VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

BIM A SDÍLENÉ DATOVÉ PROSTŘEDÍ V PROJEKTOVÉM ŘÍZENÍ STAVEB

BIM AND COMMON DATA ENVIRONMENT IN PROJECT MANAGEMENT OF CONSTRUCTION PROJECTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE — Daniel Romanowski

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — Ing. et Ing. Petr Trtílek

SUPERVISOR

BRNO 2025

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav stavební ekonomiky a řízení
Student:	**Daniel Romanowski**
Vedoucí práce:	**Ing. et Ing. Petr Trtílek**
Akademický rok:	2024/25
Studijní program:	B0732A260005 Stavební inženýrství
Studijní obor:	Management stavebnictví

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

BIM a sdílené datové prostředí v projektovém řízení staveb

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Popis projektu
2. Druhy plánování projektu
3. Techniky plánování projektu
4. CDE v projektovém řízení
5. Závěr

Cíle a výstupy bakalářské práce:

Cílem práce je popsat využití CDE (sdílené datové prostředí) při plánování a realizaci projektu výstavby.

Požadovaným výstupem je demonstrovat využití tohoto nástroje na stavebním projektu a analyzovat vliv

CDE na cenu a čas výstavby projektů ve stavebnictví.

Seznam doporučené literatury a podklady:

- Dufek, Z., Koukal, P., Fiala, P., Vyhnálek, R., Remeš, J., Jedlička, M., ... & Bydžovský, J. BIM pro veřejné zadavatele. Leges, 2018

- Doležal, J., & Lacko, B. Projektový management podle IPMA. Grada Publishing, 2012

- Tichý, M. Projekty a zakázky ve výstavbě. Nakladatelství CH Beck, 2008

- Svozilová A.: Projektový management, Grada Publishing, 2016

- Doležal J., Krátký J.: Projektový management v praxi, Grada Publishing, 2017

- Lacko B., Švec J., Balatková M.: Specifika technických projektů, ACSA, 2014

- Ježková Z., Krejčí H., Lacko B., Švec J.: Projektové řízení-Jak zvládnout projekty, ACSA, 2014

- Máchal P., Kopečková M., Presová R.: Světové standardy projektového řízení, Grada Publishing, 2015

- Borrmann, A., König, M., Koch, C., Beetz, J. Building Information Modeling: Why? What? How?. 2018

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 26. 9. 2024

L. S.

_____	_____
prof. Ing. Jana Korytárová, Ph.D.	Ing. et Ing. Petr Trtílek
vedoucí ústavu	vedoucí práce

_____

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

děkan

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá využitím metody Building Information Modeling a sdíleného datového prostředí v projektovém řízení staveb.

Teoretická část práce představuje základní principy BIM, jeho využití v projektovém řízení, jeho části, potenciál a stav ve světě. Dále je podrobněji popsáno sdílené datové prostředí a je představen program Dalux.

Praktická část se soustředí na implementaci sdíleného datového prostředí prostřednictvím Daluxu na příkladu fiktivního použití při rekonstrukci areálu FSI VUT v Brně. Součástí práce je detailní popis nastavení projektového prostředí v Daluxu, řízení dokumentace, komunikace i kontrol kolizí.

Výsledkem je analýza přínosů a možných úspor díky použití sdíleného datového prostředí v investiční fázi projektu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Building Information Modeling, BIM, Společné datové prostředí, CDE, projektové řízení, stavebnictví, Dalux, digitalizace, detekce kolizí

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the use of Building Information Modeling and Common Data Environment in construction project management.

The theoretical part of the thesis introduces the basic principles of BIM, its use in project management, its parts, its potential and its status in the world. Furhermore, the Common Data Environment is described in detail and the Dalux program is introduced.

The practical part focuses on the implementation of the Common Data Environment through Dalux on the example of a fictional application in the reconstruction of the FSI BUT campus in Brno. The work includes a detailed description of the project environment setup in Dalux, documentation management, communication and collision control.

The result is an analysis of the benefits and potential savings due to the use of Common Data Environment in the investment phase of the project.

KEYWORDS

Building Information Modeling, BIM, Common Data Environment, CDE, project management, civil engineering, Dalux, digitalization, clash detection

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

ROMANOWSKI, Daniel. *BIM a sdílené datové prostředí v projektovém řízení staveb*. Brno, 2025. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí Ing. et Ing. Petr Trtílek.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *BIM a sdílené datové prostředí v projektovém řízení staveb* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 29.5.2025

Daniel Romanowski
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

V prvé řadě bych chtěl poděkovat svému vedoucímu práce Ing. et Ing. Petru Trtílkovi za skvělé vedení při zpracovávání této bakalářské práce, jeho rady mě postupně provedly bludištěm tématu CDE a funkcemi Daluxu a pomohly dát této práci o dost lepší a ucelenější vzhled. Na závěr bych chtěl poděkovat rodině, přítelkyni a mým blízkým za podporu při zpracovávání této práce i když to se mnou nebylo vždy nejjednodušší.

V Brně dne 29.05.2025

Daniel Romanowski
autor práce

Obsah

1 Úvod 12

2 Teoretická část 13

2.1 Popis BIMu 13

2.1.1 Co je to BIM 13

2.1.2 Využití BIMu 13

2.1.3 Počátek BIMu v projektu neboli BEP 15

2.2 Potenciál BIMu 15

2.2.1 BIM a VR 15

2.2.2 BIM a AI 15

2.2.3 Chytrá města 16

2.2.4 Z následujících zdrojů vychází, že BIM pomáhá při 17

2.3 BIM ve světě 17

2.3.1 Velká Británie 17

2.3.2 Norsko 17

2.3.3 Finsko 17

2.3.4 USA 18

2.3.5 Kanada 18

2.3.6 Austrálie 18

2.3.7 Singapur 18

2.3.8 Čína 18

2.3.9 Německo 18

2.3.10 Blízký východ 18

2.4 BIM a jeho 7 částí 20

2.4.1 Informační model stavby (IMS) 20

2.4.2 Digitální model stavby (DiMS) 20

2.4.3 Společné datové prostředí (CDE) 20

2.4.4 Datový standard staveb 20

2.4.5 Klasifikační systém CCI 20

2.4.6 Smluvní standard 20

2.4.7 Oceňování staveb 21

2.5 BIM a jeho 10 dimenzí 21

2.5.1 dimenze 3D – model a grafické informace 21

2.5.2 dimenze 4D – časové plánování 21
2.5.3 dimenze 5D – správa cen a nákladů 21
2.5.4 dimenze 6D – energetická udržitelnost projektu 21
2.5.5 dimenze 7D – provoz a správa budov 21
2.5.6 dimenze 8D – bezpečnost na staveništi 22
2.5.7 dimenze 9D – „štíhlá“ výstavba (lean construction) 22
2.5.8 dimenze 10D – industrializace stavebnictví 22
2.6 Co je to CDE 23
2.7 Funkce využití Daluxu 25
2.7.1 Dalux Field 25
2.7.2 Dalux Box 25
2.7.3 Dalux Lokace 25
2.7.4 Dalux IntraField 25
2.7.5 Dalux Tender 25
2.7.6 Dalux Handover 26
2.7.7 Dalux FM 26
2.8 IFC 26
3 Praktická část 27
3.1 Popis projektu 27
3.1.1 Rekonstrukce a modernizace areálu FSI VUT – objekty A3 a KH3 27
3.1.2 Organizační diagram 29
3.2 Nastavení projektu v Daluxu 30
3.2.1 Složková struktura 30
3.2.2 Uživatelské skupiny 31
3.2.3 Nastavení stavů dokumentů 33
3.2.4 Sdílené a publikované soubory 33
3.2.5 Nastavení toků souborů 34
3.2.6 Nastavení komentářů 36
3.2.7 Komunikační kanály 37
3.2.8 Revizní balíčky 37
3.2.9 Vytvoření objektu do Lokace 39
3.2.10 Problémové ifc soubory 40
3.2.11 Přidání úrovní a mapování výkresů 42
3.2.12 Zóny 43

3.2.13 Verzování dokumentů 44
3.2.14 Metadata 45
3.2.15 QR kódy 46
3.2.16 Poštovní archiv 47
3.2.17 Design 48
3.2.18 Kontrola vlastností 51
3.2.19 Lokace 52
3.3 Field 60
3.4 Shrnutí Dalux workflow 61
3.5 Vliv CDE na projekt 61
3.5.1 Popis vlivů 61
3.5.2 Vyčíslení možných úspor na čase 63
3.5.3 Vyčíslení možných úspor na víceprací 64
4 Závěr 65
5 Seznam použité literatury 66
6 Seznam použitých zkratek a symbolů 69
7 Seznam použitých obrázků 70
8 Seznam použitých tabulek 72

1 Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá CDE neboli sdíleným datovým prostředím a jeho využitím ve stavebnictví.

CDE je velmi užitečný nástroj a postup v celém životním cyklu projektů, pomáhá od samého počátku až po jeho likvidaci. Zastává hned několik funkcí, a to například komunikačního kanálu, automatizaci některých komunikačních toků, místa k ukládání informací, kontroly kolizí.

Práci začneme popisem, co to je BIM, CDE, jaký má potenciál a využití a následně se dostáváme k popisu přímo jednoho programu, který je jednou z možností CDE, a to je Dalux.

Dalux si představíme, následně popíšeme, jak se v něm zakládá projekt, při čemž si ho krok po kroku nastavíme, dále si řekneme, jak bychom ho následně využívali a přidáme si k tomu příklady.

Celou dobu budeme pracovat s jedním konkrétním projektem, možností, jak by mohl být v Daluxu připraven, jak se mohlo u něj použít CDE a co to projektu mohlo přinést, daným projektem je rekonstrukce a modernizace areálu FSI VUT – objekty A3 a KH3. Projekt byl již proveden, to znamená, že pro poznání programu Dalux, CDE prostředí a popsání jeho výhod v této práci tvořím fiktivní projekt, který by mohl reflektovat skutečnost, ve které by se BIM využíval již na začátku projektu.

Práci zakončíme tím, že popíšeme vlivy CDE a Daluxu na projekty ve stavebnictví, následně si vybrané vlivy vyčíslíme na našem projektu a zakončíme to shrnutím těchto vyčíslených vlivů do jednoho čísla, které bude reprezentovat jejich vliv na projekt.

2 Teoretická část

2.1 Popis BIMu

2.1.1 Co je to BIM

BIM je označení pro moderní přípravu, management a správu staveb.

Jde nejčastěji o digitální model objektu s mnoha informaci o něm. Model stavby má běžně 3D vizualizaci složenou z jednotlivých objektů, které jsou spojeny pomocí relačních vazeb. Na objekty jsou pak navázány informace o provedení, typu objektu, jeho technické parametry, druh materiálu, cena či datum další kontroly funkčnosti. Model pro stavbu běžně obsahuje technické provedení se zasazením do časového harmonogramu a navázání další podrobnější dokumentace ke konkrétním částem. [1]

V BIMu je však obsaženo mnohem více a jednou z největších částí je CDE, kterou si popíšeme dále v práci.

Obrázek 1 - Jednotlivé součásti BIM [2]

2.1.2 Využití BIMu

BIM a jeho využití pramení z toho, že je virtuálním dvojčetem objektu, které nám o ní řekne první a poslední. Na základě toho se využívá v celém cyklu projektu, od předinvestiční fáze, kde napomáhá například se sdílením, přehledností a schvalováním dokumentů, přes investiční fázi, kde může pomoct s kontrolou problémových míst, dodržováním tempa stavby a kontrolou či je vše jak v projektu. V provozní fázi vám dokáže říct kdy, co a jak se má revidovat, nebo kde se daná věc nachází. Nakonec v likvidační fázi ulehčí přehlednost připravovaných dokumentů a kontrolu průběhu prací. [3]

	Reduce difficulty	67	12.3%	35.3%
	Convenient management	62	11.4%	32.6%
Which BIM technology software have you used	.Revit 、 Bentley 、 ArchiCAD	100	13.2%	52.6%
	.Onuma Planning System	93	12.3%	48.9%
	Rhino 、 Tekla 、 MagiCAD	99	13.0%	52.1%
	PKPM 、 YJK 、 Robot	96	12.6%	50.5%
	3DSMax 、 Artlantis 、 Lumion	96	12.6%	50.5%
	Solibri 、 Innovaya	96	12.6%	50.5%
	Autodesk 、 Navisworks	98	12.9%	51.6%
	ARCHIBUS 、 ArchiFM	81	10.7%	42.6%
What assistance can BIM technology provide for architectural design	Easy to inspect	154	24.8%	80.2%
	Easy to modify	112	18.1%	58.3%
	collaborative design	101	16.3%	52.6%
	optimization	121	19.5%	63.0%
	cost estimation	132	21.3%	68.8%
What help do you think BIM technology can provide for building construction	Real time communication	154	25.5%	81.1%
	Check for defects and leaks	90	14.9%	47.4%
	detailed design	118	19.5%	62.1%
	Drawing Details	103	17.1%	54.2%
	construction planning	139	23.0%	73.2%
What aspects of support do you think the promotion of BIM technology requires	technical support	154	21.9%	81.1%
	policy support	159	22.6%	83.7%
	financial support	118	16.8%	62.1%
	Talent support	140	19.9%	73.7%
	indeterminacy	131	18.7%	68.9%
What issues do you think need to be addressed in the promotion process of BIM technology	Inconsistent standards	167	19.3%	87.9%
	Lack of talent	136	15.7%	71.6%
	lack of awareness	139	16.1%	73.2%
	Cost	118	13.6%	62.1%
	Immature technology	127	14.7%	66.8%
	indeterminacy	178	20.6%	93.7%

Tabulka 1 - Dotazník o 378 respondentech na využívání a přínosy BIMu [4]

2.1.3 Počátek BIMu v projektu neboli BEP

Je zakládající dokument jednotlivého BIMu a jedná se o míru a styl implementace BIMu v projektu.

BEP je sestaven na základě požadavků jednotlivých účastníků projektu tak, aby následný BIM poskytoval všechno, co potřebují upravovat anebo vědět.

Na základě tohoto dokumentu se pak tvoří a pracuje s BIMem pro daný projekt. [5]

2.2 Potenciál BIMu

2.2.1 BIM a VR

Jedno z nejnovějších spojení BIMu s další technologií, a to s VR, přináší mnoho nových možností přes několik disciplín, edukaci, design a výměnu dat, projektový management a kolaboraci.

V edukaci pomáhá interaktivní prostředí, které VR nabízí a zlepšuje tím motivaci studentů. Rozvíjí prostorové a komunikační dovednosti i porozumění mezi experty a studenty.

Při designu může pomoct s vizualizací jednotlivých pracovních postupů u stavby.

U managementu napomůže v porovnání reálných pracovních postupů a umístění objektů s těmi navrženými. Dokáže také dát náhled do skrytých prostor a tím usnadnit jejich kontrolu. [6]

2.2.2 BIM a AI

Toto spojení může dosáhnout velkého pokroku v plánování, provádění staveb a v dohledu nad prací. Studie naznačují, že při správném propojení těchto nástrojů lze zlepšit analýzu a bude jednodušší podchytit kolize v harmonogramu stavby, optimalizace přesunu prostředků a zlepšení celkové efektivity. Implementace je ale zatím v počátcích, tím pádem není moc využívaná a setkáte se s ní zatím zřídka. [7]

Sl. No.	Aspect	Building Information Modeling (BIM)	Artificial Intelligence (AI)	Integration Methods	Challenges	Future Directions
1	Construction Schedule Management	Utilizes 3D models and clash detection for visualizing construction processes.	Employs AI algorithms for accurate project timeline predictions based on historical data.	Real-time adjustments using predictive analytics.	Data interoperability, varying standards.	Enhanced interoperability, IoT integration, dynamic scheduling via AI.
2	Cost Management	Provides precise quantity takeoffs and cost estimation through 3D models.	Utilizes AI for cost analysis from diverse data sources, ensuring accurate forecasts.	Integrates BIM data into AI algorithms for reliable budgeting.	Cost data accuracy, integration complexity.	Advanced cost data validation algorithms, blockchain for transparent tracking.
3	Quality Management	Facilitates 3D visualization for clash detection and coordination among systems.	Employs AI with image recognition and sensors to monitor construction quality.	BIM 3D models serve as references for AI-driven quality control.	Data accuracy, real-time monitoring complexity.	AI-driven automated quality assurance, advanced real-time sensor technologies.
4	Safety Management	Includes safety-related information such as escape routes in 3D models.	Utilizes AI to predict safety hazards and suggest preventive measures.	BIM data on safety features enhances AI-driven risk assessment and safety protocols.	Data security, privacy, AI reliability.	Enhanced AI algorithms, privacy-preserving techniques, standardized safety data formats.

Tabulka 2 - Integrace AI do BIM pro stavební konstrukce [7]

2.2.3 Chytrá města

Chytrá města jsou místa, kde se používají nasbíraná data a informační technologie pro vylepšení komunitních služeb a života lidí v něm, v čemž se ukazuje, že využití BIMu a jeho vlastností by mohlo být velice přínosné, a to hlavně v poskytnutí vyhovující správy dat, s optimalizací návrhu dopravy, ochrany před zemětřeseními, požáry a plánem výstavby.

V citovaném článku se také hovoří, že pomocí sbírání dat by šlo v takovém městě dále optimalizovat svozy odpadu, umístění dalšího osvětlení, dal by se navrhnout lépe další rozvoj nebo transformace města. [8]

2.2.4 Z následujících zdrojů vychází, že BIM pomáhá při

Zvyšování pracovní efektivity, jak v předprojektové fázi, tak v projektové fázi, zejména detekcí chyb, jejich automatickou korekcí, generováním přesných 2D výkresů, rychlým sdílením nejaktuálnějších dat a přehledností modelů. Zároveň tyto vlastnosti pomáhají udržet vyšší kvalitu práce.

Snižování nákladů pomocí přehlednosti potřeby materiálů, lepší efektivity práce a eliminací chyb.

Zlepšuje efektivitu managementu jak v předprojektové fázi, tak v projektové fázi, pomocí zvýšeného informačního toku, přehledností dokumentů a ulehčení kontroly postupu.

Umožňuje různým odvětvím pracovat naráz, s lepším pochopením.

Články také zmiňují lepší flexibilitu s plněním požadavků zákazníka, a že tyto a další funkce dokáží být užitečné při facility managementu. [4; 9; 10]

2.3 BIM ve světě

BIM je rozšířený a implementují ho už skoro všechny země, kde každá z nich začala v jiném období, a proto je světový diskurz v míře implementace. Níže se povětšinou podíváme na vyspělejší a přední země v implementaci BIMu a hlavně na to, jak jsou s ní daleko. [11]

2.3.1 Velká Británie

Dle informací ve Velké Británii využívají spojení 2D a 3D modelů při návrhu, momentálně jsou ve fázi doimplementování, využívání navazování informací v BIMu v před stavební a stavební fázi. Dále cílí na využívání informační databáze BIMu po celou životnost stavby. [11; 12]

2.3.2 Norsko

Norsko je ve fázi, kdy běžně užívají BIM pro modelování přes nejrůznější disciplíny, využívání pro snadný průběh stavby a jejího monitorování. Dále zavádějí BIM do facility managementu a nastavují využívání BIMu pro likvidaci na konci životnosti. [11]

2.3.3 Finsko

Finsko má dlouho tradici v užívání BIMu. Hlavní zaměření mají momentálně na plné využívání data managementu v BIMu, přesněji na vázání dokumentů k 2D a 3D modelům a vizualizovaní informací v kombinovaných modelech. Dále se pak chtějí zaměřit na využívání BIMu ve virtuálním propojení stavby s jejím prostředím, a s ním řešit její životní cyklus. [11]

2.3.4 USA

Úroveň využívání BIMu je podobná té ve Velké Británii, to znamená spojování 2D, 3D modelů a informací, využívání BIMu ve stavební fázi a zavádění využívání v celém životním cyklu.

Každopádně BIM vnímají trochu odlišně, zatímco Velká Británie vnímá využívání BIMu jen v jimi 4 definovanými fázemi, tak USA vnímá BIM pouze jako nástroj, který lze libovolně využít dle představivosti. [11; 13]

2.3.5 Kanada

Standardy používání BIMu a pohled na něj přebrali od Velké Británie. Každopádně to vypadá, že Kanada trochu zaostává v implementaci BIMu, kvůli tomu, že nevěnovali tolik pozornosti jednotlivým funkcím lidí v BIM projektech. [11]

2.3.6 Austrálie

Austrálie také implementuje BIM a zaměřuje se hlavně na modelování staveb, detekci kolizí a koordinování stavebních informací v před stavební a stavební fázi. [11]

2.3.7 Singapur

Singapur se v implementaci BIMu zaměřuje na modelování, dokumentaci projektu, bezpečnost dat, kontrolu kvality a zefektivňování práce při projektech. [11]

2.3.8 Čína

Ačkoliv se BIM v soukromém sektoru začíná využívat více, tak jako stát Čína zatím výrazně nepřispěla k vnímání a implementaci BIMu, včetně jakýchkoliv směrnic a norem. Tím implementace BIMu v Číně zatím závisí pouze na trhu. [11]

2.3.9 Německo

Německo je jednou z předních zemí ve využívání BIMu, podnět k implementaci zde šel ze soukromého sektoru, kde se začal hojně využívat. Na to reagoval veřejný sektor, který poměrně rychle nastavil pravidla, standardy a sdílení know-how okolo něj. I když jsem nedokázal najít současnou situaci implementace nástrojů, tak se Německo podle pročtených článků jeví, že kromě Facility managementu, kde je využíván jen u malého procenta staveb, je ve zbylých jeho oblastech využíván hojně. Zároveň to vypadá, že nadšenecká vlna v Německu opadává, a tím se dostávají ke stabilizaci a standardizaci při užívání. [14][15]

2.3.10 Blízký východ

Implementace BIMu na Blízkém východě se velmi liší, podle průzkumu se někde s BIMem ani nezačalo, někteří jeho nástroje využívají částečně a někde BIM

implementují plně a jsou vedoucími zeměmi v těchto oblastech. Má to několik příčin, některé z nich jsou chybějící zapojení veřejného sektoru, nenastavená pravidla, různá motivace k používání, dalším je nedostatek kontraktorů pracujících s BIMem. Důvody budou i v tom, jak se různí vyspělost jednotlivých zemí na Blízkém východě a jejich kultury. Za zmínku stojí, že i když BIM je či není využíván, tak je na Blízkém východě obecně vnímán jako vysoce přínosný a užitečný nástroj. [16]

		Countries Adopting and Implementing BIM with Developed Standards											
		USA	UK	Demark	Finland	Sweden	Netherlands	Spain	Norway	New Zealand	Australia	China	South Korea	Hong Kong
Assessment Criteria	BIM Standards may have impact on Building Programme	√	√			√		√	√	√	√			√
	BIM Standards relate to Building Codes/Regulations	√	√	√	√	√	√	√	√			√		
	BIM Standards, Guidelines and Templates are clear and easy to follow	√	√		√	√	√			√	√		√	√
	BIM Standards may influence the Project Cycle	√	√	√	√		√	√	√				√	√
	BIM Standards support for 3D Working Methods			√						√	√	√		√
	BIM Standards support for BIM adoption in an Organization	√	√					√	√			√	√	
	BIM Standards support for digital compliance checking					√		√		√	√			
	Standards for BIM Execution Plan	√	√			√				√				√
	Information Support for Facilities Management	√	√		√			√	√				√	
	BIM Standards for Digital Information Security		√											
	Support for Co-ordinating	√	√	√	√	√	√		√	√		√		
	Building Information system													
	BIM Standards Discipline Specific	√			√		√	√	√			√	√	√
	Collaborative development (Standards developed by different disciplines and Academia)	√	√		√			√						
	BIM standards may impact Manufacturers				√					√	√	√		
	BIM Standards for Energy Simulation							√	√					

Tabulka 3 - BIM standarty implementace v různých zemích [11]

2.4 BIM a jeho 7 částí

Víme, že BIM je metoda, ale ještě nevíme, jakým způsobem funguje. Pro přiblížení nám pomůže si popsat jeho jednotlivé části a říct si, jak spolu kooperují.

2.4.1 Informační model stavby (IMS)

Je to základ metody BIM, který nám řekne všechny relevantní informace o dané stavbě či objektu. Obsahuje všechny informace o stavbě z celého životního cyklu, jsou zde zahrnuty dokumenty, záznamy o komunikaci, výsledky, průběhy digitalizovaných procesů a mnoho dalších informací. Pro efektivní fungování je nutné ho stále aktualizovat novými informacemi, dále je pak rozvíjen dalšími částmi metody BIM, které zefektivňují stavební proces. [3]

2.4.2 Digitální model stavby (DiMS)

Je to prostorové zobrazení vybraných vlastností stavby, jejích prvků a konstrukcí v digitální podobě. Pod prvky, se souhrnným názvem vlastnosti, můžete najít informace o rozměrech, ploše, nosnosti, umístění, záruce, ceně atd. Vlastnosti nesou podobu čísla, data, textu či jinou. Navíc v digitálním modelu lze sdružovat prvky a následně s nimi pracovat, třeba do místností, zón a systémů. Tím nám zpřehledňuje informační model stavby. [3]

2.4.3 Společné datové prostředí (CDE)

Sdílené datové prostředí si popíšeme dále v práci.

2.4.4 Datový standard staveb

Ve zkratce se jedná o nastavené standardy staveb a stavebních procesů. Vzniká pro lepší, jednodušší kooperaci napříč profesemi stavebního procesu, zároveň i pro lehčí a rychlejší kontrolu procesů a dokumentů. [3]

2.4.5 Klasifikační systém CCI

Je to digitální klasifikační systém navržený pro snadné využívání stavebními profesemi. Funguje na tabulkové bázi, kde jsou prvky zatřízeny v několika tabulkách a každý prvek může mít několik označení a typů, aby se dal rozlišit způsob využití navrženého prvku. [3]

2.4.6 Smluvní standard

Je to podobná věc datovému procesu, až na to, že je ve smluvním prostředí (prostředí stavebních smluv). Je to snaha o standardizaci, zpřehlednění a zjednodušení stavebních smluv. Jejím cílem je zefektivnění smluvního procesu a větší transparentnost. [3]

2.4.7 Oceňování staveb

Cílí na otevřený rozpočtový formát, který umožní sdílet a otevřít rozpočty, bez ohledu na to, v jakém programu jsou vytvořeny. Má za cíl vytvořit takové prostředí, které bude efektivnější pro používání, jednodušší a přehlednější při pohledu na stavbu, a veškeré cenové prvky budou navázány na jednotlivé stavební prvky, což by mělo zlepšit kvalitu přenášených informací. [3]

2.5 BIM a jeho 10 dimenzí

Pro hlubší pochopení BIMu a toho, jak je nápomocen při řízení projektů, si níže popíšeme jeho jednotlivé dimenze, které se pro tyto účely využívají a popisují jednotlivé postupy.

2.5.1 dimenze 3D – model a grafické informace

Tato dimenze nám je známá i z normálního života, jedná se o šířku, výšku a hloubku. Zjednodušeně se jedná o 3D model objektu, na němž dokážeme zjistit kolize různých konstrukcí, jak má objekt vypadat a zda splňuje požadavky. Je to základ, na kterém pak stavíme zbytek BIMu. [17; 18]

2.5.2 dimenze 4D – časové plánování

„Je to rozšíření 3D modelu o časové informace“ [19], přímo v modelu se často jedná o to, kdy se má, na jakém prvku pracovat. Dále se pak pomocí vytvoření dokumentu pro lepší efektivitu rozšiřuje o přidání jednotlivých prací, jejich časové trvání a návaznosti. [19; 20]

„To umožňuje postup v projektu sledovat efektivně a pomáhá to s jeho řízením.“ [19]

2.5.3 dimenze 5D – správa cen a nákladů

Tuto dimenzi začínáme výčtem prvků, množstvím materiálů a prací. Dále k nim přiřazujeme cenu, kterou za ně zaplatíme. Jak název vypovídá, tak pomocí páté dimenze spravujeme, odhadujeme náklady a výslednou cenu. V dalších fázích projektu nám dovoluje sledovat náklady a odhadovanou cenu. [17; 20]

2.5.4 dimenze 6D – energetická udržitelnost projektu

Pomocí modelů dokážeme určit energetickou náročnost, náročnost na výstavbu a jejich možné variace či úpravy. Při správné optimalizaci nám pak tato dimenze pomůže s připravením projektu, který bude energeticky nejméně náročný, kvalitněji zhotovený a bude poskytovat nejlepší komfort. [17; 20]

2.5.5 dimenze 7D – provoz a správa budov

Tato dimenze je správa a provoz objektů, včetně zahrnutí rekonstrukcí a renovací, v jejich provozní a likvidační fázi životního cyklu. Vlastně se jedná o to, že se

přehledně drží data jednotlivých částí projektu, jejich specifikace, data o údržbě, záruce, instalačních manuálech atd. [17; 20]

2.5.6 dimenze 8D – bezpečnost na staveništi

„8D BIM je dimenze, která přidává bezpečnostní informace do modelu, umožňuje predikovat rizika během výstavby a identifikuje aktivity, které mohou být implementovány pro zlepšení bezpečnosti a prevenci nehod.“ [20]

Toto je možné díky minulým dimenzím a rozsáhlému modelu objektu s jeho podrobným popisem, tím se dá udělat velice přesná vizualizace a na základě té se před konstrukční činností dokáží připravit bezpečnostní plány a opatření. [18; 20]

2.5.7 dimenze 9D – „štíhlá“ výstavba (lean construction)

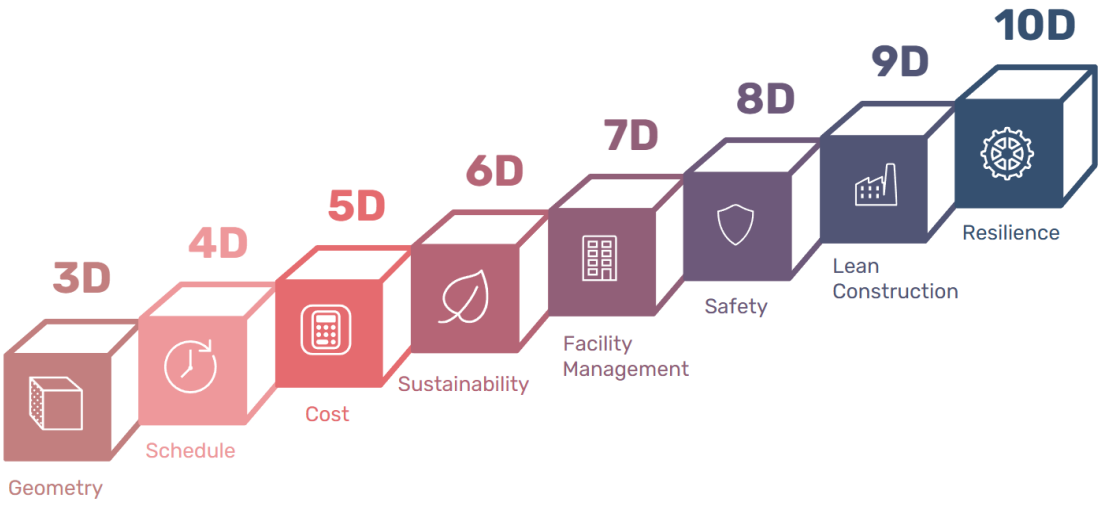
„9D BIM, také známý jako štíhlá výstavba, je dimenze BIMu, která optimalizuje a zefektivňuje všechny kroky zahrnuty v implementaci projektu přes proces digitalizace.“ [20]

Je to přístup, který umožňuje efektivní sledování materiálů pro minimalizaci odpadu a sledování všech výše zmíněných dimenzí BIMu v digitálním prostředí s nástroji pro sledování efektivity. [18; 20]

2.5.8 dimenze 10D – industrializace stavebnictví

„10D BIM chce industrializovat stavebnictví a udělat ho více produktivním, díky integraci nových technologií a fyzických, obchodních, enviromentálních a jiných typů dat.“ [20]

Je to cíl, pomocí nových technologií a mnoha typů dat, udělat přípravu, výstavbu a další životní fáze objektů co nejvíce automatizované a obecně aplikovatelné, pro zvýšení efektivity a produktivity ve stavebnictví. [18; 20]



Obrázek 2 - Dimenze BIMu [21]

2.6 Co je to CDE

CDE je sdílené datové prostředí, popíšeme si, jak by mělo vypadat v plném rozsahu a proč je tak důležité.

V první řadě byste v něm měli najít jak veškeré informace o stavbě, ať už to jsou 3D modely či 2D výkresy, tak veškerou komunikaci ohledně stavby, všechnu dokumentaci, všechny historické záznamy, výkresy a veškeré věci, které se aktuálně dějí.

Aby to nebylo jen velké množství informací, tak pro lehkou dohledatelnost jsou data řazeny do přehledné struktury záložek, kde každý typ dat má svoji část.

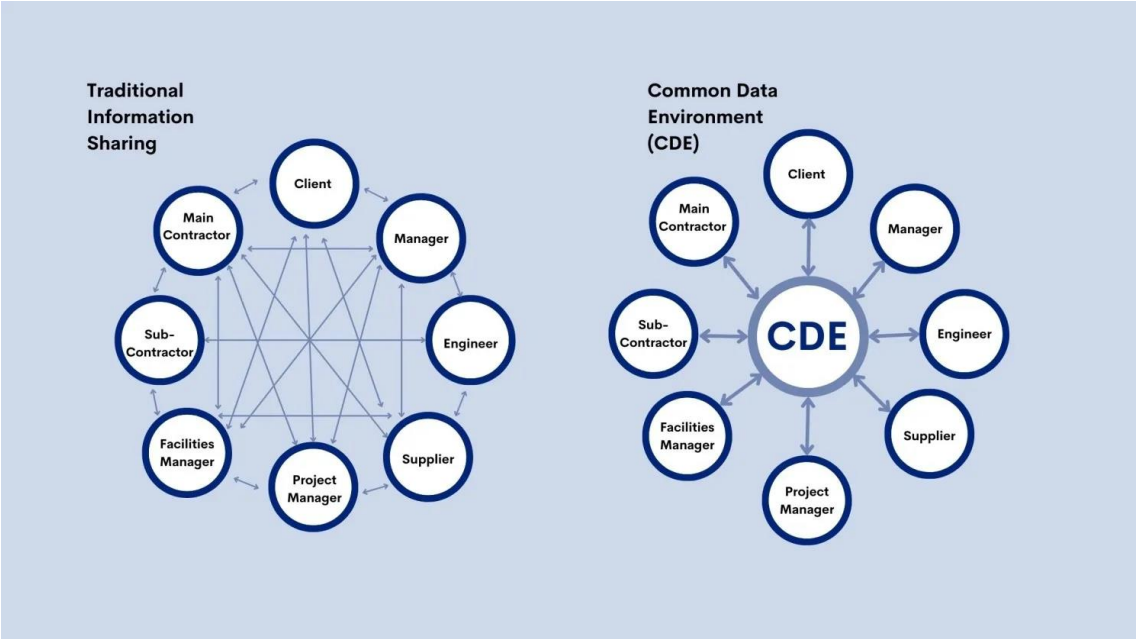
Pro lehké fungování zde musí být možnost udělování přístupů, náhledů, a i editorských práv, aby informace byly přístupné, přehledné a dostal se k nim každý, kdo je potřebuje.

Pro přehlednou práci a zpřehlednění toku informací veškerá komunikace probíhá v CDE, tím je jednoduché dohledat veškeré požadavky, připomínky různých stran procesu a zároveň to snižuje riziko duplicitních hovorů.

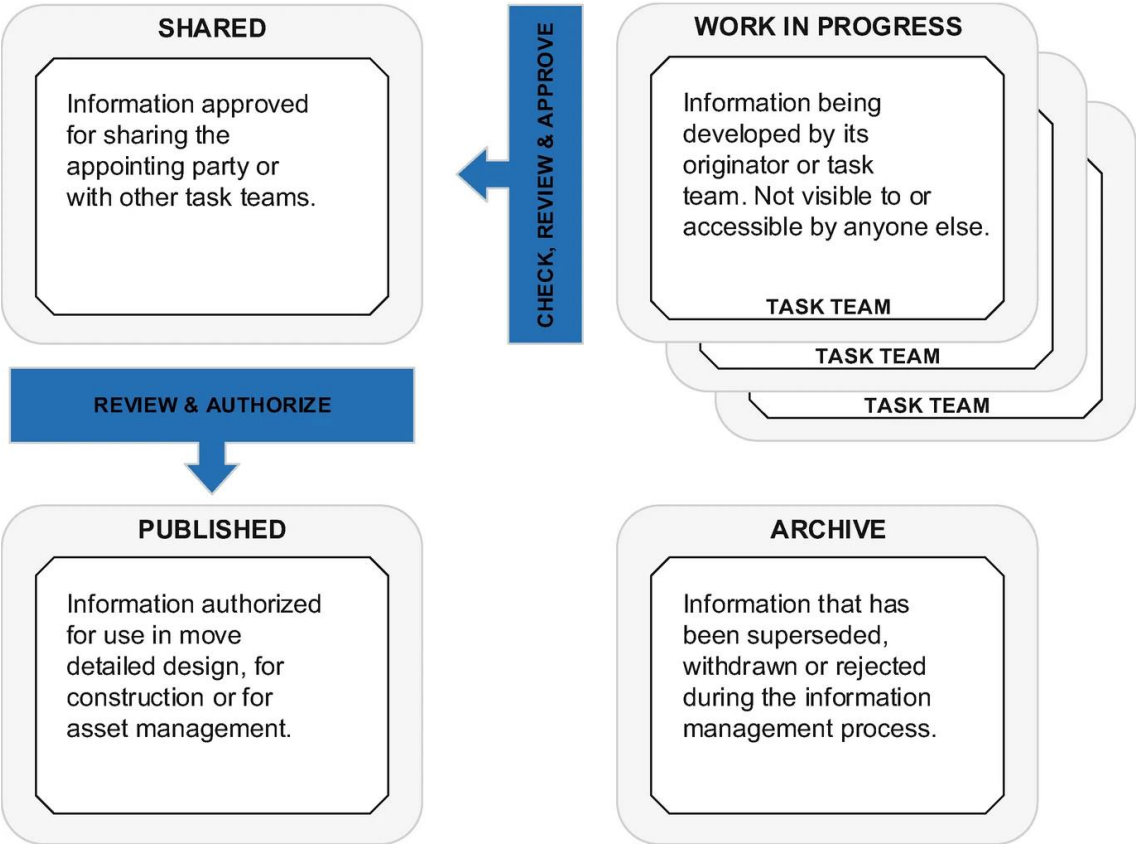
Následně, aby byl přehled o aktuálních schválených informací, zde najdeme schvalovací proces, ve kterém se musí vyjádřit všechny podstatné strany pro něj. Zároveň k lehkému dohledání historických informací a verzí jsou všechny uchovávány v CDE po celou dobu procesu.

V neposlední řadě zde jednoduše najdeme veškeré aktuální úpravy, jejich momentální status a také veškeré pracovní úkoly a jejich status.

Toto prostředí ulehčuje stavební proces tím, že veškerý tok informací prochází pouze přes jedno prostředí, kde jsou pomocí různých nástrojů informace seřazeny, což zpřehledňuje jejich stav a dělá je dohledatelné. [22]



Obrázek 3 - Znázornění fungování CDE [23]



Obrázek 4 - Řízení stavů dokumentů podle ISO/DIS 19650-1 [24]

2.7 Funkce využití Daluxu

Dalux má více modulů, každý má své využití, a to si dále popíšeme. Tyto moduly spolu dokáží jednoduše spolupracovat a je lehké je na sebe napojit.

2.7.1 Dalux Field

Nástroj pro upravování dat, kontrolu postupu práce a komunikace s pracovním týmem. Umožňuje vytvořit pracovní týmy a těm pak zadávat jednotlivé úkoly s tím, že zde poté můžeme kontrolovat status zadaných úkolů. Podporuje jak vkládání fotek, tak zakreslování místa do dokumentace, tím je dobře uzpůsobený pro sdílení vad a nedodělků se zodpovědnými stranami, které by měly tyto věci dořešit. [25]

2.7.2 Dalux Box

Platforma sdíleného datového prostředí pro přípravu, kde najdete podstatnou část funkcí, které jsme zmiňovali v CDE, a to 3D a 2D modely, doplňková data k modelům včetně možnosti komentářů, komunikační prostředí, udělování přístupů, organizace dat a kontrola kolizí. Zároveň je to místo, kde najdeme všechny soubory daného projektu. [26]

2.7.3 Dalux Lokace

Lokace je místo, kde se většinou pracuje s 3D modelem a 2D výkresy. S modely a soubory tady můžeme pracovat pomocí mnoha možností, a to: navazovat je, dělat řezy, různě označovat, rozdělovat na části, měřit vzdálenosti, kontrolovat kolize atd. [27]

2.7.4 Dalux IntraField

Je to modul navržený pro infrastrukturu a liniové stavby. Jednoduše zobrazuje dlouhé prvky a práci s nimi. Umožňuje sledovat, jak se daří s pracemi na jednotlivém úseku stavby a porovnání rozdílů s plánem. Zvládá řezy, měření objemů, rozměrů, vizualizaci zasazení stavby v reálném prostředí a různé porovnání. Má možnost vložení GIS (geografické informační systémy) dat, s kterými lze dále pracovat. [28]

2.7.5 Dalux Tender

Je modul pro výběrová řízení. Je v něm možno dělat balíčky nabídek, do kterých budou mít náhled zvolení uchazeči. Do balíčků nabídek lze data vložit buď přímo, anebo pokud používáte Dalux Box, tak jen pomocí nalinkování souborů, to má následnou výhodu, že soubory pak nejsou duplicitní a provedené změny se ukážou v obou případech přístupu k nim. Je zde možnost pro uchazeče anonymně klást otázky a vidět přehledný časový harmonogram řízení. [29]

2.7.6 Dalux Handover

Je to modul pro převedení dat z vyhotoveného projektu v Daluxu, pro kompletní přehled o daném projektu a jeho následnou správu a údržbu. Přechod je efektivní, a v rámci něj lze do různých objektů vložit informace o jejich stavu a data o plánované, či potřebné údržbě. [30]

2.7.7 Dalux FM

Je to modul pro Facility management, využívá předností minulých modelů, a hlavně modelu objektu, kde umožňuje vizualizaci polohy a daného prostoru, dále tam můžeme najít veškerá uložená data o různých prostorech či jakémkoliv objektu. [31]

2.8 IFC

Je to kompletní, komplexní otevřený datový model, který je využívaný pro BIM kvůli tomu, že je schopen udržet mnoho různých dat týkajících se různých architektonických, inženýrských, konstrukčních a dalších činností, které souvisí se stavbami. V tomto modelu můžete u každého jednotlivého prvku definovat jeho rozměry, tak požadavky na jeho složení, požadavky pro napojení na další prvek, dále jeho hmotnost, objem či nutnou povrchovou úpravu a bylo by možné vymyslet ještě mnoho dalších věcí, které tento model IFC zvládne. [32]

3 Praktická část

3.1 Popis projektu

3.1.1 Rekonstrukce a modernizace areálu FSI VUT – objekty A3 a KH3

Popis

Pro účely mé bakalářské práce jsem si vybral první etapu rekonstrukcí budov v areálu FSI VUT v Brně, konkrétně se jedná o objekty A3 a KH3. Je to stavba občanské vybavenosti, která slouží ke studijním a vědeckým účelům. Jedná se o nadlimitní veřejnou stavební zakázku, jejíž předmět byl „stavební práce, dodávky a služby spočívající v rekonstrukci budov A3 a KH3 Fakulty strojního inženýrství Vysokého učení technického v Brně“. V rámci rekonstrukce proběhla částečná demolice vnitřních prostor a na jejich místě vzniklo zázemí pro studenty na odpočinek, učebny, kanceláře, výukové laboratoře, chodby a na každém patře kuchyňky. Dále byla provedena výměna rozvodů a vzduchotechniky.

Průběh

Dne 01. 03. 2021 byla zakázka uveřejněna a zahájení otevřeného zadávacího řízení proběhlo 27. 04. 2021. Po lhůtě podání nabídek, 14. 06. 2021, 10:00:00, byla ze sedmi podaných žádostí vybrána jako dodavatelská firma PSG Construction a.s., se kterou uzavřeli smlouvu 14. 09. 2021. Následně začala realizace, která trvala do září roku 2022, kdy byla stavba předána.

Požadavky na CDE

Zadavatel požadoval aktualizovaný BIM model podle skutečného provedení, který bude zachycovat jednotlivé prvky, jejich technické specifikace a výkaz výměr.

Specifikační informace se měly nacházet v XLS tabulkách, a ty měly být navázány na kódové označení jednotlivých prvků, aby byly jednoduše přiřaditelné. Tyto tabulky měly obsahovat všechny informace jako tradiční dokumentace s tím, že měly mít pouze platné informace, to znamená podle zrealizovaných a namontovaných prvků a neměly obsahovat neplatné informace např. předvyplněné informace knihovny, které pro danou dodávku neplatí. Všechny nezaručené informace musely být dodavatelem odstraněny.

Poté veškeré dokumenty o stavbě měly být navázány na jednotlivé prvky pomocí kódového názvu shodným s prvkem.

Byl požadavek na provádění dokumentace v průběhu, tak aby byla zaručena správnost informací.

Cena

Nejvyšší povolená nabídková cena v soutěži byla 140 000 000 Kč bez DPH a nejnižší 112 000 000 Kč bez DPH.

Vysoutěžená cena byla 130 599 999 Kč bez DPH, následně se kvůli nekvalitně udělané zadávací projektové dokumentaci, odchylkám od očekávaného stavu budovy a vyšším výměrám než očekávaným, dvakrát navýšila cena.

Poprvé o 1 874 791,61 Kč bez DPH a podruhé o 9 926 830,69 Kč bez DPH. Celkově tak výsledná cena dosáhla 141 867 727,63 Kč bez DPH, což o necelé dva miliony přesáhlo nejvyšší nabídkovou cenu.

Umístění

Objekty se nachází v Technologickém parku, rozloženém v Králově poli v Brně. Objekt KH3 má vstup z ulice Technická a na něj je napojen objekt A3, který je situován uvnitř areálu FSI v Brně, oba objekty sousedí s vedlejší Fakultou FEKT VUT a jsou napojeny na další objekty komplexu FSI v Brně, kde jsou naplánovány další stavební rekonstrukce.

Detailní popis

Objekt KH3 je kloubová budova, která slouží jako spojovací budova se zázemím k odpočinku. Je napojena spojovacím můstkem na FEKT VUT, dále je spojena s budovou A4, ve které se nachází učebny, studentské zázemí a laboratoře. Poslední budovou, se kterou je spojena, je níže popsaná budova A3.

Objekt A3 je podlouhlá budova, ve které jsou laboratoře, dílny, učebny a různé zázemí ve formě kuchyněk a odpočíváren. Je spojena s kloubovou budovou KH3 a dále spojovacím můstkem s budovou B3, která slouží jako učebny, laboratoře a kanceláře, před halami s těžkou technologií.

Počet pater: 7NP

Zastavěná plocha: 1 259,36 m^2

Obestavěný prostor: 39 370 m^3

Počet kanceláří: 63

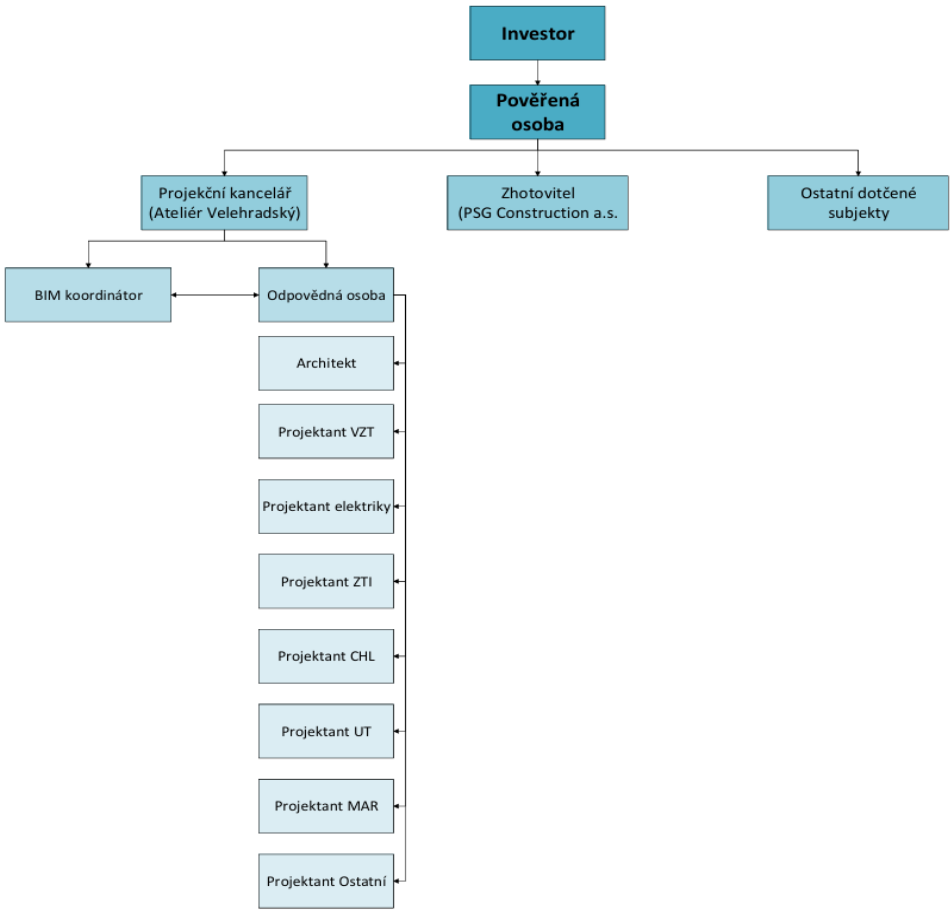
Počet učeben: 21

Dále se v budově nachází dílenské, laboratorní, odpočinkové prostory, kuchyňky, toalety, technické místnosti a sprchy.

3.1.2 Organizační diagram

Z dostupných informací jsem se dozvěděl, jaká kancelář dělala návrh projektu a jaký zhotovitel byl vybrán, každopádně to, jak vypadala organizační struktura při přípravě anebo realizaci, nebylo v přiložených dokumentech.

Pro účely projektu si vytvoříme obecnou organizační strukturu, jak mohla vypadat v rámci přípravy i s využitím BIMu, v našem případě CDE. Za přípravu projektové dokumentace bude zodpovědná projekční kancelář, která bude mít BIM koordinátora a člověka zodpovědného za objekt, dále na něj bude referováno jen jako odpovědná osoba, který bude mít pod sebou lidi tvořící a připravující jeho jednotlivé části. Viz obrázek 5.



Obrázek 5 – Možná organizační struktura přípravy projektu [vlastní]

3.2 Nastavení projektu v Daluxu

S Daluxem začínáme a jdeme na vytvoření našeho prvního projektu.

Vycházíme z předpokladu, že jsme v bodě, kde máme založený účet a zařízenou licenci Daluxu, připravenou projektovou přípravu a projekt byl schválen k provedení.

První krok, který provedeme je kliknutí tlačítka vytvořit nový projekt, poté co to zvládneme se už díváme na prázdný projekt a dále budeme pokračovat v bodech popsaných níže.

3.2.1 Složková struktura

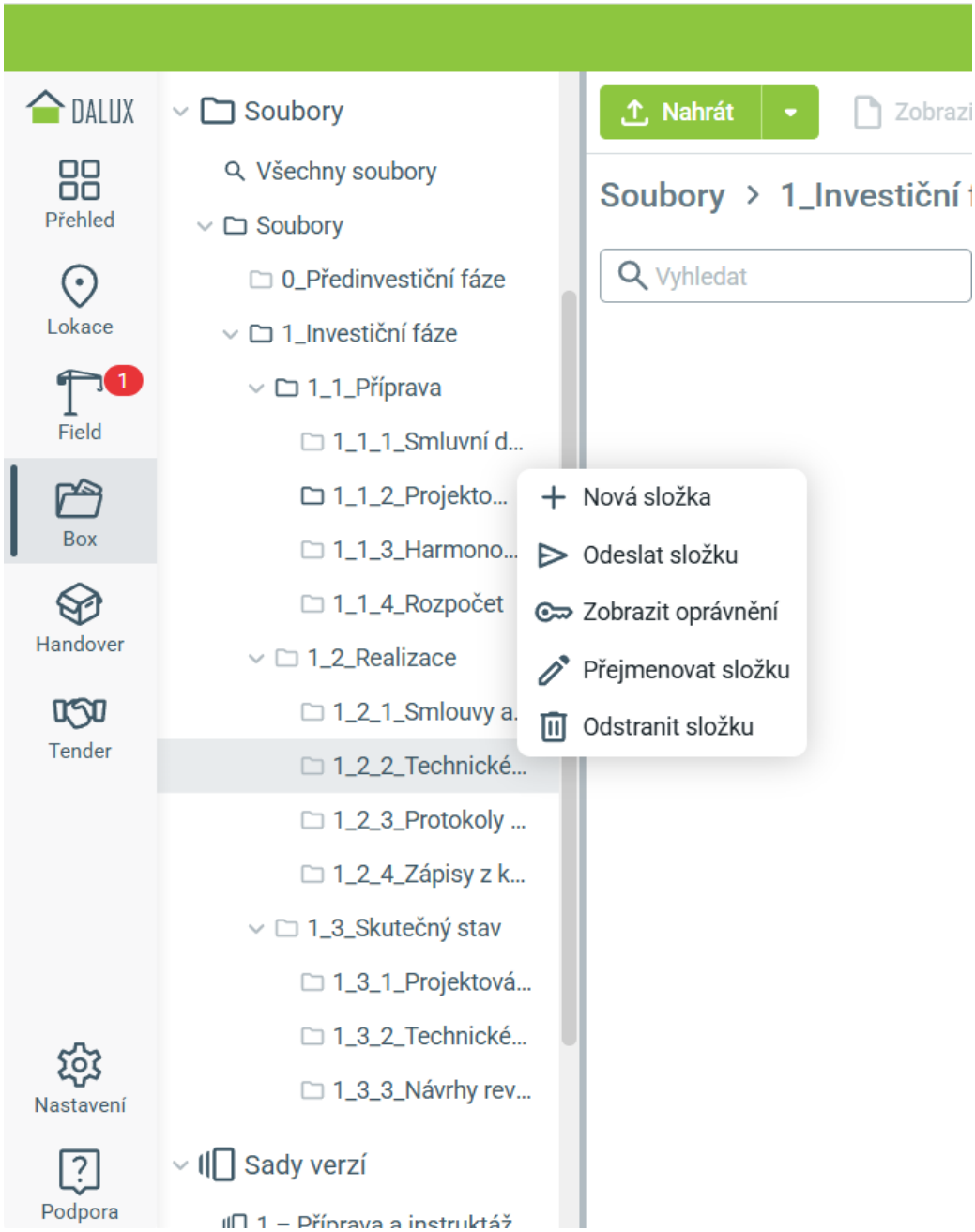
Začínáme vytvářením složkové struktury v modulu Box, se kterou budeme vždy pracovat, a do které se budou nahrávat veškeré už vytvořené a budoucí soubory. Složky vytváříme do souborů a vrstvíme je v jednotlivých vrstvách. Musíme si dát pozor, abychom je vytvářeli do správného umístění a měli namyšlenou dobrou strukturu předem, protože složky následně nelze přesouvat.

S ohledem na výše zmíněné začnu pro účely mojí bakalářské práce jednoduchou obecnou 3 vrstvou složkovou strukturou, níže její přehled.

0_Předinvestiční fáze

1_Investiční fáze

- 1_1_Příprava
  - 1_1_1_Smluvní dokumentace
  - 1_1_2_Projektová dokumentace
  - 1_1_3_Harmonogramy
  - 1_1_4_Rozpočet
- 1_2_Realizace
  - 1_2_1_Smlouvy a předávací protokoly
  - 1_2_2_Technické listy materiálů
  - 1_2_3_Protokoly o zkouškách na stavbě
  - 1_2_4_Zápisy z kontrol na stavbě
- 1_3_Skutečný stav
  - 1_3_1_Projektová dokumentace skutečného stavu
  - 1_3_2_Technické listy
  - 1_3_3_Návrhy revizního plánu



Obrázek 6 – Nastavená složková struktura v prostředí Dalux [vlastní]

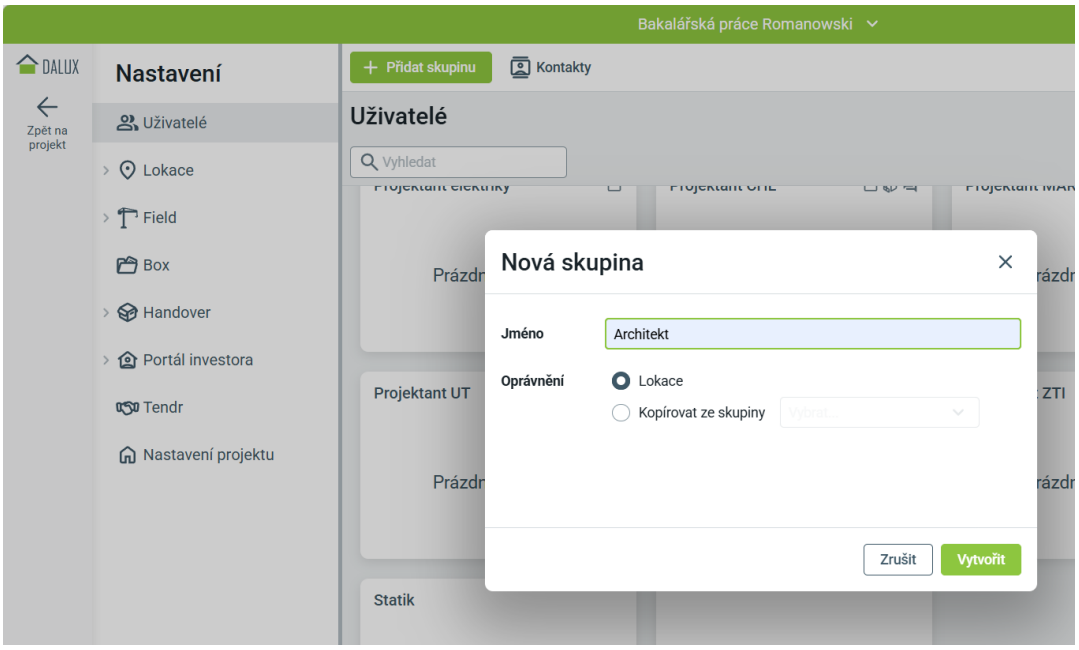
3.2.2 Uživatelské skupiny

Přidáme si uživatelské skupiny, do kterých po jejich připojení zařadíme dané uživatele, a dále jim budeme přiřazovat různé oprávnění, kde mohou vidět, jaké soubory mohou stahovat a jaké soubory mohou upravovat.

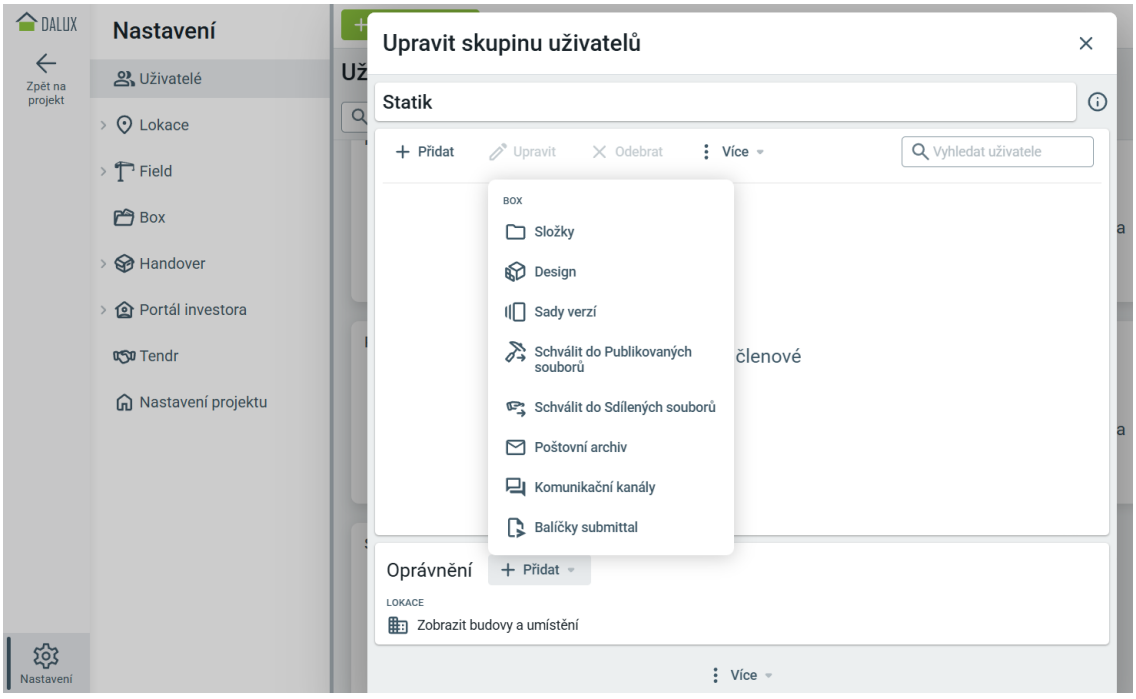
Uživatelské skupiny tvoříme na základě organizační struktury projektu, my budeme pracovat hlavně s fází přípravy realizace objektu, takže přidáme skupiny spojené s projekční činností.

Přidáme je postupně v nastavení, uživatelé kliknutím na tlačítko +, napíšeme název skupiny a potvrdíme přidání, viz obrázek 7.

Poté co máme vytvořené skupiny, si je jednu po druhé rozklikneme a přiřadíme jim práva do jednotlivých složek, například veškeří projektanti dostanou oprávnění číst a zapisovat do BOXu ve složce projektová dokumentace, viz obrázek 8. Ateliéru, který tuto činnost zaštiťuje bude dáno i právo na úpravu dané složky.



Obrázek 7 – Přidávání uživatelských skupin do prostředí Dalux [vlastní]

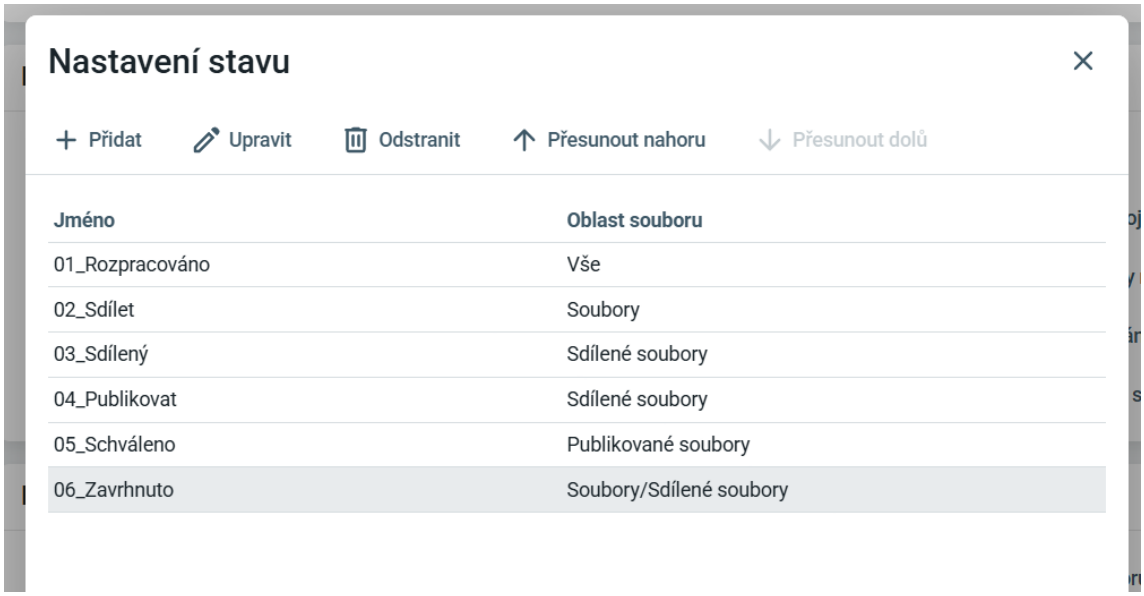


Obrázek 8 - Přidávání uživatelských práv skupinám v prostředí Dalux [vlastní]

3.2.3 Nastavení stavů dokumentů

Pro jednoduchou práci s dokumenty, jejich filtrování a pro práci s toky dokumentů, si nastavíme stavy dokumentů. Bude nám to pomáhat při jejich schvalování, filtrování a přehledností v souborech.

To uděláme v nastavení Box, v Metadata je kolonka Nastavení stavu, kterou rozklikneme a dostaneme následující rozhraní, ve kterém si přidáme stavy dokumentů, které budeme potřebovat.



Obrázek 9 - Přidávání stavů dokumentů v prostředí Dalux

3.2.4 Sdílené a publikované soubory

V nastavení BOXu změníme oblast souborů na tu se sdílenými a publikovanými soubory, toto nastavení nám bude sloužit, jakmile projekt rozběhneme, k tomu, abychom si soubory posouvali mezi jejich vztahy vzhledem k projektu.

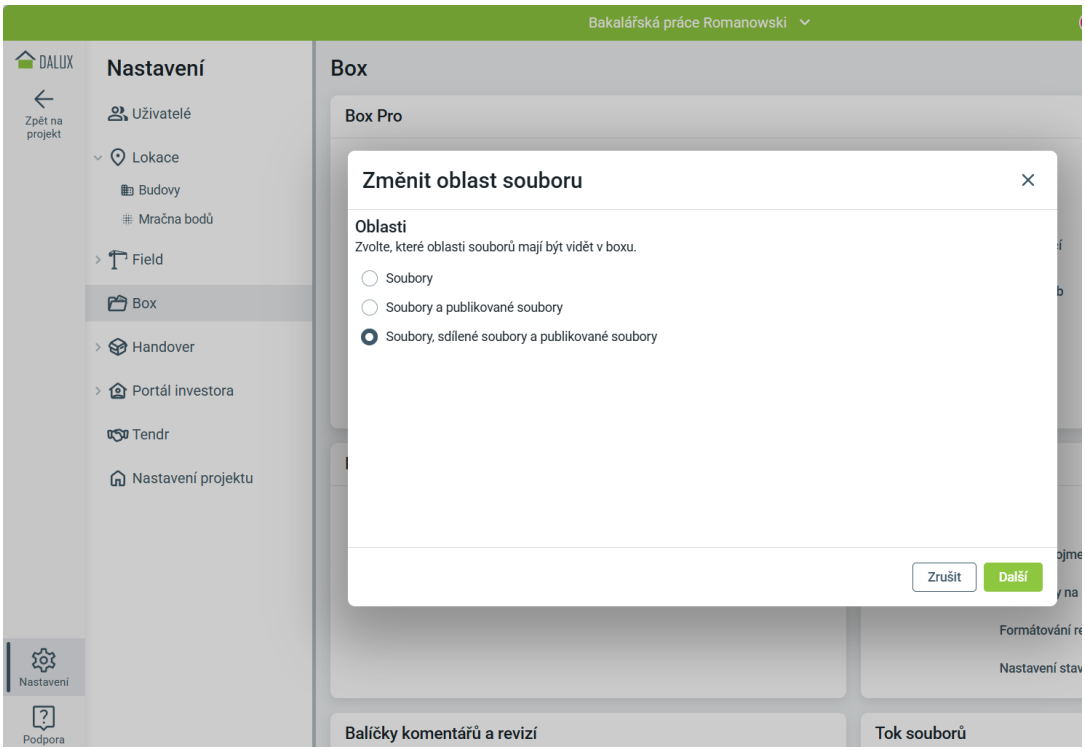
Neboli ve složce soubory najdeme jenom ty dokumenty a soubory, které se připravují na jejich využití v projektu, zde na nich pracují menší týmy, jakmile dojde k jejich dostatečné přípravě, tak se jednotlivě dají ke schválení.

Po tom, co schválením projdou, se dostanou do sdílených souborů, tady se často upravují širší vztahy dokumentů a na nich zde pracuje více pracovních skupin, jakmile se pak dostanou do konečné podoby, a jsou zde i veškeré k nim relevantní dokumenty, se zrevidují, a v případě, že jsou v pořádku, tak se dají ke schválení, jakmile se schválí, tak se posunou do sdílených souborů.

Ve sdílených souborech pak najdeme veškeré soubory, relevantní pro daný projekt, pomocí těchto dokumentů se pak projekt bude provádět, tady už pak soubory uvidí všichni relevantní účastníci.

Nakonec přidáme Ateliéru Velehradský, který za projekční činnost odpovídá, právo sdílet a publikovat soubory.

Všechny pohyby se budou dít pomocí toků souborů, které si nastavíme níže.



Obrázek 10 – Přidávání možnosti sdílet a publikovat soubory v prostředí Dalux [vlastní]

3.2.5 Nastavení toků souborů

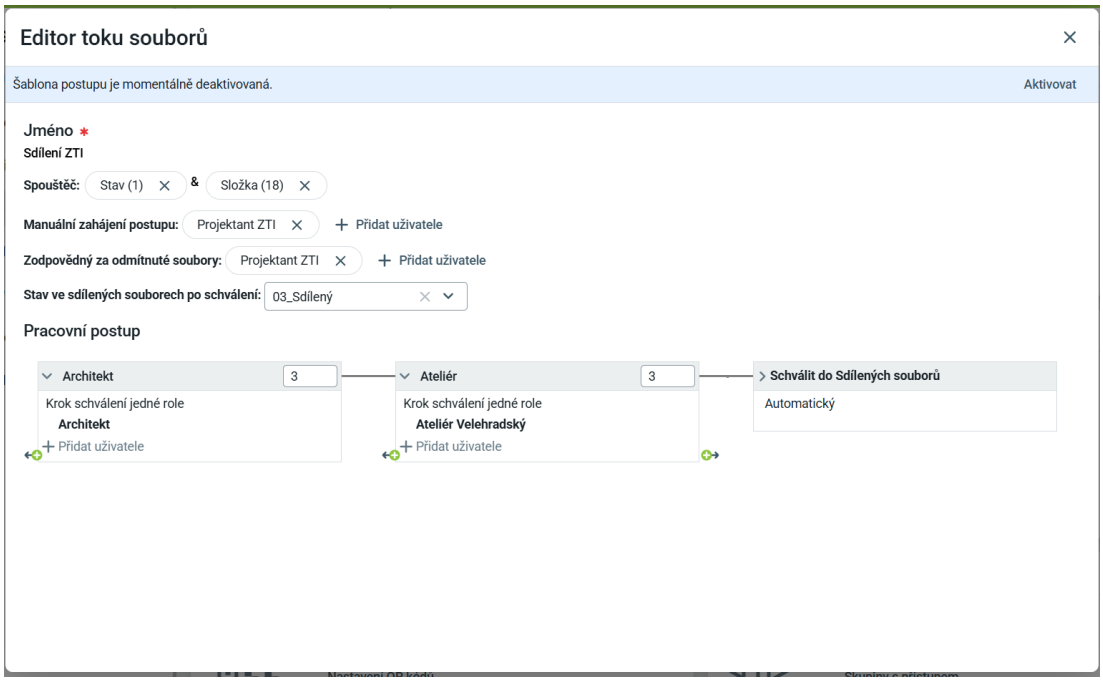
Toky souborů se používají na posun souborů mezi složkami Soubory, Sdílené soubory a Publikované soubory.

Nastavením těchto toků dostaneme automatizované schvalovací procesy pro soubory v projektu, při kterém nastavíme jak, či kdo může proces iniciovat, dále kdo v daném procesu bude věci schvalovat a v jaké návaznosti. Každý účastník toku má možnost schválit a poslat soubor dále, nebo zamítnout a poslat zpátky k předělání, s možností přidání komentáře.

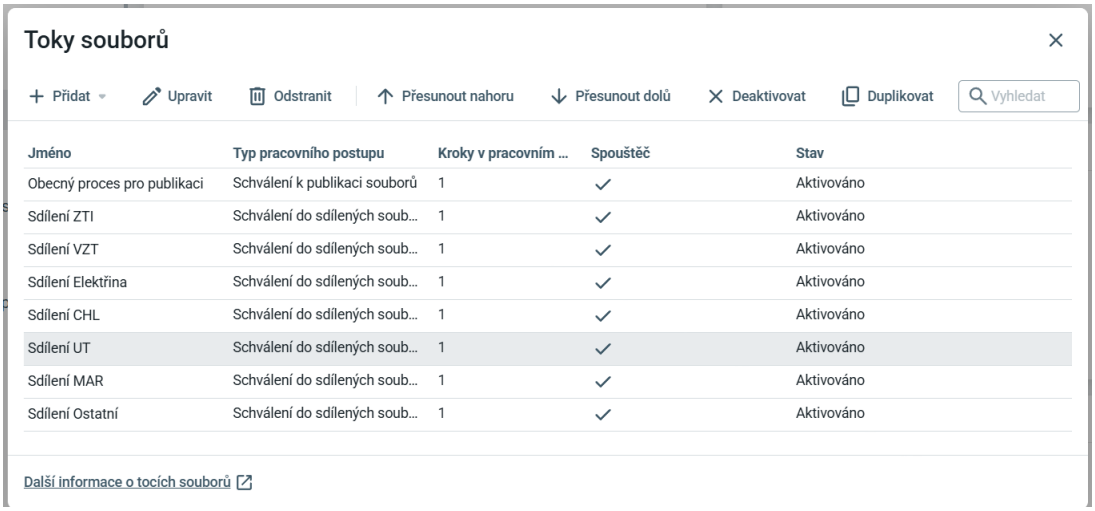
Je možno vytvořit hned několik toků souborů, pro různé účely.

Pro náš projekt si vytvoříme tok sdílení, pro každou projekční činnost, každá může iniciovat svoji část, s tokem přes architekta a poté ateliér.

Druhý tok pro publikaci už bude pouze pro souhlas ateliéru a následně odsouhlasení investora, to znamená, že iniciovat ho bude architekt a tok půjde přes ateliér a následně investora.



Obrázek 11 - Přidávání toku pro sdílení ZTI v prostředí Dalux [vlastní]



Obrázek 12 - Přehled toků souborů, které jsme vytvořili v prostředí Dalux [vlastní]

3.2.6 Nastavení komentářů

Komentáře si nastavíme pro upozornění na problém, diskuzi nad soubory či na místě v objektu v Daluxu. Nejdříve půjdeme do nastavení boxu, tam si najdeme typy komentářů, přidáme si komentáře a přitom nastavíme jejich obsah. Pak nastavíme jednotlivé komunikační kanály viz obrázek 14 a přidáme jim skupiny lidí, které je mají číst, upravovat anebo uzavírat, tímto docílíme požadovaných komunikačních toků.

Budeme mít následující komentáře a budeme je využívat takto:

01_Žádost o informaci

Kdykoliv bude chybět jakákoliv informace, či budeme nějakou potřebovat k vyjasnění dané věci, tak přidáme tento komentář.

Bude využíván jak při přípravě dokumentů a výkresů, tak při realizaci.

02_Vada

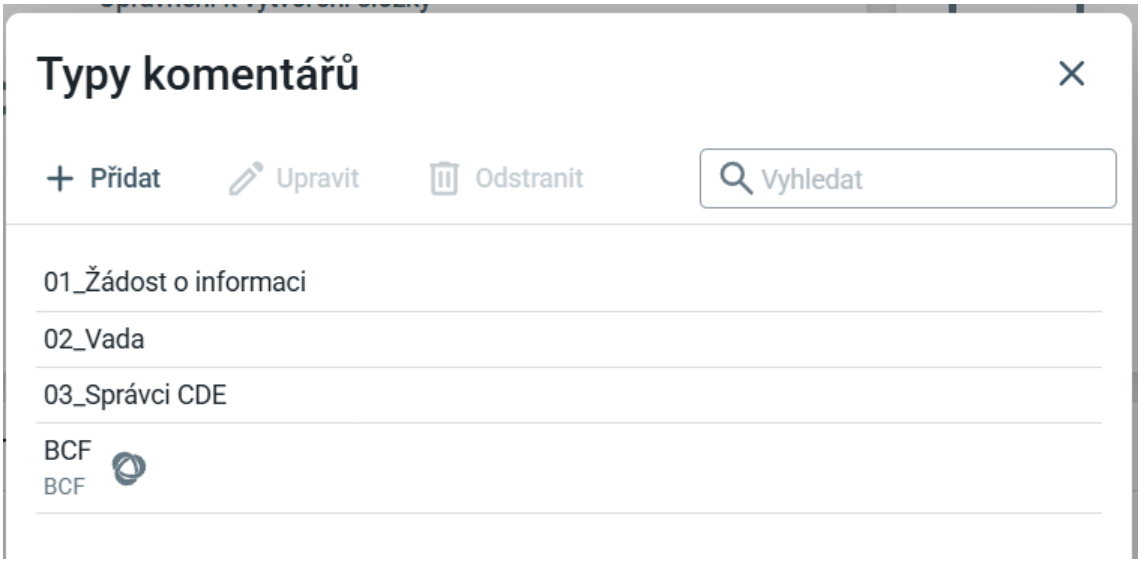
Kdykoliv se vyskytne nějaká vada v dokumentech, výkresech anebo při realizaci, tak bude možno využít tento komentář.

Bude využíván jak při přípravě dokumentů a výkresů, tak při realizaci.

03_Správci CDE

Tento komentář bude sloužit k tomu, kdykoliv upozornit, či požádat o něco správce CDE prostředí.

Tento komentář bude využíván kdykoliv.

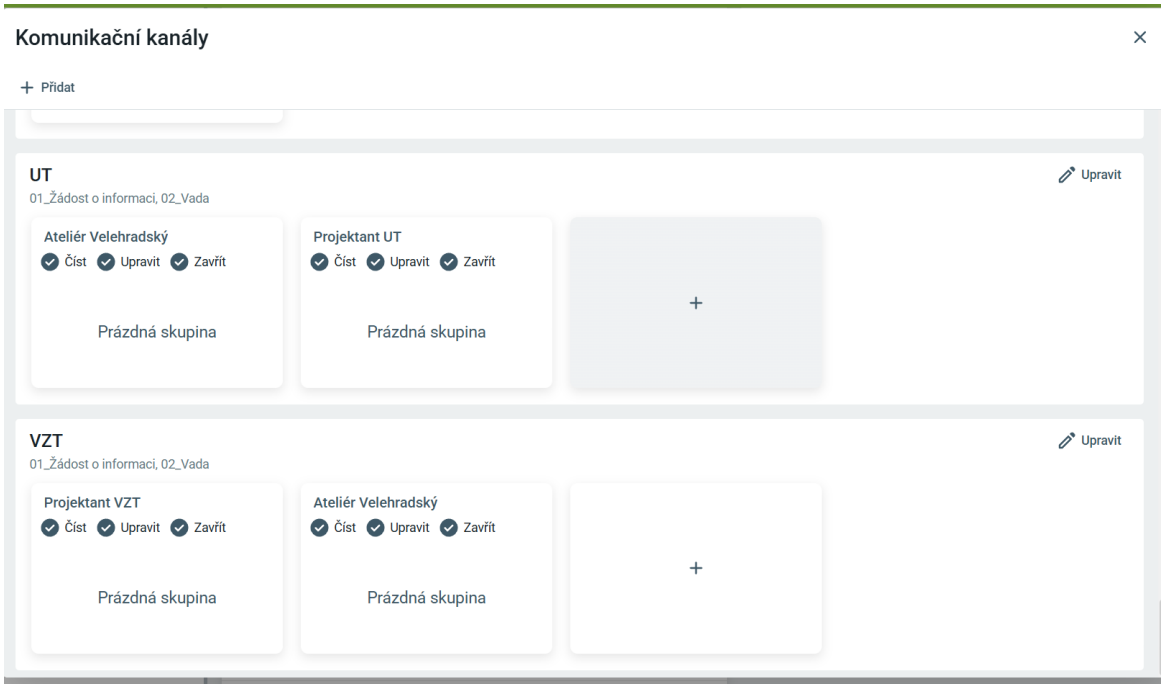


Obrázek 13 - Ukázka komentářů, které jsme nastavili v prostředí Dalux [vlastní]

3.2.7 Komunikační kanály

Vytvoříme jednotlivé komunikační kanály mezi ateliérem, architektem a každým subjektem, které budou mít typy komentářů 01_Žádost o informaci a 02_Vada. Tyto kanály budou fungovat hlavně pro hlášení problémů a upozorňování na ně.

Poslední komunikační kanál bude pro komentář 03_Správci CDE, kde budou všichni účastníci, jenom jediný s oprávněním uzavření bude správce CDE.



Obrázek 14 - Komunikační kanály, které jsme nastavili v prostředí Dalux [vlastní]

3.2.8 Revizní balíčky

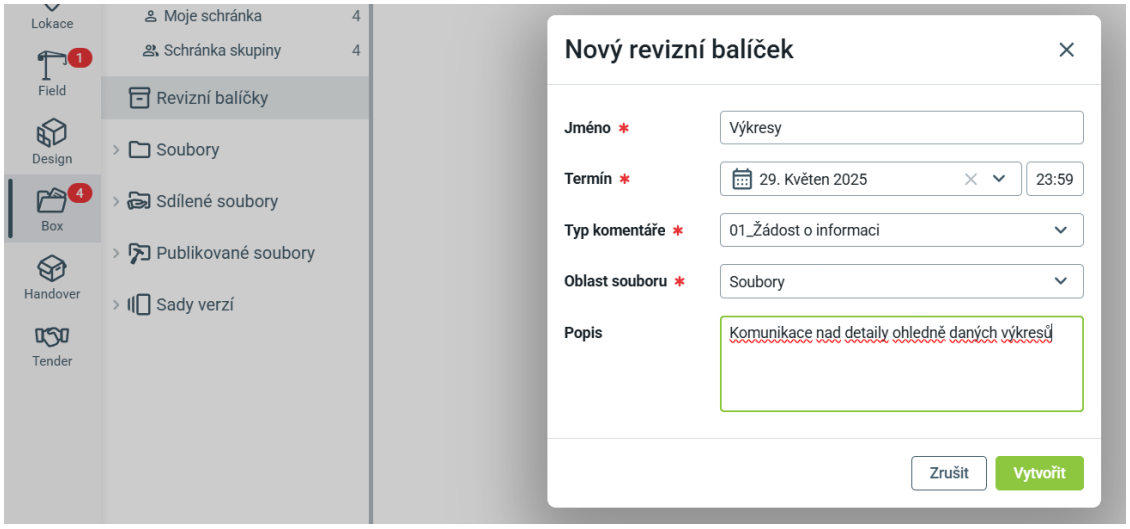
Umožníme je v nastavení a každý se pak už sestavuje individuálně.

Mají podobný smysl a využití jako komentáře, ale využívají se pro komunikaci nad skupinami souborů či konkrétními výkresy v přípravě.

Mají výhodu, že nespadají do již nastavených komunikačních procesů, a to kdo revizní balíček uvidí, jde nastavit podle skupin.

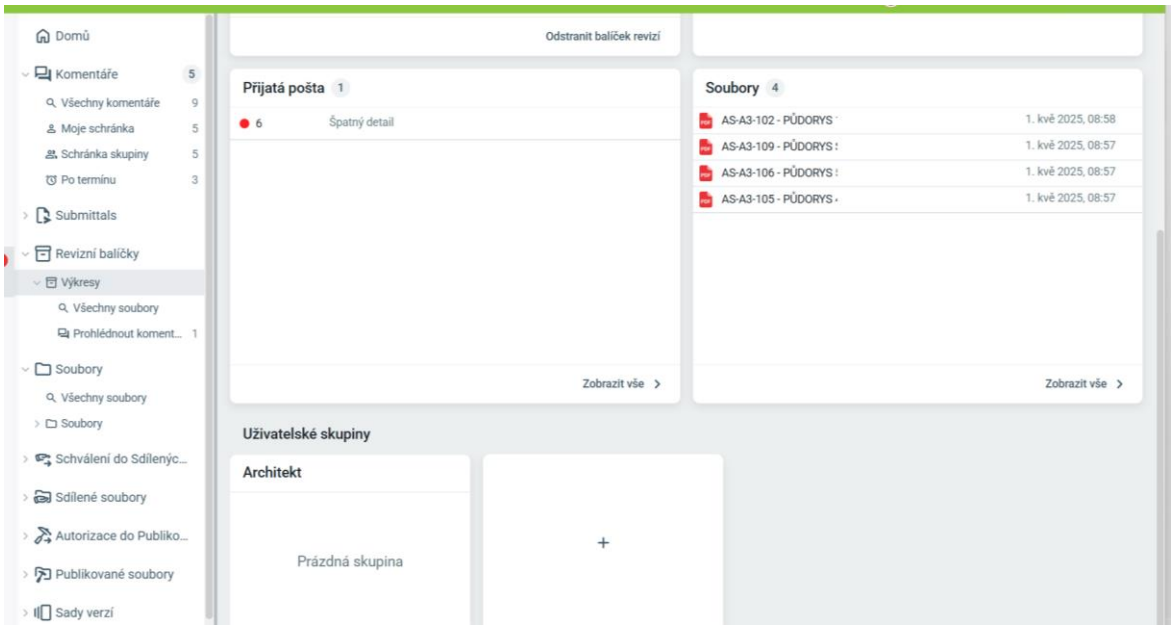
Revizní balíčky se v projektu budou používat při komunikaci, kde je zapojeno více účastníků, anebo kdy je třeba řešit problémy nad více dokumenty najednou. Vždy pro konkrétní věc budou vytvořeny zvláště.

V našem případě projekt neprobíhá, ale i tak se využití pokusíme demonstrovat, v situaci, kdy ateliéru není jasné, jakým způsobem se hodlají řešit některé detaily ve výkresech. Nejdříve si revizní balíček přes ikonku přidáme, následně vyplníme jeho název u nás si zvolíme Výkresy, dále zvolíme datum, do kdy se balíček musí vyřešit na to si dáme týden. Zvolíme typ komentáře, v našem případě potřebujeme další informace, tím pádem vybereme 01_Žádost o informaci, dále zvolíme v jaké fázi uveřejnění se dané soubory nachází, přidáme popisek a vytvoříme balíček. Viz obrázek 15.



Obrázek 15 - Vytváření revizních balíčků v prostředí Dalux [vlastní]

Jakmile je balíček vytvořen, připojíme mu dané výkresy a přidáme dané výkresy a následně přidáme i uživatelské skupiny, které mají daný balíček řešit, u nás architekta. Následně můžeme v balíčku okomentovat přímá místa a vyčkat na odpovědi architekta.



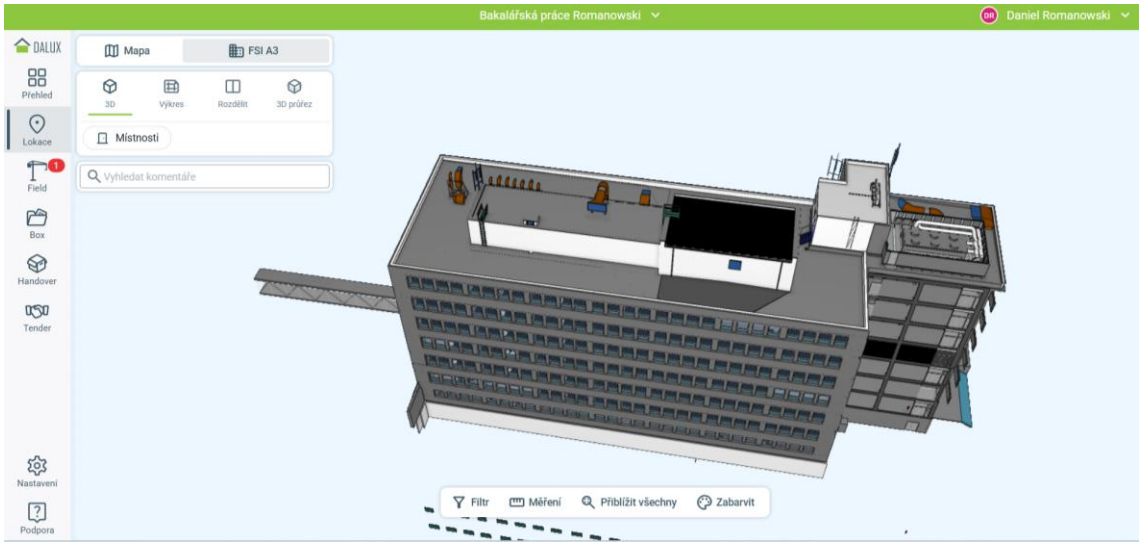
Obrázek 16 - Náhled na revizní balíček v prostředí Dalux [vlastní]

3.2.9 Vytvoření objektu do Lokace

Nejdříve si nahrajeme naše ifc soubory objektu do Boxu, do jím dedikované složky, já je nahraju do složky 1_1_2_Projektová dokumentace. Dále si v levém panelu zakliknu nastavení, v něm úpravu lokací, tam si z nabídky vyberu budovy a přepne se okno. Zvolím možnost přidat, dám jí název, zase zvolím možnost přidat, vyberu si možnost z Boxu a přiřadím jí pro ni nahrané ifc soubory. V tomto místě se bude i v pozdějších fázích budově přiřazovat další soubory anebo upravovat to, jaké k ní mají patřit. Po přidání souborů si v lokaci už můžeme zobrazit 3D objekt.

Nakonec přidáme architektovi a Ateliéru Velehradský, právo na úpravu budov a lokací v nastavení.

Obrázek 17 - Ukázka místa přidávání souborů do lokace [vlastní]

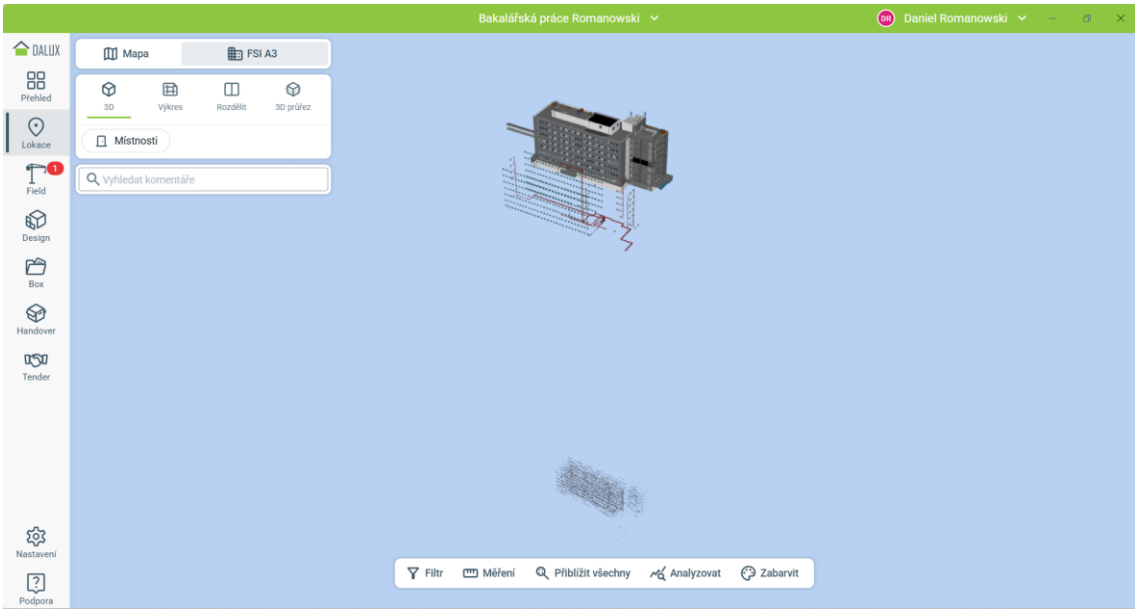


Obrázek 18 - Ukázka zobrazení objektu v modulu lokace [vlastní]

3.2.10 Problémové ifc soubory

Na obrázku 19 můžete vidět, že mimo stavební konstrukce objektu vidíme dva shluky menších objektů, jedná se o rozvody tepla, které se nachází vedle budovy a rozvody elektřiny, které najdeme hluboko pod budovou.

Tento problém nám vzniká tím, že projektanti dané objekty projektovali na jiném souřadnicovém počátku. Dále se naskytly i nějaké ifc soubory, které nešly nahrát, protože jejich souřadnice byly až moc daleko od souřadnic objektu.



Obrázek 19 - Ukázka ifc souborů se špatnými souřadnicemi v modulu lokace [vlastní]

Všechny takovéto soubory označíme v Daluxu jako problémové a zadáme projektantům zpět k předělání souřadnic. Všechny problémy, vady či diskuze budeme řešit po dokončení založení projektu pomocí komentářů.

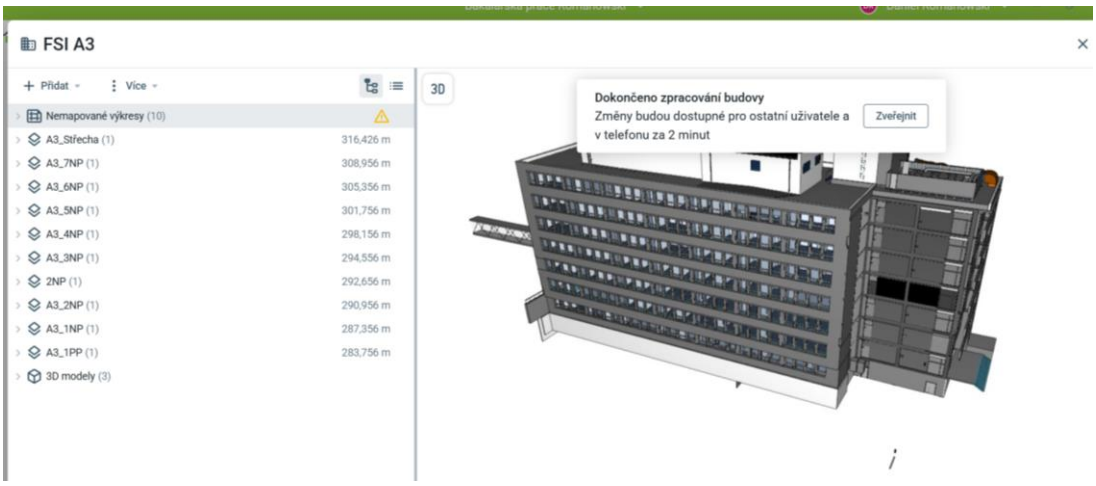
Komentování proběhne následovně. Klikneme si na možnost Nový komentář, zvolíme 02_Vada, vybereme komunikační kanál komunikace nad problémy, uděláme značku okolo prvků, které se nachází mimo objekt, vyplníme stav na podáno, zvolíme odpovědnou osobu na předělání, tady to bude projektant UT, vyplníme předmět a dáme tomu pořádný popisek, ze kterého půjde pochopit, co se po dané osobě chce.

Daná osoba dostane do pošty v Daluxu přidělený komentář a bude se s ním moct vypořádat.

Obrázek 20 - Ukázka komentování ifc, které se nachází mimo objekt v modulu lokace [vlastní]

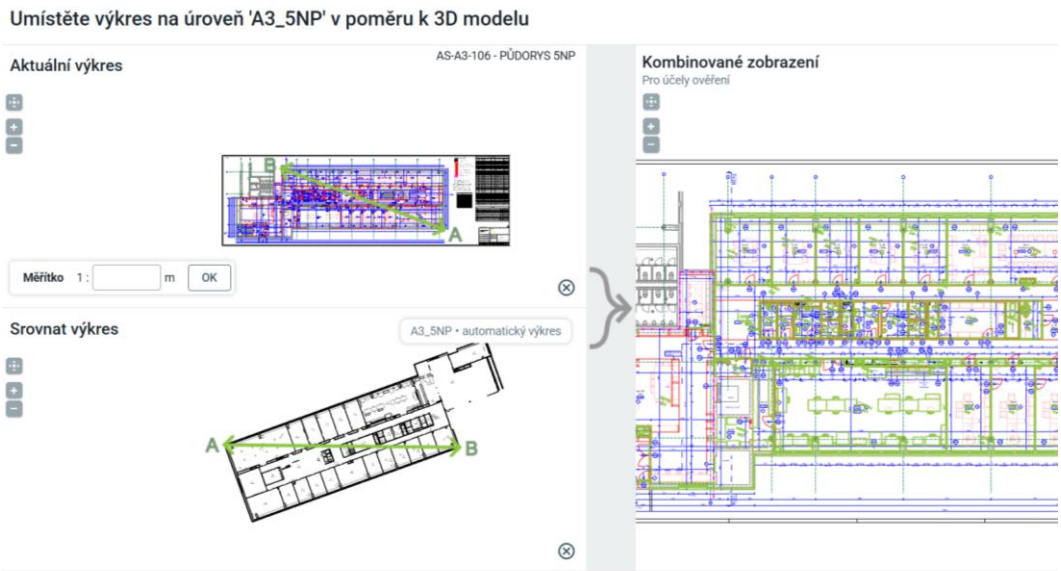
3.2.11 Přidání úrovní a mapování výkresů

Do našeho ifc modelu si přidáme úrovně, do každého patra jednu. Přes tyto úrovně budeme moct namapovat výkresy, v budoucnu pomůžou s jednodušší orientací v budově a s detailní kontrolou provedení.



Obrázek 21 - Ukázka přidaných úrovní v nastavení prostředí Dalux [vlastní]

Dále si namapujeme výkresy na dané patra s danými úrovněmi, musíme si dát pozor na to, abychom úroveň i výkres patřící k danému patru vztáhli k jednomu přesnému bodu.



Obrázek 22 - Ukázka mapování výkresů [vlastní]

3.2.12 Zóny

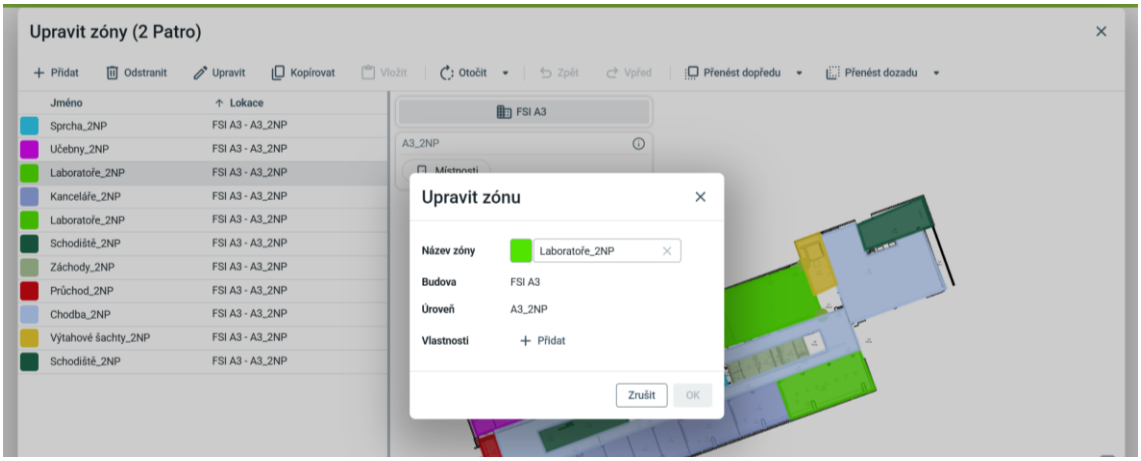
V nastavení Lokace si rozklikneme Zóny a pak si je můžeme přidávat.

Do objektu a jeho jednotlivých pater můžeme přidat zóny a k těm připojit různé typy dokumentů a souborů. Hodí se to třeba pro rozlišení typů místností, nebo míst, kde bude pracovat jaká společnost, či podle technologického postupu, který se v dané části použije.

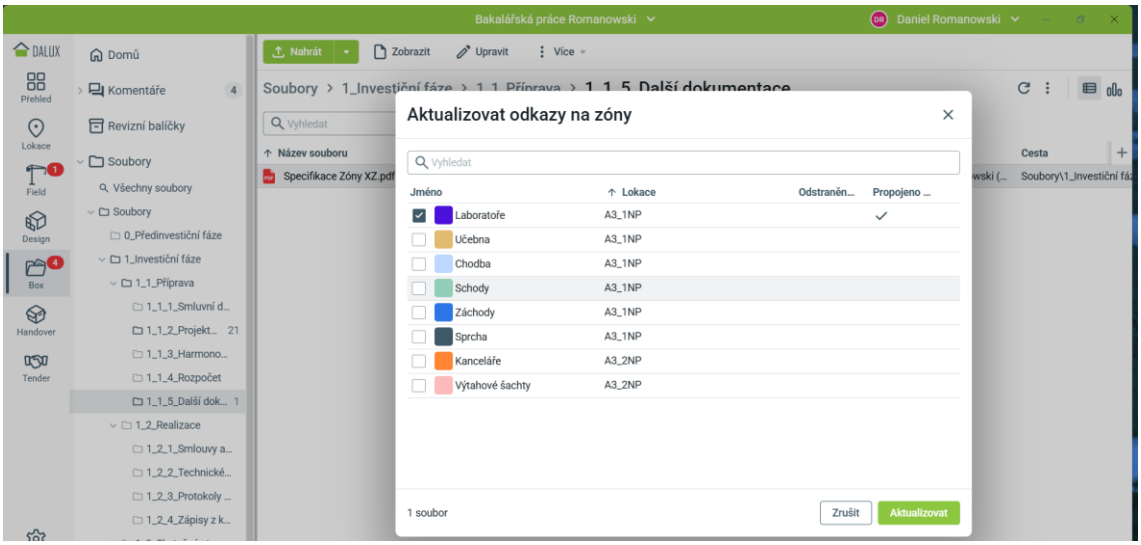
Dané specifikace a hodnotné informace k dané zóně pak ponesou vlastnosti nebo soubory, které jim přiřadíme.

Tyto soubory se nám propojí i do lokace.

V našem projektu si nejdříve vytvoříme vrstvy podle pater a pak do jednotlivých pater přidáme zóny podle typů místností.



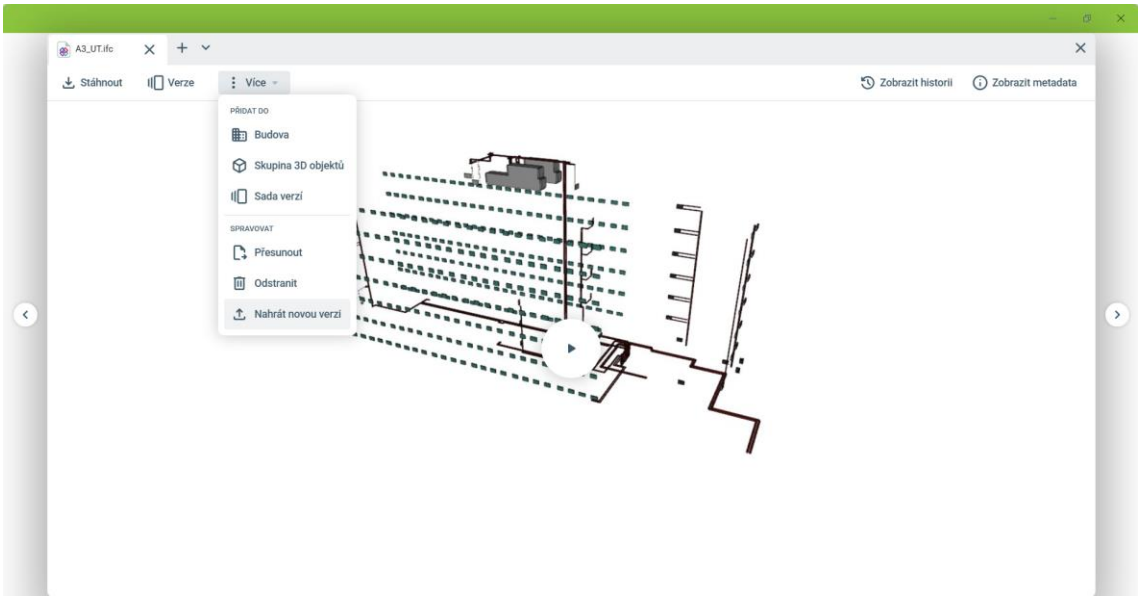
Obrázek 23 - Přidávání zón do vrstvy druhého patra [vlastní]



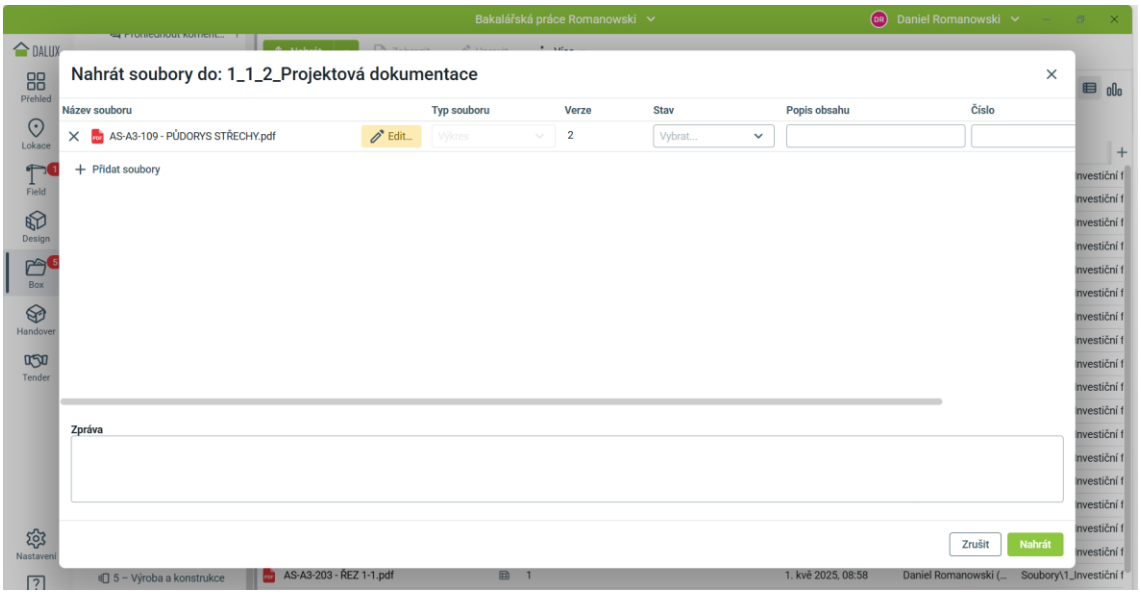
Obrázek 24 - Ukázka připojení souboru k zóně v modulu box [vlastní]

3.2.13 Verzování dokumentů

Nové verze či úpravy dokumentu budeme přidávat tak, že si najedeme ve složce na soubor, který budeme měnit, pak si dáme možnost více, zvolíme nahrát novou verzi a nahrajeme ji. Funguje to i v případě, že nahrajete dokument se stejným názvem, Dalux automaticky vytvoří novou verzi daného souboru. Verze nám pomůžou držet přehled o tom, jak byl daný dokument upravován, a co se v něm měnilo.



Obrázek 25 - Ukázka přidávání nových verzí k souboru, metodou nahrání nové verze [vlastní]

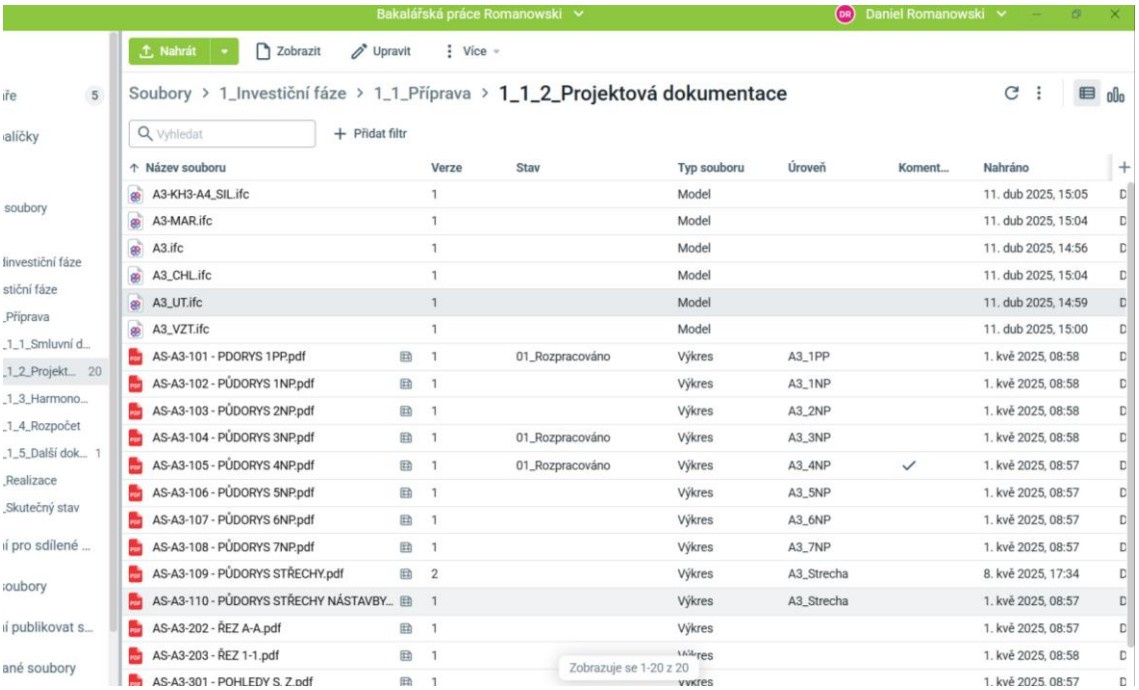


Obrázek 26 - Ukázka přidávání nových verzí k souboru, metodou nahrání souboru se stejným názvem [vlastní]

3.2.14 Metadata

Teď se zaměříme na metadata, jsou to různá data, která jsou o daných souborech automaticky sbírána a zapisována k nim, pro náš projekt si je upravíme pouze v boxu, žádné velké úpravy ani přidávání dalších zavádět nebudeme. Zajdeme do BOXu, a v něm si vpravo nahoře rozklikneme metadata a zaklikneme pro nás ty relevantní.

Poté si je v řádku přetáhneme podle pořadí, jaké chceme. V tomto projektu budou následovně, Název souboru, Verze, Stav, Typ souboru, Úroveň, Komentář, Nahráno, Nahrál uživatel, Změny, dále momentálně méně potřebné, například informace o sdílení a publikaci. Následně můžeme v nastavení, upravit požadavky na metadata, tam si přidáme povinně stav dokumentů a výkresů.

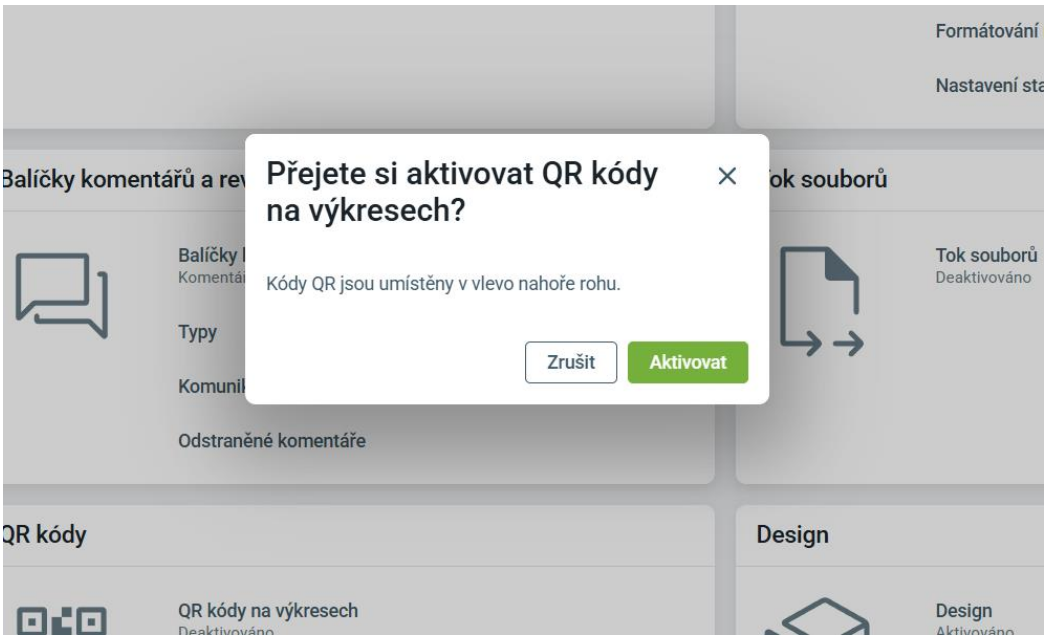


Obrázek 27 - Modul box po upravení metadat [vlastní]

3.2.15 QR kódy

Dalux nabízí i možnost zapnutí si automatického generování QR kódů na tisk výkresů, po naskenování QR kódu potom zjistíte, jestli je papírový výkres, který držíte v ruce aktuální, nebo existuje i novější verze.

Při nastavování si v nastavení tuto možnost zapneme, ale dále se jí v práci nebudeme zabývat, protože ovlivňuje až publikované soubory.



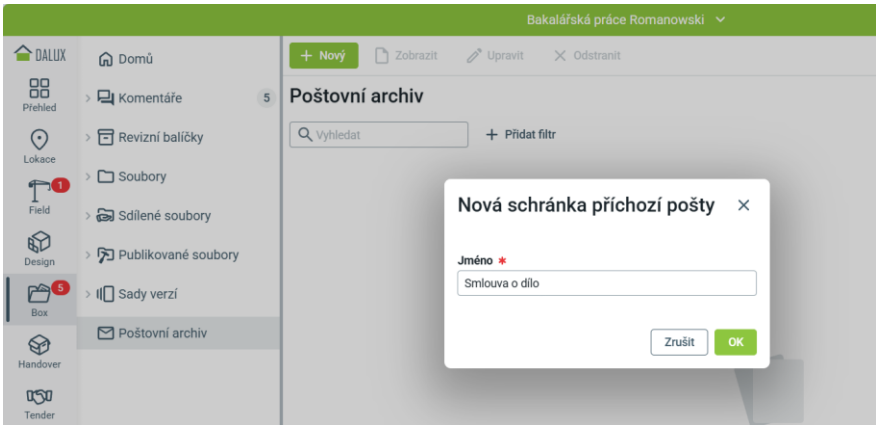
Obrázek 28 - Možnost aktivování QR kódů v nastavení prostředí Dalux [vlastní]

3.2.16 Poštovní archiv

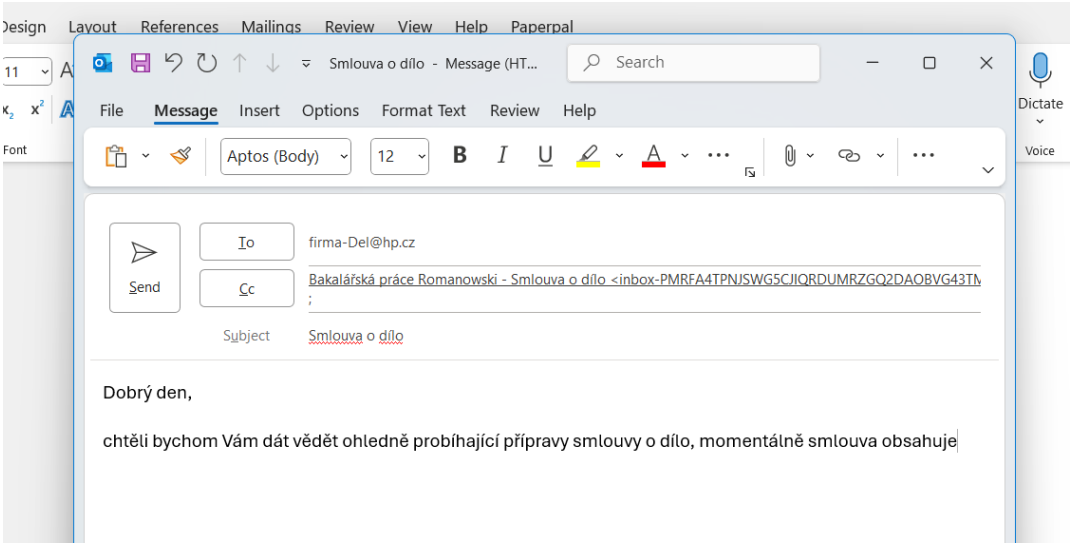
Pro uložení a zachování konverzací, které se nepovedou přímo přes prostředí Daluxu, si založíme poštovní archiv. Budou se v něm uchovávat veškeré poštovní konverzace související s projektem, rozdělené přehledně do jednotlivých schránek.

Poštovní archiv si aktivujeme v nastavení BOXu, a potom v BOXu na něj najedeme a postupně přidáme první okruhy konverzací, které přes něj budou vedeny pomocí přidání schránek. Poté, jak budeme psát mail, tak si jen najdeme v dané schránce její mailovou adresu a přidáme ji do kopie, v případě už proběhlých konverzací je můžeme jednoduše přetáhnout a přidat.

Nakonec si nastavíme, jaká uživatelská skupina maily uvidí a bude je moct stahovat, tam si nastavíme ateliér.



Obrázek 29 - Zakládání nového poštovního archivu v modulu box [vlastní]



Obrázek 30 - Ukázka mailu, kde je poštovní archiv přidaný do kopie [vlastní]

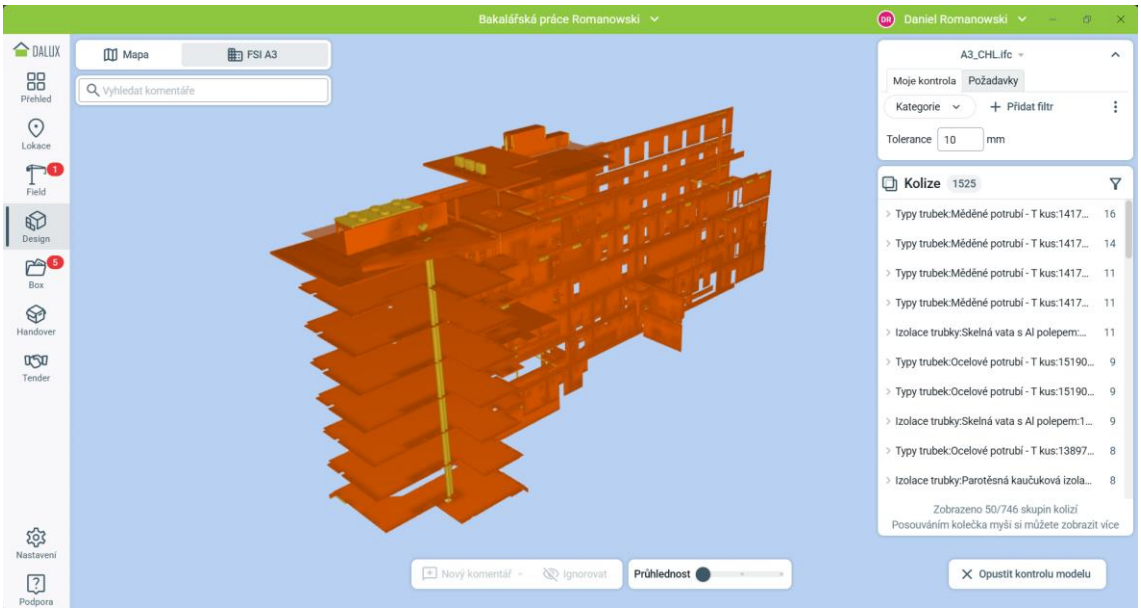
3.2.17 Design

V nastavení si aktivujeme modul design, tento modul nám pomůže kontrolovat modely a výkresy ještě před jejich publikací, nejvíce užitečný je na řešení kolizí.

Do designu nastavíme přístup všem projektantům, architektovi a ateliéru.

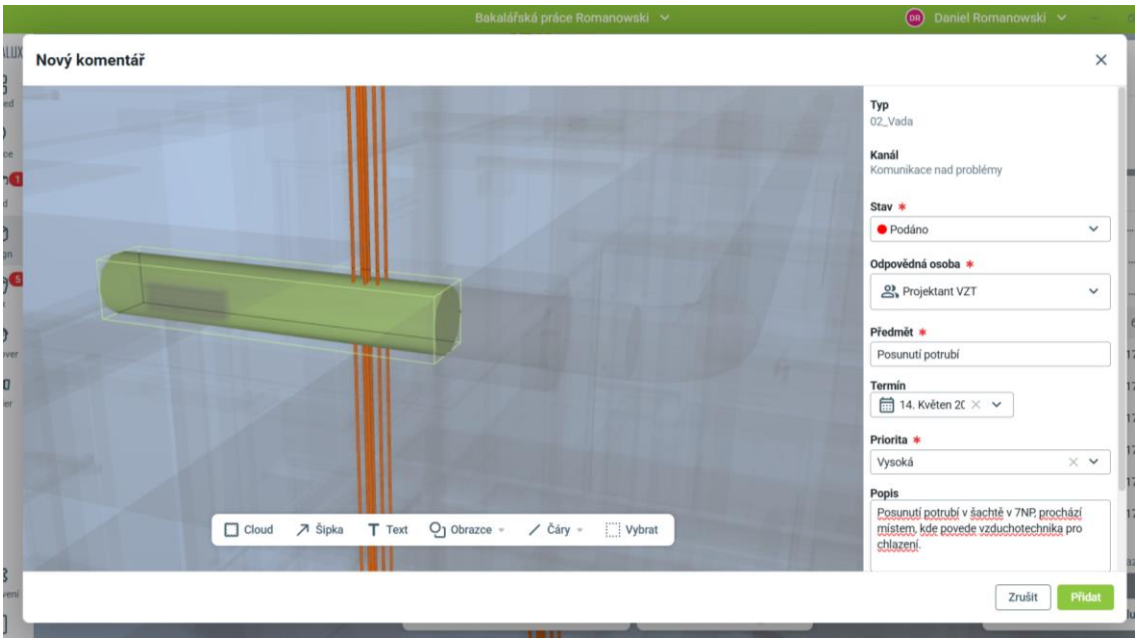
Jakmile máme modul aktivovaný, tak si v něm vybereme, jaký model chceme kontrolovat, já si zvolím klimatizaci, nastavím toleranci na 10 mm a už vidíme, že jenom tento model má 1525 kolizí s ostatními modely při tomto nastavení.

Na obrázku číslo 31 níže vidíme žlutě klimatizaci a oranžově objekty, se kterými koliduje.



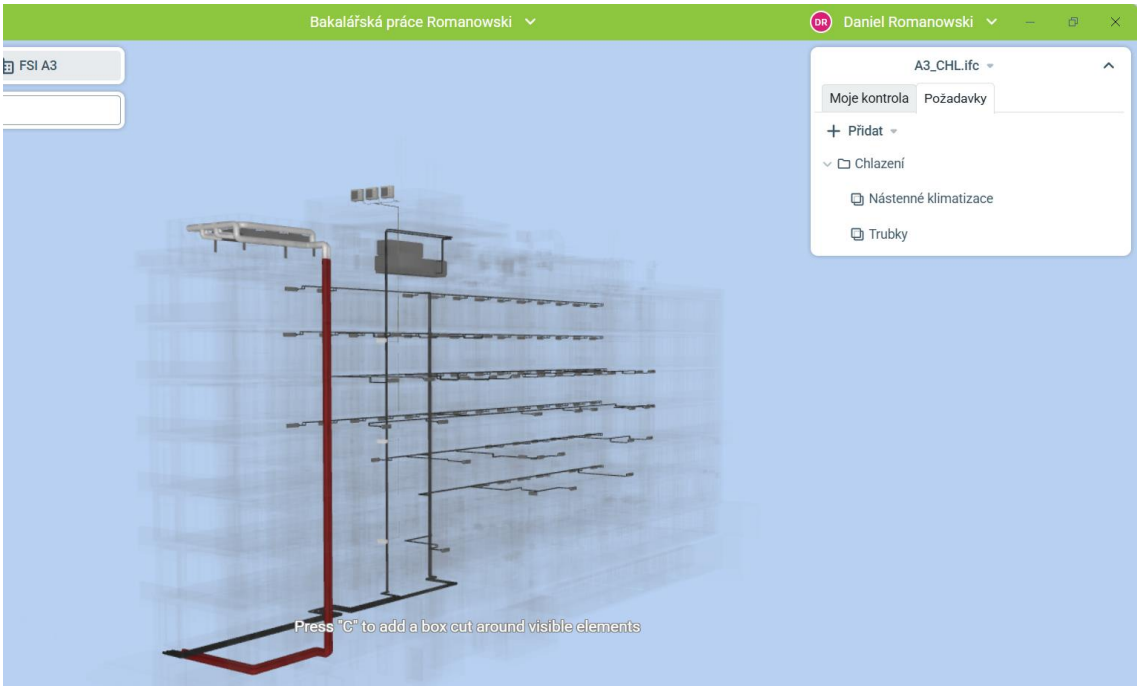
Obrázek 31 - Ukázka kolize klimatizace s podlahami v modulu design [vlastní]

Při konkrétní kolizi si klikneme na problémový prvek, nebo zobrazíme konkrétní místo, a poté přidáme komentář 2_Vada s odkázáním na konkrétní osobu. Takto bychom při projektu prošli všechny kolize, nerelevantní označili jako ignorovat a ty relevantní komentářem odkázali jednotlivě, nebo skupinami na lidi zodpovědné pro vyřešení.

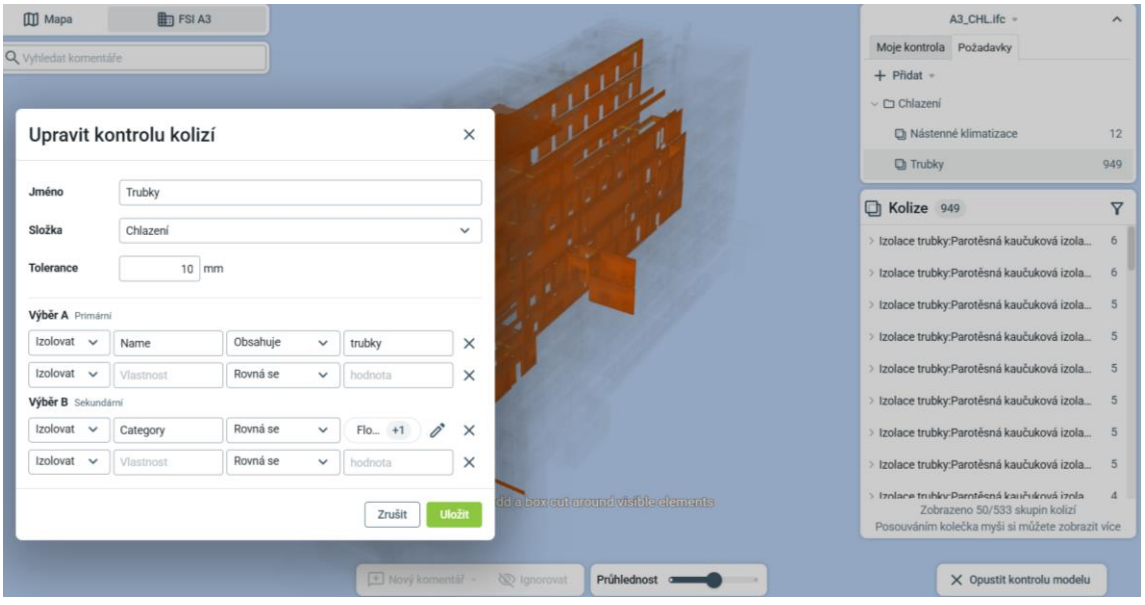


Obrázek 32 - Komentář kolize v modulu design [vlastní]

V případě, že máme více kolizí, kterých jsou desítky až stovky a nebyly by přehledné v jednom komentáři si přidáme v požadavcích vpravo nahoře složku, v tomto případě ji pojmenujeme Chlazení, a dále podle obrázku 34 zadáme parametry, tak abychom zobrazili potřebné kolize, tímto zůstanou lehce přístupné a dohledatelné, v našem případě se ve všech případech jedná o prostupy.



Obrázek 33 - Zobrazení Chlazení s přidanou složkou v modulu design [vlastní]



Obrázek 34 - Nastavení kolizí dle parametrů prvků v modulu design [vlastní]

3.2.18 Kontrola vlastností

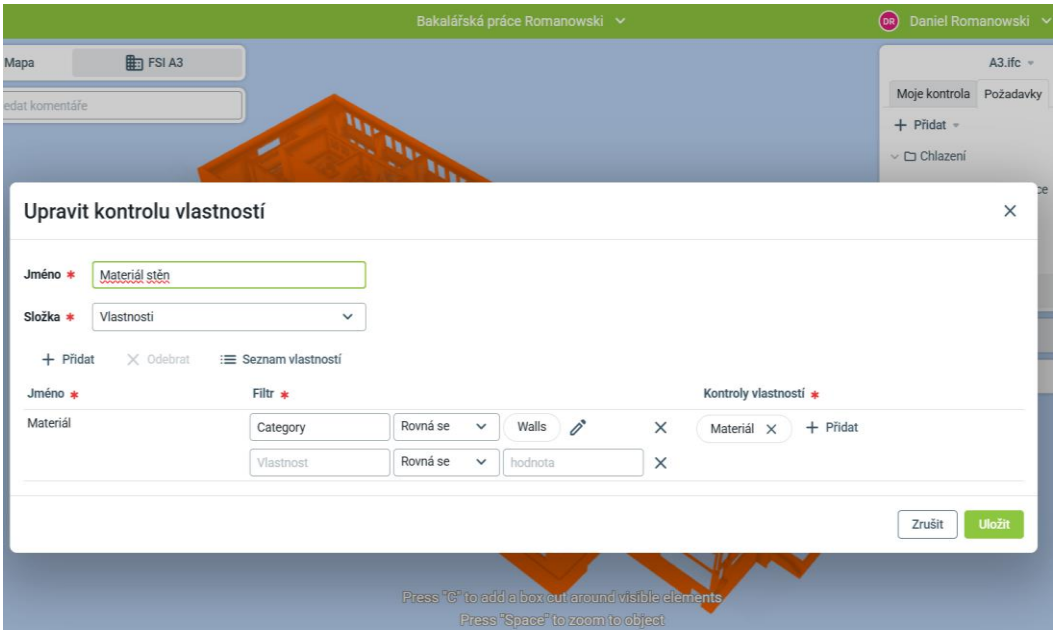
Dále v modulu design můžeme zkusit využít například kontrolu vlastností.

Při ní si založíme další složku se jménem Kontrola, stejně jak jsme vytvořili složku chlazení.

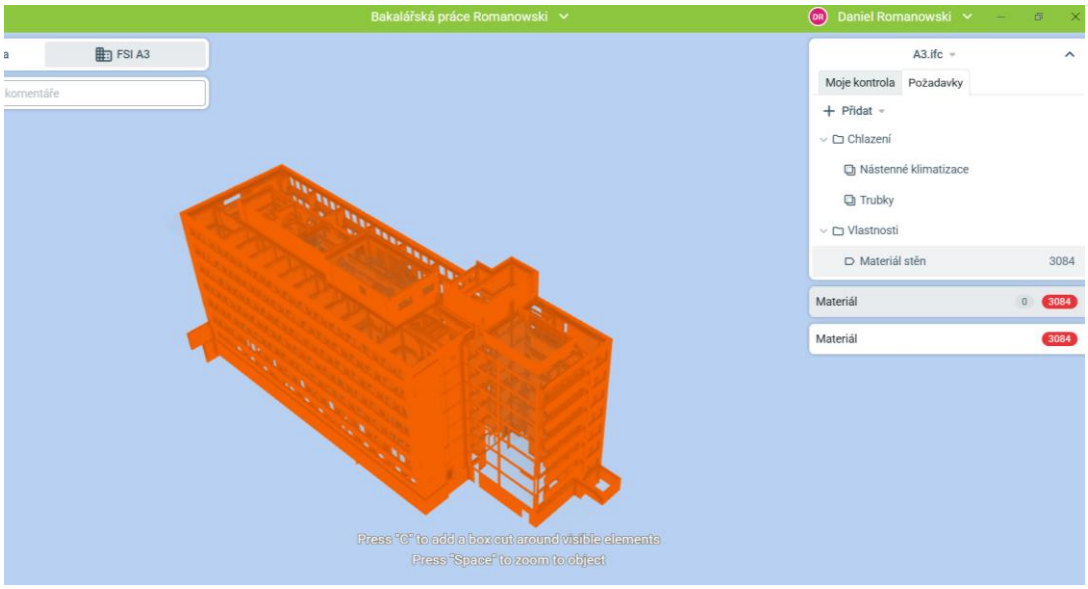
Vyzkoušíme si, jestli a jaké stěny mají z projektu definovaný materiál. Dáme přidat, pak kontrola vlastností, vytvoříme si seznam vlastností, kde definujeme, že nějaká hodnota má být větší, menší než, nebo například musí obsahovat vlastnost, toho využijeme, dáme vlastnost a zvolíme materiál. Poté si kontrolu vyplníme, chtěli jsme zdi, tak si je tam zadáme a přidáme si naši vytvořenou kontrolu viz obrázek 35.

Následně vidíme všechny stěny oranžové viz obrázek 36, to znamená, že žádná naše stěna nemá definovaný materiál, v projektu by to znamenalo komentář pro architekta, či projektanta budovy, aby doplnil ke všem stěnám materiály.

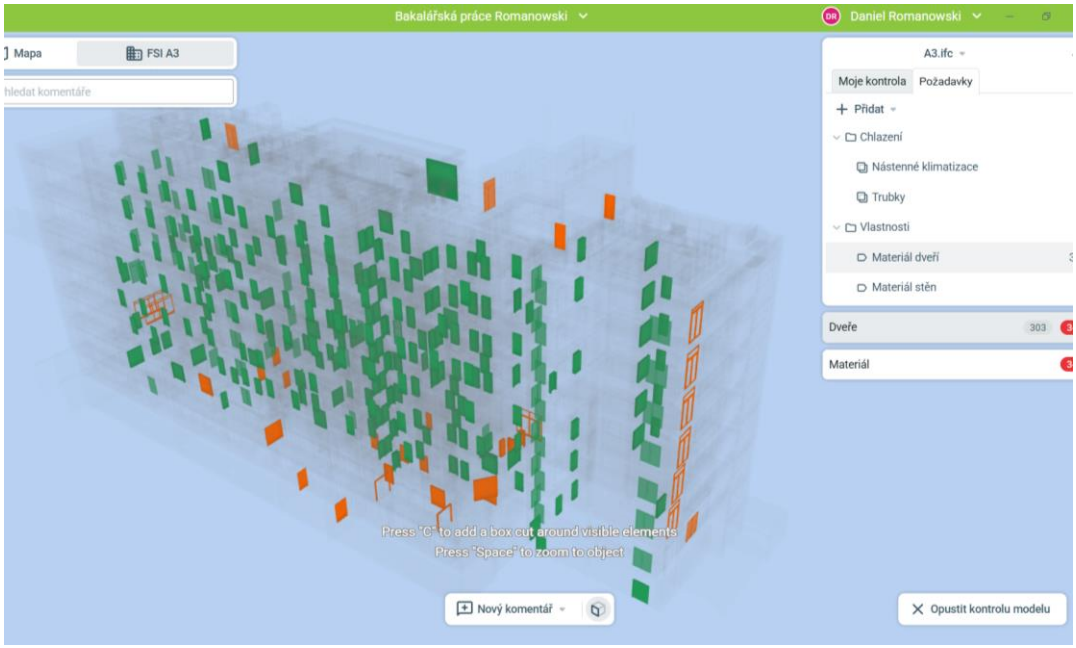
Naopak, jak to má vypadat lépe nám ukáže obrázek 37, kde jsme zkusili materiál u dveří a většina dveří je zelená, což znamená, že mají definovaný materiál, oranžové potká stejný osud jako stěny.



Obrázek 35 - Kontrola vlastností prvků v modulu design [vlastní]



Obrázek 36 – Zobrazení absence popisu materiálu u stěn [vlastní]



Obrázek 37 - Zobrazení absence popisu materiálu u dveří [vlastní]

3.2.19 Lokace

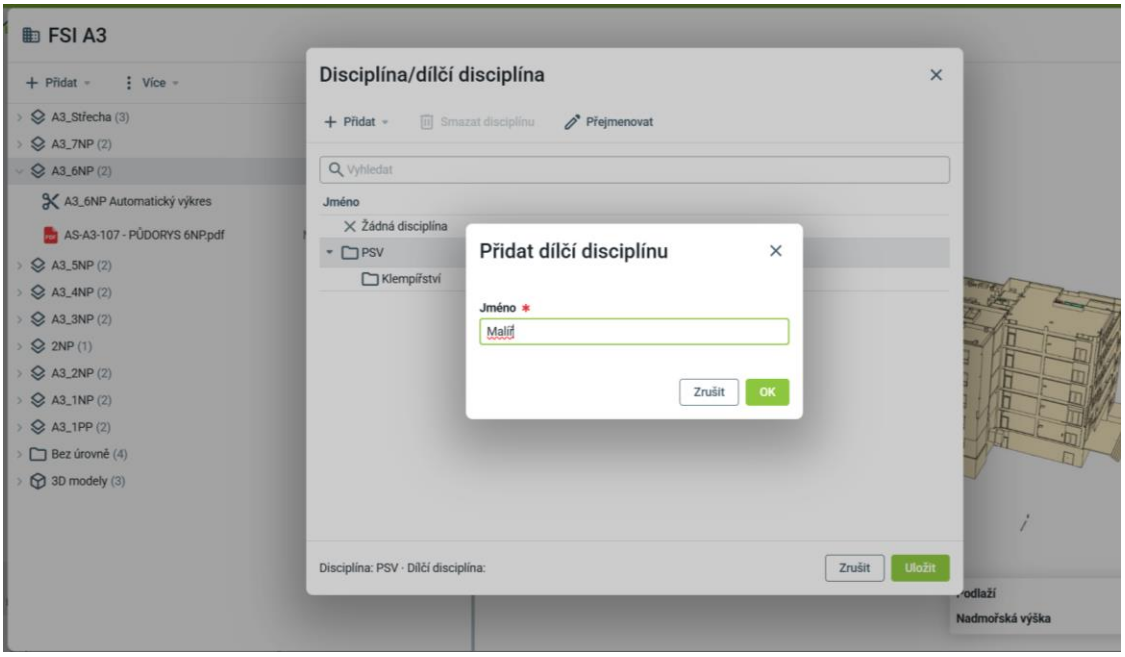
Lokace je modul, který nám bude sloužit, až budou všechny dokumenty připraveny, my dokumenty připraveny nemáme, tak si aspoň popíšeme, čím nám pomůže a co má za hlavní možnosti.

V lokaci máme možnost si zobrazit 3D budovy, výkres, možnost rozdělit, která ukáže jak zároveň výkres, tak 3D model a na výkrese ukazuje přesné místo, kde se nacházíme, poslední zobrazení je 3D řez, které nám ukáže řez 3D modelu podle výkresu a jeho mapování s tím, že v něm dokáže zobrazit i daný výkres.

Obrázek 38 - Zobrazení namapovaného výkresu v řezu, v modulu lokace [vlastní]

Disciplíny a subdisciplíny

Ty si dokážeme nastavit v nastavení lokace, tam si přidáme disciplíny a subdisciplíny viz obrázek 39, a pak do nich můžeme jednoduše přiřadit jednotlivé výkresy, to nám pomůže s orientováním se ve výsledném modelu, s dohledáváním informací a přiřazováním úkolů. Slouží jako taková malá složková struktura v lokaci u modelu.

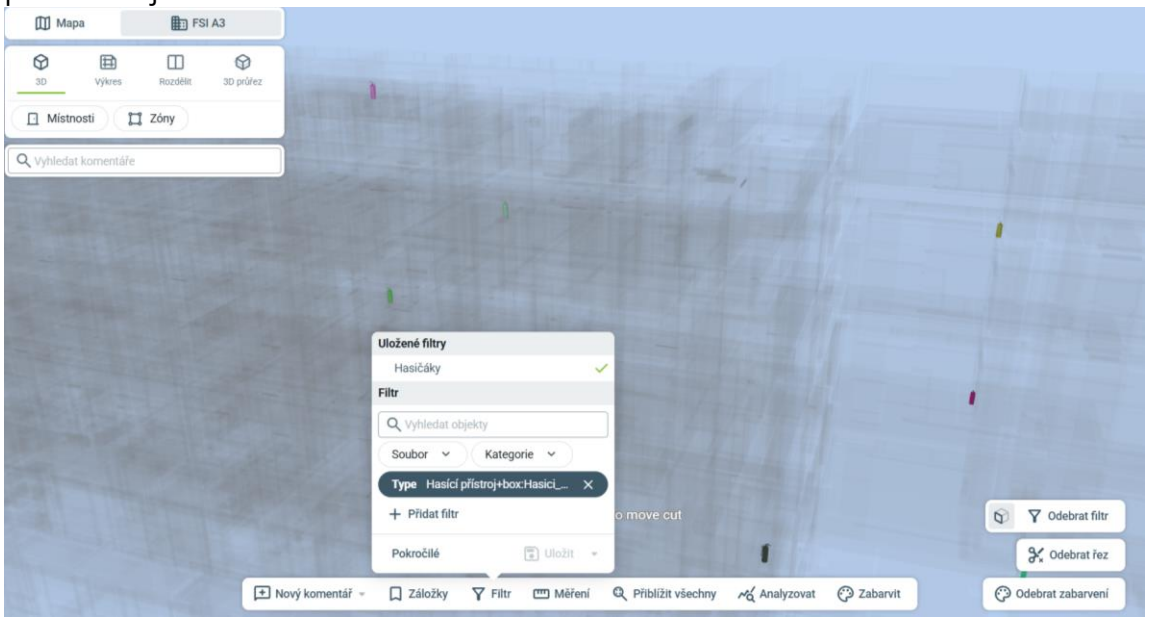


Obrázek 39 - Přidávání disciplín a dílčích disciplín do projektu [vlastní]

Záložky
Z jakéhokoliv zobrazení v lokaci, které momentálně máme, pozice na které jsme, momentálního řezu, zobrazení výkresu, nebo rozděleného zobrazení, tak můžeme udělat záložku, a to přesné zobrazení se nám ukáže kdykoliv na ni klikneme. Tím si dokážeme ukládat důležité zobrazení.

Filtry
Filtry můžeme používat k zobrazování jednotlivých prvků, které chceme filtrovat podle nějaké z jejich vlastností. Ukáže nám to transparentní model a dané prvky. Filtry můžeme také jednotlivě ukládat a tím se k nim můžeme později jednoduše vracet. Na obrázku 40 můžeme vidět využití filtru na Hasičáky a zbarvení podle jejich ID.

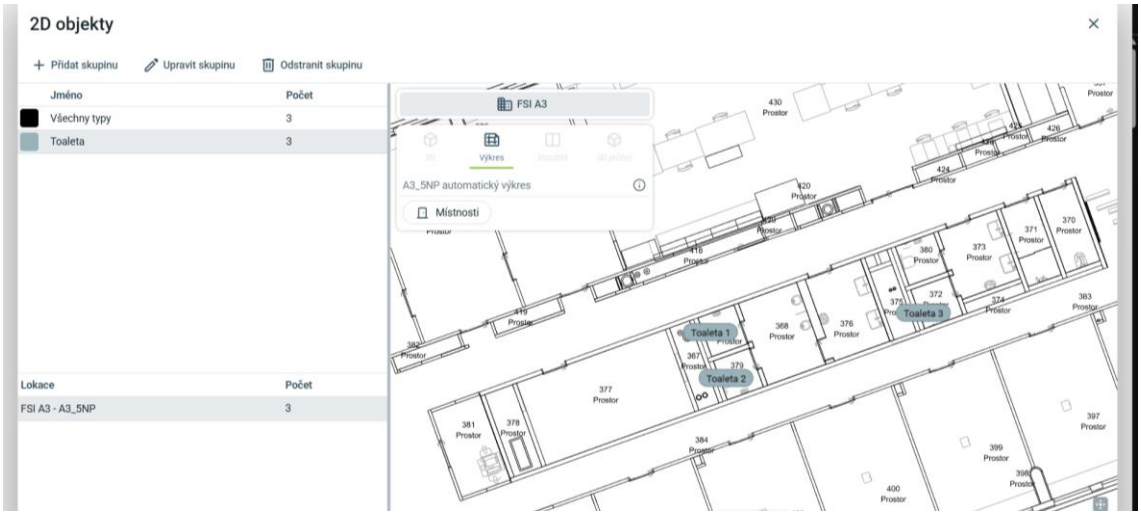
Zabarvit
Může nám pomoct se vyznat mezi různými prvky a dokáže zpřehlednit naše vnímání objektu. Používá se tak, že se vybere nějaké z metadat, podle kterých se mají prvky zbarvit a Dalux jim automaticky přiřadí barvy. Výhodou je, že se to dá používat ve volné kombinaci s filtry a záložkami a dohromady se tyto tři funkce dají používat v jakémkoliv zobrazení v lokaci.



Obrázek 40 - Ukázka použití filtru na hasící přístroje a zabarvení podle ID [vlastní]

Skupiny 2D a 3D objektů

Pro přehlednost v 2D výkresech se dají vytvářet skupiny 2D objektů jejich výběrem, skupiny 3D objektů se pak dají tvořit podle filtrování.

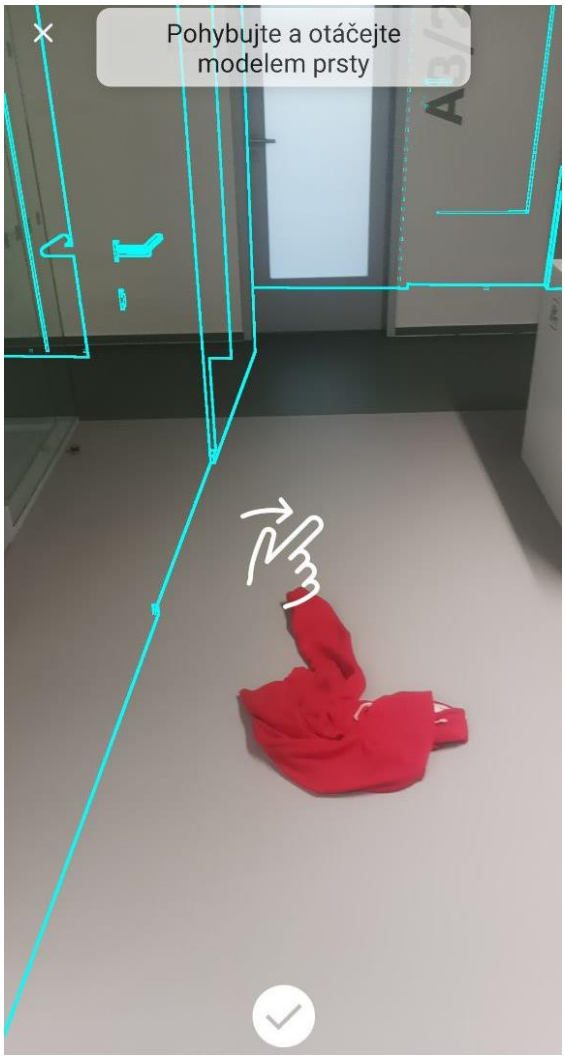


Obrázek 41 - Vytváření skupin 2D objektů, toalet [vlastní]

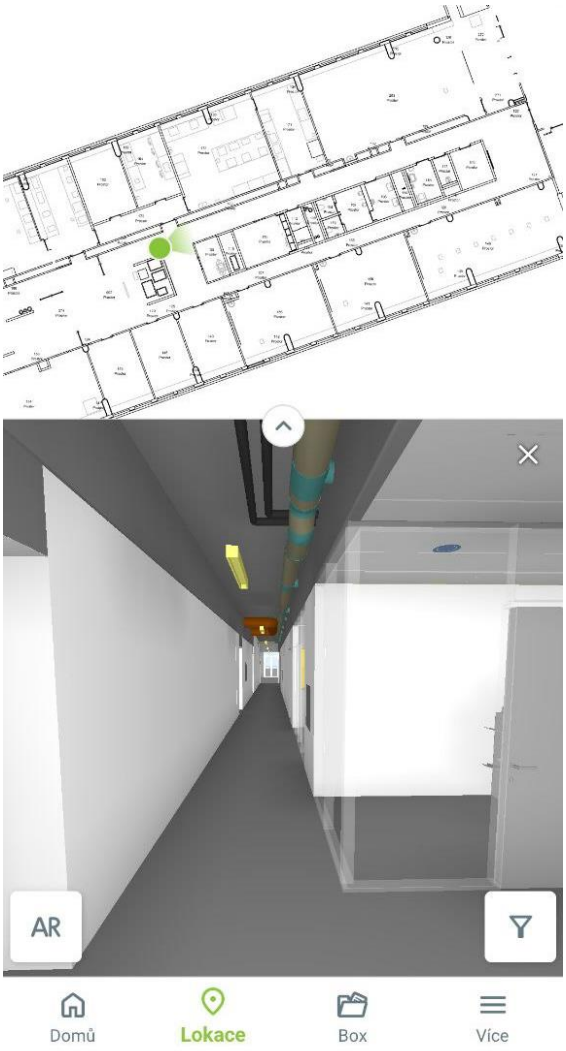
Kontrola stavu rozšířenou realitou

Skvělá možnost na kontrolu provedeného stavu, či se při probíhající stavbě neblížíme k problému, například kolizí konstrukcí. Je to možnost v aplikaci Dalux v mobilu anebo tabletu si zobrazit přes rozšířenou realitu, jak má vypadat daná místnost. Na uživatelovi je si zvolit v jaké místnosti se nachází, určit výšku podlahy, srovnat 3D model s reálným prostorem a pak se už můžete pomocí tabletu, mobilu anebo VR setu dívat na to, kde mají být jaké konstrukce podle modelu a zdali sedí s již provedenými. Tato možnost nám dává skvělý nástroj na kontrolování toho, jestli jde projekt přesně podle jeho navržené dokumentace a možnost objevit problém, nebo problémové místo předtím, než nastane.

Pro využití jsem zašel přímo na místo. Pro názornost jsem si zvolil chodbu v budově A3 2NP, jakmile jsem se dostal na místo otevřel jsem aplikaci Dalux v mobilu, následně si otevřeme modul lokace, ve kterém si najdeme výkres daného podlaží, v tom si zaklikneme, kde se zrovna nacházíme a pak zaklikneme 3D zobrazení, uvidíme poté dvojí zobrazení viz obrázek 43, dále si zaklikneme AR neboli rozšířenou realitu a budeme ji nastavovat.



Obrázek 42 – Mapování 3D modelu na skutečnost, v mobilní aplikaci Dalux [vlastní]



Obrázek 43 – Zobrazení místa, které chceme mapovat v 3D, v mobilní aplikaci Dalux [vlastní]

Proto, aby mi mobil zachytil lépe výšku podlahy, jsem si na zem hodil mikinu, která pro ni vytvořila referenční body, jakmile byla podlaha zachycena, tak jsem model zobrazený tenkými modrými čárami napasoval na skutečné provedení projektu, podle mých zkušeností se nejlépe nastavují na zárubeň dveří anebo na roh, viz obrázek 42.

Obrázek 44 - Pohled přes rozšířenou realitu na hotovou chodbu [vlastní]

Výsledek nastavení vidíme na obrázku 44, kde jde přehledně vidět chodba, veškeré instalace a prvky na ní. Při nastavení úrovně průhlednosti vpravo dole, si můžeme nastavit, jestli uvidíme model anebo skutečný stav.

Pomocí něj vidíme, že stěny, světla, rohy a zárubně nám sedí podle projektu. Dále rozvod vzduchotechniky v pravém horním rohu zaznačené červeně, se nachází na svém místě, jen se nekřižuje s chlazením zaznačené fialově, protože jeho rozvod se v chodbě nejspíše nenachází. Ještě jedné změny si můžeme všimnout, a to je krabice s elektrikou vlevo nahoře a také kabelový žlab, který se v projektu nenachází.

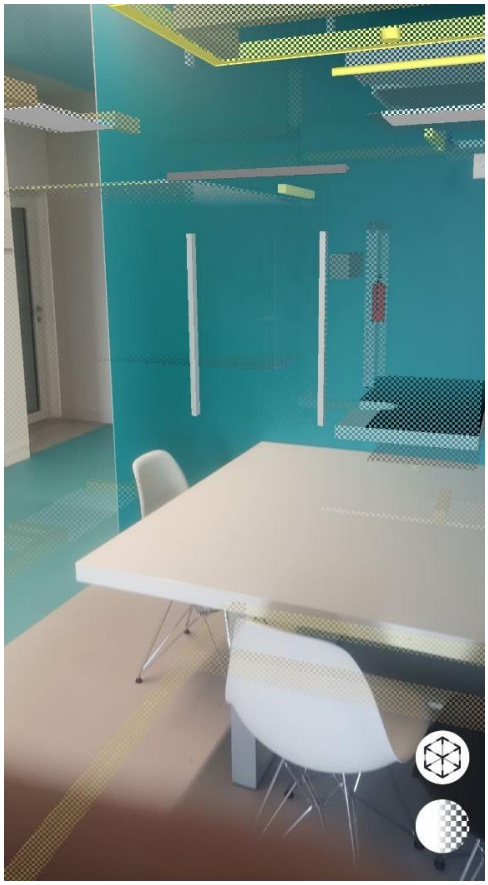
Tyto změny vznikly z důvodu kolizí rozvodů na některých místech a poté zjištěním, že pár stěn je moc úzkých na to, aby tam vedly některé rozvody, jak bylo v plánu.

Kvůli těmto skutečnostem došlo k předělání některých rozvodů, a proto nejsou jako v původním plánu.

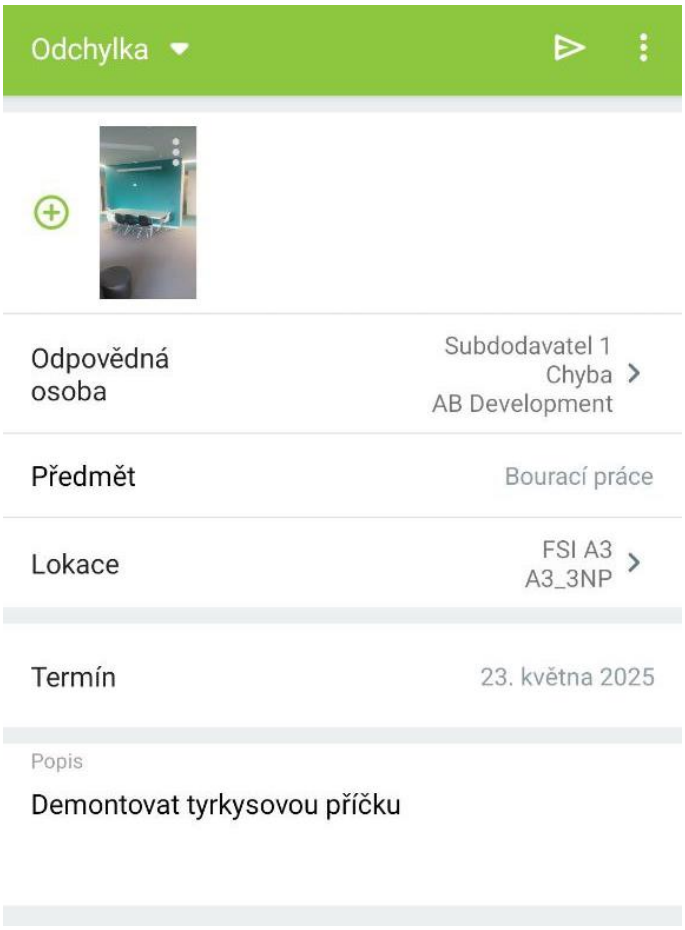
Hlášení vad a nedodělků

Velmi zajímavá možnost, která nám umožňuje přímo na místě vyfotit vadu, nebo nedodělek, poté si v Lokaci najdeme přesné místo v objektu, kde se nacházíme, či na výkresu a zaznačíme ho jako problémové, potom jednoduše, pomocí už nastavených komentářů odkážeme problém na příslušného účastníka projektu. Dělá se to přes aplikaci Dalux v mobilu či tabletu. Pomáhá to hodně v hlášení různých problémů a jejich přesné lokalizaci.

Tím, že už je stavba hotová, tak žádné úkoly nepřiřadíme, ale při použití by to vypadalo takhle. Zjistíme na stavbě, že tam něco není, jak má být, v našem případě přes rozšířenou realitu zjistíme, že v KH3 3NP nemá být podle modelu příčka viz obrázek 45, která se tam nachází. Rozklikneme si výkres 3NP, kde si klikneme na místo, ve kterém se nachází příčka, klikneme přidat si úkol a vyplníme si ho jako na obrázku 46. Následně se podle typu úkolu, dle pracovního postupu, objeví dané osobě, která má problém řešit.



Obrázek 45 - Pohled přes rozšířenou realitu aplikace daluxu v mobilu na příčku, která tam podle modelu není [vlastní]



Obrázek 46 - Vyplňování fiktivního úkolu na odstranění příčky, která tam nepatří [vlastní]

3.3 Field

V kartě Field lze vytvářet jednotlivé pracovní balíčky, tyto balíčky bychom si při projektu nastavili pro jednotlivá řemesla a typy prací. Každý balíček by pak obsahoval několik různých možností toků, například požadavek, chyba, bezpečnost, měly by to být nejčastěji využívané možnosti, tyto jednotlivé toky pak budou mít nastaveny, kdo za ně zodpovídá a kdo na ně dohlíží.

Na stavbě pak lze jednoduše přijít na místo, vyfotit ho a pomocí pracovního balíčku poslat k řešení.

Dotyčné osobě pak přistane v jeho osobní schránce úkolů v modulu Field, ta si pak může vyfiltrovat požadavky podle různých filtrů a metadat, následně vybrat úkol, který chce řešit a zobrazit si veškeré informace k němu podané.

Nabízí možnost si vytvořit vlastní šablonu pro připomenutí úkolů a smluv, ty se automaticky spustí, když nastane u nich nastavená podmínka, například počet dní před datem splnění.

Další možnost je vytvoření formulářů, které si můžeme sami nastavit a upravit podle svého, tyto formuláře můžeme využít například při kontrole osazení dveří, kdy budeme mít checklist věcí, které se musí zkontrolovat.

Kontrola kvality je další možnost, která je podobná formulářům, dá se jakkoliv nastavit a můžeme ji použít například ke zkouškám betonů a zápisům z nich.

3.4 Shrnutí Dalux workflow

S Daluxem pracujeme ve fázi přípravy dokumentace tak, že se na dokumentaci pracuje najednou, aktuální verze se nahrává do Boxu a ve chvíli, kdy je daný soubor připraven, se dá ke schválení pro sdílení. Soubor se může vrátit k předělání anebo může vyhovět, poté se počká, kdy se zde vyskytnou všechny související soubory a v případě nesrovnalostí se vytvoří revizní balíček nad danou skupinou. V momentě, kdy je zkontrolován soubor i všechny s ním související soubory, že nekolidují a jsou v požadované kvalitě, tak se dají k publikaci a tím nám vznikne připravená dokumentace.

Během celého procesu se používá poštovní archiv, pro ukládání důležité komunikace mimo Daluxové prostředí, komentáře pro získání informací, hlášení chyb, nebo podání připomínek a celý proces je automatizovaný.

3.5 Vliv CDE na projekt

3.5.1 Popis vlivů

U CDE, v našem případě Dalux, pozoruji několik pozitivních vlivů na projekt a při ideálním použití můžou mít velký dopad.

Prvním je automatizace procesů a toku informací, kterých docílíme správným nastavením, tímto zefektivníte komunikaci a snížíte čas jejího trvání.

Druhým je zjištění problémových míst a možných kolizí už v předstihu, tato možnost může do projektu přinést velké úspory, hlavně z hlediska času, protože když problémy podchytíte dopředu, tak se vám nestane, že při realizaci čekáte na úpravu dokumentace.

Tyto dva vlivy nám dávají dohromady rychlejší a kvalitnější výstavbu, což je největší bonus CDE.

Třetím a neméně významným vlivem je to, že všechny informace máme přehledně na jednom místě, v jakékoliv fázi životního cyklu projektu nám to šetří čas s jejich dohledáváním a přehledností o aktualitě.

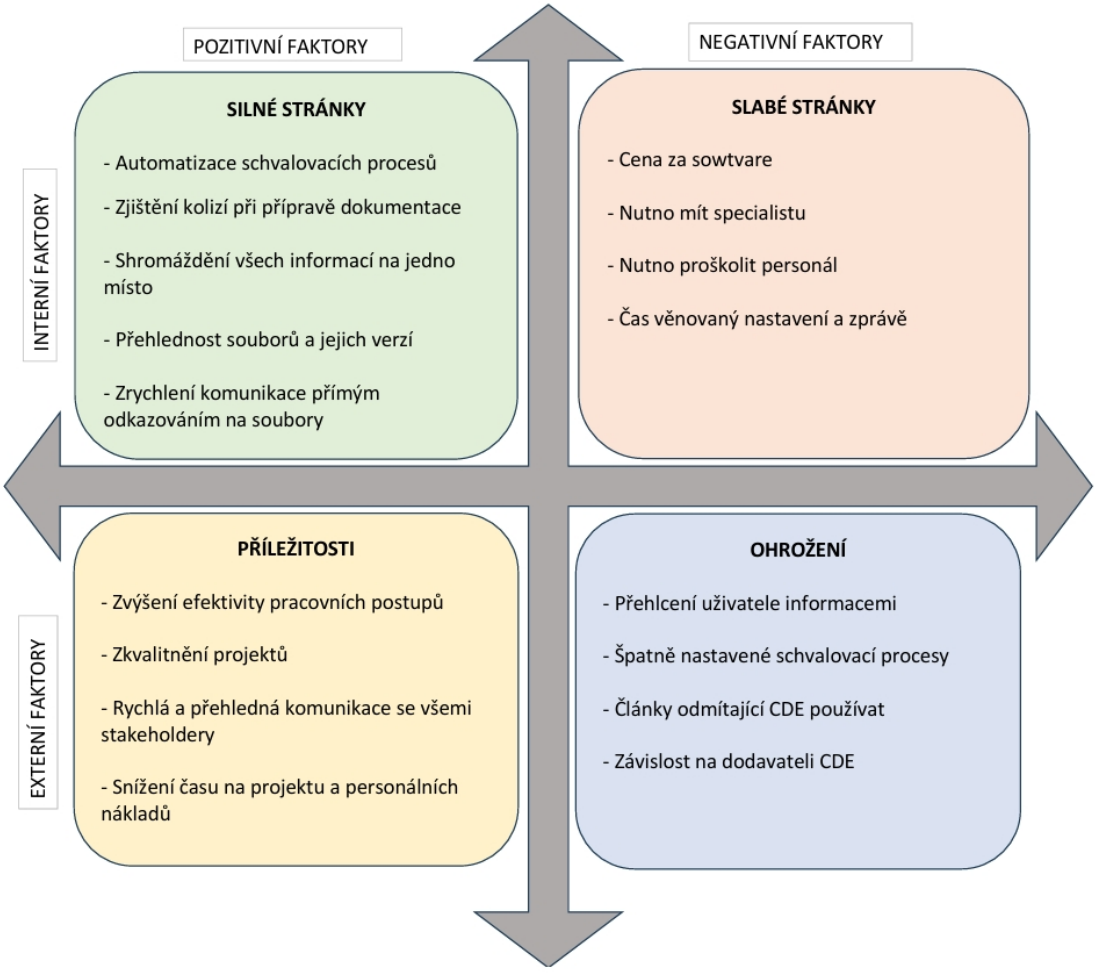
Pozoruji ale také negativní vlivy.

Prvním je čas strávený na přípravě a správě datového prostředí, toto zabere několik schůzek a následně desítky hodin práce pro správce tohoto prostředí.

Druhým je možné zbytečné zkomplikování procesů, které může nastat špatným nastavením.

Třetím je možné přehlcení uživatele zbytečnými informacemi a nepřehlednost pro něj.

Čtvrtým je nutnost proškolit personál, s čímž souvisí i potřeba specialisty na CDE.



Obrázek 47 - SWOT analýza na využití CDE ve stavebnictví [vlastní]

3.5.2 Vyčíslení možných úspor na čase

Na stanovení, kolik času se ušetří při plném používání CDE v přípravě jsem si vyčíslil počet hodin, které na tom strávili jednotliví lidé a zapsal jsem jejich hodinové sazby. Dále jsem na základě znalostí práce s Daluxem a názorem z dané firmy stanovil, kolik mohli jednotliví lidé ušetřit, v případě, že by CDE bylo využito naplno. Následně jsem násobením hodnot dostal sumu peněz 193 600 Kč v případě kdy CDE nebylo využito naplno a 136 200 Kč v případě kdy CDE bylo využito naplno. Což znamená úsporu 57 400 Kč neboli zhruba 30 % na mzdových nákladech při soutěžení.

Příprava	hodiny	sazba	ušetřený čas	ušetřený čas v %	peníze bez použití CDE	peníze s použitím CDE	ušetřené peníze
Obchodní manažer	70	920	20	29%	64.400	46.000	18.400
Přípravář obchodní 1	110	700	35	32%	77.000	52.500	24.500
Přípravář obchodní 2	90	580	25	28%	52.200	37.700	14.500
Celkem	270		80	30%	193.600	136.200	57.400

Tabulka 4 – Peněžní vyčíslení ušetřeného času v části příprava na projekt, při plném použití CDE v projektu [vlastní]

V případě realizace jsem si vyčíslil, kolik času na stavbě strávili jednotliví lidé ve vedení realizace projektu a zapsal jsem si jejich hodinové sazby. Dále jsem na základě znalostí práce s Daluxem a názorem z dané firmy stanovil, kolik mohli jednotliví lidé ušetřit, v případě, že by CDE bylo využito naplno. Následně jsem násobením hodnot dostal sumu peněz 4 351 250 Kč v případě, kdy CDE nebylo využito naplno a 3 454 000 Kč v případě, kdy CDE bylo využito naplno, což znamená úsporu 879 250 Kč neboli zhruba 20 % na mzdových nákladech při realizaci.

Realizace	hodiny	sazba	ušetřený čas	ušetřený čas v (%)	peníze bez použití CDE	peníze s použitím CDE	ušetřené peníze
Projekt manažer	1145	1000	310	27%	1.145.000	835.000	310.000
Hlavní stavbyvedoucí	1780	750	345	19%	1.335.000	1.076.250	258.750
Pomocný stavbyvedoucí 1	1320	600	195	15%	792.000	675.000	117.000
Pomocný stavbyvedoucí 2	1035	550	150	14%	569.250	486.750	82.500
Výrobní přípravář	850	600	215	25%	510.000	381.000	129.000
Celkem	6130		1215	20%	4.351.250	3.454.000	897.250

Tabulka 5 – Peněžní vyčíslení ušetřeného času v části realizace projektu, při plném použití CDE v celém projektu [vlastní]

3.5.3 Vyčíslení možných úspor na vícepracích

Analýzu, kolik se mohlo ušetřit na vícepracích, jsem udělal následujícím způsobem, prošel jsem jednotlivé změnové listy, které byly k vícepracím vytvořeny a ty, kterým se dalo předejít plným použitím CDE, například chyby v projektové dokumentaci, kolize v konstrukcích, chybějící prvky či povrchové úpravy jsem vepsal do levého sloupce tabulky 6 a ty, které vznikly nemožným kompletním průzkumem staveniště, jsem dal do pravého sloupce tabulky 6. Následně součtem mi vyšla částka 3 169 175,67 Kč, neboli 2,23 % z finální ceny projektu mohly být ušetřeny.

Změnové listy	CDE mohlo mí vliv	CDE by nemělo mít vliv
Změnový list 1		2.161.740,03
Změnový list 2	1.144.034,70	
Změnový list 3	853.208,46	
Změnový list 4		1.707,83
Změnový list 5	62.227,51	
Změnový list 6		1.412.023,61
Změnový list 7		678.170,90
Změnový list 8		3.557.794,93
Změnový list 9		55.923,35
Změnový list 10	63.573,00	925.805,04
Změnový list 11	36.765,94	-14.128,02
Změnový list 12	152.957,96	
Změnový list 13	510.462,15	-134.206,59
Změnový list 14	130.092,03	
Změnový list 15	23.060,12	
Změnový list 16	192.793,80	-12.383,82
Suma	3.169.175,67	8.632.447,26
% z finální ceny	2,23%	6,08%

Tabulka 6 - Vyčíslení možných úspor na vícepracích při plném využití CDE v projektu [vlastní]

4 Závěr

V této bakalářské práci jsem se věnoval využití CDE na konkrétním stavebním projektu a připojil jsem i popis, jak CDE může ovlivňovat další stavební projekty.

V teoretické části jsem začal popisem BIMu a CDE, protože CDE je neodmyslitelně součást BIMu. Popsal jsem, co to je, jaké má součásti, co s nimi lze dělat, jak na tom jsou ve světě a jaký mají potenciál. Přitom jsem zjistil, že jsou obrovské rozdíly, jak mezi jednotlivými částmi světa v implementaci, tak mezi potenciálem BIMu a jeho výsledným využitím. Dle nalezených informací lze také usoudit, že se můžeme v následujících letech těšit na další rozvoj BIMu, různých jeho možností a že bude vést rozvoj ve výstavbě.

Dále, v praktické části, jsem popsal projekt, u kterého jsem potom fiktivně vytvářel, jak by mohl vypadat, kdyby se na něm použilo CDE plně od začátku.

Začal jsem krok po kroku nastavováním prostředí Dalux, přidal jsem případy využití a následně jsem konkrétní případy vyzkoušel a popsal.

K závěru jsem shrnul, jak bude můj fiktivní projekt fungovat a dále už jsem se dal na popis vlivů CDE na projekt, který jsem zakončil finančním vyčíslením několika vlivů.

Tímto jsem zjistil, že možná časová úspora na daném projektu mohla být v hodnotě 954 650 Kč a úspora na vícepracích 3 169 175,67 Kč, to nám dohromady dává 4 123 825,67 Kč. Na projektu, který ve finální částce stál 141 867 727,63 Kč, což nám říká, že jenom v přípravě a realizaci projektu se mohlo ušetřit 3 % z celkové částky.

V práci jsem zmínil také nevýhody, které s sebou CDE přináší, anebo může přinést a dále výhody, které má. Toto jsem shrnul do jednoho celku a zjistil jsem, že v případě školeného personálu jsou přínosy pro projekty markantní a můj odhad je, že by měly růst exponenciálně s velikostí projektu.

Tímto bych chtěl říct, že za mě používání CDE a jeho nástrojů má ve velkých projektech smysl a přínos.

5 Seznam použité literatury

[1] BORRMANN, André, Markus KÖNIG, Christian KOCH a Jakob BEETZ. *Building Information Modeling* [online]. SpringerLink, 2018 [cit. 2025-02-14]. ISBN 978-3-319-92862-3. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3

[2] BIM – klady a zápory ve vztahu k efektivní komunikaci. *TZB-info* [online]. [cit. 2025-05-28]. Dostupné z: https://www.tzb-info.cz/bim-informacni-model-budovy/23698-bim-klady-a-zapory-ve-vztahu-k-efektivni-komunikaci

[3] ČESKÁ AGENTURA PRO STANDARDIZACI. *Koncepce BIM* [online]. 2025 [cit. 2025-02-14]. Dostupné z: https://koncepcebim.gov.cz/

[4] LIU, Ziiing, Choosak PORNSING a Noppakun SANGKHIEW. Advantages of BIM Technology Application: A Case Study of a Construction Company. In: *2023 International Conference on Advanced Enterprise Information System (AEIS)* [online]. London, United Kingdom: IEEE Xplore logo, 2023, s. 5 [cit. 2025-02-14]. Dostupné z: doi:10.1109/AEIS61544.2023.00023

[5] Project BIM Execution Planning (BEP) Standard. *National Institute of Building Sciences* [online]. 2025 [cit. 2025-04-10]. Dostupné z: https://www.nibs.org/nbims/v4/bep

[6] SAFIKHANI, Saeed, Stephan KELLER, Gerald SCHWEIGER a Johanna PIRKER. Immersive virtual reality for extending the potential of building information modeling in architecture, engineering, and construction sector: systematic review. *Taylor & Francis* [online]. 2022, **2022**(1), 24 [cit. 2025-02-14]. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1080/17538947.2022.2038291

[7] RANE, Nitin. Integrating Building Information Modelling (BIM) and Artificial Intelligence (AI) for Smart Construction Schedule, Cost, Quality, and Safety Management: Challenges and Opportunities. *SSRN* [online]. 20 [cit. 2025-02-14]. Dostupné z: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4616055

[8] GOYAL, Lovnesh Kumar, Rajiv CHAUHAN, Raman KUMAR a Hardeep SINGH RAI. Use of BIM in Development of Smart Cities. *Iopscience* [online]. 2020 [cit. 2025-04-02]. Dostupné z: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/955/1/012010/pdf

[9] TALEBI, Saeed. Exploring advantages and challenges of adaptationand implementation of BIM in project life cycle. In: *2nd BIM International Conference on Challenges to Overcome* [online]. University of Salford Manchester, 2014, s. 20 [cit. 2025-02-14]. ISBN 9789892054278. ISSN http://www.bimforum.com.pt/index.php/en/. Dostupné z: https://salford-repository.worktribe.com/output/1423883

[10] COATES, Sp, Y ARAYICI, K KOSKELA, M KAGIOGLOU, C USHER a K O'REILLY. The key performance indicators of the BIM implementation process. In: *Computing in Civil and Building Engineering, Proceedings of the International*

Conference [online]. 2010, s. 6 [cit. 2025-02-14]. ISBN 9781907284601. Dostupné z: https://salford-repository.worktribe.com/output/1462020

[11] GANAH, Abdulkadir a Gavin LEA. A GLOBAL ANALYSIS OF BIM STANDARDS ACROSS THE GLOBE: A CRITICAL REVIEW. *Journal Of Project Management Practice (JPMP)* [online]. 2021, **2021**(1), 9 [cit. 2025-02-14]. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.22452/jpmp.vol1no1.4

[12] ABUEBEID, Marwan a Ysemin NIELSEN. A Review of BIM Standards in the Global AEC Industry and BIM Roles of Project Stakeholders. *GSTF Journal of Engineering Technology (JET)* [online]. 2018, **2018**(5), 9 [cit. 2025-02-14]. Dostupné z: https://dl6.globalstf.org/index.php/jet/article/viewFile/1951/1951

[13] IBRAHIM, Mwafaq Yousif a Dhuha Abdulgani AL-KAZZAZ. A comparative analysis of BIM standards and guidelines between UK and USA. *Journal of Physics: Conference Series* [online]. Írák, 2021, **2021**(1973), 12 [cit. 2025-02-14]. ISSN 1742-6596. Dostupné z: doi:10.1088/1742-6596/1973/1/012176

[14] VORBECK, Thomas a Nadine WILLS. *The Current State of BIM on Existing Buildings: The Case of Germany* [online]. 2022 [cit. 2025-04-04]. Dostupné z: https://www.thm.de/wi/images/vXORD7JO.pdf

[15] *BIM Germany* [online]. 2025 [cit. 2025-04-04].

[16] SULEIMAN, Akram a Samaher ASAAD. BIM implementation in the middle east construction: evaluating the prospects and challenges. *E3S Web Conf.* [online]. 2024, **11**(579), 13 [cit. 2025-04-04]. Dostupné z: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2024/109/e3sconf_iccue2024_03004.pdf

[17] CHAREF, Rabia, Hafiz ALAKA a Stephen EMMITT. Beyond the third dimension of BIM: A systematic review of literature and assessment of professional views. *Journal of Building Engineering* [online]. 2018, (19), 242-257 [cit. 2025-04-09]. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710217306320

[18] MARIAN-VALENTIN, POPESCU, STOIAN MĂDĂLINA a GRECU ANDREEA. Aesthetics and Visualization of Building Projects in BIM Environment. *Romanian Journal of Civil Engineering (Revista Română de Inginerie Civilă)* [online]. 2023, **14**(2) [cit. 2025-04-04]. Dostupné z: https://www.rric.ro/reviste/articole/vol14nr2art7.pdf

[19] ABDEL-HAMID, Mohamed a Hanaa MOHAMED ABDELHALEEM. Project cost control using five dimensions building information modelling. *International Journal of Construction Management* [online]. Taylor & Francis, 2021, (3), 405-409 [cit. 2025-04-04]. Dostupné z: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15623599.2021.1880313

[20] ACCA SOFTWARE. The 10 dimensions of BIM. *BibLus* [online]. 2024 [cit. 2025-04-09]. Dostupné z: https://biblus.accasoftware.com/en/bim-dimensions/

[21] If Buildings Can Be Designed in 5D, Why is the Industry Still Arguing in 2D? *Couldn't find publisher* [online]. [cit. 2025-05-28]. Dostupné z: https://smortr.substack.com/p/if-buildings-can-think-in-5d-why?utm_medium=web

[22] PREIDEL, Cornelius, André BORRMANN, Hannah MATTERN, Markus KÖNIG a Sven-Eric SCHAPKE. Common Data Environment. In: *SpringerLink* [online]. s. 279-291 [cit. 2025-02-14]. Dostupné z: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-92862-3_15

[23] How to Manage the Common Data Environment and why it matters? DESAPEX. *Medium* [online]. [cit. 2025-05-28]. Dostupné z: https://medium.com/@Desapex/how-to-manage-the-common-data-environment-and-why-it-matters-b1a10d1c5719

[24] Common Data Environment. *SpringerLink* [online]. [cit. 2025-05-28]. Dostupné z: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-92862-3_15

[25] Dalux Field. *Dalux* [online]. 2024 [cit. 2025-02-14]. Dostupné z: https://www.dalux.com/cs/produkty/field-basic/

[26] Dalux Box. *Dalux* [online]. 2024 [cit. 2025-02-14]. Dostupné z: https://www.dalux.com/cs/produkty/dalux-box/

[27] Dalux Lokace. *Dalux Helpcenter* [online]. [cit. 2025-04-10]. Dostupné z: https://dalux.zendesk.com/hc/cs/categories/4405295035154-Lokace

[28] Dalux IntraField. *Dalux* [online]. [cit. 2025-04-10]. Dostupné z: https://www.dalux.com/cs/produkty/dalux-infrafield/

[29] *Dalux* [online]. 2024 [cit. 2025-02-14]. Dostupné z: https://www.dalux.com/cs/

[30] Dalux Handover. *Dalux* [online]. [cit. 2025-04-10]. Dostupné z: https://www.dalux.com/cs/dalux-handover/

[31] DALUX FM. *Dalux* [online]. [cit. 2025-04-10]. Dostupné z: https://www.dalux.com/products/dalux-fm/

[32] NOARDO, Francesca, Ken Arroyo OHORI, Thomas KRIJNEN a Jantien STOTER. An Inspection of IFC Models from Practice. *Applied Sciences* [online]. 2021, (5), 11 [cit. 2025-05-28]. Dostupné z: https://www.mdpi.com/2076-3417/11/5/2232

6 Seznam použitých zkratek a symbolů

A3 - Zkratka pro budovu komplexu Strojního inženýrství VUT
AI - Artificial inteligence
AR - Augmented reality
BEP - BIM execution plan
BIM - Building information modeling
CDE - Common data environment
FM - Facility management
FSI - Fakulta strojního inženýrství
KH3 - Zkratka pro budovu komplexu Strojního inženýrství VUT
VR - Virtuální realita
VUT - Vysoké učení technické

7 Seznam použitých obrázků

Obrázek 1 - Jednotlivé součásti BIM [2] 13
Obrázek 2 - Dimenze BIMu [21] 22
Obrázek 3 - Znázornění fungování CDE [23] 24
Obrázek 4 - Řízení stavů dokumentů podle ISO/DIS 19650-1 [24] 24
Obrázek 5 – Možná organizační struktura přípravy projektu [vlastní] 29
Obrázek 6 – Nastavená složková struktura v prostředí Dalux [vlastní] 31
Obrázek 7 – Přidávání uživatelských skupin do prostředí Dalux [vlastní] 32
Obrázek 8 - Přidávání uživatelských práv skupinám v prostředí Dalux [vlastní] 32
Obrázek 9 - Přidávání stavů dokumentů v prostředí Dalux 33
Obrázek 10 – Přidávání možnosti sdílet a publikovat soubory v prostředí Dalux [vlastní] 34
Obrázek 11 - Přidávání toku pro sdílení ZTI v prostředí Dalux [vlastní] 35
Obrázek 12 - Přehled toků souborů, které jsme vytvořili v prostředí Dalux [vlastní] 35
Obrázek 13 - Ukázka komentářů, které jsme nastavili v prostředí Dalux [vlastní] 36
Obrázek 14 - Komunikační kanály, které jsme nastavili v prostředí Dalux [vlastní] 37
Obrázek 15 - Vytváření revizních balíčků v prostředí Dalux [vlastní] 38
Obrázek 16 - Náhled na revizní balíček v prostředí Dalux [vlastní] 38
Obrázek 17 - Ukázka místa přidávání souborů do lokace [vlastní] 39
Obrázek 18 - Ukázka zobrazení objektu v modulu lokace [vlastní] 39
Obrázek 19 - Ukázka ifc souborů se špatnými souřadnicemi v modulu lokace [vlastní] 40
Obrázek 20 - Ukázka komentování ifc, které se nachází mimo objekt v modulu lokace [vlastní] 41
Obrázek 21 - Ukázka přidaných úrovní v nastavení prostředí Dalux [vlastní] 42
Obrázek 22 - Ukázka mapování výkresů [vlastní] 42
Obrázek 23 - Přidávání zón do vrstvy druhého patra [vlastní] 43
Obrázek 24 - Ukázka připojení souboru k zóně v modulu box [vlastní] 43
Obrázek 25 - Ukázka přidávání nových verzí k souboru, metodou nahrání nové verze [vlastní] 44
Obrázek 26 - Ukázka přidávání nových verzí k souboru, metodou nahrání souboru se stejným názvem [vlastní] 44
Obrázek 27 - Modul box po upravení metadat [vlastní] 45
Obrázek 28 - Možnost aktivování QR kódů v nastavení prostředí Dalux [vlastní] 46
Obrázek 29 - Zakládání nového poštovního archivu v modulu box [vlastní] 47
Obrázek 30 - Ukázka mailu, kde je poštovní archiv přidaný do kopie [vlastní] 47
Obrázek 31 - Ukázka kolize klimatizace s podlahami v modulu design [vlastní] 48
Obrázek 32 - Komentář kolize v modulu design [vlastní] 49
Obrázek 33 - Zobrazení Chlazení s přidanou složkou v modulu design [vlastní] 50
Obrázek 34 - Nastavení kolizí dle parametrů prvků v modulu design [vlastní] 50
Obrázek 35 - Kontrola vlastností prvků v modulu design [vlastní] 51
Obrázek 36 – Zobrazení absence popisu materiálu u stěn [vlastní] 52
Obrázek 37 - Zobrazení absence popisu materiálu u dveří [vlastní] 52

Obrázek 38 - Zobrazení namapovaného výkresu v řezu, v modulu lokace [vlastní] 53
Obrázek 39 - Přidávání disciplín a dílčích disciplín do projektu [vlastní] 53
Obrázek 40 - Ukázka použití filtru na hasící přístroje a zabarvení podle ID [vlastní]..54
Obrázek 41 - Vytváření skupin 2D objektů, toalet [vlastní].....55
Obrázek 42 – Mapování 3D modelu na skutečnost, v mobilní aplikaci dalux [vlastní]56
Obrázek 43 – Zobrazení místa, které chceme mapovat v 3D, v mobilní aplikaci dalux [vlastní] 57
Obrázek 44 - Pohled přes rozšířenou realitu na hotovou chodbu [vlastní] 58
Obrázek 45 - Pohled přes rozšířenou realitu aplikace daluxu v mobilu na příčku, která tam podle modelu není [vlastní].....59
Obrázek 46 - Vyplňování fiktivního úkolu na odstranění příčky, která tam nepatří [vlastní] 60
Obrázek 47 - SWOT analýza na využití CDE ve stavebnictví [vlastní] 62

8 Seznam použitých tabulek

TABULKA 1 - DOTAZNÍK O 378 RESPONDENTECH NA VYUŽÍVÁNÍ A PŘÍNOSY BIMU [4] 14
TABULKA 2 - INTEGRACE AI DO BIM PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCE [7] 16
TABULKA 3 - BIM STANDARTY IMPLEMENTACE V RŮZNÝCH ZEMÍCH [11] 19
TABULKA 4 – PENĚŽNÍ VYČÍSLENÍ UŠETŘENÉHO ČASU V ČÁSTI PŘÍPRAVA NA PROJEKT, PŘI PLNÉM POUŽITÍ CDE V PROJEKTU [VLASTNÍ] 63
TABULKA 5 – PENĚŽNÍ VYČÍSLENÍ UŠETŘENÉHO ČASU V ČÁSTI REALIZACE PROJEKTU, PŘI PLNÉM POUŽITÍ CDE V CELÉM PROJEKTU [VLASTNÍ] 63
TABULKA 6 - VYČÍSLENÍ MOŽNÝCH ÚSPOR NA VÍCEPRACÍCH PŘI PLNÉM VYUŽITÍ CDE V PROJEKTU [VLASTNÍ] 64