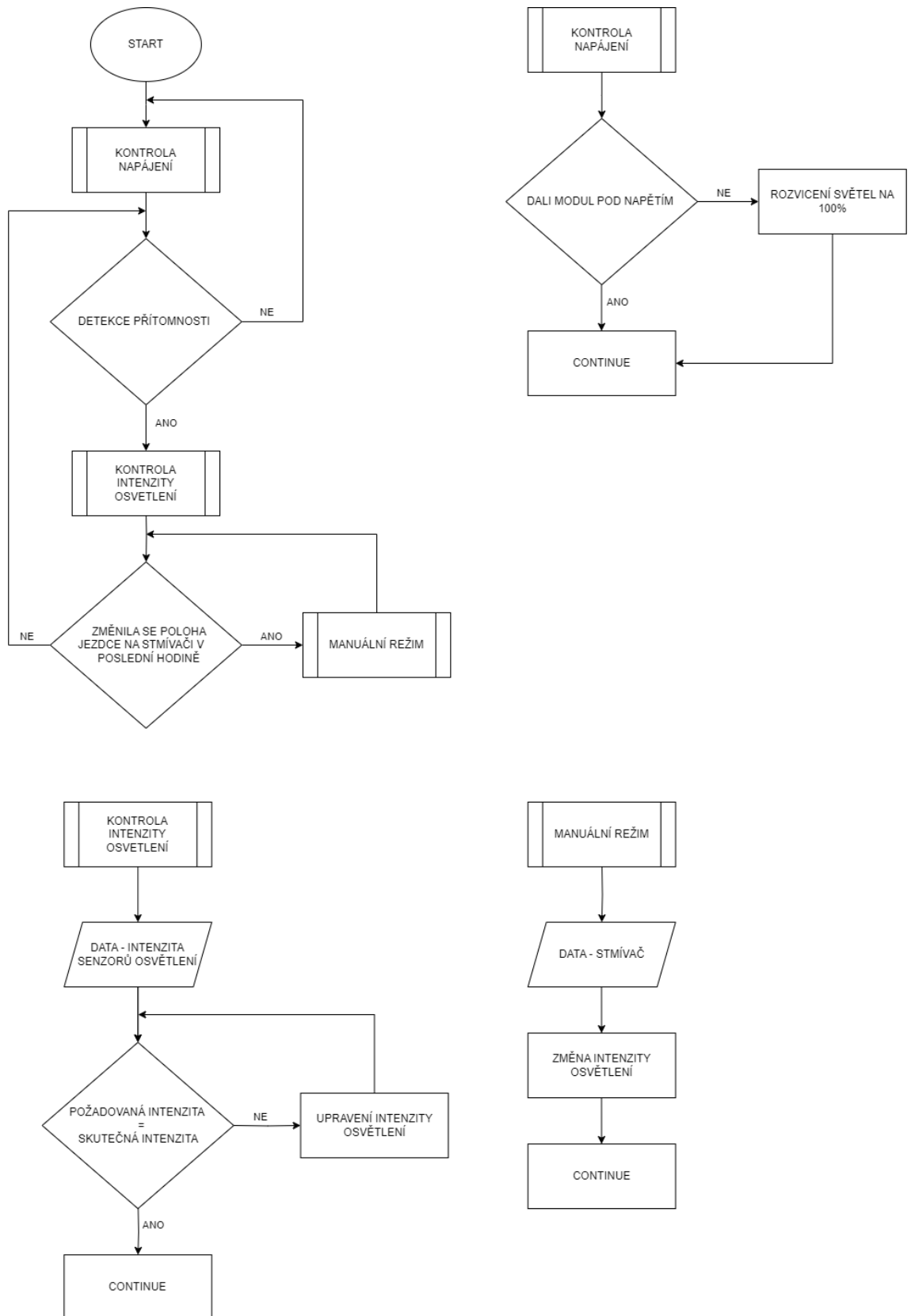
Systém byl konstruován tak, aby byly dvě možnosti ovládání intenzity osvětlení:

- a) Automatické (bez zásahu)
- b) Manuální

V případě automatického režimu ovládání se předpokládá, že uživateli (osoba v dané místnosti) vyhovuje nastavení dané hladiny intenzity osvětlení. Pokud by však uživateli intenzita nevyhovovala, může ji manuálně upravit pomocí stmívače.

V případě, že senzor nedetekuje přítomnost uživatele v místnosti, světlo automaticky zhasne. Tento režim pomáhá udržovat optimální úroveň osvětlení pouze v době, kdy je místnost skutečně obsazena, a tím přispívá k úsporám energie a prodlužování životnosti osvětlení.

Senzor intenzity osvětlení zároveň reguluje intenzitu světla například při soumraku, čímž zajišťuje přiměřenou úroveň osvětlení přizpůsobenou aktuálním podmínkám.



Obrázek 8: Vývojový diagram

6.1.2. Napájení a komunikace

Rozvaděč RS (rozvaděč osvětlení) napájí všechny prvky osvětlení, včetně celého lokálního řídicího systému (LŘS), který je rovněž umístěn v tomto rozvaděči. LŘS se skládá z modulárního PLC, modulu binárních vstupů, modulu DALI, a zakončovacího modulu. Tyto komponenty společně zajišťují efektivní řízení osvětlení v celém objektu a umožňují integraci různých senzorů a ovládacích prvků do jednoho systému.

Každá místnost je vybavena vlastním jističem 1/B/10A (CYKY 3Jx1,5), který napájí svítidla, senzory a stmívače. V rozvaděči jsou dále instalovány jističe 1/B/6A, které slouží jako ochrana napájecích zdrojů 24VDC a 18VDC. Kromě toho jsou zde použity stykače a relé pro signalizaci stavu napájení. Spínané kontakty jsou připojeny na modul binárních vstupů, což usnadňuje identifikaci závad v systému. Tyto informace mohou být přenášeny a sledovány pomocí systému CAFM, což přispívá k efektivnímu řízení a údržbě budovy.

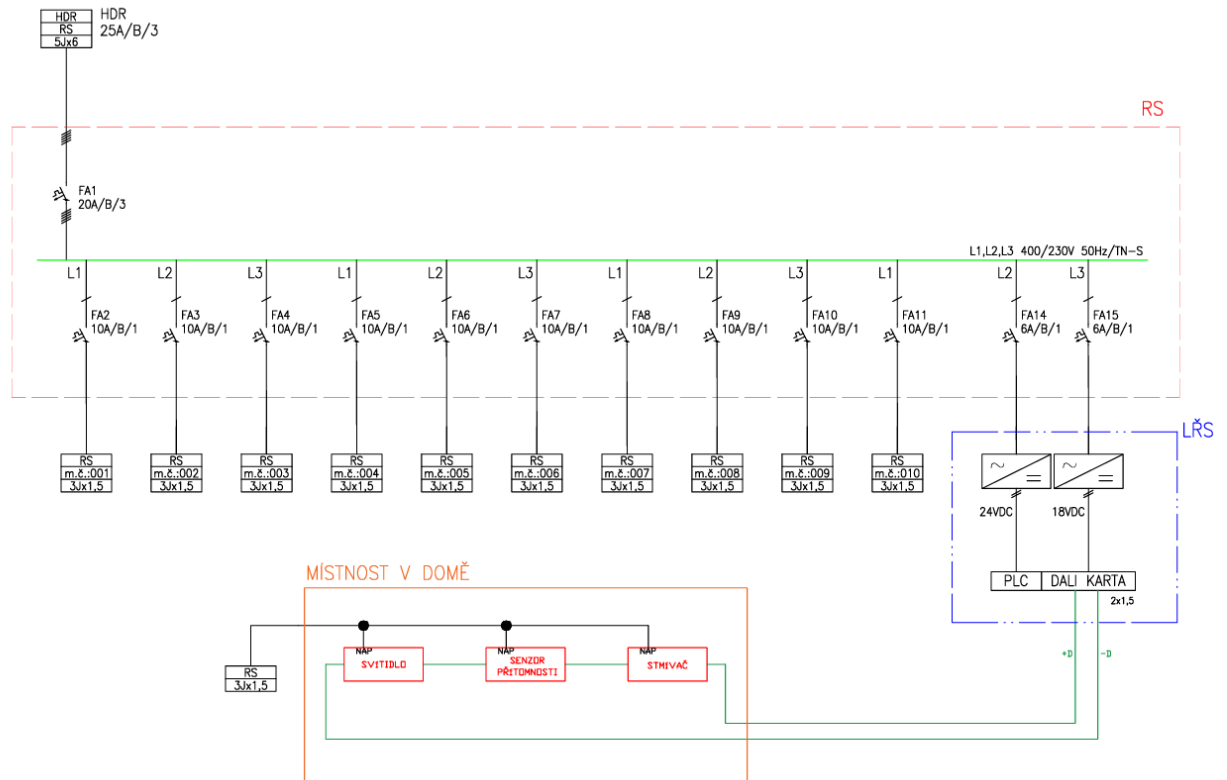
Na DALI kartu jsou připojeny všechny prvky systému osvětlení, které byly vybrány s ohledem na jejich schopnost komunikovat přes rozhraní DALI. Tím se ušetří náklady na nákup dalších komponent a zjednoduší se komunikace a řízení celého systému. Tento integrovaný přístup umožňuje efektivnější správu a koordinaci osvětlení, což zvyšuje celkovou účinnost a flexibilitu systému.

Každé svítidlo v systému je vybaveno integrovaným DALI předřadníkem, který reguluje intenzitu osvětlení podle informací z DALI modulu. Tento předřadník obsahuje také čítač motohodin, který sleduje provozní dobu světla. Jakmile se blíží konec očekávané životnosti světla, integrovaný systém CAFM automaticky upozorní správce budovy nebo, v případě rodinného domu, majitele, na potřebu výměny nebo údržby. Tento proaktivní přístup k údržbě zajišťuje, že světla jsou v optimálním stavu a minimalizuje neplánované výpadky osvětlení.

Jelikož se jedná o projekt zaměřený na efektivní řízení budovy, byl zvolen modulární PLC automat od firmy WAGO. Tento automat umožňuje komunikaci prostřednictvím protokolu API (viz kapitola 4.1.).

Na DALI kartě je aktuálně využito 45 z možných 64 adres, což umožňuje flexibilní rozšíření systému bez nutnosti dalších investic do nových komponentů. Pokud by bylo potřeba přidat další DALI modul, není třeba dokupovat další napájecí zdroj, protože stávající napájecí zdroj 230VAC/18VDC má dvě výstupní napětí $\pm 18VDC$, které pokrývá potřeby rozšíření.

Komunikační rozvody z DALI modulu jsou realizovány kabelem CYKY 2x1,5. Všechny tyto rozvody, včetně silových kabelů, jsou vedeny pod omítkou zdiva, což zajišťuje čistotu a estetiku instalace. Tento způsob vedení nejenom že přispívá k elegantnímu vzhledu interiéru, ale také poskytuje dodatečnou ochranu kabelů před mechanickým poškozením.



Obrázek 9: Blokové schéma napájení

6.2. Rozvaděč RS

Součástí vypracované technické dokumentace je také návrh rozvaděče osvětlení RS (příloha č. 005). Tento rozvaděč byl navržen s ohledem na předpoklad, že souběžně s projektem MaR osvětlení by probíhala i projektová příprava celkové elektroinstalace domu. Celá elektroinstalace by byla napájena z hlavního domovního rozvaděče (HDR), přičemž rozvaděč RS by byl připojen právě na tento hlavní rozvaděč. V rámci této bakalářské práce není řešeno napájení dalších technologických systémů.

Rozvaděč HDR obsahuje třífázový jistič 3/B/25A, z něhož je napájen rozvaděč RS prostřednictvím kabelu CYKY 5Jx6. V rozvaděči RS je hlavní jistič 3/B/20A, který chrání celý systém.

Rozvaděč RS obsahuje celkem 15 jističů, z nichž tři jsou ponechány jako rezerva pro budoucí rozšíření. Rezervní jističe 1/B/10A a 1/B/6A umožňují přidání dalších okruhů,

například pro venkovní osvětlení. Tento návrh rozvaděče je navržen s ohledem na maximální flexibilitu, což usnadňuje budoucí úpravy a rozšíření elektroinstalace bez potřeby rozsáhlých změn.

Na výstupu každého jističe v rozvaděči RS, s výjimkou hlavního jističe, je instalován stykač. Tento stykač slouží k signalizaci přítomnosti napětí na daném okruhu. Signály ze stykačů mohou být využity k monitorování a diagnostice systému osvětlení, což umožňuje snadnější detekci případných poruch nebo výpadků v napájení.

Všechny komponenty v rozvaděči RS jsou připevněny na DIN lištách, což zajišťuje jejich pevné a bezpečné uchycení. Tento standardní způsob montáže nejen usnadňuje organizaci a přístup k jednotlivým prvkům, ale také přispívá k celkové přehlednosti a údržbě rozvaděče. Díky DIN lištám je možné komponenty snadno přidávat nebo měnit bez nutnosti zásadních úprav rozvaděče.

Rozvaděč RS byl navržen především pro systém osvětlení, který zahrnuje napájení osvětlení, senzoriky a samotného LRS (lokálního řídicího systému). Aby však rozvaděč mohl v budoucnu podporovat další aplikace, které mohou vyžadovat větší výkon, je zde instalován hlavní jistič 3/B/20A. Tento výběr může na první pohled působit jako nadměrné dimenzování, zejména vzhledem k tomu, že největší jistič v rámci rozvaděče je pouze 1/B/10A. Nicméně, takovéto řešení zajišťuje flexibilitu a rezervu pro budoucí rozšíření nebo změny v systému, čímž se zvyšuje celková adaptabilita a dlouhověkost rozvaděče.

6.3. Použité komponenty

Jak již bylo zmíněno, byly v tomto projektu použity komponenty od požadovaného výrobce. Vybavení jednotlivých místností bylo pečlivě vybíráno s důrazem na kompatibilitu a komunikaci přes rozhraní DALI. Tento přístup nejenže zajišťuje jednotnost a efektivitu v řízení osvětlení, ale také minimalizuje potřebu dodatečných komponentů.

V rámci tohoto projektu nebyl konkrétně specifikován výrobce jističů a stykačů. Na trhu je dostupná široká škála výrobců těchto komponentů, a jejich výběr by měl být upřesněn v souladu s požadavky a doporučeními výrobce rozvaděče RS. Soupis materiálu, včetně jejich specifikace a počtu kusů, je uveden v příloze č. 002.

6.3.1. Spínaný napájecí zdroj

LRS tomto projektu využívá dva spínané napájecí zdroje, které byly vybrány s ohledem na specifické požadavky na napájení a možnosti budoucího rozšíření systému.

První zdroj napájí procesorový modul (PLC) napětím 24VDC, zatímco druhý zdroj je určen pro napájení DALI modulu napětím 18VDC. Oba spínané zdroje, konkrétně modely *WAGO* 787-1017, jsou vybaveny dvěma výstupními napětími, která lze nastavit na 18VDC, 24VDC nebo 30VDC, což nabízí značnou flexibilitu.

Každý zdroj má jedno vstupní napětí 230VAC a poskytuje dvě nastavitelná výstupní napětí. V aktuálním nastavení LŘS je využíváno pouze jedno z těchto výstupních napětí, zatímco druhý výstup zůstává volný a připravený pro případné budoucí rozšíření systému.



Obrázek 10: Spínaný napájecí zdroj WAGO 787-1017 (Spínaný napájecí zdroj, 2024)

6.3.2. PLC automat

Mozkem celého LŘS je modulární PLC *WAGO* 750-8202, který zajišťuje komplexní řízení a koordinaci všech připojených zařízení a senzorů. Tento výkonný PLC automat byl vybrán pro svůj spolehlivý výkon, flexibilitu a schopnost integrace s různými systémy.

Jednou z hlavních předností tohoto PLC je jeho schopnost komunikovat přes HTTP protokol, což umožňuje využití API pro integraci s CAFM systémy. Tento aspekt byl cíleně vybrán pro tento projekt, aby bylo zajištěno, že data o provozu a stavu osvětlení budou snadno přístupná a spravována v rámci širšího systému správy budovy. Díky této integraci mohou správci budovy efektivně monitorovat a spravovat osvětlení, což umožňuje rychlou reakci na jakékoli problémy.

Modulární architektura *WAGO* 750-8202 umožňuje snadné přidávání dalších vstupních a výstupních modulů, což znamená, že systém je připraven na budoucí rozšíření.



Obrázek 11: PLC WAGO 750-8202 (Procesorový modul PFC200, 2024)

6.3.3. 16kanálový binární vstup

Kromě signálu přenášeného po sběrnici DALI zpracovává LŘS také binární informace z kontaktů stykačů, které monitorují přítomnost napětí na jističích napájejících různé technologie v jednotlivých místnostech. Tento monitorovací systém je klíčový pro zajištění spolehlivého provozu celého osvětlovacího systému a dalších připojených technologií.

Pro sledování stavu napětí na jističích a zdrojích stejnosměrného proudu je v systému integrován modul binárních vstupů *WAGO 750-1405*. Tento modul je navržen pro přesné zpracování binárních signálů, což umožňuje LŘS neustále sledovat klíčové parametry, jako je přítomnost napětí na jednotlivých napájecích obvodech. Modul také monitoruje napětí na DALI kartě, čímž zajišťuje, že celý systém osvětlení a související technologie fungují správně, a jakékoliv odchylky nebo problémy mohou být okamžitě identifikovány.

Přítomnost modulu *WAGO 750-1405* v LŘS zajišťuje, že anomálie, jako například výpadek napájení nebo přetížení jističe, jsou okamžitě detekovány. Tímto způsobem může systém automaticky informovat správce budovy prostřednictvím CAFM systému, což umožňuje rychlou reakci a minimalizaci případných provozních výpadků. Informace o stavu napětí jsou přenášeny do centrálního PLC, kde jsou dále zpracovávány a integrovány do celkového monitorovacího a řídicího systému.

Podle návrhu systému je využito 13 z celkových 16 dostupných vstupů modulu. Napájení modulu je řešeno pomocí nožových kontaktů, zatímco komunikace s centrálním PLC probíhá prostřednictvím pružinových kontaktů.



Obrázek 12: Modul binárních vstupů WAGO 750-1405 (16kanálový binární vstup, 2024)

6.3.4. DALI karta

Další klíčovou komponentou Lokálního Řídicího Systému (LŘS) je DALI modul WAGO DALI Multi Master 753-647. Tento modul je zodpovědný za komunikaci se všemi připojenými DALI zařízeními v systému, která zahrnují svítidla, senzory přítomnosti a stmívače. Celkem systém využívá 45 z možných 64 adres na DALI sběrnici, což ponechává dostatečnou kapacitu pro případné budoucí rozšíření systému.

Modul je napájen spínaným napájecím zdrojem WAGO 787-1017, který poskytuje stabilní napětí 18 VDC potřebné pro napájení DALI sběrnice. Díky tomu je zajištěno spolehlivé fungování všech připojených zařízení a jejich vzájemná komunikace.

Modul WAGO DALI Multi Master 753-647 nejen řídí intenzitu osvětlení podle pokynů z PLC, ale také umožňuje sběr a přenos diagnostických dat z jednotlivých zařízení. To zahrnuje informace o stavu svítidel, která jsou vybavena integrovanými DALI předřadníky, monitorování provozních hodin svítidel a další kritické údaje, které přispívají k efektivnímu řízení a údržbě osvětlení. Tato data jsou klíčová pro předvídání údržby a zajištění dlouhodobé spolehlivosti systému.

Jednou z výhod tohoto modulu je schopnost zaznamenávat a vyhodnocovat údaje o provozních hodinách svítidel. Tyto informace jsou následně zpracovávány a mohou být využity pro prediktivní údržbu, což umožňuje nejen optimalizaci životnosti jednotlivých svítidel, ale i plánování jejich výměny před koncem životního cyklu.



Obrázek 13: DALI modul WAGO DALI Multi Master 753-647 (DALI Multi Master, 2024)

6.3.5. Zakončovací modul

V rámci komplexního a spolehlivého řízení osvětlení, kde každý prvek systému hraje důležitou roli, je nutné zajistit bezchybnou komunikaci mezi všemi komponenty. Pro dosažení této spolehlivosti a stability systému je klíčové správné zakončení sběrnice linky.

Zakončovací modul WAGO 750-600 je proto nepostradatelnou součástí LŘS v tomto projektu. Tento modul uzavírá sběrnici a zajišťuje, že signály jsou přenášeny bez jakýchkoli rušení nebo ztrát dat. V rámci LŘS, který zahrnuje moduly pro zpracování DALI signálů, binárních vstupů a centrální PLC jednotku, hraje zakončovací modul zásadní roli v udržení integrity a spolehlivosti celého systému.



Obrázek 14: Zakončovací modul WAGO 750-600 (Zakončovací modul, 2024)

6.3.6. Senzor přítomnosti

Pro optimalizaci řízení osvětlení v navrhovaném systému byl vybrán *INTEX PIR čidlo DALI Senzor přítomnosti pro osvětlení*, který je klíčovým prvkem pro zajištění efektivity a komfortu v rámci celého řešení. Tento senzor je napájen napětím 230V a jeho hlavní výhodou je plná kompatibilita s DALI sběrnici, což umožňuje snadnou integraci do navrhovaného systému.

Důvodem pro výběr tohoto konkrétního senzoru je jeho schopnost pokrýt 360 stupňů, což zaručuje, že jakýkoliv pohyb v monitorovaném prostoru bude okamžitě zaznamenán. To je zásadní pro zajištění automatického a energeticky úsporného řízení osvětlení, kdy se světla zapnou pouze při detekci přítomnosti osob, a naopak se vypnou, když prostor zůstane prázdný.

Další významnou funkcí je integrovaný senzor intenzity osvětlení. Tento senzor umožňuje dynamické přizpůsobení úrovně osvětlení podle aktuálních světelných podmínek. Například při soumraku, kdy přirozené světlo klesá, senzor automaticky upraví intenzitu umělého osvětlení, aby byla zachována optimální hladina světla v místnosti.



Obrázek 15: Senzor přítomnosti (*INTEX PIR čidlo DALI Senzor přítomnosti pro osvětlení, 2024*)

6.3.7. Svítidlo

V rámci návrhu tohoto systému osvětlení bylo vybráno svítidlo *LINEA SQUARE 3600/840* především díky své vysoké kompatibilitě s DALI protokolem, což umožňuje jeho plnou integraci do systému řízení osvětlení. Tato kompatibilita znamená, že provoz svítidla může být efektivně monitorován a řízen prostřednictvím centrálního systému, což zajišťuje optimalizaci osvětlení podle aktuálních potřeb a podmínek.

Kromě této klíčové funkce nabízí svítidlo také možnost plynulého stmívání. Díky této funkci lze snadno nastavit optimální úroveň osvětlení pro různé situace.

Dalším důvodem pro volbu tohoto svítidla je jeho moderní a elegantní design. Svítidlo LINEA SQUARE 3600/840 je navrženo tak, aby se harmonicky začlenilo do jakéhokoli architektonického stylu, čímž přispívá nejen k funkčnosti, ale i k estetické hodnotě interiéru.

Svítidlo LINEA SQUARE 3600/840 je napájeno napětím 230V, což zajišťuje jednoduchou instalaci a kompatibilitu s běžnými elektrickými rozvody. Díky krytí IP55 je toto svítidlo odolné vůči prachu a vodním stříkancům, což z něj činí ideální volbu i pro vlhké prostory, jako jsou koupelny.



Obrázek 16: Svítidlo LINEA SQUARE (63560 LINEA SQUARE 3600/840, 2024)

6.3.8. Stmívač

Pro náš projekt řízení osvětlení byl vybrán stmívač *OSRAM DALI MCU TW G2*. Tento stmívač je kompatibilní s DALI sběrnici, což umožňuje efektivní řízení intenzity osvětlení a bezproblémovou integraci do našeho systému. Napájení 230V usnadňuje jeho instalaci do stávající elektroinstalace.

Kromě technických parametrů byl stmívač zvolen pro svůj jednoduchý a univerzální design, který se hodí do různých prostředí.



Obrázek 17: Stmívač OSRAM DALI MCU TW G2 (OSRAM Jednotka DALI MCU TW G2, 2024)

6.4. DALI adresy

Každé světlo, senzor a stmívač připojený k DALI kartě musí mít přiřazenou unikátní DALI adresu. Tato adresa funguje jako identifikátor v systému, který umožňuje přesnou orientaci a diagnostiku. V případě závady nebo potřeby údržby poskytuje DALI adresa jasnou informaci o konkrétním zařízení, což usnadňuje lokalizaci problému. Navíc, při programování a konfiguraci systému slouží DALI adresy k efektivnímu přiřazení a správě jednotlivých komponentů.

6.4.1. Adresace

V každém systému je DALI adresa specificky konstruována a nemusí mít v různých systémech stejnou strukturu. Proto je v technické dokumentaci zahrnuta příloha s tabulkou DALI adres (viz příloha č. 004).

Adresy v tomto projektu obsahují klíčové informace, které usnadňují identifikaci a správu jednotlivých komponentů. Každá adresa obsahuje následující údaje:

- Rozvaděč: Označení, ve kterém se zařízení nachází
- Typ zařízení: Identifikuje, zda se jedná o senzor, svítidlo nebo stmívač
- Modul v LŘS: Určuje, ke kterému modulu v rámci LŘS je zařízení připojeno
- Místnost: Číslo místnosti, ve které se zařízení nachází
- Pozice na DALI modulu: Umístění zařízení na modulu

Příklad DALI adresy: ***RS_S-M02-R003-DA14***

Z této adresy lze vyčíst:

- Modul se nachází v rozvaděči RS.
- Jedná se o senzor.
- Je připojen k druhému modulu v rámci LŘS.
- Nachází se v místnosti č. 003.
- Senzor je umístěn na 14. pozici na DALI modulu.

7. Implementační část

Implementační část této práce se zaměřuje na vytvoření detailního BIM modelu, který bude zahrnovat navržený systém měření a regulace osvětlení. Modelování proběhne v softwaru Autodesk Revit a jeho cílem bude integrovat všechny klíčové prvky systému do realistického modelu budovy. V této části bude popsán proces vytvoření modelu, umístění jednotlivých komponent a jejich propojení v rámci BIM modelu, který bude sloužit pro potřeby Facility Managementu.

Revit, vyvinutý společností Autodesk, je výkonný software pro stavební informační modelování (BIM), který umožňuje architektům, inženýrům a stavebním profesionálům vytvářet a spravovat komplexní digitální modely budov.

Díky svému integrovanému prostředí umožňuje Revit koordinaci a spolupráci mezi různými obory. Tento software poskytuje uživatelům nástroje pro návrh, vizualizaci, analýzu a dokumentaci stavebních projektů, což výrazně zlepšuje efektivitu a přesnost procesu navrhování a realizace staveb.

7.1. Rodiny

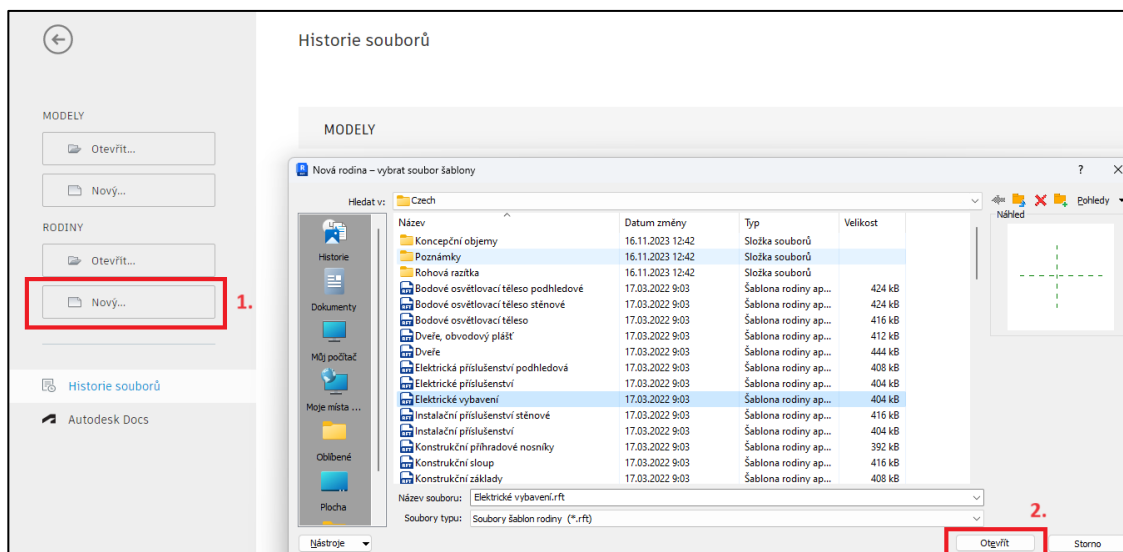
V programu Revit je rodina chápána jako stavební blok, který obsahuje informace o objektu, který má být vytvořen, například o okně, dveřích nebo zdi. Lze si představit, že tento blok je jako malý kus stavebnice, který lze použít k vytvoření různých prvků ve vašem projektu. Rodiny v Revitu jsou flexibilně navrženy a mohou být upraveny tak, aby vyhovovaly vašim potřebám.

Takže specifické vlastnosti okna, jako je jeho velikost, tvar, materiál a další, jsou obsaženy v rodině okna v programu Revit. Když je tato rodina použita v projektu, může být upravena tak, aby vyhovovala konkrétním požadavkům budovy. To znamená možnost změny rozměrů okna, materiálu nebo barvy. Tento přístup umožňuje vytvoření různých typů oken v jednom projektu a jejich snadné přizpůsobení podle potřeby.

7.1.1. Vytváření rodin

Po spuštění aplikace Revit se zobrazí dialogové okno (viz Obrázek 18). Pro vytvoření rodin je nutné kliknout na tlačítko „Nový“ v sekci „RODINY“ (označené číslem „1.“ na obrázku 18). Tím se otevře okno pro výběr šablony, ve kterém lze vytvářet rodiny. Je nutné vybrat šablonu odpovídající prvku, který chceme vytvořit. Například pro vytvoření dveří vybrat šablonu

„Dveře“ a podobně. Po výběru šablony je nutné kliknout na možnost „Otevřít“ (označené číslem „2.“ na obrázku 18). Následně se otevře modelovací prostor.



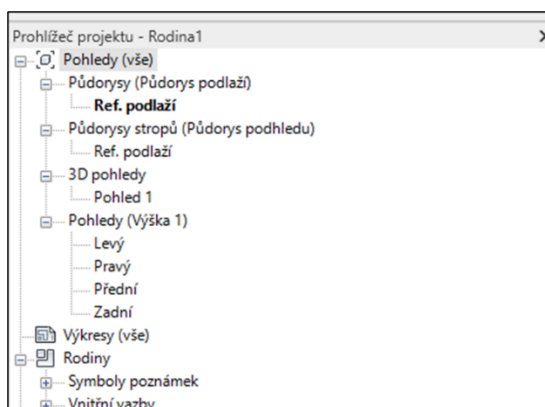
Obrázek 18: Vytvoření nové rodiny

7.1.2. Modelování rodin

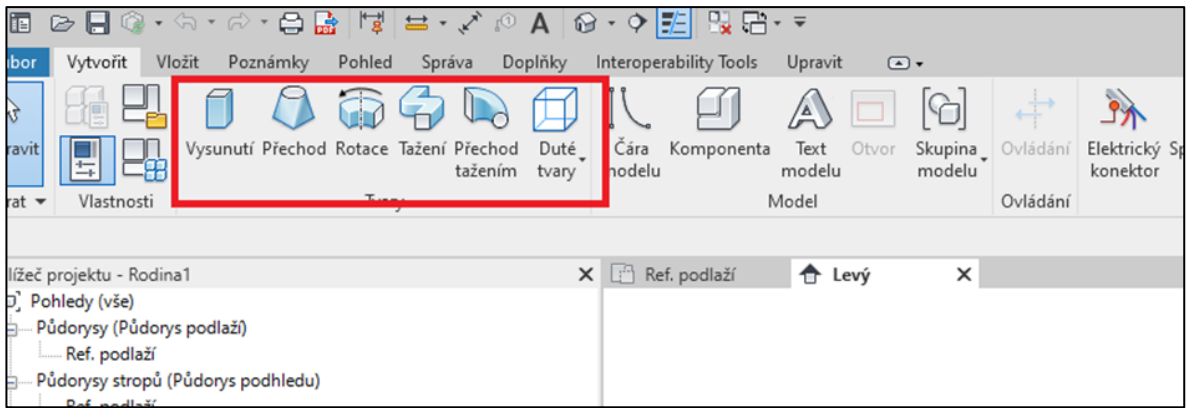
Na začátku modelování je důležité vybrat také pohled, ve kterém začneme modelovat (viz obrázek 19). Tyto pohledy lze v průběhu modelování měnit podle potřeby.

Při modelování tvarů máme možnost vybírat z různých metod, jakým způsobem chceme daný tvar vytvořit (viz Obrázek 20). Například, pokud chceme vytvořit část s čtvercovým tvarem, můžeme použít metodu vytažení. Modelování v aplikaci Revit je podobné jako ve většině CAD systémů pro 3D modelování.

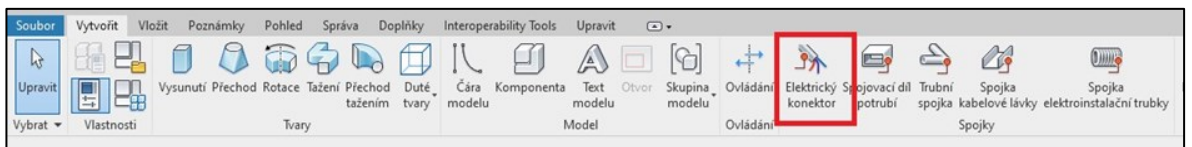
Při práci s elektrickými komponentami je klíčové přidat elektrický konektor, který se nachází v záložce „Vytvořit“ (viz Obrázek 21). Poté stačí jednoduše kliknout na plochu, kam chceme konektor umístit.



Obrázek 19: Pohledy modulu



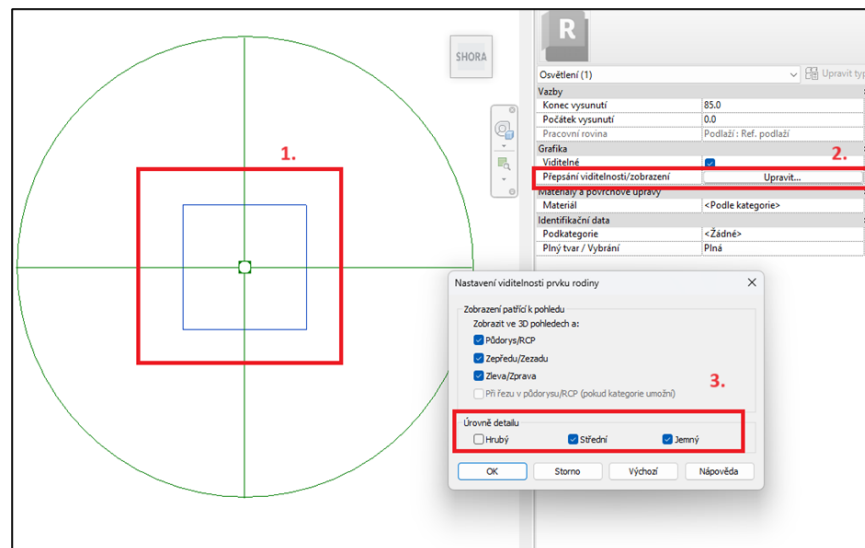
Obrázek 20: Nástroje modelování



Obrázek 21: Elektrický konektor

7.1.3. Nastavení úrovně detailu při modelování rodin

Při modelování je třeba nastavit úroveň zobrazení, což slouží především k pozdějšímu zobrazení ve výkresech. V modelu budou pro zobrazení „Jemný“ a „Střední“ viditelné detaily a tvar daného prvku. Avšak pro vytvoření situačního výkresu, kde je potřeba vidět elektrotechnickou značku, se použije zobrazení „Hrubý“. Nastavení těchto úrovní detailu zajišťuje správnou vizualizaci prvků v různých měřítkách a druzích výkresů, což usnadňuje interpretaci a práci s modelem.

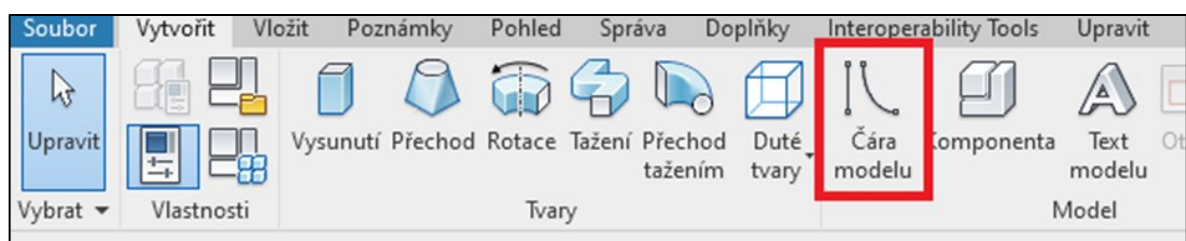


Obrázek 22: Nastavení úrovně detailu pro model

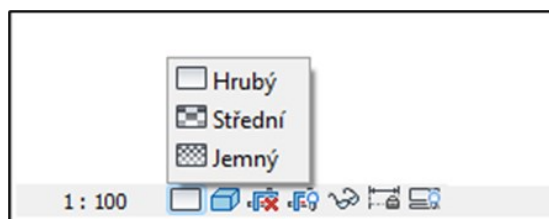
Jak je viditelné z Obrázku 22, po vymodelování prvku, v tomto případě světla, je třeba na tento prvek kliknout, aby se zobrazily jeho vlastnosti. Poté je nutné kliknout na tlačítko

„Upravit...“ v kategorii „Grafika“ (označeno číslem „2.“ na Obrázku 22). Po otevření okna „Nastavení viditelnosti prvku rodiny“ zaškrtneme úrovně zobrazení, ve kterých chceme, aby byl prvek viditelný (označeno číslem „3.“ na Obrázku 22). Tím zajistíme, že světlo bude správně zobrazováno ve všech požadovaných pohledech a úrovních detailu, což je důležité pro přesné modelování a následnou koordinaci projektu.

Poté vybereme správný pohled (viz Obrázek 19) a čarami modelu (viz Obrázek 23) nakreslíme elektrotechnickou značku, u které nastavíme „Úrovně detailu“ stejným způsobem jako u modelu, avšak musíme toto nastavení udělat pro všechny jednotlivé čáry, takže například u značky světla musíme označit tři „čáry“. Zobrazení detailu v modelu nastavíme pomocí spodního panelu (viz Obrázek 24).



Obrázek 23: Čára modelu



Obrázek 24: Zvolení úrovně detailu v modelu

7.1.4. Vytvoření parametru

Jak bylo uvedeno v podkapitole 1.3., bez podrobných informací o každém prvku není vytvořen informační model stavby, ale pouze 3D model. Parametry jednotlivých prvků jsou klíčové, neboť na základě jejich vyplnění vznikají konkrétní informace a informační kontejnery.

Nejdříve je třeba kliknout na možnost „Typy rodin“ (viz Obrázek 25). Poté se přejde k vytvoření nového parametru (viz Obrázek 26). Po kliknutí na tlačítko „Nový parametr“ se zobrazí dialogové okno (viz Obrázek 27).

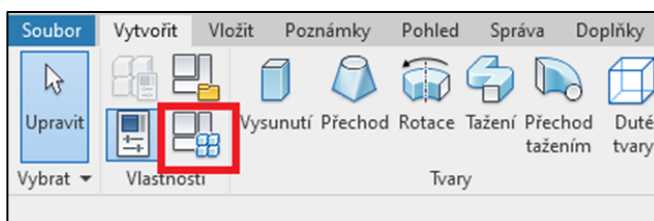
Při volbě možnosti „Typ parametru“ je nezbytné vybrat sdílený parametr, aby byl viditelný v dalších rodinách a modelech. Tímto způsobem lze přenést informace o daném prvku do CAFM a zároveň je nahrát do CDE. Poté stačí kliknout na tlačítko „Vybrat“. Následně v okně

„Sdílené parametry“ kliknout na „Upravit“ čímž se dojde k otevření okna „Upravit sdílené parametry“.

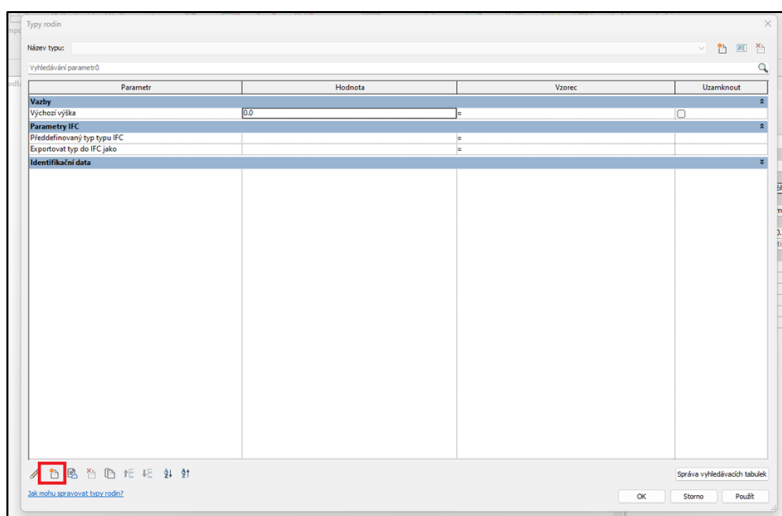
Zde je důležité vybrat "soubor sdílených parametrů". Existují dvě možnosti: buď je již vytvořený soubor z předchozího modelování, nebo musíme soubor vytvořit. Jedná se o textový soubor (.txt), do kterého Revit zapisuje data vytvořených skupin a parametrů. Pokud soubor ještě nemáme vytvořený, jednoduše vybereme složku, do které chceme soubor uložit, a zadáme název. Revit si soubor vytvoří sám.

Poté je nutné vytvořit tyto skupiny a parametry. Je vhodné si vytvořit skupinu podle ucelených vlastností s potenciálním využitím i v dalších rodinách a projektech. Například můžeme vytvořit skupinu nazvanou "Světlo" a následně přidávat parametry jako jas, svítivost, výkon, proud apod. Tyto parametry jsou obecně použitelné i pro další světla, což ušetří čas při dalším definování parametrů.

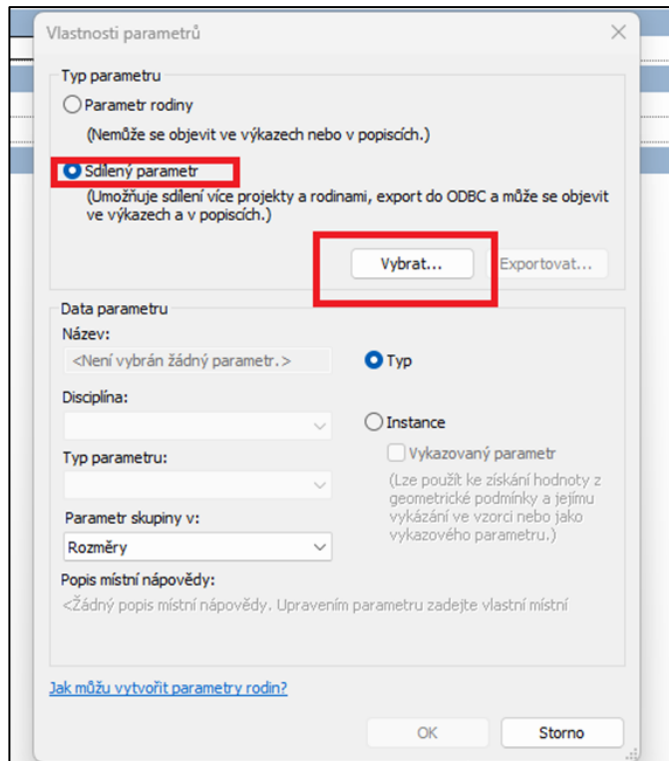
Když je parametr vytvořený, stačí na něj jednoduše kliknout a potvrdit kliknutím na tlačítko „OK“. Následně si v okně „Vlastnosti parametru“ vybereme možnost „Parametr skupiny v:“, čímž přiřadíme skupinu, ve které bude parametr viditelný. Poté přiřadíme hodnoty, čímž vzniknou informace o daném prvku.



Obrázek 25: Typy rodin



Obrázek 26: Nový parametr



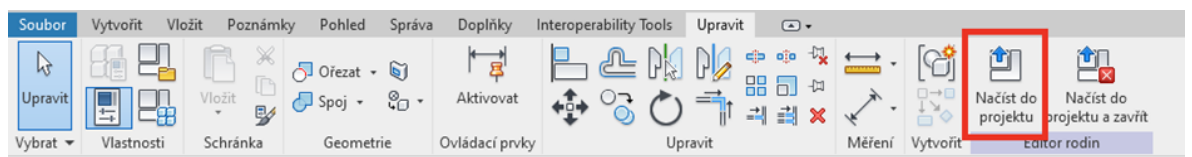
Obrázek 27: Vlastnosti parametru

7.1.5. Vložení rodin do modelu nebo do jiné rodiny

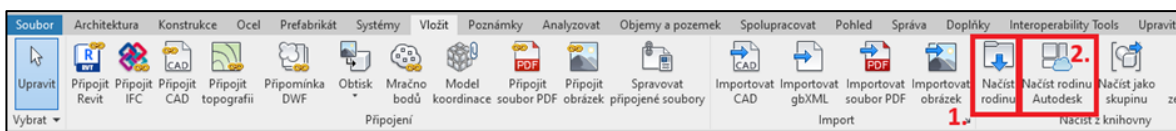
Abychom mohli s vytvořenou rodinou dále pracovat, musíme ji vložit do modelu nebo do další rodiny. To lze udělat pomocí funkce „Načíst do projektu“ (viz Obrázek 28). Tuto akci lze provést pouze pokud je otevřený model nebo rodina, do které chceme vytvořenou rodinu vložit.

Další možností je použití funkce „Načíst rodinu“ v modelu nebo rodině (označeno číslem „1.“ na Obrázku 29), do které chceme vytvořenou rodinu vložit. Poté stačí pouze vyhledat požadovanou rodinu a načíst ji do pracovního prostoru. Po vložení rodiny bychom ji měli vidět v seznamu všech rodin.

Některé rodiny můžeme načíst i z Autodesk (označeno číslem „2“ na Obrázku 29). Někteří výrobci různých zařízení mají své knihovny rodin, které jsou volně ke stažení a mohou být přidány stejným způsobem.

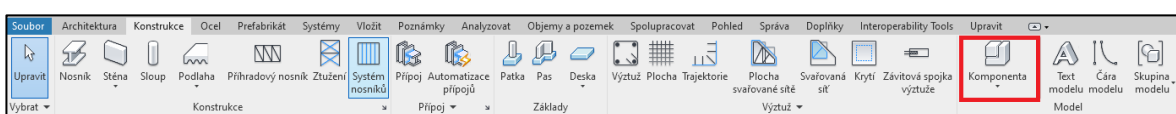


Obrázek 28: Vložení rodiny do projektu

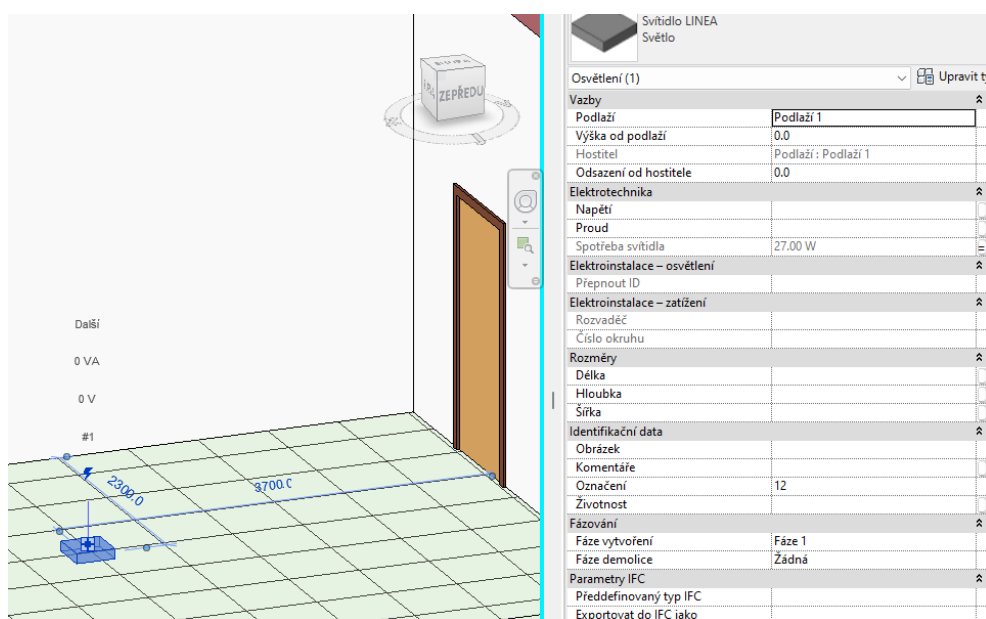


Obrázek 29: Načtení rodiny do projektu

Pokud je rodina mezi ostatními rodiny, tak ji musíme vložit do modelu samotného. K tomu slouží funkce Komponenta (viz Obrázek 30). Po stisknutí vybereme ze seznamu komponentu, kterou chceme do modelu vložit, když je prvek vybrán musíme jej umístit. Pro umístění prvku je důležité nastavit vazby, především pak „Podlaží“ a „Výška od podlaží“ (viz Obrázek 31). Pokud by se nenastavila tato výška, bude prvek umístěn na nulovou hodnotu úrovně, například pro „Podlaží 1“ s „Výška od podlaží“ rovno 0, bude prvek umístěn na zem.



Obrázek 30: Vybrání komponenty

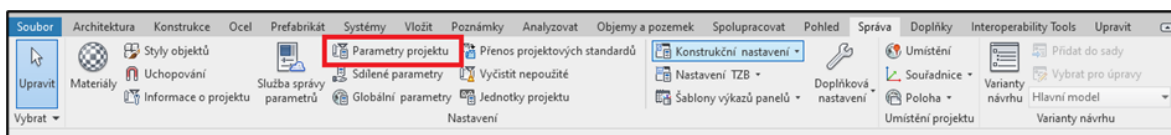


Obrázek 31: Vložení svítidla do modelu stavby

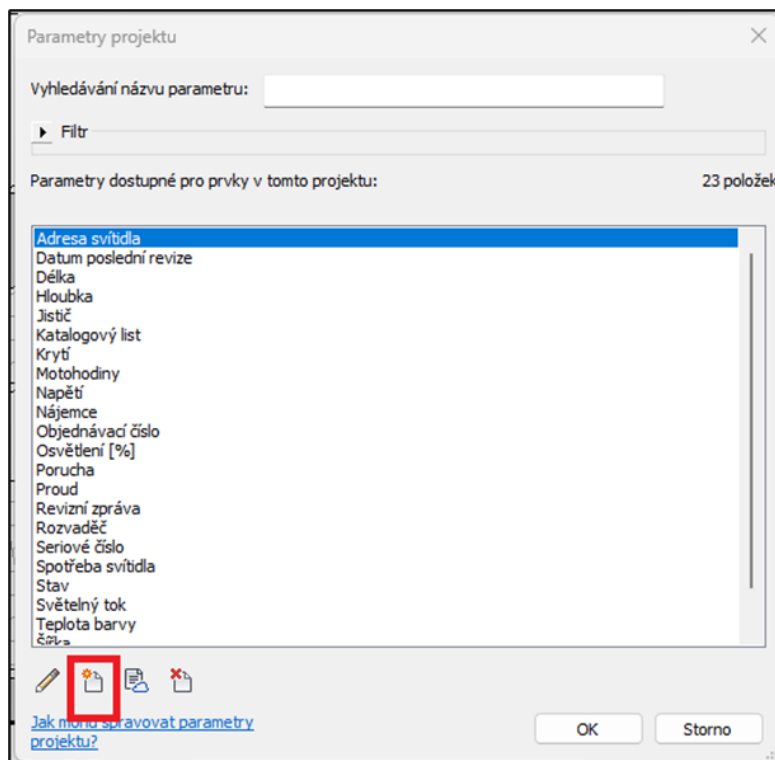
7.1.6. Zobrazení sdílených parametrů

Aby byly vidět sdílené parametry všech připojených modelů a rodin, musí být tyto parametry přidány do projektu. Tento proces může být náročný, protože se musí přidávat jednotlivě. To znamená, že všechny parametry, které chceme vidět v modelu, musí být postupně přidány.

Pro přidání parametru je nejprve nutné kliknout na možnost „Parametry projektu“ (viz Obrázek 32). Poté se zobrazí okno, ve kterém je nutné vytvořit nový parametr, pokud ještě neexistuje (viz Obrázek 33).



Obrázek 32: Parametry projektu

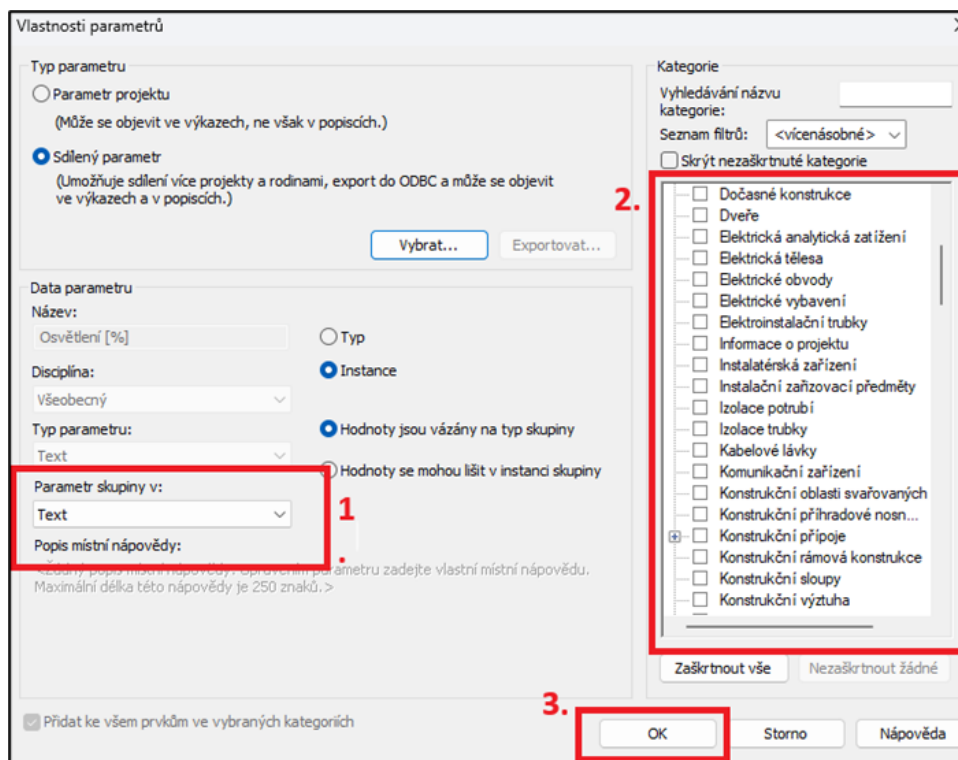


Obrázek 33: Nový parametr projektu

V okně „Vlastnosti parametru“ je třeba vybrat možnost „Sdílený parametr“, kliknout na „Vybrat“ a ze seznamu sdílených parametrů vybrat parametr, který je třeba vložit do projektu.

Dále je nutné vybrat „Parametr skupiny v:“ (označeno číslem „1“ na Obrázku 34), čímž se určí skupina, do které bude parametr zařazen, a „Kategorie“ (označeno číslem „2“ na Obrázku 34), čímž se vyberou rodiny, ve kterých bude parametr viditelný. Po tomto procesu by měly být tyto parametry viděny u všech prvků daných skupin. Přidání parametru se potvrdí „OK“ (označeno číslem „3“ na Obrázku 34)

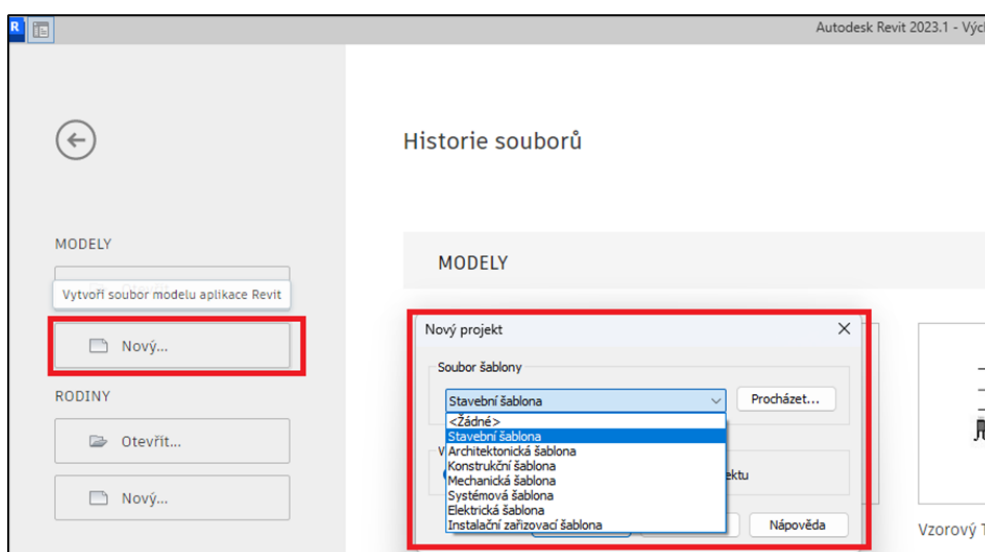
Pokud nemůžeme nalézt dané parametry, je třeba se ujistit, zda Revit čte „Sdílené parametry“ ze správného souboru. Po kliknutí na „Sdílené parametry“ se zobrazí okno „Upravit sdílené parametry“, kde je možné zkontrolovat, z jakého souboru Revit parametry čte a případně do jakého souboru parametry zapisuje.



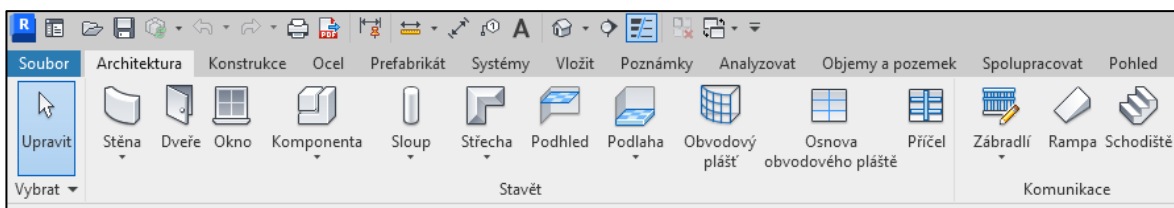
Obrázek 34: Nastavení parametru

7.2. Modelování stavebního modelu

Vytvoření nového modelu je podobné jako vytvoření rodiny. Po spuštění aplikace Revit se zobrazí dialogové okno (viz Obrázek 35). Pro vytvoření modelu je nutné kliknout na tlačítko „Nový“ v sekci „MODELÝ“ a následně vybrat vhodnou šablonu. Šablonu je třeba zvolit podle účelu modelu. Pro modelování stavebního objektu se používají základní nástroje pro vytvoření stavebního modelu (viz Obrázek 36).



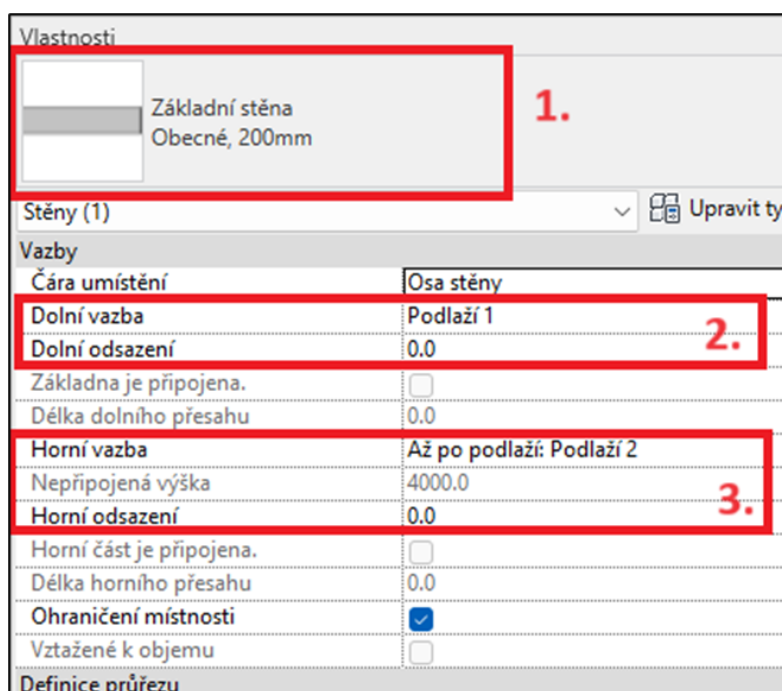
Obrázek 35: Vytvoření nového modelu



Obrázek 36: Nástroje pro vytvoření stavebního modelu

7.2.1. Vytvoření stěny ve stavebním objektu

Pro vytvoření stěny slouží nástroj „Stěna“. Po kliknutí na tento nástroj lze modelovat stěnu, avšak je důležité nejdříve nastavit „Vazby“, které najdeme mezi vlastnostmi. Zde je možné z knihovny rodin vybrat stěnu, kterou chceme modelovat (označeno číslem „1.“ na Obrázku 37) a nastavit „Dolní vazbu“ (označeno číslem „2.“ na Obrázku 37), čímž se určí, odkud budeme stěnu modelovat. Zde lze také nastavit odsazení od dané úrovně. Dále je nutné nastavit „Horní vazbu“ (označeno číslem „3.“ na Obrázku 37), ke které bude stěna připojena. Avšak tím se vytvoří stěna vysoká jako délka mezi úrovněmi. Pokud nechceme využít celou délku mezi úrovněmi, lze nastavit „Nepřipojený“ a poté definovat výšku stěny.

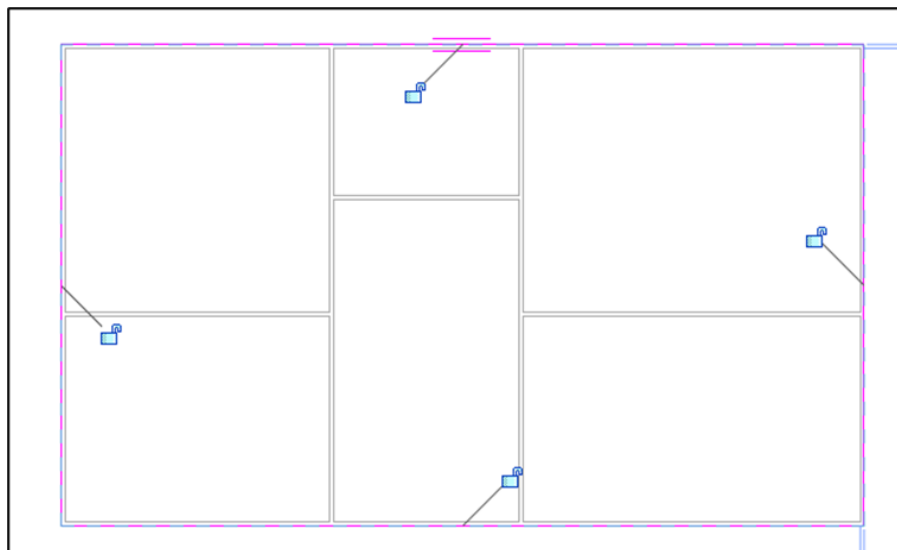


Obrázek 37: Vlastnosti zdi

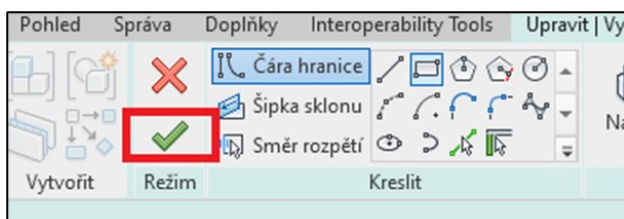
7.2.2. Vytvoření podlahy ve stavebním objektu

Pro vytvoření podlahy slouží nástroj „Podlaha“. Postup je dosti podobný jako u tvorby stěny (viz kapitola 7.2.1.), musí se vybrat podlaha z knihovny rodin a nastavit vazby, s jedním rozdílem, že se musí nakreslit ohraničení podlahy.

Po stisknutí nástroje „Podlaha“ se musí nakreslit ohraničení podlahy (viz Obrázek 38) a následně kliknout na „Dokončit režim úprav“ (viz Obrázek 39). Následně se vytvoří podlaha.



Obrázek 38: Vytvořena hranice podlahy

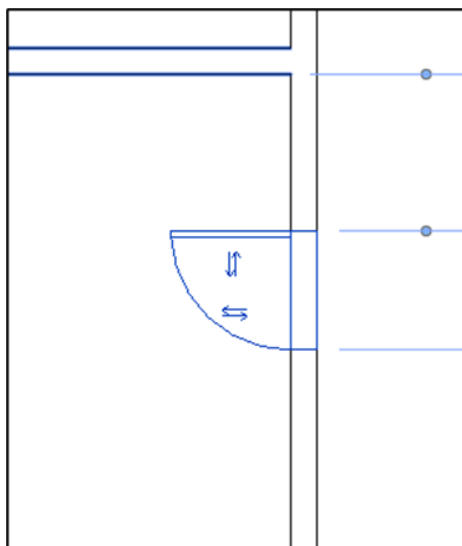


Obrázek 39: Dokončení režimu úprav

7.2.3. Vložení dveří do stavebního objektu

Při vytváření dveří ve stavebním objektu se klikne na nástroj „Dveře“. Po kliknutí na tento nástroj lze umístit dveře, které mohou být umístěny pouze do stěny, nelze je umístit mimo stěnu. Před umístěním je opět důležité zkontrolovat vazby a případně vybrat z rodiny „Dveře“ námi zvolený typ dveří.

Pokud po vložení dveří do modelu zobrazíme půdorys podlaží, kde se dveře nachází, a klikneme na ně, zobrazí se šipky, kterými lze upravit směr a orientaci dveří (viz Obrázek 40). Tyto šipky umožňují snadno změnit otevírání dveří, jejich směr nebo orientaci, což je užitečné pro přesné umístění a správnou funkčnost dveří v modelu.



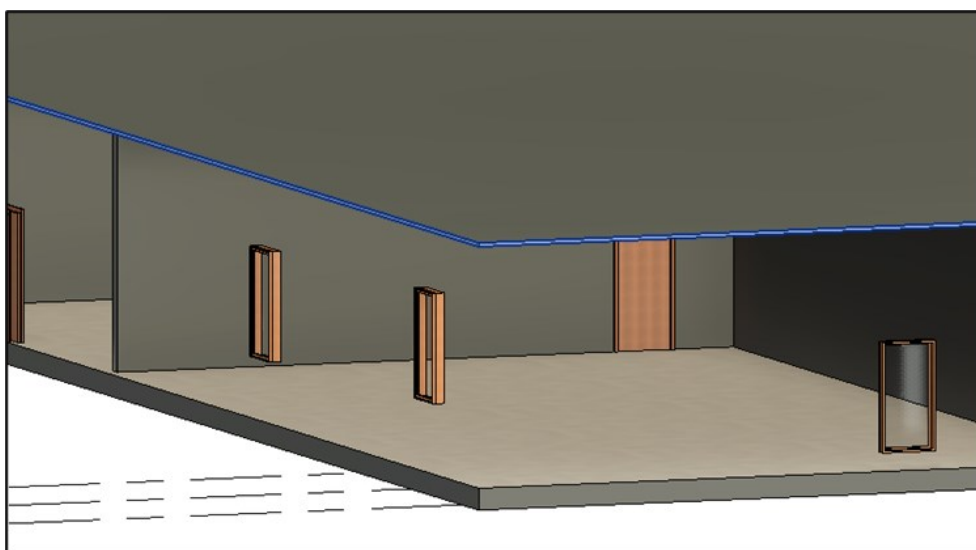
Obrázek 40: Orientace dveří

7.2.4. Vložení okna do stavebního objektu

Dveře se umísťují do modelu objektu obdobným způsobem jako okna. Po kliknutí na nástroj „Okno“ lze umísťovat okna. Stejně jako v předchozích případech u dveří lze vybírat okna z rodiny „Okna“. V případě potřeby lze vytvořit novou rodinu „Okna“, nebo je zde možnost využití knihoven Autodesk.

7.2.5. Vytvoření pohledu ve stavebním objektu

Rovněž i vytváření pohledu je v podstatě stejné jako vytvářet podlahu. K vytváření pohledu slouží nástroj „Pohled“. Opět je nutné vytvořit hranici ohraničení a poté kliknout na „Dokončit režim úprav“ (viz kapitola 7.2.2.)

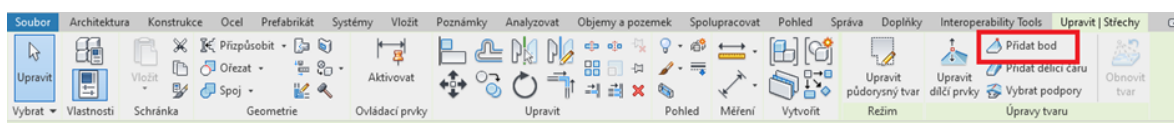


Obrázek 41: Zobrazení pohledu ve 3D modelu objektu

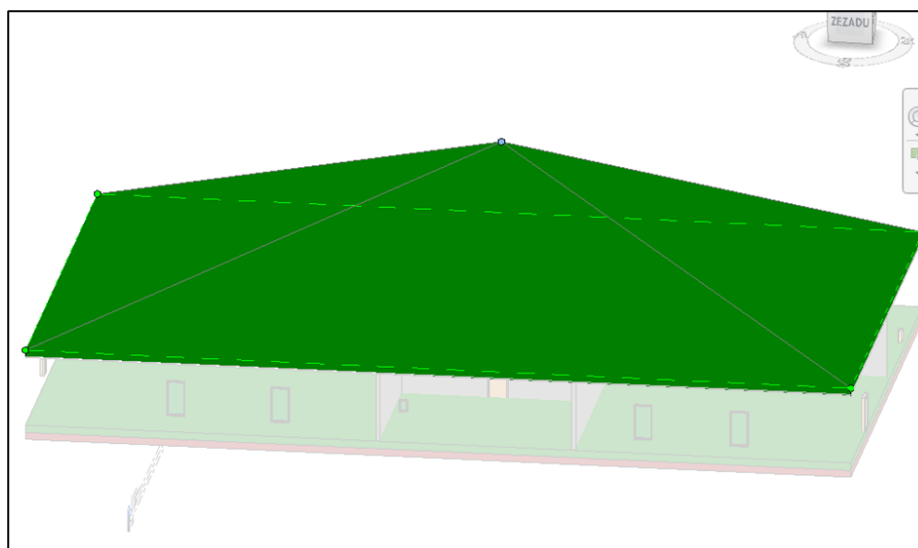
7.2.6. Vytvoření střechy

Pro vytvoření střechy slouží nástroj „Střecha“. Opět je nutné vytvoření hranice a „Dokončit režim úprav“. Avšak po dokončení střechy a přepnutí do 3D pohledu uvidíme pouze plochou střechu, která se moc neliší od podhledu.

Pro vytvoření tvaru střechy je nutné přidat body, které umožňují tvarování střechy. Nejdříve je třeba kliknout na vytvořenou střechu a poté kliknout na nástroj „Přidat bod“ (viz Obrázek 42). Následně je možné pohybovat body tak, aby vytvořily požadovaný tvar (viz. Obrázek 43). Tímto způsobem lze vytvářet složité tvary střech, které lépe odpovídají reálným stavbám.



Obrázek 42: Přidání bodu pro požadovaný tvar střechy



Obrázek 43: Vytvořena střecha ve 3D pohledu

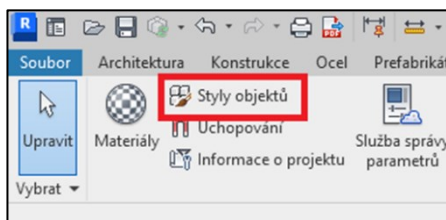
7.2.7. Nastavení stylu objektu

Pro koordinaci by měla každá profese mít svoji barvu, typ čáry a tloušťku čáry, proto je důležité nastavit styly objektu. Toto nastavení však není pouze z koordinačních důvodů, ale může být navrženo i z estetického hlediska. Proto lze nastavit barvy, ale i zobrazení materiálu či strukturu materiálu.

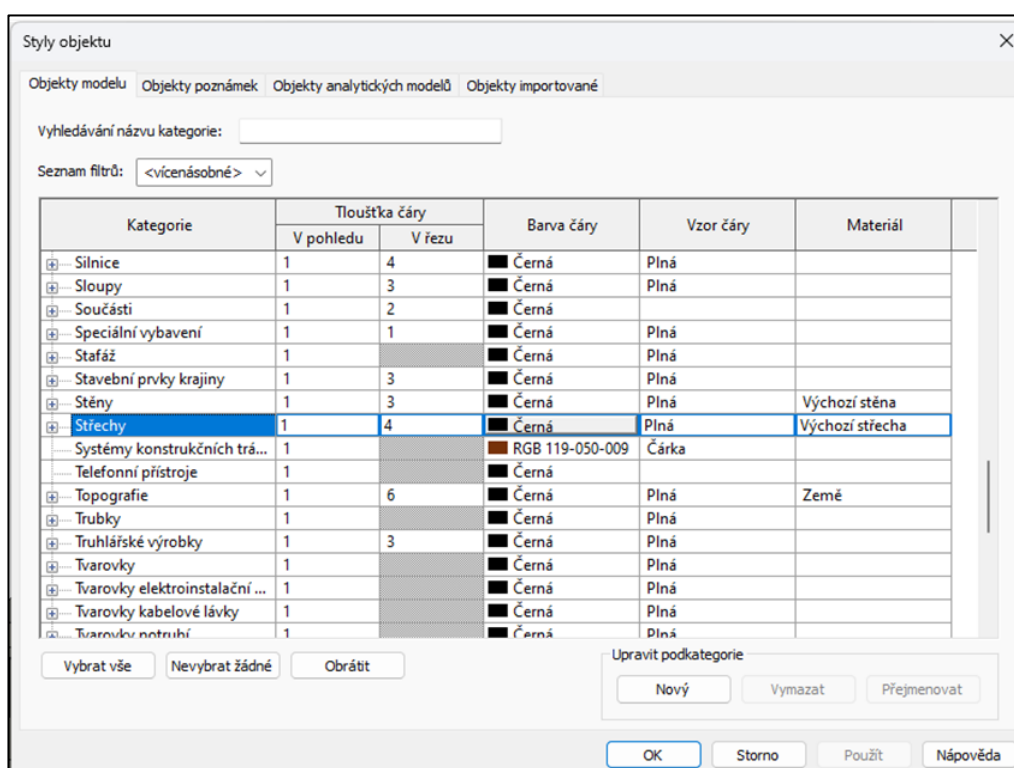
Pro nastavení stylu objektu klikneme na nástroj „Styly objektu“ (viz Obrázek 44). Následně se zobrazí okno pro nastavování stylu objektu (viz Obrázek 45).

Jak lze vidět na Obrázku 35, u každé kategorie lze globálně měnit tloušťku čáry, barvu čáry, vzor čáry a materiál. Toto globální nastavení zjednodušuje nastavení finálního vzhledu, avšak

je důležité si uvědomit, že pokud nastavíme globálně například barvu, bude se to týkat všech prvků dané kategorie, či podkategorie v projektu. To může být užitečné pro rychlé a konzistentní úpravy, ale může také ovlivnit konzistenci vzhledu projektu, pokud není použito opatrně.



Obrázek 44: Styly objektů



Obrázek 45: Nastavení stylu objektu

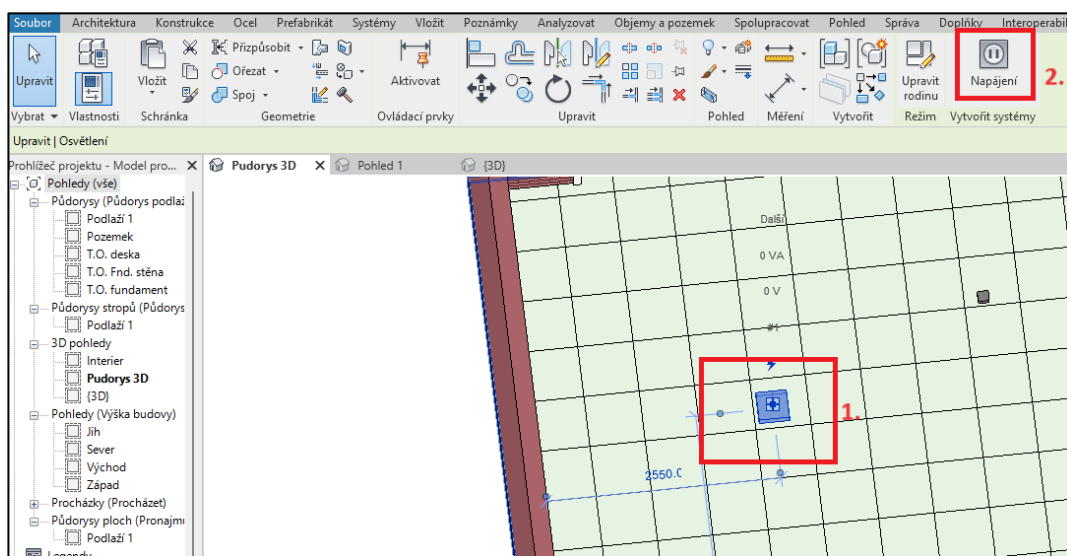
7.3. Vytvoření elektrického obvodu

Elektrické obvody v Revitu představují propojení mezi různými elektrickými zařízeními, jako jsou osvětlení, zásuvky nebo vypínače, čímž zajišťují správnou distribuci elektrické energie v budově. K vytváření těchto obvodů slouží nástroj „Napájení“, který umožňuje přiřadit jednotlivá zařízení k příslušným obvodům.

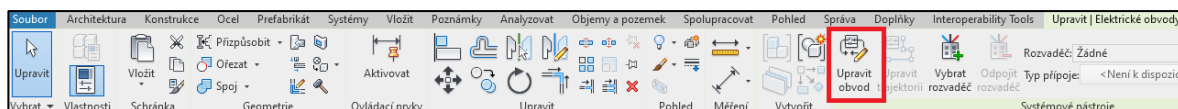
Funkce napájení také generuje data, která jsou cenná pro systémy CAFM. Tato data přispívají k efektivnímu řízení a údržbě budovy, což vede k optimalizaci provozu a zajištění dlouhodobé spolehlivosti elektrického systému.

K vytvoření elektrického obvodu v Revitu se nejprve klikne na elektrický prvek, například svítidlo (označeno číslem „1.“ na Obrázku 46). Poté se v horním panelu rozbalí okno „Vytvořit systémy“. Kliknutím na možnost „Napájení“ (označeno číslem „2.“ na Obrázku 46) se elektrický obvod vytvoří automaticky.

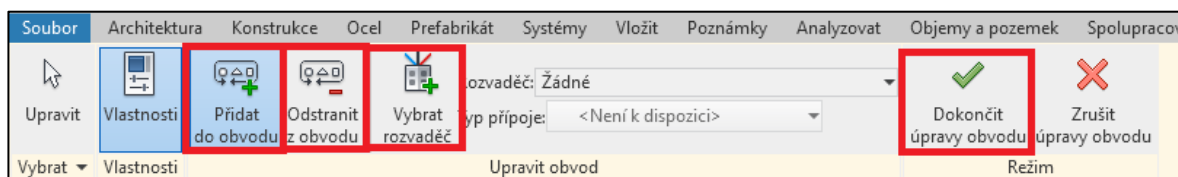
Následně se klikne na „Upravit obvod“ (viz Obrázek 47), čímž se v horním panelu zobrazí okno „Upravit obvod“. V tomto okně je možné přidat další komponenty do obvodu, odebrat stávající komponenty nebo vybrat rozvaděč, ke kterému bude obvod připojen (viz Obrázek 48).



Obrázek 46: Vytvoření elektrického obvodu



Obrázek 47: Upravit obvod



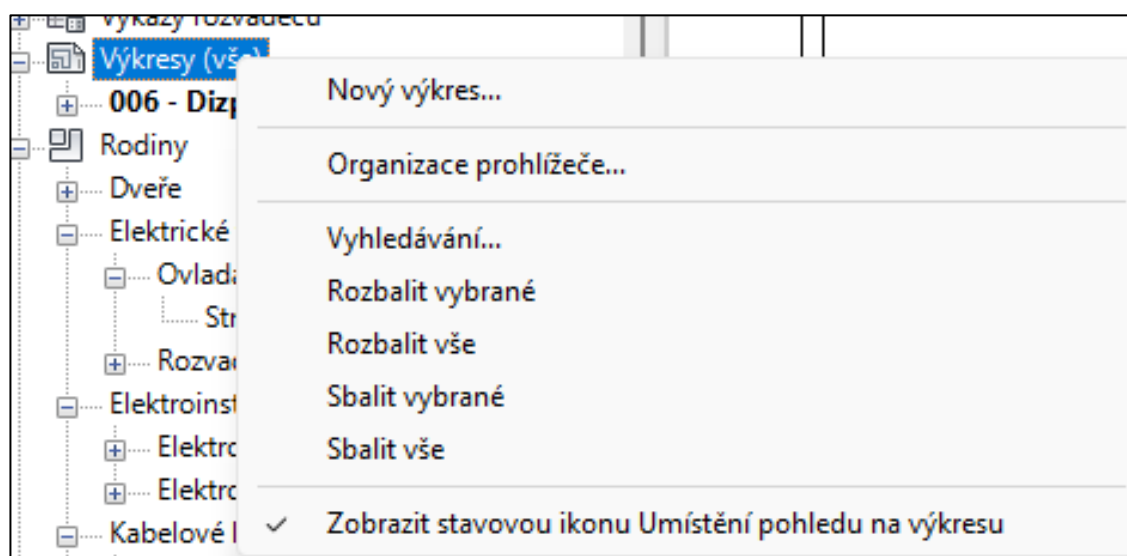
Obrázek 48: Nástroje pro úpravu obvodu

7.4. Vytvoření výkresu

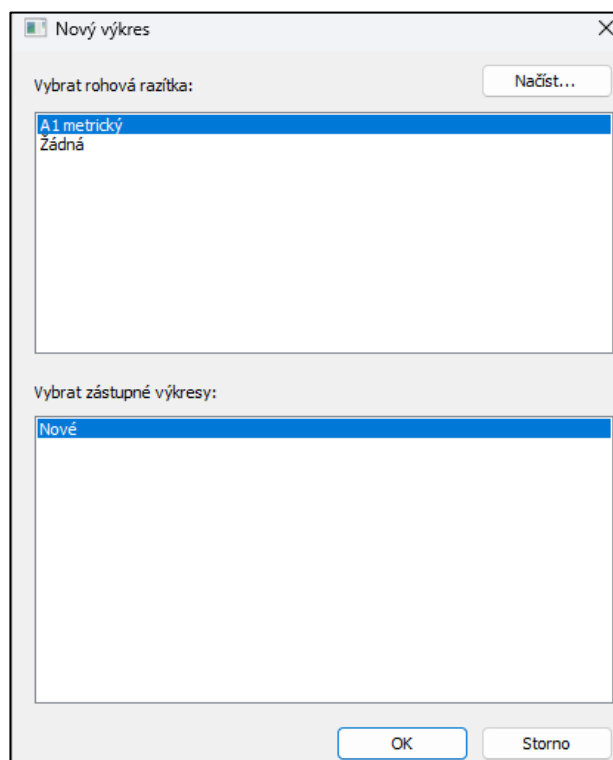
Pro vytvoření výkresu se v prohlížeči projektu pravým tlačítkem klikne na „Výkresy“. Poté se objeví dialogové okno, ve kterém se zvolí možnost „Nový výkres...“ (viz Obrázek 49). Následně se zobrazí okno „Nový výkres“, kde se vybere vhodné rohové razítko (viz Obrázek 50). Je možné vybrat připravené razítko od Revitu nebo si vytvořit vlastní rodinu razítka, kterou lze poté načíst do projektu (viz kapitola 7.1.5.).

Po vytvoření výkresu se objeví vytvořené výkresové rozložení (viz Obrázek 51), které je možné po dvojím rozkliknutím upravit podle potřeb.

Pro přidání požadovaných pohledů na výkres stačí vybraný pohled jednoduše přetáhnout z prohlížeče projektu na výkres. Stejným způsobem lze na výkres přidat i připravenou legendu.



Obrázek 49: Vytvoření nového výkresu



Obrázek 50: Výběr rohového razítka



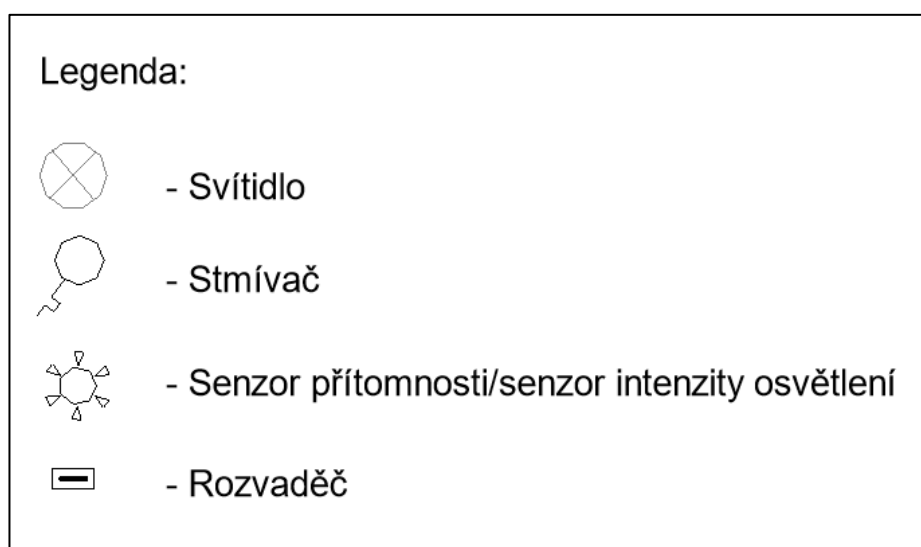
Obrázek 51: Výkresové rozložení po vytvoření

7.5. Vytvoření legendy

Postup při vytváření legendy je velmi podobný jako při vytváření výkresu. V prohlížeči projektu se klikne pravým tlačítkem na „Legendy“ a z nabídky se vybere možnost „Nová legenda“. Po vytvoření se otevře prázdný prostor, kde je standardně nastavena úroveň detailu na hrubou (viz kapitola 7.1.3.).

Do tohoto prostoru se následně vloží komponenty, které mají být v legendě zobrazeny. Poté je nutné přidat poznámky k jednotlivým symbolům.

Po dokončení lze legendu přetáhnout z prohlížeče projektu na výkres, podobně jako se to provádí u pohledů modelu.

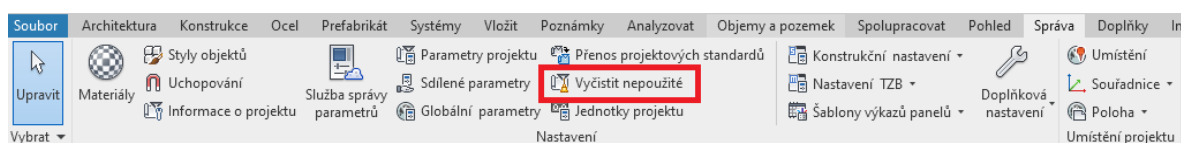


Obrázek 52: Legenda

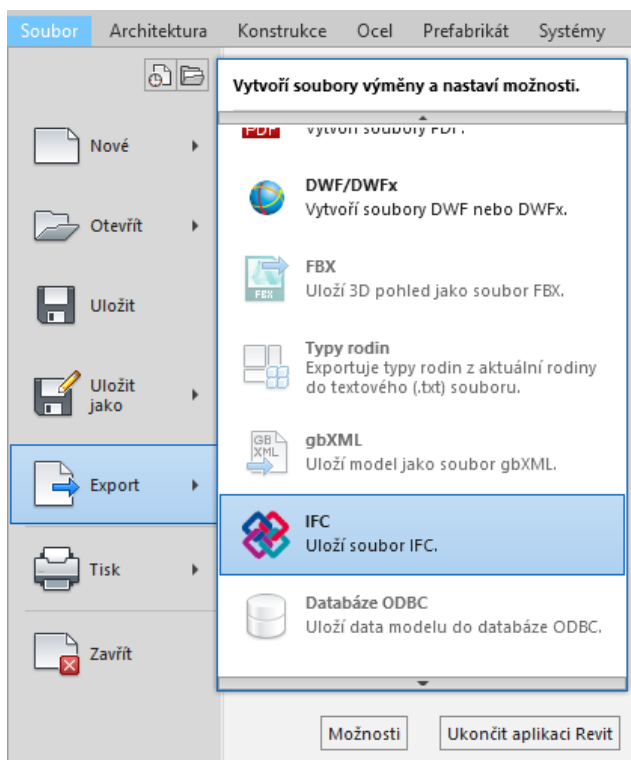
7.6. Export modelu pro CAFM

Před exportem modelu pro systém CAFM je nezbytné provést jeho vyčištění. Tento krok zmenší celkovou velikost souboru odstraněním všech nepotřebných rodin a dalších nadbytečných prvků. Pro vyčištění modelu se klikne na možnost „Vyčistit nepoužité“ (viz Obrázek 53). Tento krok zajistí, že budou odstraněny všechny nevyužité prvky, což optimalizuje model pro další použití a usnadňuje jeho integraci do systému CAFM.

Pro samotný export modelu se klikne na „Soubor“, poté na „Export“ a následně na „IFC“ (viz Obrázek 53). Tento postup umožní převést model do formátu, který je kompatibilní s CAFM systémy, což zajišťuje hladkou výměnu dat a integraci do správy budov.



Obrázek 53: Vyčistit nepoužité



Obrázek 54: Export modelu

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vytvořit projekt metodou BIM, který by sloužil jako ukázkový projekt pro elektrotechnické středisko společnosti Metroprojekt Praha a.s. Práce byla zaměřena především na vysvětlení základních pojmů spojených s touto metodou projektování a na podrobnou demonstraci postupu při modelování elektrických komponent a tvorbě jejich parametrů. Hlavním úkolem bylo poskytnout návod a praktické ukázky, jak efektivně využít BIM při projektování elektrických systémů, čímž by se zvýšila efektivita a kvalita práce v daném středisku.

V teoretické části této bakalářské práce byly podrobně vysvětleny klíčové pojmy spojené s metodou BIM, jakož i pojmy z oblasti facility managementu, technického zařízení budov a automatizace budov. Dále byla objasněna komunikace mezi řídicím systémem, systémem facility managementu a digitálním dvojčtem stavby, což je zásadní pro efektivní správu a provoz moderních budov. Tato teoretická základna poskytla pevný rámec pro následnou praktickou část, kde byly aplikovány a demonstrovány jednotlivé aspekty BIM při projektování elektrických systémů.

V praktické části byl navržen komplexní systém řízení osvětlení, včetně podrobného návrhu rozvaděče RS. Byly demonstrovány jednotlivé komponenty systému měření a regulace osvětlení a následně probíhalo modelování všech prvků systému.

Součástí práce bylo také vytvoření modelu rodinného domu metodou BIM, která zahrnovala umístění specifických komponent v místnostech s cílem jejich parametrizace. Pro tento účel byly zvoleny komponenty komunikující prostřednictvím sběrnice DALI. Je však důležité poznamenat, že výběr konkrétních interiérových komponent není úkolem projektanta, tento krok byl proveden výhradně za účelem vytvoření parametrů, které detailněji specifikují jednotlivé komponenty.

Kromě toho zahrnovala praktická část také modelování stavebního objektu (rodinného domu), což by v reálném projektu spadalo do kompetence stavebního projektanta.

V rámci praktické části byla vypracována kompletní technická dokumentace, která zahrnuje všechny přílohy běžně součástí projektu. Tato dokumentace je přiložena v přílohách této práce.

Tato bakalářská práce demonstruje použití metodologie BIM při návrhu a modelování systému řízení osvětlení v rámci projektu elektrotechnického střediska.

Práce pokrývá klíčové aspekty spojené s návrhem a implementací elektrických komponentů, včetně návrhu rozvaděče a integrace komponentů komunikujících prostřednictvím sběrnice DALI.

Praktická část práce, která zahrnuje tvorbu technické dokumentace a modelování rodinného domu, ukazuje, jak metodologie BIM může přispět k efektivnějšímu řízení a monitorování budov. Vytvořené modely a dokumentace poskytují užitečné nástroje pro facility management a podporují lepší správu a údržbu technických zařízení.

POUŽITÁ LITERATURA

- 16kanálový binární vstup*. Online. Dostupné z: <https://www.wago.com/cz/i-o-systémy/16kanálový-binární-vstup/p/750-1405>. [cit. 2024-05-09].
- 63560 LINEA SQUARE 3600/840. Online. Dostupné z: <https://www.ielektra.cz/z232861-linea-square-3600-840>. [cit. 2024-05-10].
- API*. Online. Dostupné z: https://www.itnetwork.cz/csharp/asp-net-core/web-api/aspnet-web-api-uvod#_api. cit. [2024-05-01].
- BIM FIRE. BIM model po dobu životnosti stavby: Schéma životního cyklu stavby*. Online. Dostupné z: <https://www.bimfire.cz/articles/bim-model-po-dobu-zivotnosti-stavby/>. [cit. 2024-04-09].
- Co je BIM?* Online. Dostupné z: <https://www.koncepcebim.cz/bim/co-je-bim/>. [cit. 2024-04-09].
- ČSN EN ISO 19650-1. *Organizace a digitalizace informací o budovách a inženýrských stavbách, včetně informačního modelování staveb (BIM) – Management informací s využitím informačního modelování staveb – Část 1: Pojmy a principy*, 2019.
- ČSN EN 17412-1. *Informační modelování staveb – Úroveň informačních potřeb – Část 1: Pojmy a principy*, 2021.
- DALI Multi Master*. Online. Dostupné z: <https://https://www.wago.com/cz/i-o-syst%C3%A9my/dali-multi-master/p/753-647>. [cit. 2024-05-09].
- GARLÍK, Bohumír. *Elektrotechnika & Inteligentní budovy*. ČVUT Praha, 2010, skriptum.
- CHOUTKA, Jan. *Zařízení s podsvětlenými tlačítky na sběrnici DALI*. Diplomová práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství, 2022.
- INTEX PIR čidlo DALI Senzor přítomnosti pro osvětlení*. Online. Dostupné z: <https://www.elight.cz/intex-pir-cidlo-dali-997250-detektor-pritomnosti-19200591>. [cit. 2024-05-10].
- KUDA, František a BERÁNKOVÁ, Eva. *Facility management v technické správě a údržbě budov*. Praha: Professional Publishing, 2012. ISBN 978-80-7431-114-7.
- Nadace ABF*. Online. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/BIM-Projekty/Nadace-ABF.aspx>. [cit. 2024-05-01].
- OSRAM Jednotka DALI MCU TW G2*. Online. Dostupné z: https://www.ledveci.cz/jednotka-dali-mcu-tw-g2-fs1-osram/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwzva1BhD3ARIsADQuPnXuQICoOhemtfxG98fuLGA05X8nrLSCQrAwQ_ts2_yrKwbN3MIXBZYaAsj7EALw_wcB. [cit. 2024-05-10].
- PETLACH, Jiří a HUBKA, Jiří. *Projektování technických zařízení budov v Informačním modelu budov (BIM)*. *Časopis Stavebnictví*. 2017, č. 03/17, s. 21-27. ISSN 1802-2030.
- Procesorový modul PFC200*. Online. Dostupné z: <https://www.wago.com/cz/procesorový-modul/procesorový-modul-pfc200/p/750-8202>. [cit. 2024-05-09].

- Protokol http*. Online. Dostupné z: <https://www.fit.vutbr.cz/~lampa/WWW/http.html>. [cit. 2024-05-01].
- Spínací napájecí zdroj*. Online. Dostupné z: <https://www.wago.com/cz/procesorov%C3%BD-modul/procesorov%C3%BD-modul-pfc200/p/750-8202>. [cit. 2024-05-09].
- Společné datové prostředí (CDE): Proč je společné datové prostředí důležité?* Online. Dostupné z: <https://www.adeon.cz/bim/cde/>. [cit. 2024-04-09].
- ŠTRUP, Ondřej. *Základy facility managementu*. Praha: Professional Publishing, 2014. ISBN 978-80-7431-143-7.
- VUT, FAST, ústav TZB: *Klimatizace – Strojovna sestavná var. A – výkres č. 9*. Online. Dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/tzb/gebauer.g/Vykres9.htm>. [cit. 2024-04-15].
- VYSKOČIL, Vlastimil K. a ŠTRUP, Ondřej. *Podpůrné procesy a snižování režijních nákladů: (facility management)*. Praha: Professional Publishing, 2003. ISBN 80-864-1945-2.
- Web API pro přímý přístup k datům budovy: case study: WAGO*. Online. Dostupné z: <https://bim-point.com/web-api-pro-primy-pristup-k-datum-budovy>. [cit. 2024-05-01].
- WERNEROVÁ, Eva. *Facility management ve zkratce*. Facility management journal. Praha: Idealab, 2023. ISBN 978-80-908740-2-2.
- Zakončovací modul*. Online. Dostupné z: <https://www.wago.com/cz/i-o-systemy/zakoncovaci-modul/p/750-600>. [cit. 2024-05-09].

SEZNAM PŘÍLOH

Projektová dokumentace v PDF:

001 – Technická zpráva

002 – Soupis materiálu

003 – Blokové schéma

004 – DALI adresace

005 – Rozvaděč RS

006 – Dispozice