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

APLIKACE MODERNÍCH NÁSTROJŮ PROJEKTOVÉHO ŘÍZENÍ STAVEB
APPLICATION OF MODERN PROJECT MANAGEMENT TOOLS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE — Tomáš Moravčík
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — Ing. et Ing. Petr Trtílek
SUPERVISOR

BRNO 2024

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav stavební ekonomiky a řízení
Student:	**Tomáš Moravčík**
Vedoucí práce:	**Ing. et Ing. Petr Trtílek**
Akademický rok:	2023/24
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:

Aplikace moderních nástrojů projektového řízení staveb

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Popis projektu
2. Druhy plánů projektu
3. Techniky plánování projektu
4. Moderní nástroje projektového řízení
5. Závěr

Cíle a výstupy bakalářské práce:

Cílem práce je popsat základní metody plánování projektu výstavby a možnost využití moderních nástrojů projektového řízení. Požadovaným výstupem je aplikace těchto metod na konkrétním stavebním projektu.

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

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 26. 9. 2023

L. S.

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

Ing. et Ing. Petr Trtílek
vedoucí práce

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

ABSTRAKT

Táto bakalárska práca sa zaoberá aplikáciou moderných nástrojov projektového riadenia v stavebníctve, konkrétne využitím Building Information Modeling (BIM) a Spoločného dátového prostredia (CDE). Práca demonštruje, ako tieto nástroje môžu zlepšiť efektivitu, komunikáciu a kvalitu výstavby na príklade projektu administratívnej budovy Nordcity Obchodná v Žiline.

Teoretická časť vysvetľuje základné pojmy a analyzuje aktuálne využívanie BIM a CDE. Praktická časť obsahuje prípadovú štúdiu, ktorá porovnáva tradičné riadenie projektu s implementáciou týchto nástrojov. Výsledky ukazujú, že BIM a CDE môžu významne prispieť k lepšiemu manažmentu času, nákladov a kvality projektu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Building Information Modeling, Spoločné dátové prostredie, projektové riadenie, stavebníctvo, digitalizácia, BIM, CDE.

ABSTRACT

This bachelor's thesis focuses on the application of modern project management tools in construction, specifically the use of Building Information Modeling (BIM) and the Common Data Environment (CDE). The thesis demonstrates how these tools can improve efficiency, communication, and construction quality using the example of the Nordcity Obchodná office building project in Žilina.

The theoretical part explains the basic concepts and analyzes the current use of BIM and CDE. The practical part includes a case study comparing traditional project management with the implementation of these tools. The results show that BIM and CDE can significantly contribute to better time, cost, and quality management of the project.

KEYWORDS

Building Information Modeling, Common Data Environment, project management, construction, digitalization, BIM, CDE.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

MORAVČÍK, Tomáš. *Aplikace moderních nástrojů projektového řízení staveb*. Brno, 2024. 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 *Aplikace moderních nástrojů projektového řízení staveb* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 2424.05.2024

Tomáš Moravčík
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Chcel by som poďakovať vedúcemu mojej práce Ing et. Ing. Petrovi Trtílkovi za odborné vedenie, cenné rady a pripomienky, ktoré boli veľmi nápomocné k dokončeniu mojej práce. Ďalej by som chcel poďakovať spoločnosti Reinoo a.s. a architektonickému ateliéru Endorfine za poskytnutie podkladov a projektovej dokumentácie, vďaka ktorým som mohol zrealizovať praktickú časť mojej práce.

V Brně dne 2424.05.2024

Tomáš Moravčík
autor práce

Obsah

1 Úvod ... 12
2 Teoretická časť ... 13
2.1 Životný cyklus budovy ... 13
2.2 Definícia BIM ... 13
2.3 BIM počas životného cyklu budovy ... 14
2.4 Zmysel BIM-u v projektovom managemente ... 15
2.5 BIM dimenzie ... 16
2.6 Aktuálne využívanie BIM-u na Slovensku ... 17
2.7 Aktuálne využívanie BIM-u v EU ... 18
2.8 Oceňovanie zákaziek ... 19
2.9 CDE (Common Data Environment) ... 20
2.10 Výber softvéru pre CDE a projektové riadenie ... 21
2.11 IFC ... 22
2.12 Digitalizácia stavebníctva na Slovensku ... 22
2.12.1 Využitie BIM nástrojov v stavebníctve na Slovensku ... 22
2.12.2 Nová stavebná legislatíva ... 25
2.12.3 Digitálny systém URBION ... 25
2.13 Dalux – softvér pre CDE ... 26
2.13.1 3D model ... 26
2.13.2 Správa dokumentov – Dalux Box ... 27
2.13.3 Synchronizácia výkresov s 3D modelom ... 27
2.13.4 Komunikácia – Dalux Field ... 27
2.13.5 Stavebný denník ... 28
2.13.6 Tender ... 28
2.13.7 Facility management ... 29
2.14 Bexel manager – softvér pre plánovanie ... 29
2.14.1 Plánovanie výstavby ... 29
2.14.2 Plánovanie nákladov ... 30
2.14.3 Detekcia kolízii ... 30
3 Praktická časť ... 31
3.1 Charakteristika projektu ... 31

3.1.1 Projekt Nordcity Obchodná 31
3.1.2 Lokalita 31
3.1.3 Stavebné riešenie 32
3.1.4 Projektová dokumentácia 33
3.1.5 Výnimočnosť projektu 33
3.2 Organizačná štruktúra projektového riadenia projektu 35
3.3 Využitie Dalux CDE pri projektovom riadení projektu 37
3.3.1 Dalux Lokácia 40
3.3.2 Využitie Dalux Field 43
3.3.3 Využitie Dalux Box 46
3.3.4 Využitie Dalux Tender 49
3.4 Plán výstavby v programe Bexel Manager 50
3.4.1 Spracovanie 3D modelu 51
3.4.2 Tvorba Selection Sets 52
3.4.3 Harmonogram výstavby 54
3.4.4 Detekcia kolízii 58
3.5 Analýza využitia moderných nástrojov pre projektové riadenie 58
3.6 Vyhodnotenie 60
3.7 Analýza úspory nákladov pri využití BIM a CDE 65
4 Záver 67
5 Zoznam použitej literatury 68
6 Zoznam použitých skratiek 71
7 Zoznam použitých obrázkov 72
8 Zoznam použitých grafov 74
9 Zoznam použitých tabuliek 75

1 Úvod

V mojej bakalárskej práci som sa zaoberal aplikáciou moderných nástrojov v projektovom riadení. Žijeme v dobe, kedy technológie napredujú rýchlym tempom vo všetkých odvetviach a stavebníctvo nie je výnimkou. Postupne dochádza k digitalizácii a využívaniu moderných nástrojov, ktoré majú za úlohu uľahčiť procesy riadenia a výstavby v stavebníctve a tiež predísť komplikáciám a minimalizovať riziko.

V projektovom riadení stavieb majú tieto nástroje významnú úlohu, keďže pomáhajú spojiť komunikáciu a dáta medzi všetkými účastníkmi projektu. Hlavným cieľom mojej bakalárskej práce je ukázať, ako konkrétne moderné nástroje môžu byť efektívne implementované v stavebných projektoch, a to na príklade projektu administratívnej budovy Nordcity Obchodná v Žiline. Tento projekt poskytuje vhodnú príležitosť pre demonštráciu praktického využitia Building Information Modeling (BIM) a Spoločného dátového prostredia (CDE).

Pri výstavbe projektu neboli tieto nástroje použité, a mojim cieľom je ukázať, ako by sa ich využitie odzrkadlilo v čase, nákladoch a kvalite projektu. Bakalársku prácu tvorí teoretická časť a praktická časť. V teoretickej časti je obsiahnuté vysvetlenie základných pojmov a zmysel používania BIM a CDE. Analyzujem aktuálny stav ich implementácie na stavebnom trhu a opisujem funkcie a prínosy konkrétnych softvérových nástrojov, ako sú Dalux a Bexel Manager.

V praktickej časti je vytvorená prípadová štúdia, kde porovnávam, ako by sa odzrkadlilo využitie nástrojov CDE a BIM pri riadení konkrétneho projektu administratívnej budovy. Ďalej sú v praktickej časti opísané prínosy a nevýhody využitia týchto nástrojov. Súčasťou je tiež stručný postup nastavenia a opis funkcií CDE a tvorba časového a finančného plánu výstavby pomocou časopriestorového harmonogramu.

Verím, že moja bakalárska práca poskytne hodnotné poznatky a inšpiráciu pre ďalšie využitie moderných technológií v stavebníctve, a prispieva k lepšiemu pochopeniu ich praktických aplikácií a výhod.

2 Teoretická časť

2.1 Životný cyklus budovy

Životný cyklus budovy zahŕňa celý časový úsek od počiatočnej fázy plánovania a rozhodovania až po samotnú realizáciu, prevádzku a nakoniec likvidáciu budovy. [1]

Predinvestičná fáza: V tejto fáze investor posudzuje a vyhodnocuje potenciálne projekty a rozhoduje o ich realizácii. Táto fáza zahŕňa analýzu trhu, finančnú analýzu a prípravu štúdií proveditelnosti. Cieľom je zistiť, či je projekt hospodársky, technicky a environmentálne realizovateľný. [2]

Investičná fáza: Po schválení projektu prechádza stavba do fázy investícií. Tu sa vykonáva podrobný dizajn budovy a získavajú sa potrebné povolenia. Následne sa realizuje samotná výstavba. Súčasťou investičnej fázy sú náklady na výstavbu, technickú dokumentáciu, inžiniersky dozor a management výstavby. [2]

Prevádzková fáza: Po dokončení výstavby sa budova prechádza do prevádzkovej fázy, kedy projekt slúži svojmu účelu. Je to väčšinou najdlhšia fáza životného cyklu projektu. Počas tejto fázy sa vykonáva pravidelná údržba, aby sa zabezpečila bezpečnosť a optimálna funkčnosť budovy. Počas tejto fázy dochádza k rekonštrukcii, opravám alebo zmenám, ktoré majú za úlohu udržať budovu v dizajnových alebo technických štandardoch aktuálnej doby alebo prispôsobiť budovy potrebám užívateľov.[2]

Likvidačná fáza: Nakoniec, keď budova už nie je potrebná alebo jej technický stav nie je udržateľný, prechádza do likvidačnej fázy. Tu sa vykonáva demontáž alebo demolácia budovy a následná likvidácia odpadu. Cieľom je minimalizovať environmentálne dopady likvidácie a znovu využiť čo najviac materiálov.[2]

Všetky fázy životného cyklu sú prepojené a je dôležité, aby získané poznatky z predošlej fázy projektu boli aplikované do nasledujúcej fázy prípadne optimalizované. [1]

2.2 Definícia BIM

BIM je skratka pre Building Information Modeling, čo je metodika pre digitálne modelovanie stavebných informácií. Poskytuje spoľahlivú základňu počas celého životného cyklu stavby, od plánovania až po likvidáciu.[3]

BIM si môžeme predstaviť ako inteligentné modelovanie, ktoré zahŕňa zdoje informácii prepojené s priestorovými vlastnosťami. Údaje, ktoré môžu byť priradené k prvkom môžu byť napríklad časové, finančné alebo technické ako

rôzne technické parametre, napríklad výkov, tepelná vodivosť, akustické parametre alebo údaje o životnosti. Tieto informácie umožňujú lepšiu koordináciu projektu. Hlavným prínosom BIM je prechod z 2D modelovania na 3D modelovanie a vytvorenie databázy informácii, ktorá môže byť použitá počas celého životného cyklu projektu. [4]

Definícia BIM podľa Národného BIM štandardu USA:

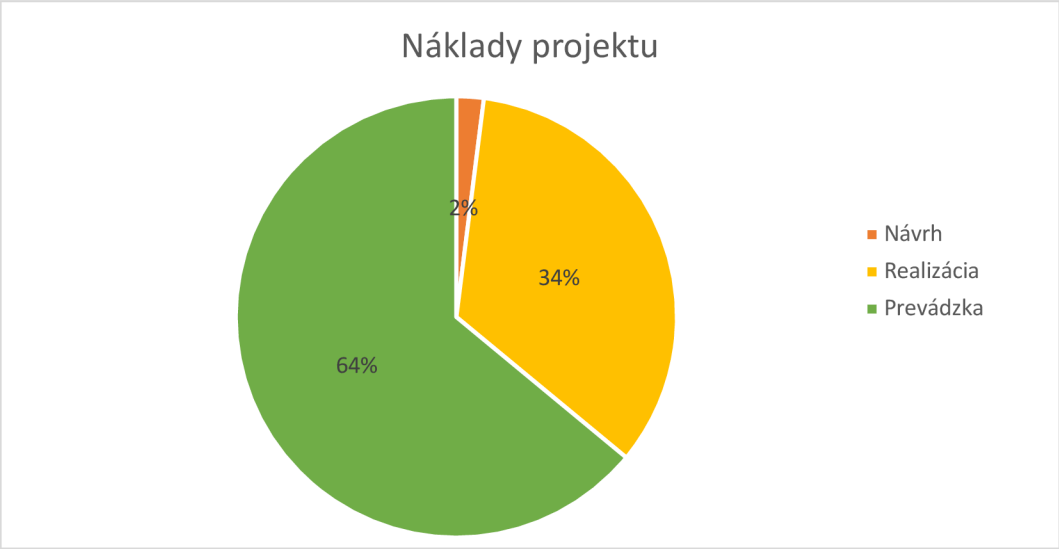
"BIM je digitálna reprezentácia fyzických a funkčných charakteristík stavby. BIM je zdrojom zdieľaných informácií o stavbe, vytvárajúcich spoľahlivý základ pre rozhodovanie v priebehu jej životného cyklu od prvotného zámeru až k jej likvidácii."[5]

2.3 BIM počas životného cyklu budovy

Aplikovanie BIM do projektu môže byť v ktorejkoľvek fáze životného cyklu budovy. Avšak ak chceme využiť výhody BIM-u naplno a čo najviac znížiť náklady na projekt odporúča sa aplikovať BIM čo najskôr ideálne ešte v predinvestičnej fáze, kedy sa ešte len plánuje projekt. Tiež je veľmi dôležité, aby sa BIM využíval aj pri prevádzke budovy, je možné, že niekto si pod BIM-om predstaví len 3D modelovanie budovy, ktoré sa využíva len počas realizačnej fázy. Využitie BIM v prevádzkovej fáze môže však mať najväčšie dopady na celkové náklady projektu, keďže táto fáza trvá najdlhšie a tvoria až 64% z celkových nákladov. [6]

Bol realizovaný prieskum, kedy bolo dokázané, že BIM dokáže usporiť až 20% z celkových nákladov na celý životný cyklus stavby. [7]

Obrázok 1: Fázy životného cyklu stavby [6]



Graf 1: Rozdelenie nákladov počas životného cyklu stavby [6]*, spracovanie vlastné*

2.4 Zmysel BIM-u v projektovom managemente

Aktuálne keď sa v stavebníctve spomenie pojem BIM, väčšina ľudí si predstaví interaktívny 3D model projektu. Modelovanie výkresovej dokumentácie v 3D je základom BIM-u avšak je len jedným jeho pilierov. Takéto 3D modelovanie nám môže pomôcť napríklad pri dizajne priestoru alebo pri samotnej výstavbe, kedy vie uľahčiť samotnému zhotoviteľovi prístup k informáciám a zabezpečí lepšiu koordináciu. V nasledujúcej štúdii sú vyhodnotené hlavné výhody BIMu a ich dôležitosť. Prieskum bol realizovaný na širokom spektre firiem, ktoré sa stretávajú s projektovým managementom na Slovensku. Boli zistené nasledujúce výhody. [8]

Benefity a výhody	Index dôležitosti	Dôležitosť
Zníženie nákladov pri projektovom riadení	89,34%	1
Zvýšenie kvality dokumentov a odstránenie chýb v dokumentácii	87,56%	2
zvýšenie finančnej kontroly	73,36%	3
skrátenie času potrebného na dokumentáciu projektu	62,36%	4
rýchlejší prístup k informáciám a relevantným dokumentom pre všetkých účastníkov stavebného projektu	60,98%	5
eliminácia chýb v stavebnom procese s cieľom zvýšiť kvalitu výstavby	54,89%	6
skrátenie času pre celý životný cyklus stavebného projektu, vrátane fázy návrhu	51,47%	7
podpora a uľahčenie rozhodovania	48,79%	8
zvýšenie príjmov z kontraktov	44,52%	9
zvýšenie produktivity zamestnancov	39,84%	10

Tabuľka 1: Hlavné výhody BIM a ich dôležitosť [8]

Všetky tieto výhody však vedú k jednej hlavnej a to je práve zníženie celkových nákladov projektu, počas jeho celého životného cyklu. Každá jedna z výhod, ktoré boli zistené z tohoto prieskumu vedie k zníženiu celkových nákladov projektu. Zníženie chybovosti, zvýšenie produktivity zamestnancov alebo aj uľahčovanie rozhodovanie sa vieme previesť na náklady, ktoré boli ušetrené. A práve vďaka BIMu vieme práve aj tieto náklady sledovať a analyzovať. [9]

2.5 BIM dimenzie

Pokiaľ človek počuje pojem BIM väčšinou si predstaví priestorový 3D model stavby. BIM existuje vo viacerých úrovniach, ktoré sú označované ako 3D, 4D, 5D, 6D a 7D. Tieto úrovne BIM sa líšia podľa rozsahu informácií, ktoré sú obsiahnuté v digitálnom modeli budovy a podľa stupňa integrácie s rôznymi aspektmi projektu a prevádzkového cyklu budovy. [10]

3D BIM (Geometrická informačná modelácia)

Táto úroveň BIM sa zameriava na vytvorenie trojrozmerného digitálneho modelu budovy, ktorý obsahuje informácie o geometrii budovy, konštrukcii, materiáloch a architektonických detailoch. 3D BIM umožňuje vizualizáciu budovy a lepšie porozumenie jej formy a vzhľadu.[10]

4D BIM (Časová informačná modelácia)

Na úrovni 4D BIM je do trojrozmerného modelu budovy integrovaný časový rozvrh projektu. To umožňuje vizualizáciu postupu výstavby v čase, čo umožňuje lepšie plánovanie a riadenie stavebných prací.[11]

5D BIM (Nákladová informačná modelácia)

5D BIM rozširuje 4D BIM o informácie o nákladoch a financiách projektu. Táto úroveň umožňuje spravovať a sledovať náklady na stavebné práce, materiály a pracovnú silu v reálnom čase.[11]

6D BIM (Informačná modelácia udržateľnosti)

6D BIM integruje do modelu informácie o udržateľnosti a životnom cykle budovy. Tento druh BIM umožňuje optimalizovať návrh a prevádzku budovy s ohľadom na jej environmentálne aspekty a dlhodobú udržateľnosť.[11]

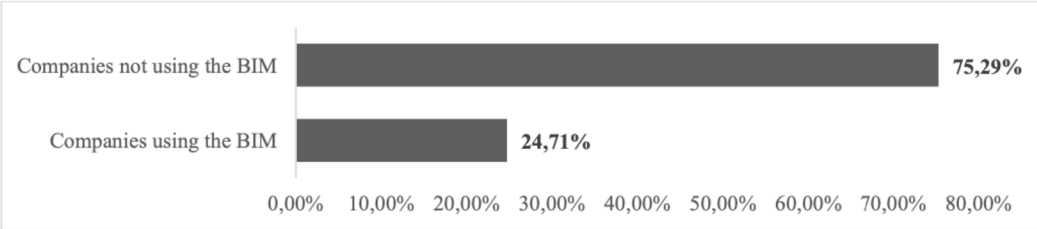
7D BIM (Správa informácií o objekte)

Na úrovni 7D BIM je digitálny model budovy používaný na správu a údržbu budovy počas jej celého životného cyklu. 7D BIM zahŕňa informácie o údržbe, opravách, náhradných dieloch a iných aspektoch, ktoré sú dôležité po dokončení výstavby.

Tieto úrovne BIM poskytujú progresívny rámec pre implementáciu digitálneho modelovania budov v rôznych aspektoch stavebného projektu a životného cyklu budovy. Integrácia informácií z rôznych úrovní BIM umožňuje lepšiu spoluprácu, efektívne riadenie projektu a optimalizáciu prevádzky budovy.[12]

2.6 Aktuálne využívanie BIM-u na Slovensku

Aj keď BIM je jednou z hlavných tém budúceho rozvoja stavebníctva a veľa odborníkov je presvedčených že prináša množstvo benefitov, ani zďaleka nemôžeme povedať, že by išlo o štandard pri projektoch na Slovensku. Podľa štúdie [8] len jedna štvrtina firiem používa BIM v stavebnej praxi. [8]



Graf 2: Využitie BIM technológie v projektovom riadení v stavebníctve na Slovensku[8]

2.7 Aktuálne využívanie BIM-u v EU

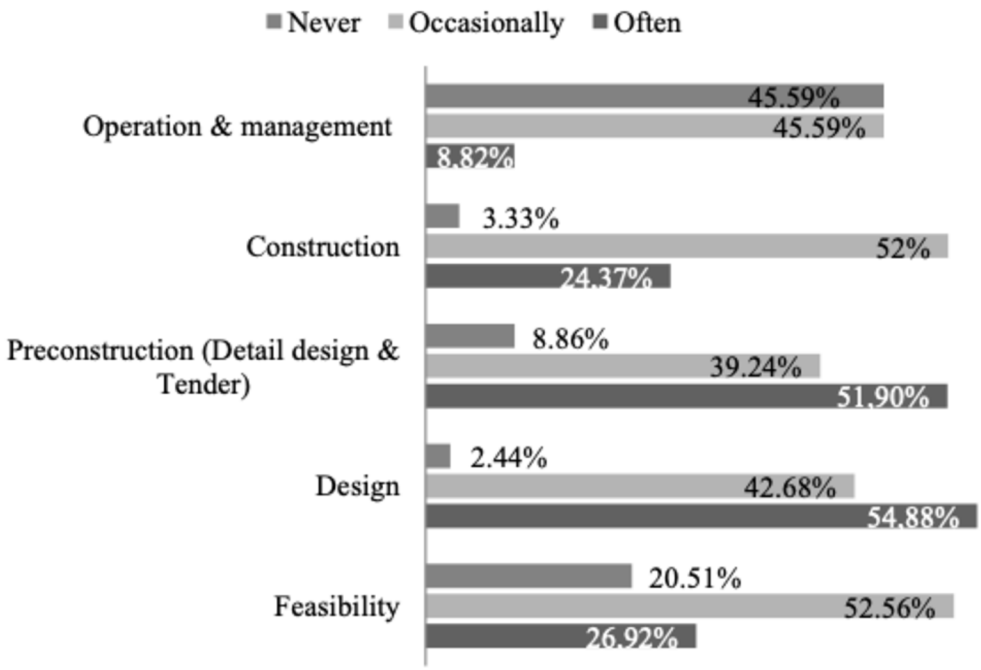
Zaužívanie BIM-u je v štátoch Európskej únie čoraz častejšie. V niektorých krajinách je jeho využívanie povinné pre štátne zákazky, v niektorých je povinné pre pre celé stavebníctvo. V EU vznikla EU BIM Task Group, ktorá má za úlohu vytvárať odporúčania na základe skúseností z ostatných zemí. Na základe skúseností sa ukazuje, že najnáročnejšou časťou zavedenia BIMu je naučiť s ním pracovať všetkých účastníkov stavebného procesu. Bude potrebné upraviť niektoré procesy a bude musieť dôjsť k zmene legislatívy a vytvoreniu nových procesov. Táto zmena prinesie nutnosť zaučiť ľudí, aby správne a efektívne vedeli využívať výhody BIM-u. Kľúčom k vytvoreniu procesov zadávania, kontroly a realizácie BIM projektov. Vďaka týmto pilotným projektom sa tiež BIM postupne stane štandardom na stavebnom trhu čo bude viesť k zvýšenému počtu BIM projektov aj v súkromnom sektore. [6]

V nižšie uvedenej tabuľke je uvedené aktuálne využívanie BIM-u v Európskych krajinách

Krajina	Rok	Zameranie	Poznámka
Nórsko	2007	Pozemné stavby a infraštruktúra	Povinné verejné zákazky od r.2010
Fínsko	2001	Pozemné stavby a infrašturkúra	Zamerané na budovy štátnej správy a ich FM povinné od r. 2007, aktualizácia COBIM 2012
Dánsko	2007	Pozemné stavby a infraštruktúra	Povinné štátne verejné zákazky nad 2,7 mil. € od r. 2011, 2013 aktualizácia požiadaviek na „digitálnu stavbu“
Holandsko	2010		Povinné nad 10 mil. € od r. 2011
Spojené kráľovstvo	2011-2016	Pozemné stavby a infraštruktúra	Obdobie 2017-2020 určené na BIM pilotné projekty
Francúzsko	2015	Pozemné stavby a infraštruktúra	Povinnosť od r. 2017
Nemecko	2015	Pozemné stavby a infraštruktúra	2017-2022 pilotné projekty, od r. 2020 povinné pre všetky projekty verejných zákaziek
Španielsko	2016	Pozemné stavby a infraštruktúra	Povinné od r. 2018 pre pozemné stavby. Infraštruktúra od r. 2019

Tabuľka 2: BIM v Európskych krajinách, Zdroj:[6] *Spracovanie vlastné*

Robert Eadie a kolektív vykonali výskum nazvaný "Implementácia BIM počas životného cyklu stavebného projektu vo Veľkej Británii: Analýza." Podľa výsledkov boli softvérové nástroje podporujúce informačné modelovanie budov použité najmä vo fáze návrhu (54,88%) a občas vo fáze realizácie. Informačné modelovanie je často používané v procese stanovenia cien a detailného návrhu v 51,90% prípadov, občas vo 39,24% prípadov a vôbec ho nepoužilo len 8,84% respondentov.[13]



Graf 3 : Využitie BIM nástrojov [13]

2.8 Oceňovanie zákaziek

Tak ako sa spomína v [14] pri oceňovaní stavebnej zákazky by sa investori a zadávatelia začať rozhodovať na základe hodnoty a nie ceny diela. Pri implementovanie BIM vieme efektívnejšie odhaliť problémy už pri návrhu stavby a preto pri samotnom stavaní môžeme očakávať menej časté financovanie práci naviac alebo v opačnom prípade situáciu kedy by sme museli napríklad nevyčerpali prostriedky z grantu.

Pri hodnotení ceny a hodnoty zákazky by sme nemali brať do úvahy len samotné náklady na vyhotovenie stavby ale aj iné kritéria ako napríklad kvalita alebo náklady na nie len vyhotovenie stavby ale náklady na celý životný cyklus budovy. To bude nútiť dodávateľov vyhotoviť práce v požadovanej kvalite. BIM vie uľahčiť ocenenie týchto nákladov na celý životný cyklus budovy a taktiež aj dopad na životné prostredie. [14]

2.9 CDE (Common Data Environment)

V stavebných projektoch je Spolčené Dátové Prostredie (CDE) zásadným nástrojom pre efektívnu spoluprácu medzi rôznymi účastníkmi, ako sú klienti, architekti, inžinieri a stavbári. CDE umožňuje tímom získavať, spravovať a zdieľať dôležité informácie a dáta v jednoduchom a prehľadnom prostredí. Týmto spôsobom je zabezpečená lepšia organizácia projektu a zvýšená transparentnosť. [15]

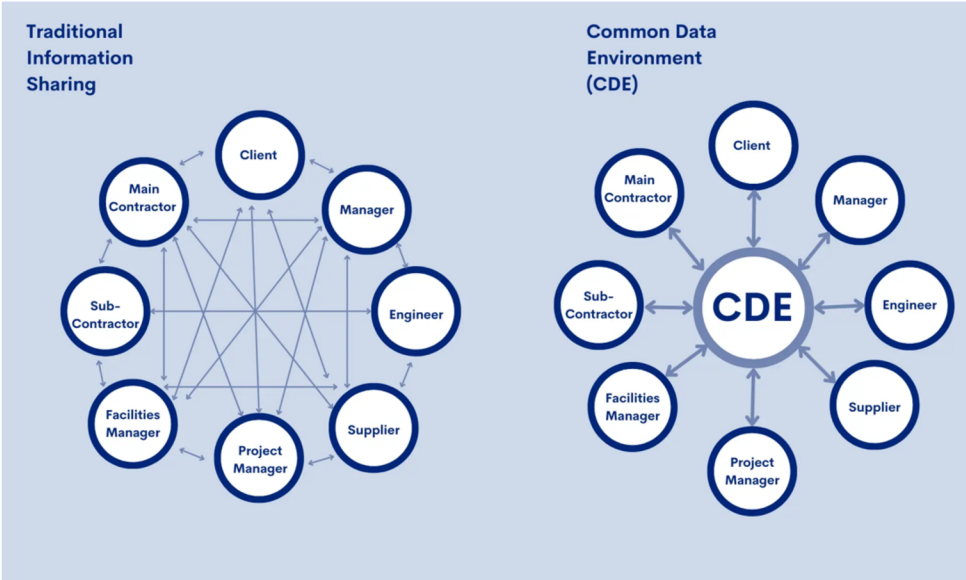
Vďaka CDE je možné efektívne sledovať vývoj projektu a zaznamenávať všetky relevantné informácie a úpravy, čo vedie k lepšej kontrole a kvalite dokumentácie. Tento nástroj je tiež dôležitý pre dodržiavanie pravidiel a plánov projektového riadenia, ako sú stanovené v Pláne realizácie BIM (BEP). Pomáha to napríklad pri správnom pomenovaní, dodávaní potrebných údajov do modelu a udržiavaní aktuálneho zoznamu dokumentov.[15]

„Zejména v případě složitějších projektů dochází během fáze přípravy i samotné výstavby k celé řadě změn a úprav. To sebou nese celou řadu různých požadavků, schvalování, a občas i zmatků a nedorozumění. Pokud přesuneme veškerou komunikaci i procesy do všem online přístupného společného datového prostředí, můžeme vše výrazně zjednodušit a zpřehlednit.“ [16]

Časté zmeny v stavebných projektoch často vedú k navýšeniu rozpočtu a oneskoreniam výstavby. Je kľúčové, aby boli všetky zmeny riadne zdokumentované a oznámené všetkým zúčastneným stranám, aby sa predišlo ďalším komplikáciám. V digitálnom prostredí existuje záznam týchto zmien, ktorý môže slúžiť ako dôkazový materiál pri riešení konfliktov a sporov. Taktiež umožňuje identifikovať účastníkov procesu, ktorí nesplnili dohodnuté zmeny alebo pripomienky. Vďaka Spoločnému dátovému prostrediu (CDE) je možné predchádzať chaotickým situáciám a nedorozumeniam, čo má priamy vplyv aj na náklady. Pre investora je dôležité si uvedomiť, že zmeny a s nimi súvisiace komplikácie zahŕňajú nielen prácu na stavbe, ale aj čas a úsilie ľudí venované riešeniu problémov. Je preto nevyhnutné, aby sa investori a zúčastnené strany aktívne angažovali v procese riadenia zmien a komunikácie, aby sa minimalizovali negatívne dopady na projekt a jeho rozpočet. Komunikácia a spolupráca medzi všetkými zainteresovanými stranami sú kľúčovými faktormi pre úspešné riadenie stavebných projektov.[16]

Zároveň je dôležité, aby CDE bolo pre všetkých členov tímu jednoducho použiteľné. Umožňuje im rýchlo získať prístup k dôležitým informáciám a efektívne s nimi pracovať. Toto prostredie tak zlepšuje celkovú efektivitu projektového riadenia a zaručuje jednotný a spoľahlivý zdroj pravdy pre všetkých zainteresovaných.[15]

Najčastejšie nástroje využívané CDE pre projektové riadenie stavieb sú Dalux, Trimble Connect, Autodesk constuction cloud, Bexel manager alebo Project Wise



Obrázok 2: Znázornenie fungovania CDE (Spoločného dátového prostredia) [17]

2.10 Výber softvéru pre CDE a projektové riadenie

Na trhu je aktuálne niekoľko dodávateľov softvérových riešení pre projektové riadenie, ktoré využívajú Spoločné dátové prostredie (CDE). Pri výbere najvhodnejšieho riešenia je potrebné zvážiť niekoľko okolností a stanoviť si očakávané prínosy. Rozhodujúci postoj bude mať aj, ktorý z členov stavebného procesu sa rozhodne investovať do využívania CDE. Najčastejšie je investícia na strane investora, keďže je v jeho záujme dodržať časový harmonogram a rozpočet a vyhnúť sa pri výstavbe komplikáciám. Zároveň je možné využiť CDE pri celom životnom cykle projektu, v predinvestičnej ale hlavne prevádzkovej fáze projektu, ktorá trvá najdlhšie a je finančne najnáročnejšia. Investor tiež rozhoduje či bude projektová dokumentácia vypracovaná na BIM úrovni, ak áno CDE vie priniesť viac benefitov. Investovanie do nástrojov CDE môže byť aj na strane zhotoviteľa, väčšinou ide o ale väčšie spoločnosti, ktoré sa venujú výstavbe veľkých a finančne náročných projektov. Nástroje CDE môžu chrániť uľahčiť komunikačné procesy medzi investormi, projektantmi ale aj subdodávateľmi. Tiež sa dátami a komunikačnými kanálmi v CDE môže investor chrániť v prípade nedorozumení. V oboch prípadoch je veľmi dôležité zohľadniť používanie nástrojov CDE v zmluvných podmienkach. [15]

Kritéria výberu nástroja využívajúceho Spoločné dátové prostredie CDE:

Fázy projektu – pri výbere nástroja na projektové riadenie je dôležité si určiť, v ktorých fázach chceme nástroj využívať. Či nám ide len o investičnú fázu

a výstavbu projektu alebo chceme CDE použiť už v predinvestočnej fáze alebo prevádzkovej fáze.

Počet užívateľov – rôzne nástroje sa môžu líšiť v platobných podmienkach a licenčných kľúčoch, pokiaľ očakávame, že nástroj bude využívať veľa subjektov budeme skôr preferovať softvér, ktorý sa zakúpi jednorazovo na celý projekt a má neobmedzený počet užívateľov

Perspektívne využitie – investícia do spoločného dátového prostredia nespočíva len v zakúpení softvéru ale aj v investícii do zaškolenia užívateľov a nastavenia procesov tak, aby bol nástroj využívaný efektívne. Investor preto musí zvážiť či softvér môže použiť aj v budúcich projektoch.

Kompatibilita zariadení – CDE by malo byť čo najprístupnejšie a najjednoduchšie na používanie. Preto je určite dôležité zvážiť aká je kompatibilita nástrojov. Či je možné ich spustiť na viacerých operačných systémoch alebo či je dostupná aplikácia pre desktop, mobilné zariadenia alebo tablety. [16]

2.11 IFC

IFC (Industry Foundation Classes) je štandardizovaný otvorený formát súborov určený pre digitálnu výmenu informácií v oblasti stavebníctva a projektového riadenia. Tento formát slúži na popis a štruktúrovanie rôznych aspektov budov a stavebných projektov, ako sú napríklad geometria, materiály, funkčné vlastnosti, relácie medzi komponentami a ďalšie. IFC formát je navrhnutý tak, aby umožňoval kompatibilitu medzi rôznymi softvérovými aplikáciami, ktoré sa využívajú v oblasti architektúry, stavebníctva a manažmentu nehnuteľností. To znamená, že rôzne programy môžu vytvárať, čítať a upravovať IFC súbory bez straty informácií, čo podporuje otvorenú a integrovanú výmenu údajov medzi rôznymi systémami.[18]

2.12 Digitalizácia stavebníctva na Slovensku

2.12.1 Využitie BIM nástrojov v stavebníctve na Slovensku

V roku 2017 uskutočnili Mesároš a Mandičák výskum s názvom "Využívanie a výhody BIM v riadení stavebných projektov". Výskum priniesol nasledujúce výsledky:

- 75,29% spoločností nepoužíva BIM,
- 24,71% respondentov používa BIM technológiu pri riadení stavebných projektov
- 89,34% viedlo k zníženiu nákladov pri riadení stavebných projektov,

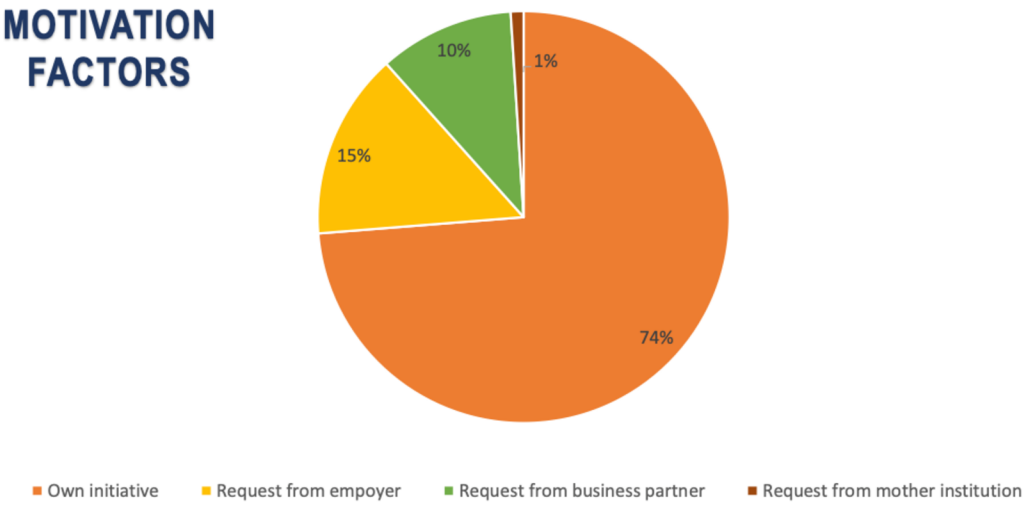
- 87,56% viedlo k zvýšeniu kvality dokumentácie a eliminácii chýb v projektovej dokumentácii
- 75,36% viedlo k zlepšeniu finančnej kontroly [8]

Na začiatku roku 2018 bola v Slovensku vykonaná predbežná štúdia o súčasnom stave implementácie BIM v cenníkoch stavebnej výroby. V rámci prieskumu bolo oslovených 350 organizácií. Cieľovou skupinou prieskumu boli manažéri nákladov. Predbežná štúdia priniesla nasledujúce výsledky:

- 77,4% oslovených nevyužíva nástroje BIM
- 67,7% nesplňuje nástroje BIM
- najviac používaným nástrojom pre odhad nákladov je Cenkros (87,1%), ale nejde o softvérové riešenie BIM
- 12,9% používa nástroje BIM na vytvorenie stavebných rozpočtov [19]

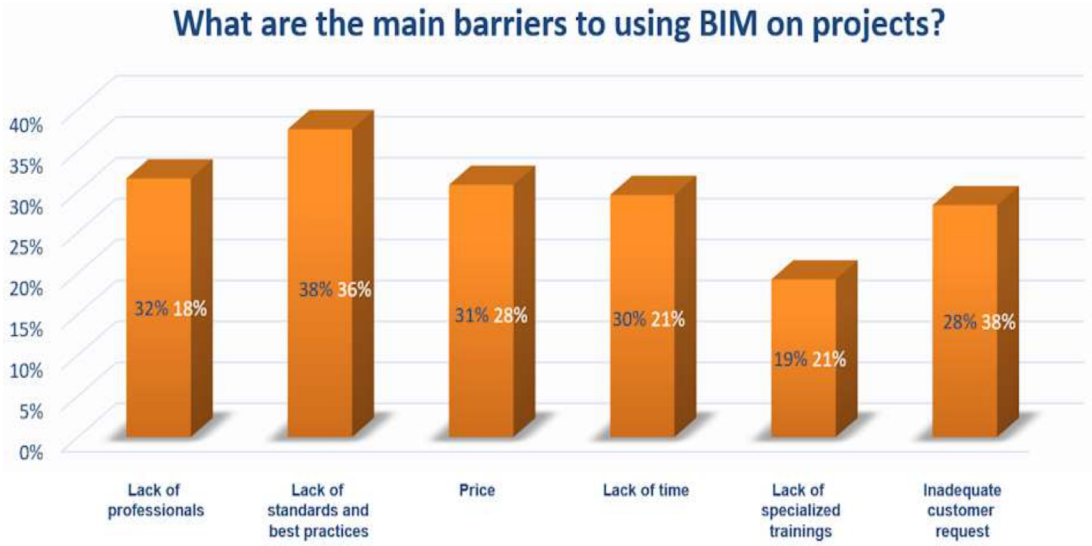
Jedným z ďalších prieskumov realizovaných na Slovensku bol prieskum Jána Erdélyi, ktorý sa zaoberal aktuálnym stavom implementácie BIM v Slovenskej republike. Prieskumu sa zúčastnilo 2327 respondentov z rôznych oblastí stavebníctva. Išlo o profesionálov s Slovenskej komory stavebných inžinierov, Slovenskej komory architektov a ďalších organizácii. [20]

Prvý graf ukazuje, čo motivovalo profesionálov k adopcii BIM technológií. Z výsledkov vyplýva, že najväčšia motivácia (74%) pramení z vlastnej iniciatívy respondentov. Tento vysoký podiel zdôrazňuje silný individuálny záujem o BIM technológie medzi odborníkmi na Slovensku. Ďalšie motivácie zahŕňajú požiadavky zamestnávateľa (15%), požiadavky obchodných partnerov (10%) a požiadavky materskej inštitúcie (1%). Tieto údaje naznačujú, že aj keď externé tlaky na adopciu BIM existujú, dominantným faktorom je individuálna iniciatíva.[20]



Graf 4: Motivácia k využívaniu BIM[20]

V ďalšom grafe sú zobrazené hlavné prekážky pri využívaní BIM na projektoch. Z týchto údajov možno usúdiť, že najväčšou prekážkou pri adopcii BIM v projektovom manažmente je nedostatok štandardov a osvedčených postupov. Rovnako tak neadekvátna požiadavka zákazníka je vnímaná ako významný problém, s vysokým percentom respondentov považujúcich to za hlavnú alebo vedľajšiu prekážku.[20]



Graf 5: Bariéry využívania BIM v projektoch[20]

Z nasledujúceho grafu je zrejmé, že veľká väčšina organizácií buď už BIM používa alebo plánuje jeho implementáciu v rôznych časových horizontoch. Najvýraznejšia skupina, ktorá zahŕňa takmer polovicu respondentov, však nepredpokladá adopciu BIM do svojich procesov.[20]

Graf 6: Predpoklady využívania BIM v organizáciách v Slovenskej republike[20]

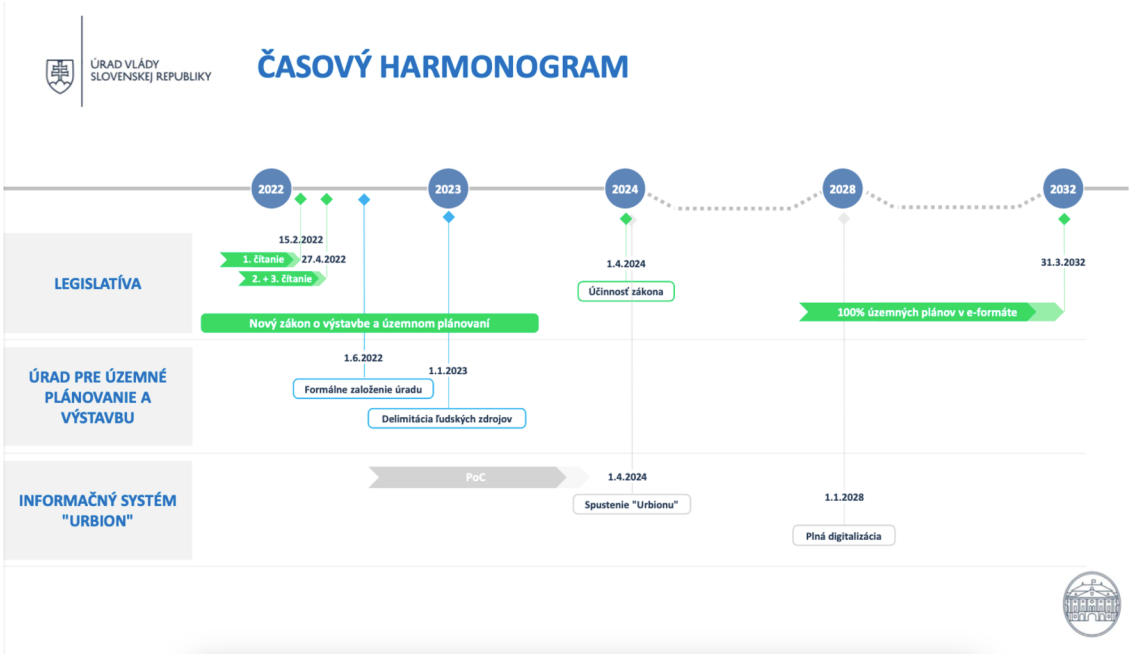
2.12.2 Nová stavebná legislatíva

Na Slovenskú má prísť začiatkom apríla 2024 nový stavebný zákon, ktorý má za úlohu posunúť digitalizáciu v stavebníctve na lepšiu úroveň. Aktuálne sa výstavbe a územnému plánovaniu na Slovensku venujú stavebné úrady, ktoré spadajú pod obecný alebo mestský úrad. S príchodom novej legislatívy štát prevezme túto zodpovednosť od obcí a pridelí ju novému Úradu pre územné plánovanie a výstavbu. Ten vznikol v júni 2022, kedy boli tiež prijaté zákony 200/2022 Z.z.a a 201/2022 Z.z. Tak ako je uvedené v [21] táto reforma má za úlohu zlepšenie štruktúry verejnej správy, digitalizáciu územného plánovania a vytvorenie jednotnej metodiky a skrátenie dĺžky povoľovacieho konania. Očakáva sa tak zvýšenie produktivity stavebníctva, transparentnosti a zlepšenie investičnej pozície Slovenskej republiky. [21]

2.12.3 Digitálny systém URBION

S účinnosťou reformy stavebných zákonov 200/2022 Z.z.a a 201/2022 Z.z. prichádza aj spustenie informačného systému URBION. Ten je postavený na centrálnom dátovom prostredí. Dokumentácia pre napríklad stavebné povolenie sa bude odovzdávať v elektronickej podobe a proces schvaľovania sa má zjednodušiť z 84 existujúcich procesov na 13. Systém Urbion bude plniť funkciu digitálneho dvojčaťa celého územia krajiny. Pomôže tak zlepšiť prístup k dátam pre územné plánovanie. Spustenie systému je plánované na 1.4.2024 a od roku 2028 by malo byť 100% územných plánov spracovaných v e-formáte. [21]

Obrázok 3: Procesná mapa budúceho stavu[21]



Obrázok 4: časový harmonogram zmeny legislatívy a digitalizácie[21]

2.13 Dalux – softvér pre CDE

Dalux je softvér určený na projektové riadenie stavebných zákazoch založený na zdieľanom dátovom prostredí CDE. Jeho podstatou je vytvoriť prostredie, kde užívateľ nájde vždy aktuálne podklady, informácie, ktoré môže zdieľať medzi ostatnými užívateľmi. Dalux slúži aj na odsúhlasovanie procesov medzi jednotlivými účastníkmi projektu.[22]

2.13.1 3D model

Jednou zo základných funkcii je zobrazenie 3D modelu naprojektovaného v niektorom z BIM programov. Do Daluxu je vhodné vložiť univerzálny formát IFC. 3D model je uložený na cloudovom dátovom úložisku a je možné ho prehliadať z rôznych zariadení. Užitočné je tiež zobrazenie klasických 2D výkresov, ktoré je veľmi jednoduché prepojiť s 3D modelom. Vďaka modelu je tiež dostupná možnosť vytvárať rezy v akomkoľvek mieste modelu. [23]

Prepojenie modelu je možné aj s rozšírenou realitou, ktorú Dalux ponúka. Pokiaľ sa fyzicky nachádzate na mieste na stavbe môžete vašu polohu označiť v modeli, a kamerou napríklad v mobilnom telefóne alebo tablete namieriť na miesto, ktoré chcete zobraziť. Program automaticky zosynchronizuje 3D model s realitou. Táto funkcia môže byť užitočná pre lepšiu vizualizáciu budúceho stavu pre klientov, investora alebo dizajnérov. Využiť ju môžu aj pracovníci na stavbe pre kontrolu skutočného stavu alebo aj pri prevádzke budovy, kedy je možné zobraziť napríklad rozvody technológii, ktoré sú už zakryté konštrukciami. Ďalšia možnosť prepojenia je pomocou virtuálnej prehliadky na stavbe. Pracovník prepojí program s kamerou, ktorá je

schopná zaznamenávať 360 stupňové fotografie. Následne pracovník prejde po stavenisku a kamera automaticky zaznamená prehliadku, ktorú prepojí s lokáciou v modeli. Vznikne tak kompletná virtuálna prehliadka priestoru, ktorá sa automaticky nahrá do úložiska. Táto funkcia vie byť prínosná, keďže je presný záznam priestoru v čase, ktorý môže byť využitý na spätnú kontrolu kvality, bezpečnosti pri práci, dodržiavania harmonogramu a aktuálneho stavu prác. Jednotliví účastníci projektu tak nemusia cestovať, aby skontrolovali aktuálny priebeh, ale môžu ho monitorovať virtuálne. [23]

2.13.2 Správa dokumentov – Dalux Box

Softvér Dalux, disponuje cloudovým úložiskom, ktoré je určené na zdieľanie dokumentov v rôznych formátoch. Užitočnou funkciou je správa rôznych verzii dokumentov a ich organizácia. V jednotlivých zložkách sú nahrané výkresy a pokiaľ dôjde k aktualizácii výkresu, pôvodný výkres je archivovaný a nahradený novšou verziou. To predchádza nedorozumeniam, že niektorý z účastníkov výkresu má neaktuálny výkres lebo napríklad nebol uvedený v kópii emailu, ktorý informoval o zmene. Dalux vie tiež automaticky rozoznať zmeny vo verziách výkresov a upozorniť na to užívateľov.[23]

2.13.3 Synchronizácia výkresov s 3D modelom

Pokiaľ investor alebo zhotoviteľ dostáva projektovú dokumentáciu vytvorenú v BIMe, väčšinou je predmetom odovzdania 3D model napríklad vo formáte IFC, ale aj klasická 2D dokumentácia napríklad vo formáte dwg. alebo pdf. V programe je možné synchronizovať aj 2D výkresy s 3D modelom jednoduchou funkciou, kedy sa v dvoch oknách otvorí 3D model a výkres a užívateľ si vyberie 2 body, ktoré označí na oboch výkresoch. Program automaticky zosynchronizuje model s 2D výkresom.[23]

Obrovskou výhodou, je že program Dalux dokáže pracovať s metadatami, ktoré je možné filtrovať. K jednotlivým výkresom alebo dokumentom vieme pridať ich metadata napríklad, ktorej sa týkajú profesie, v akom stupni dokumentácie sú riešené alebo o ktorú verziu výkresu ide. Metadáta je možné priradiť k prvkom už pri projekcii, napríklad do ktorej kategórie požiarnej bezpečnosti spadajú, alebo či sa nachádzajú v priestore klienta alebo shell and core. Pri vyhľadávaní dokumentov vie funkcia filtrovania výrazne uľahčiť a urýchliť proces, čo bude viesť k efektívnejšej práci a predíde tak komplikáciám, kedy užívateľ napríklad nemá aktuálny výkres. [23]

2.13.4 Komunikácia – Dalux Field

Veľmi dôležitou súčasťou projektového riadenia je komunikácia medzi jednotlivými stranami účastníkov projektu. Dalux ponúka do prostredia prizvať rôznych účastníkov a prideliť im ich funkciu a práva na vykonávanie úprav. Manažéri projektu môžu priraďovať úlohy jednotlivcom alebo skupinám,

pričom môžu definovať termíny a sledovať stav vykonávania úloh. Táto funkcia umožňuje jasné stanovenie zodpovedností a sledovanie pokroku pri riešení konkrétnych úloh. Užívatelia môžu tiež vytvárať diskusie a komentovať rôzne aspekty projektu. Tieto diskusie môžu byť zamerané na konkrétne úlohy, dokumenty alebo oblasti projektu. Diskusie a komentáre umožňujú užívateľom vymieňať názory, pripomienky a informácie. Za obrovskú výhodu, považujem, že všetka komunikácia sa odohráva v rovnakom prostredí a je transparentná. Zostáva tak digitálna stopa o dôležitých rozhodnutiach, ktorá je spätne dohľadateľná. Dalux dokáže tiež na základe komunikácii vytvárať reporty, ktoré môžu byť následne prezentované napríklad investorovi. Na úvodnej stránke sa zobrazí, graf, ktorý monitoruje aktuálny stav vyriešených úloh a rozdeľuje ich do kategórii podľa aktuálneho stavu úlohy, či je otvorená, prebiehajúca alebo uzavretá. Zjednodušením môže byť pre užívateľov využívanie filtrov, ktoré sa definujú pri vytváraní úlohy. Môžeme si predstaviť situáciu, kedy napríklad má projektový manažér stretnutie s dodávateľom okien. Vie si v prostredí field vyfiltrovať úlohy podľa profesie, podlažia, na ktorom sa úlohy nachádzajú alebo schôdzky na ktorej bola úloha vytvorená. Tým pádom sa v priebehu pár sekúnd dostane presne k úlohám, ktoré potrebuje a nemusí strácať čas zložitým hľadaním v poznámkach, maily alebo dátovom úložisku.[24]

2.13.5 Stavebný denník

Pri využívaní softvéru Dalux, je možné vytvárať aj stavebný denník a spravovať záznamy o aktuálnom dianí na stavbe digitálnou formou. Výhodou digitálneho stavebného denníka je digitálna stopa záznamov, kedy je automaticky zaznamenaný dátum, čas a osoba, ktorá záznam vytvorila. Tiež vie byť užitočná funkcia, priradenia nie len textových informácii, ale aj fotiek alebo iných súborov. Záznamy z denníka je možné vyexportovať do formátu PDF a priložiť napríklad ku kolaudácii. Uľahčenie práce je aj napríklad pri zaznamenávaní podmienok, kedy Dalux automaticky sťahuje dáta o aktuálnom počasí podľa predurčeného nastavení, napríklad trikrát za deň. Zbieranie dát o podmienkach vie byť prepojené aj s inteligentnou meteo-stanicou alebo teplomerom, ktorý môže zaznamenávať aj informácie o teplote alebo vlhkosti v interiéri stavby. [22]

2.13.6 Tender

Pre transparentné a férové vyhodnocovanie tendrov, Dalux ponúka funkciu manažmentu tendrov, kde zhotoviteľ alebo investor vyhlási tender a prizve do neho externých účastníkov. Pri zakladaní tendra určí o aký typ tendra ide, čo je rozhodujúce kritérium a určí časové lehoty začiatku a konca tendra. Do portálu nahrá potrebné podklady pre spracovanie tendra a zúčastnené strany môžu cez tento portál aj posielať otázky alebo dotazy. [25]

2.13.7 Facility management

Jeden z veľkých prínosov programu Dalux je jeho nadstavba Dalux pre facility management, vďaka ktorému je možné využiť zdieľané dátové prostredie nie len v investičnej fáze projektu ale aj v prevádzkovej fáze. Funkcie nadväzujú na funkcie použité pri výstavbe projektu. Je možné ho využívať na prehliadanie 3D modelu a potrebnej dokumentácie, vytvárať kontrolné formuláre alebo revízne správy. Tiež je možné ho použiť na komunikáciu medzi manažmentom prevádzky a pracovníkmi, subdodávateľskými spoločnosťami alebo klientmi, ktorí využívajú priestor. Na zjednodušenie procesu je možné do miestnosti alebo na rôzne zariadenia nalepiť QR kódy, ktoré stačí zosnímať pomocou aplikácie a priradiť danému miestu alebo prvku požiadavku. Tento integrovaný prístup k facility managementu umožňuje efektívne riadenie a údržbu budov a infraštruktúry.[23]

2.14 Bexel manager – softvér pre plánovanie

Tento program poskytuje nástroje na efektívne riadenie projektov v stavebnom priemysle prostredníctvom integrácie a koordinácie rôznych aspektov projektu. Bexel Manager umožňuje tvorbu, správu a analýzu trojrozmerných modelov budov a zároveň ponúka funkcionalitu na riadenie harmonogramov, rozpočtov, dodávateľov, kvality a ďalších dôležitých aspektov projektu. Program funguje len v desktopovom rozhraní.[26]

2.14.1 Plánovanie výstavby

Softvér Bexel je užitočným nástrojom na využitie počas celého životného cyklu budovy. Na základe BIM modelu je možné vytvoriť harmonogram výstavby, ktorý bude priamo prepojený s prvkami v modeli. Na vytvorenie harmonogramu má užívateľ viacero možností a samotný program vie automaticky vytvárať väzby medzi jednotlivými činnosťami. Napríklad je možné, stanoviť základný postup prác ako napríklad, že najskôr bude postavená budova A a po nej začne výstavba budovy B. V oboch budovách stanovíme postup výstavby od 1PP až po 9NP a tento postup priradíme ku činnostiam ako napríklad montáž okien. Program nám automaticky vytvorí postup prác, podľa našich požiadaviek. Vytváranie väzieb medzi činnosťami je možné pomocou ganntovho diagramu alebo uzlového grafu. Vďaka prepojeniu s 3D modelom je možné vytvoriť 4D plánovanie pred začatím výstavby projektu, ktoré Bexel vie aj názorne ukázať pomocou animácie výstavby. Pri realizácii stavby je možné v Bexeli pracovať s pokrokom v reálnom čase a porovnávať ho s naplánovaným harmonogramom. To znamená, že môžeme efektívne riadiť procesy výstavby a minimalizovať oneskorenie a nezrovnalosti. [27]

2.14.2 Plánovanie nákladov

Rovnako ako je možné prepojiť prvky z 3D modelu s harmonogramom je v programe Bexel manager možné k týmto prvkom priradiť aj ich náklady. Vieme tak vytvoriť 5D BIM plánovací model, ktorý nám prepojí priestorové prvky s časom a nákladmi. Vďaka tomu môžeme efektívne vytvoriť finančný plán na náš projekt. Počas výstavby projektu budeme náš rozpočet aktualizovať a porovnávať ho s našimi reálnymi nákladmi. To nám umožní minimalizáciu rizika prekročenia našich nákladov. [28]

Bexel manager dokáže tiež automaticky na základe dát z rozpočtu a harmonogramu vytvárať reporty a správy, ktoré môže napríklad projektový manažér prezentovať investorovi. [28]

2.14.3 Detekcia kolízii

Po nahraní modelu navrhnutého v BIM projektovanom programe, je Bexel manager schopný automaticky detegovať kolízie v modeli. Tieto kolízie vie zohľadniť v reporte, ktorý je možné následne predať projektantovi a sledovať jeho nápravu. Táto funkcia vie byť veľmi prínosná, keďže sa tak predíde problémom, ktoré sú často odhalené až priamo pri realizácii a majú za následok zvýšenie nákladov.[26]

3 Praktická časť

3.1 Charakteristika projektu

3.1.1 Projekt Nordcity Obchodná

Pre výskumné účely mojej bakalárskej práce som sa rozhodol demonštrovať aplikáciu moderných nástrojov v projektovom riadení na výstavbe projektu Nordcity Obchodná. Ide o administratívnu budovu v blízkosti centra mesta Žilina na Slovensku. Investorom a zároveň aj generálnym zhotoviteľom je spoločnosť Reinoo. Začiatok výstavby začal v júni 2021 a projekt bol dokončený v septembri roku 2023. Tento projekt som si vybral z dôvodu, že som mal možnosť byť súčasťou projektového tímu ako stážista. Na projekte som pracoval ako asistent projektového manažéra od marca 2022. Znalosti a skúsenosti, ktoré som nabral počas stáže boli veľmi prínosné práve pre účely tejto práce.

Obrázok 5: Vizualizácia projektu Nordcity Obchodná [29]

3.1.2 Lokalita

Projekt Nordcity Obchodná sa nachádza na sídlisku Vlčince v blízkosti centra mesta Žilina. V lokalite je v pláne investora vybudovať administratívnu zónu, ktorá poskytne kvalitné a udržateľné priestory pre inovatívne firmy. Súčasťou zóny Nordcity je administratívna budova Poštová, Obchodná, parkovací dom a pláne je aj tretia administratívna budova Obchodná 2. Celá zóna sa nachádza len niekoľko minút od historického centra mesta a je dostupná rôznymi druhmi dopravy. Sídlisko Vlčince, na ktorom sa projekt nachádza je

najväčším sídliskom mesta Žilina a disponuje dostatočnou občianskou vybavenosťou ako sú zdravotné centrá, obchody, školy, športoviská a mnohé iné.

Nordcity Obchodná, bola vybudovaná na pozemku, ktorý nikdy nebol využívaný. Nachádzala sa na ňom malá rozostavaná stavba o rozmeroch zhruba 120m2, ktorá však nikdy nebola dokončená a jej realizácia skončila po dokončení hrubej stavby. Zbytok plochy pozemku tvorila zelená neudržiavaná plocha. Plocha pozemku je 4951 m^2. Zastavaná plocha je 1964 m^2. Koeficient zelene je 0,33.

3.1.3 Stavebné riešenie

Administratívna budova Nordcity Obchodná je obdĺžnikového tvaru, ktorý poskytuje najefektívnejšie využitie priestoru a maximalizuje tak využitie plochy. Objekt má celkovo 9 nadzemných podlaží a jedno podzemné podlažie určené na podzemné parkovanie. Parkovisko disponuje 110 parkovacími miestami. Na prvom nadzemnom podlaží sa nachádza vstupná recepcia výťahové lobby, ktoré je dizajnovo spĺňa prvky biofilného dizajnu. Priestoru dominuje recepčný pult nad, ktorým sa nachádza baldachýn vytvorený z drevených hranolov. Drevené hranoly zdobia aj ďalšie steny recepcie a výťahového lobby. Ďalším dizajnovým prvkom je aj zelená stena, ktorá v spojení s vysokými živými rastlinami vytvára príjemné prostredie. Prednosťami recepcie je aj akustický strop tvorený akustickými panelmi medzi ktorými sú zapracované líniové svetlá. Vďaka presklenej fasáde na prvom podlaží je recepcia vizuálne priamo prepojená s exteriérom. Hlavný vstup do budovy je cez točité karuselové dvere a moderné turnikety. Celá recepcia pôsobí moderným a minimalistickým dizajnom. Ďalej sa na prvom podlaží nachádza priestor pre uskladnenie bicyklov, v ktorom sú použité dvojposchodové bicyklové stojany, ktoré majú kapacitu 128 bicyklov a 16 kolobežiek. Pre podporu cyklistickej dopravy boli vybudované aj šatne a sprchy, kde si môžu cyklisti uložiť svoje veci. Ostatné priestory sú určené pre klientske prevádzky, ktoré sa budú skladať z rôznej občianskej vybavenosti, služieb alebo gastro prevádzok.

Podlažia 2-8NP sú určené pre administratívne priestory, ktoré sú prenajímateľné pre rôzne firmy. Presun po podlažiach zabezpečuje 6 výťahov, ktoré sú riadené inteligentným systémom.

Exteriér vytvára prevetrávaná fasáda s oknami po celom obvode, čo dodáva budove svetlú a vzdušnú atmosféru. Fasáda je tvorená bronzovým vlnitým plechom. Línie zvýrazňujú čierne lamelové prvky tiahnuce sa po celej výške budovy.

Konštrukčne návrh vychádza zo železobetónového skeletu s monolitickými komunikačnými jadrami a stropnými doskami. Skelet má pozdĺžny modul 9x 8,1m, priečny modul 8,1 + 7,5 + 8,1m.

Na 9NP sa nachádza pochôdzna terasa, spojená so zelenou strechou, ktorá poskytuje panoramatické výhľady. Terasa je prístupná pre všetkých užívateľov budovy a môže slúžiť na oddych alebo organizáciu eventov. Časť strechy tvorí aj technologická časť, kde sa nachádzajú vzduchotechnické jednotky, kondenzačné jednotky, suchý chladič a iné technológie kúrenia, chladenia a vzduchotechniky. Tieto technológie sú tiež prepojené so strojovňou chladu.

Okolie budovy tvoria dlažobné chodníky a sadové úpravy, ktoré vytvárajú príjemné prostredie a prispievajú k tvorbe biodiverzity a zmierňujú efekt heat islandu.

3.1.4 Projektová dokumentácia

Projektovú dokumentáciu pre projekt Nordcity Obchodná vytváral generálny projektant. Výkresy boli investorovi dodané vo formáte pdf a dwg spolu technickými správami. Počas výstavby projektu investor zvažoval či by nepristúpil k objednaniu projektovej dokumentácie na úrovni BIM kompletným 3D modelom stavby. Nakoniec sa však rozhodol, že projektová dokumentácia bude dodaná len v 2D. Generálny projektant pre tento projekt však štandardne vytvára projektovú dokumentáciu v programe Revit, preto bol vytvorený 3D model projektu Obchodná, ten sa však použil len na účely vizualizácii.

Pre účely mojej bakalárskej práce mi však projektanti poskytli 3D model projektu Nordcity Obchodná vo formáte IFC. Súčasťou modelu je architektonická časť stavby, spolu so zariaďovacími predmetmi. Súčasťou modelu nie sú prvky technického zariadenia budovy.

Ďalej mi bola pre účely mojej bakalárskej práce poskytnutá kompletná projektová dokumentácia vo všetkých úrovniach. Dokumentácia pre stavebné povolenie, dokumentácia pre zmenu stavby pred dokončením, revízia projektovej dokumentácie a dokumentácia skutkového prevedenia. Zároveň mi boli poskytnuté ďalšie podklady, ktoré boli použité pri projektovom riadení ako časový harmonogram, projektové podklady a iné.

3.1.5 Výnimočnosť projektu

Projekt Obchodná má ambície získať certifikáty LEED a WELL, oba na najvyššej úrovni Platinum. LEED predstavuje celosvetovo uznávaný hodnotiaci systém pre zelené budovy. Hlavnými cieľmi týchto certifikátov sú vytvorenie optimálnych podmienok pre užívateľov, redukcia prevádzkových

nákladov a konštrukcia budovy, ktorá bude mať pozitívny vplyv na životné prostredie.

Proces certifikácie si vyžaduje komplexný prístup k budove počas celého jej životného cyklu – od návrhu, cez výstavbu až po samotnú prevádzku. V rámci návrhu bolo realizovaných niekoľko štúdií a simulácií, ktoré analyzovali vplyv projektu na okolie a kvalitu pracovného prostredia. Na základe týchto štúdií bolo možné adekvátne zvoliť materiály a určiť umiestnenie zelene a stromov okolo budovy.

Projekt by mal vytvoriť viac ako 800 pracovných miest. Aby sa zabezpečil plynulý chod dopravy v okolí, projekt Obchodná zahrňuje podzemné parkovisko so 110 miestami a v blízkosti sa nachádza nový parkovací dom s kapacitou 587 miest. Projekt tiež podporuje alternatívne dopravné možnosti, ako je verejná doprava a cyklistická infraštruktúra, pričom zastávka MHD a cyklotrasa sú umiestnené do 100 metrov od budovy. Pre cyklistov je pripravená aj špeciálna bicykliareň a zázemie so sprchami a šatňami.

Aby bol vplyv Obchodnej na okolité prostredie čo najpozitívnejší, 40% pozemku je vyčlenené pre zeleň a na spevnené plochy je použitá dlažba z bieleho cementu. Strešná zeleň pokrýva 70% plochy strechy, zvyšok strechy je pokrytý vysoko odrazivým asfaltovým pásmom svetlej farby. Vďaka týmto opatreniam sa okolie budovy v horúcich mesiacoch nebude prehrievať. Voda z dažďa bude zachytávaná na pozemku pomocou vsakovacích nádrží s objemom 90 m³ a používaná na závlahu zelene.

S ohľadom na kvalitu pracovného prostredia sa v Obchodnej pravidelne vykonávajú testy kvality pitnej vody a ovzdušia. Do budovy je privádzaný vzduch dvojitou filtráciou s filtrami triedy F9, a prívod čerstvého vzduchu je zabezpečený dvomi vzduchotechnickými jednotkami s výkonom 87 000 m³ za hodinu. Pri plnej obsadenosti budovy to predstavuje približne 58 m³ vzduchu na osobu za hodinu, čo je takmer dvojnásobok hodnoty určenej aktuálnymi normami. Všetky podlažia sú navrhnuté s extenzívnym zasklením a vonkajšími žalúziami pre optimalizáciu svetelných podmienok. Užívatelia majú tiež k dispozícii zelenú strechu pre relax, kompletnú s extenzívnou zeleňou, vysokými stromami, sedením a trávnikom vhodným napríklad na cvičenie jógy, odkiaľ môžu obdivovať výhľad na Žilinu.

Pokiaľ ide o technologické vybavenie, Obchodná bude využívať najmodernejšie systémy merania a regulácie a uprednostňuje technológie, ktoré znižujú prevádzkové náklady. Elektrickú energiu bude získavať aj z fotovoltaických panelov umiestnených na streche susedného parkovacieho domu, s ročnou produkciou presahujúcou 230 MWh.

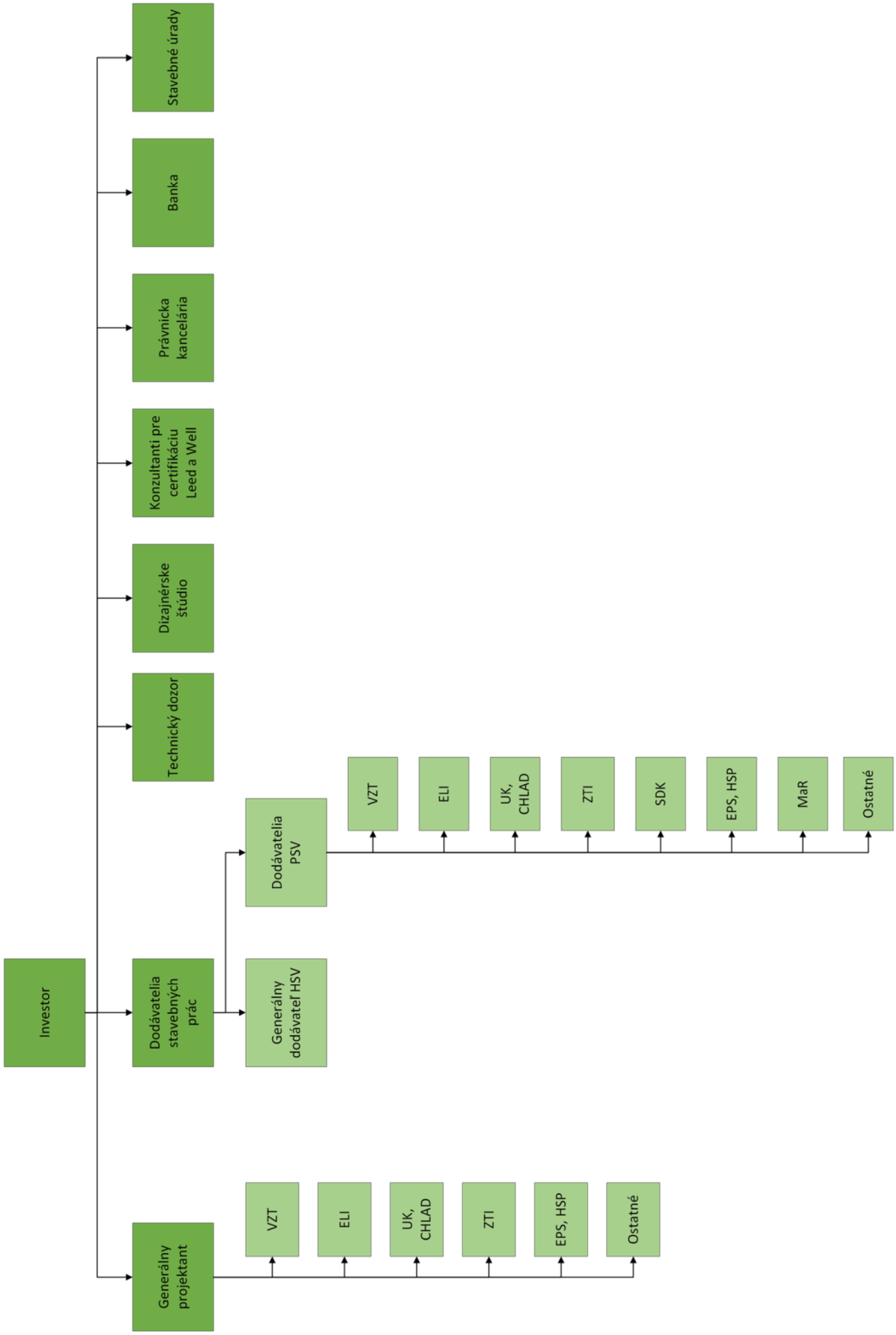
Pri stavebných prácach projekt kládol dôraz na recykláciu až 75% vzniknutého odpadu a na ochranu rozvodov pred prachom a nečistotami,

ako aj na ochranu okolitého prostredia prostredníctvom geotextílií, ktoré zachytávali nečistoty z nákladných vozidiel.

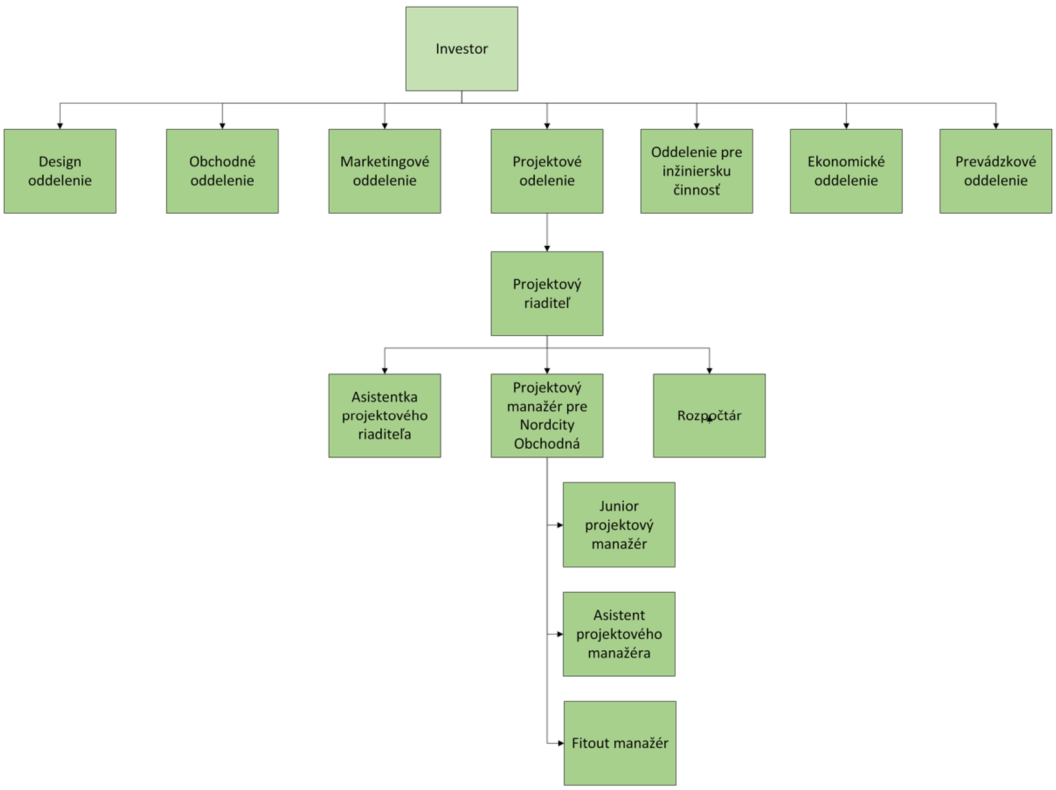
Obrázok 6: Fotografia administratívnej budovy Nordcity Obchodná[29]

3.2 Organizačná štruktúra projektového riadenia projektu

Pri organizácií projektu Nordcity Obchodná bol použitý postup „construction managementu“, kedy samotný investor bol zodpovedný aj za management projektu. Súčasťou spoločnosti investora je projektové oddelenie, ktoré ma na starosti riadenie výstavby projektov. Projektové oddelenie vedie projektový riaditeľ, ktorý ma pod sebou projektových manažérov pre každý z projektov. Projektový manažér je zodpovedný za komunikáciu s projektantmi, technickým dozorom a jednotlivými dodávateľmi. Pri realizácii Nordcity Obchodná boli hlavné stavebné práce dodané generálnym dodávateľom a práce PSV boli dodávané priamo investorovi a riadené projektovým manažérom a jeho kolegami. Súčasťou spoločnosti investora je následne aj oddelenie pre inžiniersku činnosť, ktoré komunikuje so stavebným úradom, zaobstaráva projektové podklady a stará sa o prípravu projektov v predinvestičných fázach. Ďalej je to prevádzkové oddelenie, ktoré po dokončení projekt preberie budovu a spravuje facility management. Okrem týchto oddelení je v spoločnosti aj obchodné oddelenie, ktoré komunikuje s klientmi, marketingové oddelenie a dizajnové oddelenie.



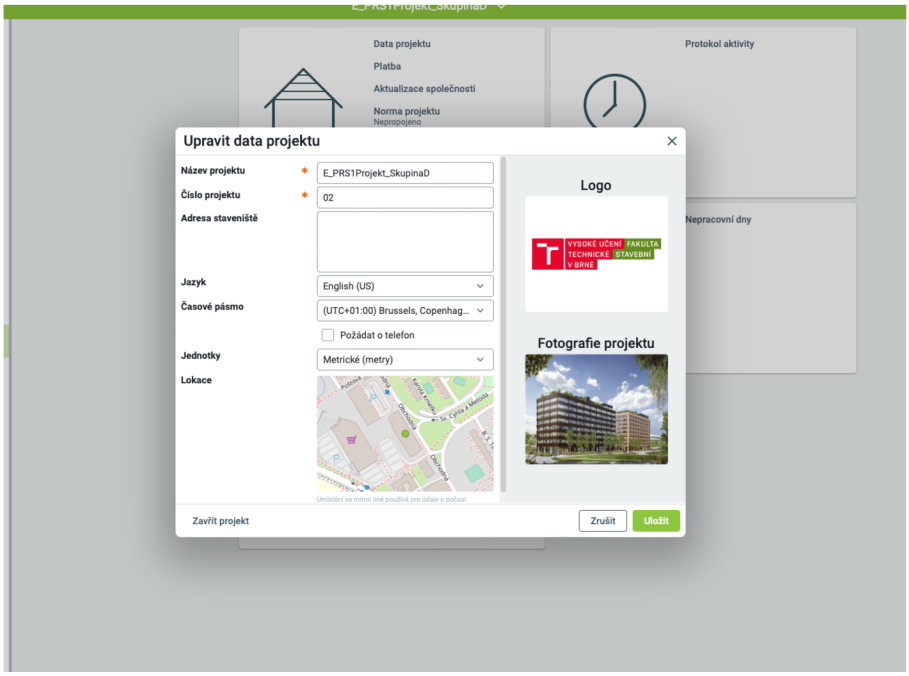
Obrázok 7: Organizačná štruktúra riadenia projektu Nordcity Obchodná [vlastné]



Obrázok 8: Organizačná štruktúra spoločnosti investora projektu Nordcity Obchodná [vlastné]

3.3 Využitie Dalux CDE pri projektovom riadení projektu

Pre začatie využívania softvéru Dalux je potrebné vytvoriť si účet na webovej stránke www.dalux.com. Po prihlásení do webového rozhrania je možné vo vašom účte založiť nový projekt. Do tohoto projektu uvediete identifikačné údaje o stavbe, jej lokalitu, časové pásmo prípadne fotografiu a logo vašej spoločnosti.



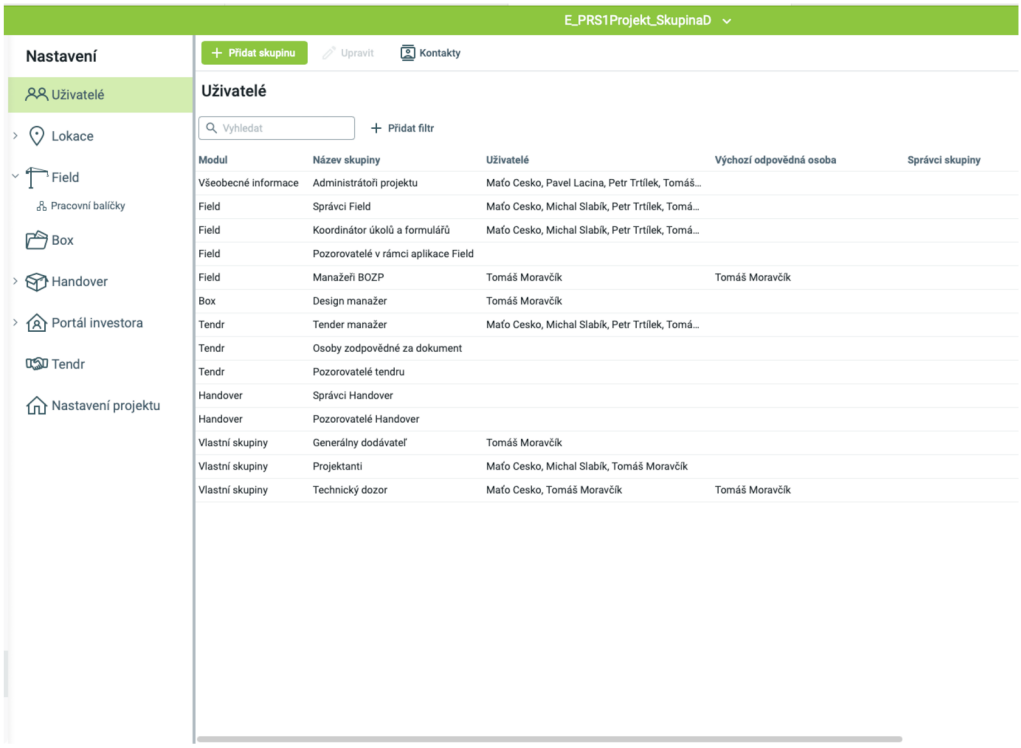
Obrázok 9: Základná charakteristika projektu v spoločnom dátovom prostredí Dalux [vlastné]

Po vytvorení projektu je potrebné do softvéru Dalux nahrať projektovú dokumentácia a IFC model stavby. Nahranie IFC modelu je možné jednoduchým vložením súboru. Dalux automaticky nahrá model, ktorý je následne možné zobraziť.

Keďže veľkú časť využitia softvéru Dalux je komunikácia medzi jednotlivými stranami projektu, je dôležité týchto účastníkov prizvať do spoločného dátového prostredia. Dalux umožňuje pridať neobmedzené množstvo užívateľov z rôznych strán projektu, týmto užívateľom je možné prideliť jednotlivé práva na zobrazenie informácií alebo na editáciu dokumentácie a dát. Užívateľov rozdelíme do rôznych kategórii napríklad: správcovia investora, zhotoviteľ, subdodávateľ zhotoviteľa, projektanti, design manažér, manažér tendra, technický dozor prípadne iné záleží na organizačnej štruktúre projektu.

V v prípade môjho testovania softvéru Dalux som vytvoril skupiny pre spravovanie jednotlivých častí softvéru a ďalej skupinu pre projektantov, generálneho zhotoviteľa a pre technický dozor. Vytvorenie týchto skupín je dôležitým krokom nakoľko pri nasledujúcich úkonoch je možné vždy udeliť práva alebo činnosti jednotlivým skupinám a v prípade že do procesu vstúpi napríklad nový technický dozor, stačí že ho pridáme do skupiny a automaticky bude mať rovnaké práva ako všetci ostatní a nebude nutné tieto nastavenia opakovať manuálne pre každého užívateľa.

Keďže Dalux používam len na účely tejto bakalárskej práce pridelil som všetky funkcie môjmu účtu, aby som vedel demonštrovať používanie pre rôznych účastníkov projektu.



Obrázok 10: Zoznam užívateľov v spoločnom dátovom prostredí Dalux [vlastné]

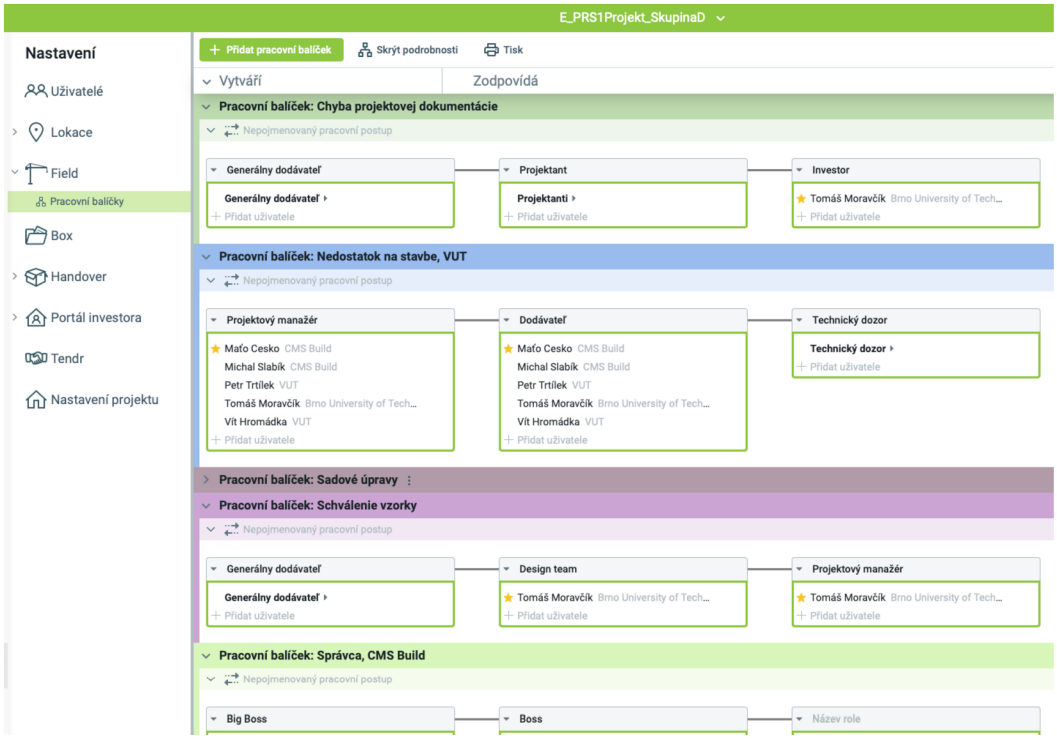
Vytvorenie pracovných balíčkov, je nastavenie procesu ako jednotliví účastníci projektu komunikujú pri schvaľovaní alebo riešení nedostatkov a zmien. Pre príklad som vytvoril 3 pracovné balíčky, ktoré by mohli byť použité pri výstavbe projektu Nordcity Obchodná.

Prvý balíček sa týka riešenia nedostatku alebo chyby v projektovej dokumentácii. Môže to byť napríklad zle vykázaný prvok v legende. Dodávateľ si túto chybu všimne pri realizácii, preto podá cez Dalux podnet na skontrolovanie dokumentácie. Podnet automaticky prichádza k projektantom, ktorí sú povinný sa ním zaoberať a vydať k nemu stanovisko a upraviť projektovú dokumentáciu alebo vysvetliť komplikáciu. Po odpovedi projektantov prichádza podnet ešte na schválenie investorovi. Ak všetky strany vydajú svoje stanovisko, je tento pracovný balíček uzavretý.

Druhým pracovným balíčkom je nedostatok na stavbe, ktorý nájde investor a automaticky je odoslaný dodávateľovi na vyriešenie, ak ho dodávateľ vyrieši je potrebné, aby ho potvrdil ešte technický dozor. Ak je investor s výsledkom spokojný pracovný balíček je uzavretý.

Tretí pracovný balíček je na schvaľovanie vzoriek. Dodávateľ vytvorí na stavbe vzorku napríklad betónovej stierky, ktorú chce aplikovať. Investor je o nej

oboznámený a môže vzorku schváliť na základe fotografie alebo sa ísť pozrieť priamo na fyzickú vzorku. V prípade, že je so vzorkou nepokojný môže požiadavku vrátiť na dodávateľa. Ak je so vzorkou spokojný schváli ju a dodávateľ môže pokračovať v jej aplikácii.



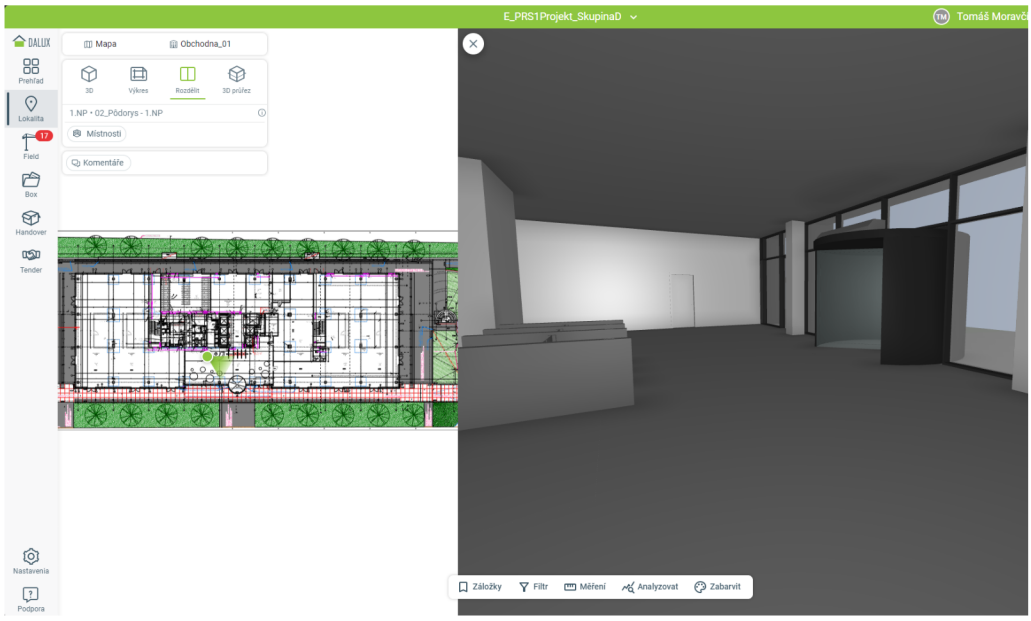
Obrázok 11: Vytvorenie pracovných balíčkov v programe Dalux [vlastné]

3.3.1 Dalux Lokácia

Funkcia a karta lokácia slúži na zobrazenie a prehliadanie 3D modelu stavby. Zobrazenie je tiež možné aj výkresovej dokumentácie, ktorá je zosynchronizovaná s 3D modelom stavby a jeho úrovňami. Model je možné otáčať alebo prechádzať akoby z pohľadu prvej osoby. Pri prehliadaní modelu je možné označiť prvky modelu a schovať ich. Táto funkcia vie byť užitočná napríklad ak užívateľ odstráni z prehliadania stenu a môže tak lepšie vidieť rozvody a potrubia technického zariadenia budovy. Tiež je možné zobraziť vlastnosti jednotlivých prvkov modelu, ktoré definoval projektant.

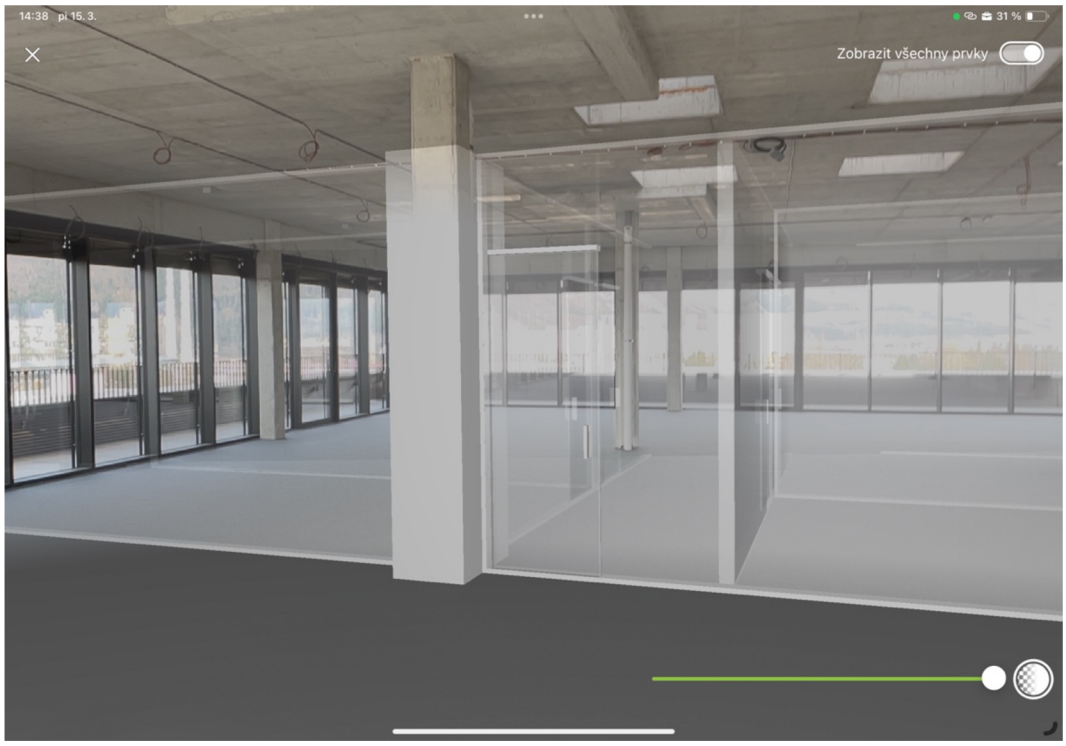
Pokiaľ sa užívateľ nachádza priamo na stavbe, môže využiť funkciu rozšírenej reality, kedy sa na jeho mobilnom zariadení alebo kamere prepojí 3D model s aktuálnym stavom staveniska. Užívateľ tak môže skontrolovať či je reálny stav vyhovujúci a súhlasí s projektovou dokumentáciou. Táto funkcia vie slúžiť aj pre lepšie odprezentovanie finálnej podoby stavby investorovi, klientovi alebo dizajnérom.

Obrázok 12: Zobrazenie 3D modelu po nahraní do prostredia Dalux vo formáte IFC [vlastné]



Obrázok 13: Virtuálna prehliadka 3D modelu s prehľadným prepojením s výkresovou dokumentáciou v prostredí Daluxu [vlastné]

Obrázok 14: Využitie zobrazenia rozšírenej reality v software Dalux [vlastné]

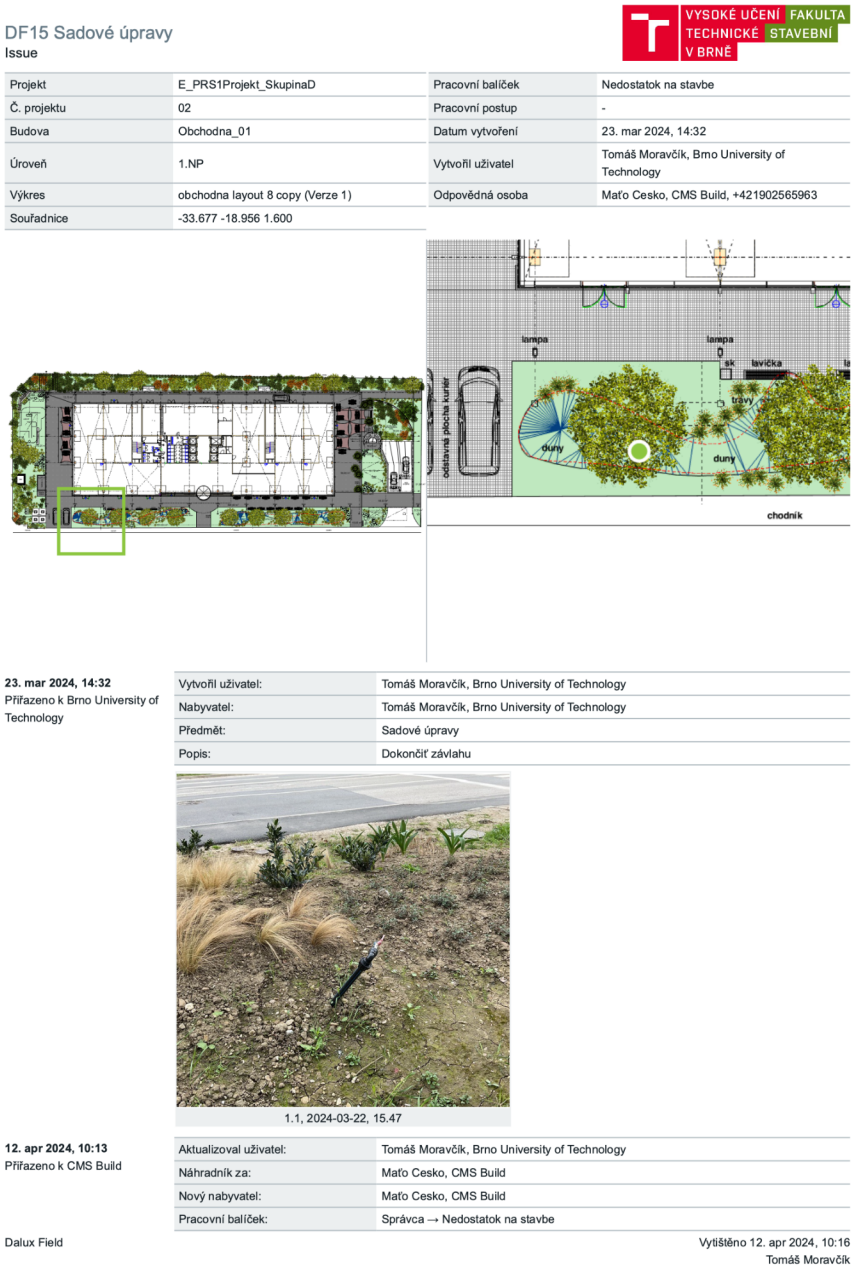


Obrázok 15: Využitie zobrazenia rozšírenej reality v software Dalux [vlastné]

3.3.2 Využitie Dalux Field

Pre využitie pracovných balíčkov je možné v sekcii lokácia prehliadať 3D model budovy alebo jednotlivé výkresy z výkresovej dokumentácie. Pre ukážku môžeme využiť príklad, kedy som na stavbe Nordcity Obchodná prešiel okolie stavby a kontroloval sadové úpravy, ich stav a dokončenosť. Podľa lokácie na ktorej som sa nachádzal som označil toto miesto na príslušnom výkrese sadových úprav. K tejto lokácii som priradil pracovný balíček „nedostatok na stavbe“ a určil, ktorá osoba je ďalej zodpovedná za riešenie tohto nedostatku. Z tohoto úkonu je vykonaný záznam s digitálnou stopou, ktorý je automaticky smerovaný do prijatej pošty zodpovednej osoby. Tá je o tejto úlohe informovaná cez samotný softvér Dalux ale aj do mailovej schránky.

Na nasledujúcom obrázku je vidno report z danej úlohy, v tomto prípade išlo o informáciu, že je potrebné dokončiť závlahu na sadových úpravách pred budovou. V zázname je zobrazená lokácia, fotka, a časový údaj o vytvorení záznamu.



DF15 Sadové úpravy
Issue

Projekt	E_PRS1Projekt_SkupinaD	Pracovní balíček	Nedostatok na stavbe
Č. projektu	02	Pracovní postup	-
Budova	Obchodna_01	Datum vytvoření	23. mar 2024, 14:32
Úroveň	1.NP	Vytvořil uživatel	Tomáš Moravčík, Brno University of Technology
Výkres	obchodna layout 8 copy (Verze 1)	Odpovědná osoba	Maťo Cesko, CMS Build, +421902565963
Souřadnice	-33.677 -18.956 1.600		

23. mar 2024, 14:32 Přiřazeno k Brno University of Technology	Vytvořil uživatel:	Tomáš Moravčík, Brno University of Technology
	Nabyvatel:	Tomáš Moravčík, Brno University of Technology
	Předmět:	Sadové úpravy
	Popis:	Dokončiť závlahu
	1.1, 2024-03-22, 15.47	
12. apr 2024, 10:13 Přiřazeno k CMS Build	Aktualizoval uživatel:	Tomáš Moravčík, Brno University of Technology
	Náhradník za:	Maťo Cesko, CMS Build
	Nový nabyvatel:	Maťo Cesko, CMS Build
	Pracovní balíček:	Správca → Nedostatok na stavbe

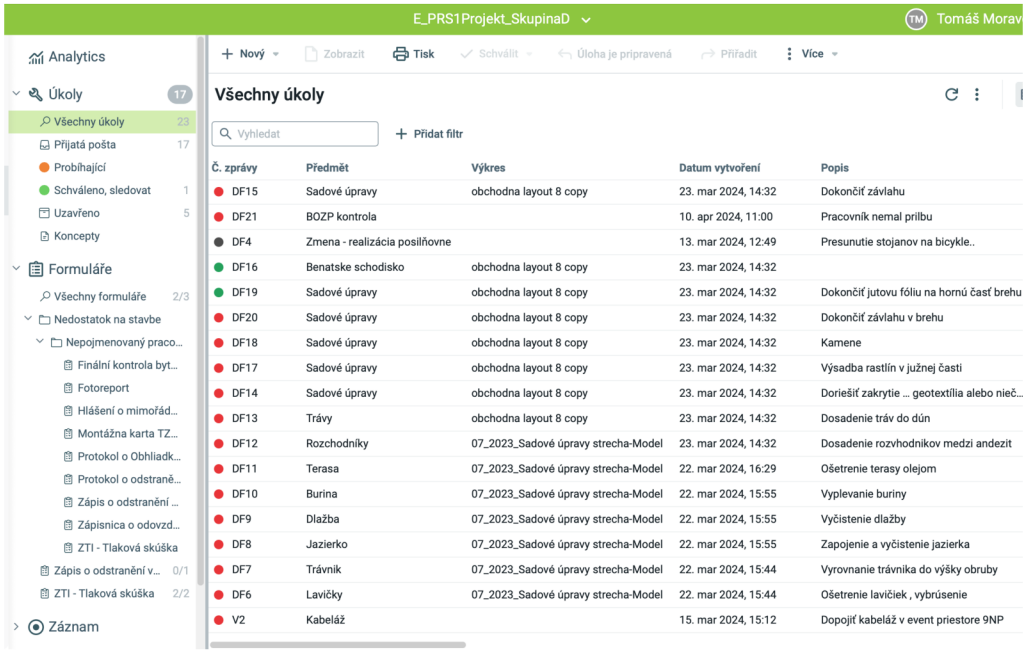
Dalux Field

Vytištěno 12. apr 2024, 10:16
Tomáš Moravčík

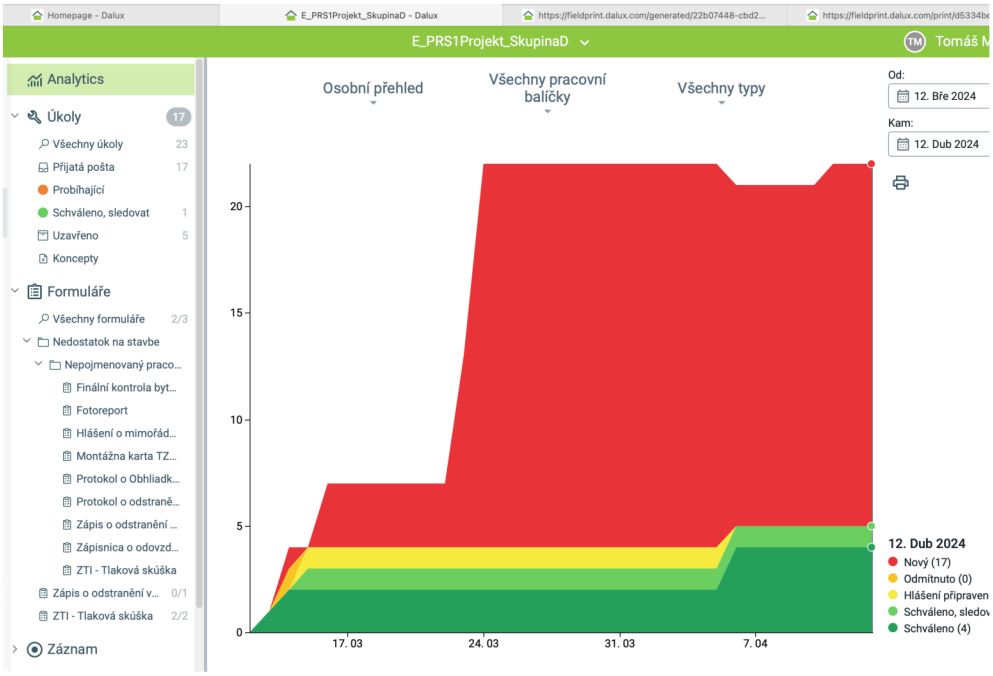
Obrázok 16: Ukážka vytvorenia úlohy v Dalux Field [vlastné]

V karte Field je následne zobrazený zoznam úloh alebo bodov, ktoré boli podobným spôsobov vytvorené a sú priradené zodpovednej osobe. Červenou farbou sú označené úlohy, ktoré sú nedokončené, oranžovou úlohy v procese, zelenou dokončené. Ak je úloha dokončená je automaticky presunutá do archívu. Zobrazenie úloh je tiež znázornené aj pri prehliadaní výkresov. Úloha môže byť priradená k výkresu alebo aj priamo k prvku v 3D modeli. Na úvodnej strane karty Field je prehľadný graf, kde je monitorovaný progres plnenie úloh a nedostatkov. Výhodou je tiež aj možnosť filtrovania úloh, keďže nedostatkov na stavbe rozmerov projektu Nordcity Obchodná môže byť stovky. Využitie filtrovania by mohlo byť pri kontrolných dňoch,

kedy projektový manažér si prechádza stavbu napríklad s dodávateľom vzduchotechniky. Pomocou filtra môže zobraziť len úlohy, ktoré sa týkajú tejto profesie a napríklad podlažia na ktorom sa práve nachádzajú pri obhliadke stavby.



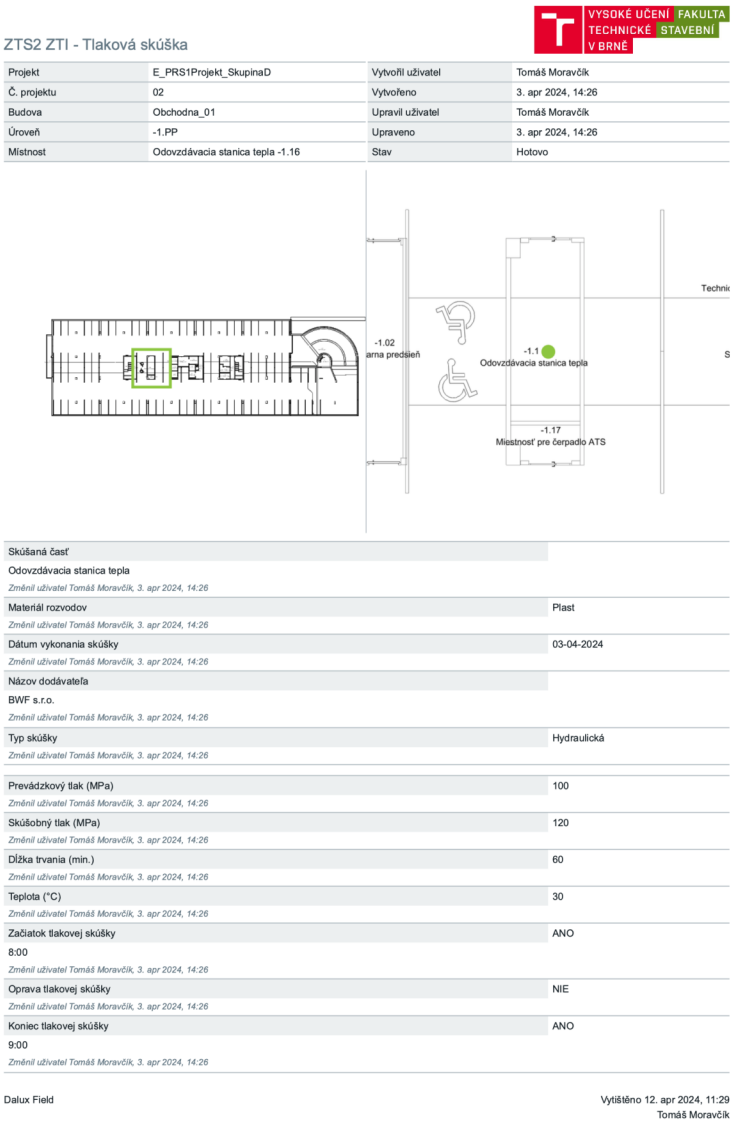
Obrázok 17: Zobrazenie databázy úloh v Dalux Field [vlastné]



Obrázok 18: Grafické znázornenie stavu úloh v prostredí Dalux Field [vlastné]

V zložke Field je tiež možné vytvárať aj formuláre. Je možné vytvoriť alebo skopírovať šablónu formuláru a informácie, ktoré má tento formulár obsahovať. Ako príklad môžeme použiť napríklad formulár pre vytvorenie

protokolu o tlakovej skúške zdravotechniky. Formulár vyplní zodpovedná osoba, ktorá skúšku vykonala a môže k nej priložiť aj súbory ako napríklad správu z merania alebo fotografie. Formulár vie byť spárovaný aj s konkrétnym miestom v 3D modeli, kde bola táto skúška vykonaná. Jednotlivé strany zodpovedné za protokol vytvoria digitálne podpisy a formulár je uložený do cloudového úložiska alebo exportovaný do formátu pdf.



ZTS2 ZTI - Tlaková skúška

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Projekt	E_PRS1Projekt_SkupinaD	Vytvořil uživatel	Tomáš Moravčík
Č. projektu	02	Vytvořeno	3. apr 2024, 14:26
Budova	Obchodna_01	Upravil uživatel	Tomáš Moravčík
Úroveň	-1.PP	Upraveno	3. apr 2024, 14:26
Místnost	Odovzdávacia stanica tepla -1.16	Stav	Hotovo

Skúšaná časť	
Odovzdávacia stanica tepla	
Změnil uživatel Tomáš Moravčík, 3. apr 2024, 14:26	
Materiál rozvodov	Plast
Změnil uživatel Tomáš Moravčík, 3. apr 2024, 14:26	
Dátum vykonania skúšky	03-04-2024
Změnil uživatel Tomáš Moravčík, 3. apr 2024, 14:26	
Názov dodávateľa	
BWF s.r.o.	
Změnil uživatel Tomáš Moravčík, 3. apr 2024, 14:26	
Typ skúšky	Hydraulická
Změnil uživatel Tomáš Moravčík, 3. apr 2024, 14:26	
Prevádzkový tlak (MPa)	100
Změnil uživatel Tomáš Moravčík, 3. apr 2024, 14:26	
Skúšobný tlak (MPa)	120
Změnil uživatel Tomáš Moravčík, 3. apr 2024, 14:26	
Dĺžka trvania (min.)	60
Změnil uživatel Tomáš Moravčík, 3. apr 2024, 14:26	
Teplota (°C)	30
Změnil uživatel Tomáš Moravčík, 3. apr 2024, 14:26	
Začiatok tlakovej skúšky	ANO
8:00	
Změnil uživatel Tomáš Moravčík, 3. apr 2024, 14:26	
Oprava tlakovej skúšky	NIE
Změnil uživatel Tomáš Moravčík, 3. apr 2024, 14:26	
Koniec tlakovej skúšky	ANO
9:00	
Změnil uživatel Tomáš Moravčík, 3. apr 2024, 14:26	

Dalux Field

Vytištěno 12. apr 2024, 11:29
Tomáš Moravčík

Obrázok 19: Ukážka vytvoreného formuláru pre protokol o vykonaní tlakovej skúšky potrubia [vlastné]

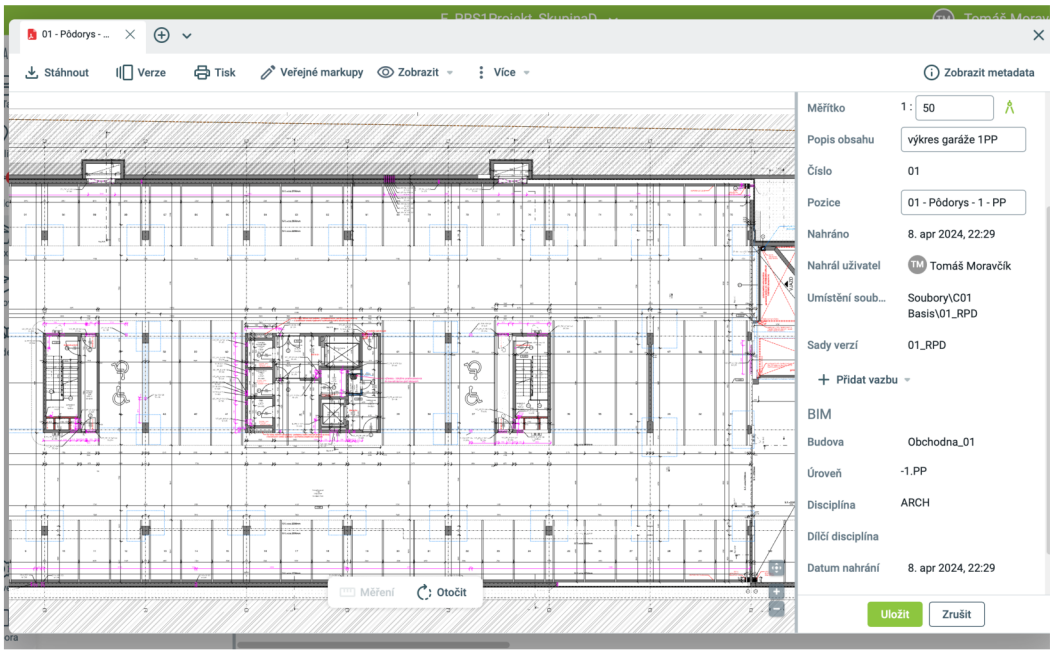
3.3.3 Využitie Dalux Box

Funkcia spoločného dátového prostredia Dalux Box, slúži na správu podkladov a dokumentácie potrebných pre riadenie projektu. Ide o spoločné dátové úložisko, do ktorého majú prístup jednotliví účastníci projektu, ktorým bolo správcom udelené právo mať prístup k funkcii Dalux Box.

Užívateľom je možné tiež prideliť právomoci, či môžu súbory len zobraziť alebo aj editovať a pridávať nové.

Pre ukladanie súborov je dôležité si určiť štruktúru zoradenia súborov. V prípade projektu Nordcity Obchodná som do prostredia Dalux Box nahral projektovú dokumentáciu v rôznych stupňoch : Dokumentáciu pre realizáciu stavby (RPD), dokumentáciu pre zmenu stavby pred dokončením (ZSPD), revíziu projektovej dokumentácie (REV). Štruktúra projektovej dokumentácie je následne rozdelená podľa stavebných objektov a podľa podradených kategórii projektovej dokumentácie pre jednotlivé profesie. V priebehu výstavby projektu je dôležité, aby bolo všetkým účastníkom ozrejmené, ktorá dokumentácia je aktuálna pre výstavbu. Pre tento prípad je užitočná funkcia „sady verzii“ kde je možné zobraziť jednotlivé verzie projektu. V prípade vykonanej zmeny v projektovej dokumentácii je neaktuálny výkres archivovaný a nahradený novým aktuálnym výkresom. Dôležité je informovať účastníkov projektu ako správne nájsť aktuálne podklady a je dôležité určiť zodpovednú osobu, ktorá bude spravovať a kontrolovať súbory.

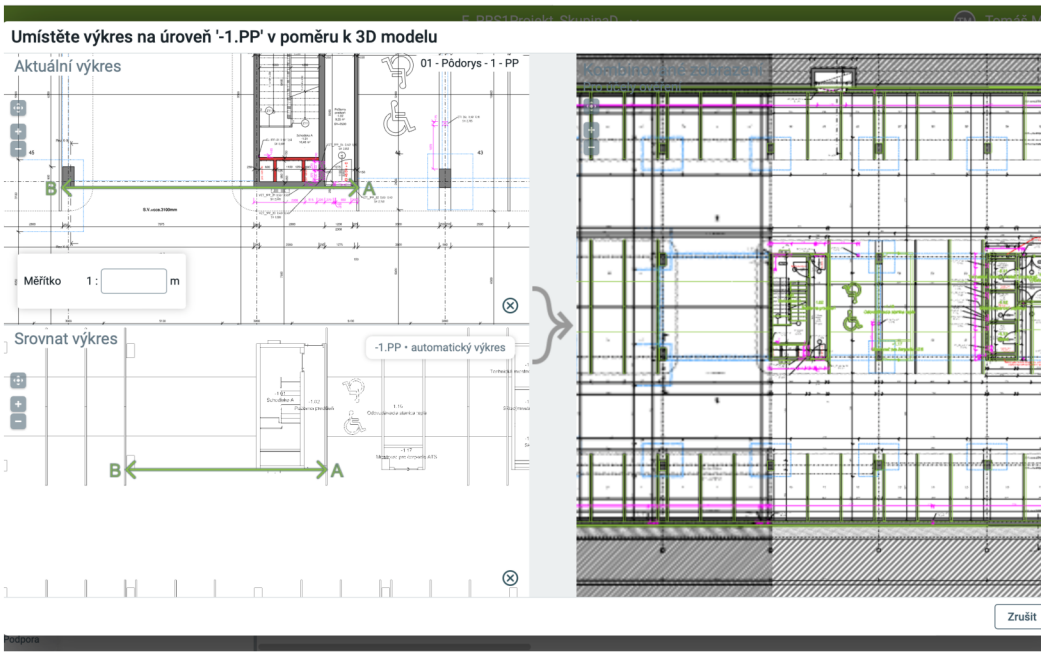
Pri nahrávaní podkladov do spoločného dátového prostredia Dalux Box je možné jednotlivým súborom priradiť aj metadáta ako napríklad profesia, ktorej sa výkres týka, verzia podkladu a samozrejme údaje o tom kto a kedy súbor nahral. Tieto metadáta môžu ďalej pomôcť pri využití filtrovania pri hľadaní súborov. Čo bude k viesť k efektívnejšiemu a rýchlejšiemu vyhľadávaniu informácii.



Obrázok 20: Zobrazenie výkresu architektúry s metadátami v Dalux Box [vlastné]

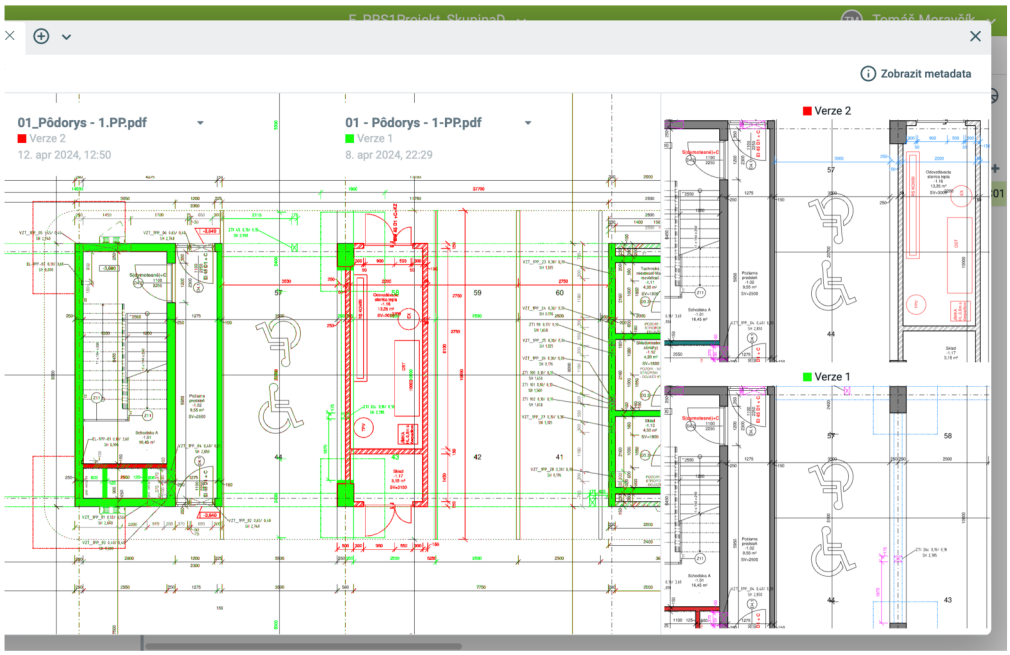
Na prepojenie výkresovej dokumentácie v pdf s 3D modelom budovy, je možné využiť funkciu na synchronizáciu, kedy užívateľ priradí výkresu výškovú úroveň a následne pomocou určenia dvoch bodov na výkrese a v 3D modeli, zosynchronizuje pdf dokumentáciu s 3D modelom. Proces je veľmi intuitívny a trvá len niekoľko sekúnd.

Na obrázku je v v ľavom hornom rohu vidieť aktuálny výkres v pdf, v ľavom dolnom rohu schému výkresu z 3D modelu. Ako referenčné body som zvolil stĺp a stenu. Vpravo je zobrazené kombinované zobrazenie synchronizácie dvoch výkresov.



Obrázok 21: Synchronizácia výkresovej dokumentácie vo formáte pdf s 3D modelom stavby v prostredí Dalux Box [vlastné]

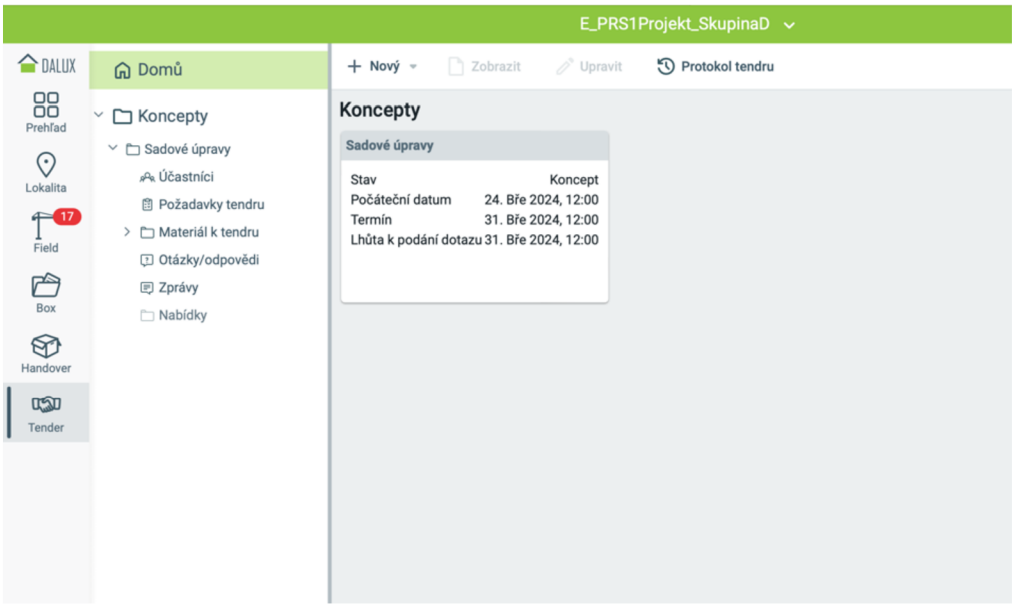
Pri určení verzii k dokumentu s rovnakým je schopný softvér Dalux automaticky rozoznať a zvýrazniť rozdiely vykonané medzi jednotlivými verziami výkresu. Na obrázku môžeme vidieť porovnanie dvoch verzii výkresu pôdorysu 1PP. Verzie výkresu sú farebne rozlíšené. Červenou je znázornená zmena dispozície a doplnenie odovzdávacej stanice tepla.



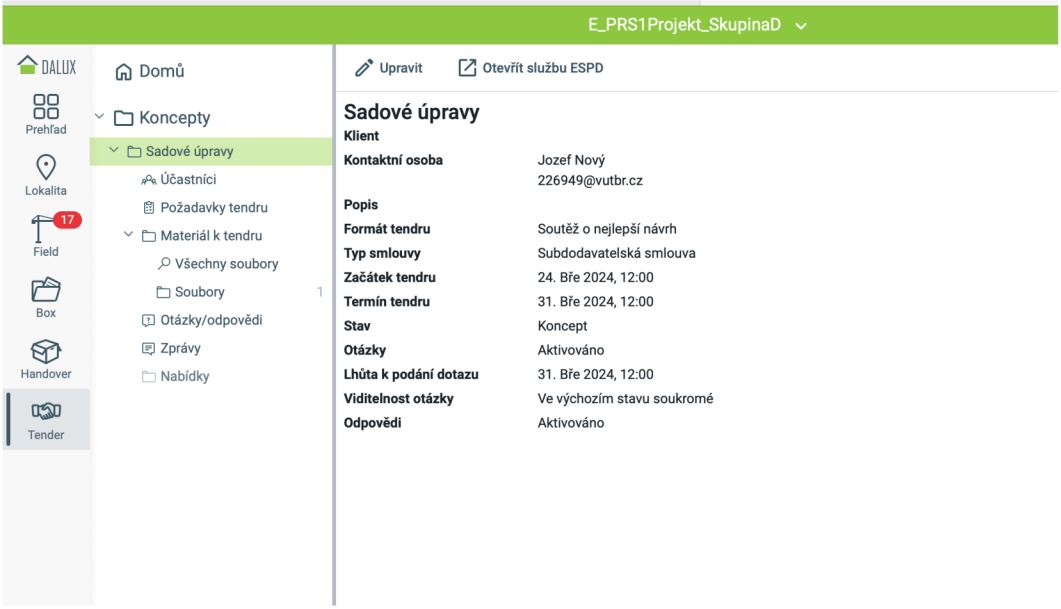
Obrázok 22: Ukážka porovnania dvoch verzii výkresu [vlastné]

3.3.4 Využitie Dalux Tender

Pri riadení projektu Nordcity Obchodná bol samotný investor zodpovedný za výber dodávateľov pre práce PSV a pre výber generálneho dodávateľa pre práce HSV. Pre koordináciu tendrov a výberových konaní je možné v prostredí Daluxu využiť funkciu Dalux Tender. Projektový manažér vyhlási tender napríklad na dodávateľa sadových úprav. Do podkladov môže nahrať súbory na vytvorenie cenovej ponuky. Projektový manažér následne určí termíny do kedy je potrebné nahrať cenovú ponuku a termín do kedy je možné poslať dotazy k vytvoreniu ponuky. V nastaveniach je možné určiť či dotazy k vytvoreniu ponuky. Následne je možné odoslať požiadavku na vytvorenie ponuky na mailové adresy potenciálnych dodávateľom. Tí majú možnosť si stiahnuť všetky potrebné podklady, pýtať sa na otázky a následne nahrať cenovú ponuku do prostredia softvéru Dalux. Táto funkcia uľahčí proces vyhodnocovania tendra pre investora a zabezpečí férovú komunikáciu s rovnakými pravidlami pre oslovených potenciálnych dodávateľov.



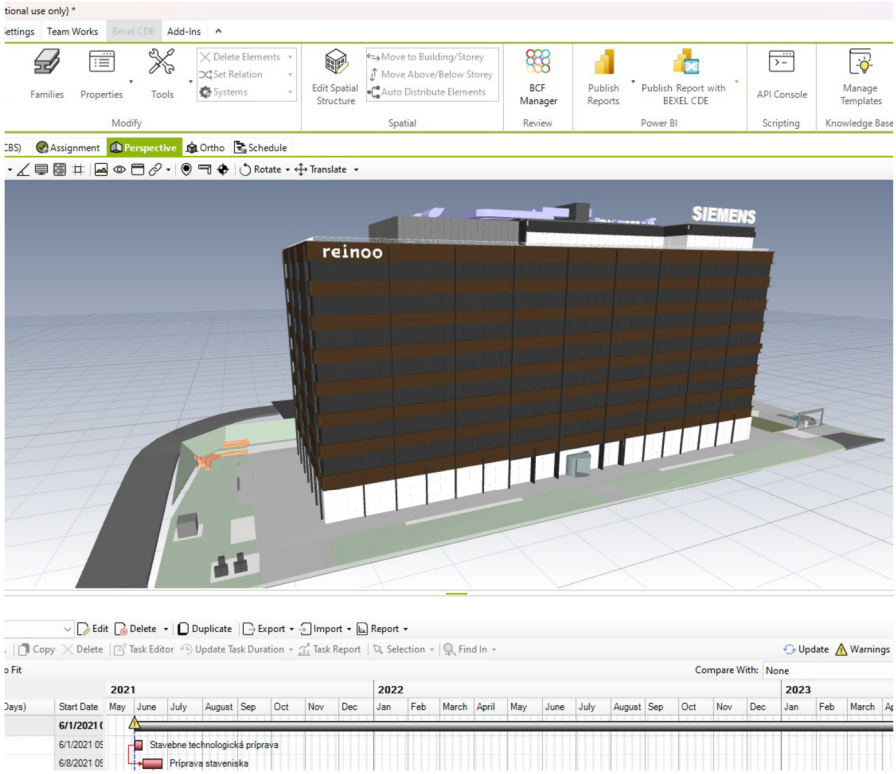
Obrázok 23: Prostredie Dalux Tender [vlastné]



Obrázok 24: Ukážka vytvorenia tendra pre dodávateľa sadových úprav na projekt Nordcity Obchodná [vlastné]

3.4 Plán výstavby v programe Bexel Manager

Pri zahájení práce v softvér Bexel Manager je potrebné mať k dispozícii 3D model stavby vo formáte IFC. IFC model stavby je základným pilierom pre správne fungovanie softvéru. Po nahratí modelu do rozhrania Bexel Manager je v hlavnom strednom okne zobrazený prehliadač 3D modelu, vpravo je výber z kategórii jednotlivých elementov, vľavo sú vlastnosti elementu, ktorý je práve označený. V hornom paneli je výber z funkcii alebo možnosti zobrazenia.



Obrázok 25: Zobrazenie 3D modelu v Bexel Manager [vlastné]

3.4.1 Spracovanie 3D modelu

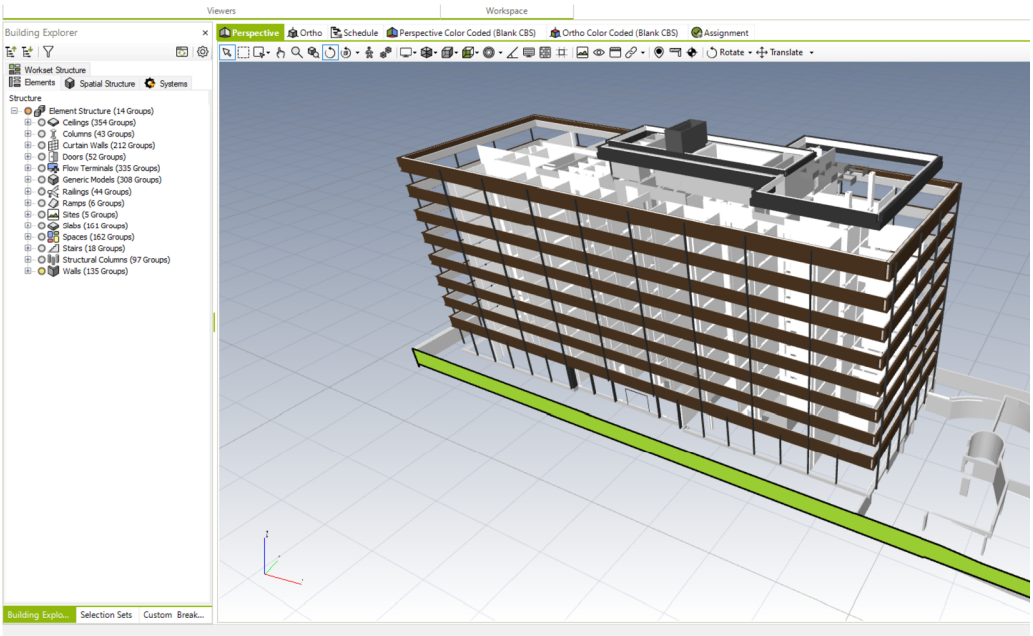
Pri nahrávaní 3D modelu vo formáte IFC je veľmi dôležité ako detailne je model vypracovaný a aké informácie sú priradené k jednotlivým prvkom. Pri správnom modelovaní projektovej dokumentácie BIM je dôležité uviesť všetky požadované vlastnosti aké má prvok mať. Napríklad je to materiál z ktorého je prvok vyrobený, aká je jeho požiarna odolnosť, ku ktorej profesii je tento prvok priradený a ku ktorej časti projektovej dokumentácie sa vzťahuje. Keďže projektová dokumentácia pre projekt Nordcity Obchodná nebol spracovaný v úrovni BIM, model nemal charakterizované tieto vlastnosti pre jednotlivé prvky. Taktiež som narazil na problém, kedy Bexel Manager dokáže automaticky vytvoriť kategórie prvkov a zoskupiť ich.

Toto sú kategórie, ktoré vedel Bexel Manager na základe IFC modelu rozoznať:

- Stropy
- Stĺpy
- Závesné steny
- Dvere
- Prietokové zariadenia
- Modely
- Zábradlia
- Rampy

- Okolie
- Miestnosti
- Schodiská
- Steny

Toto rozdelenie však nepovažujem za dostatočné keďže do kategórie steny spadajú všetky železobetónové steny, izolácie, sadrokartónové steny, prvky prevetrávanej fasády aj plechové lamely.

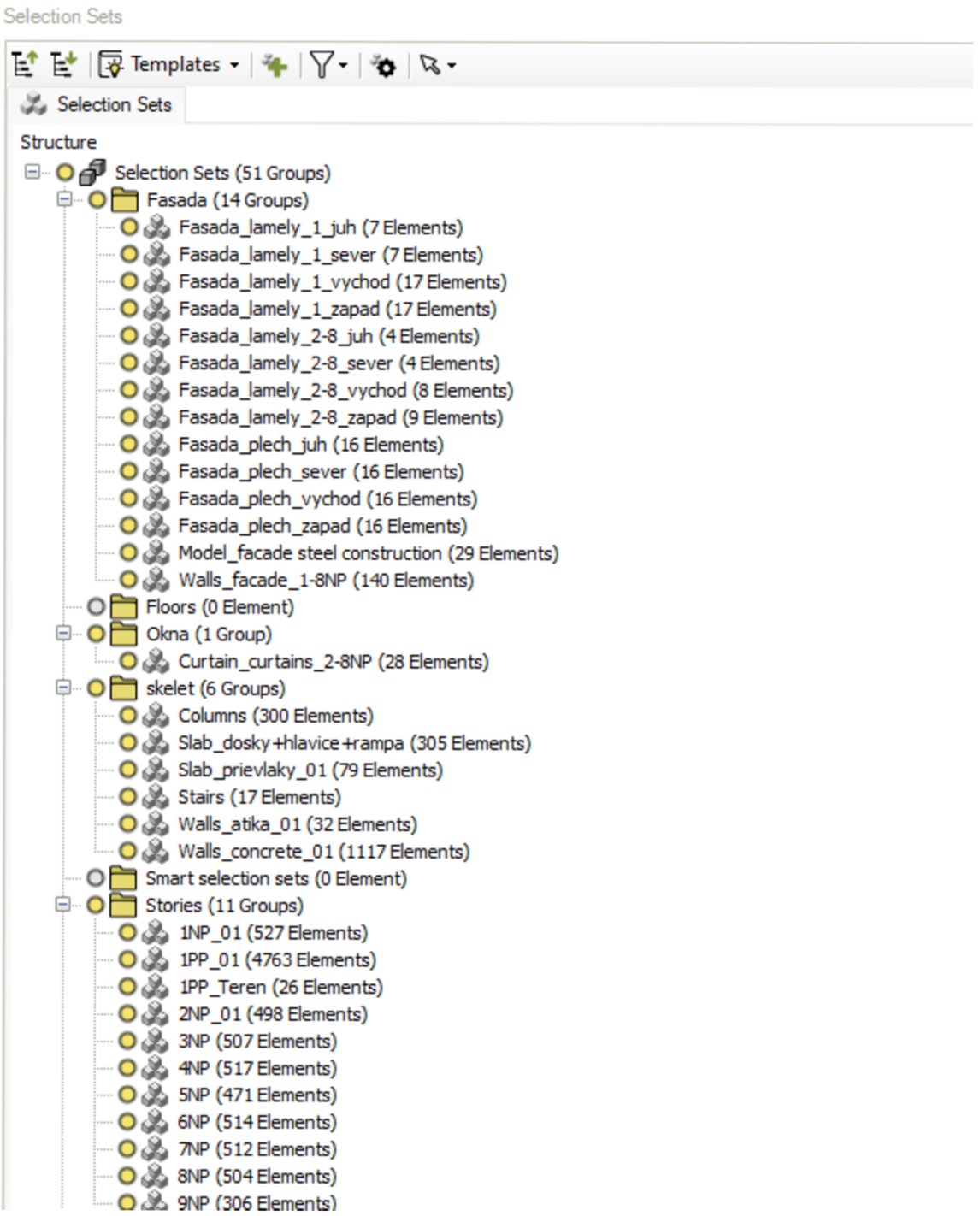


Obrázok 26: Zobrazenie konštrukcii z kategórie "Walls" v Bexel Manageri [vlastné]

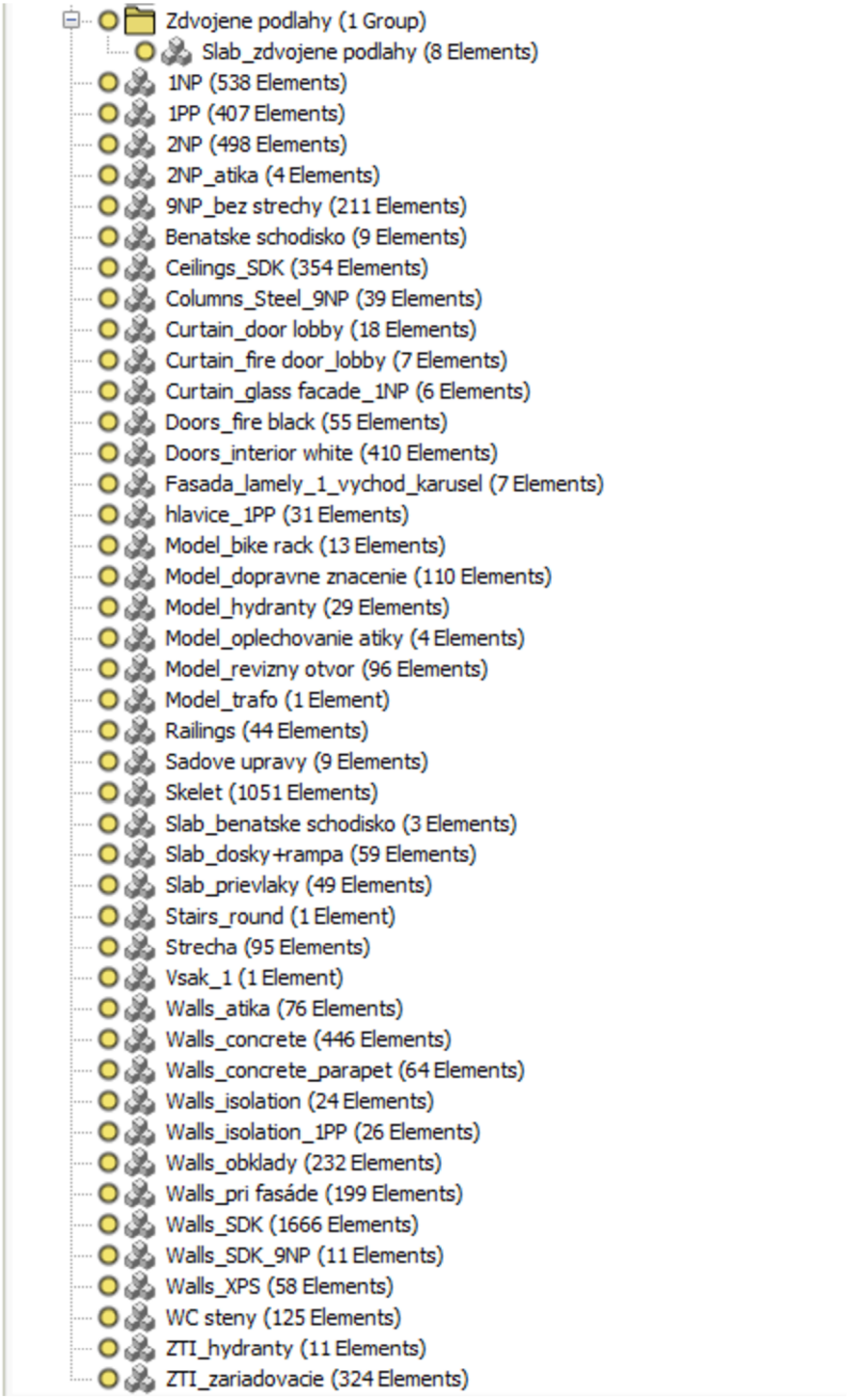
Ďalšou kategóriou je aj zobrazenie z hľadiska výškového usporiadania podľa podlaží 1PP až 9NP. Pri týchto kategóriách som tiež narazil na nepresné definovanie pri hlavných nosných prvkoch. Pri určení kategórie napríklad 1NP bola do tejto kategórie zahrnutá stropná doska medzi 1NP a 2NP ale neboli do nej zahrnuté hlavice stĺpov medzi 1NP a 2NP, ale hlavice stĺpov medzi 1NP a 1PP. Tiež bola do tejto kategórie zahrnutá zdvojená podlaha na stropnej doske medzi 1NP a 2NP. Z hľadiska technologického postupu táto kategorizácia nie je správna, čo neskôr spôsobilo problém pri tvorení časového harmonogramu.

3.4.2 Tvorba Selection Sets

Aby sme mohli správne vytvoriť časový harmonogram prepojený s prvkami a elementami z 3D modelu, musel som vytvoriť takzvané „Selection sets“, podľa kategórii. Tiež som vytvoril kategórie podľa výškového usporiadania 1PP – 9NP tak, aby súviseli s technologickým postupom výstavby.



Obrázok 27: Vytvorené kategórie prvkov "Selection sets" v programe Bexel Manager [vlastné]

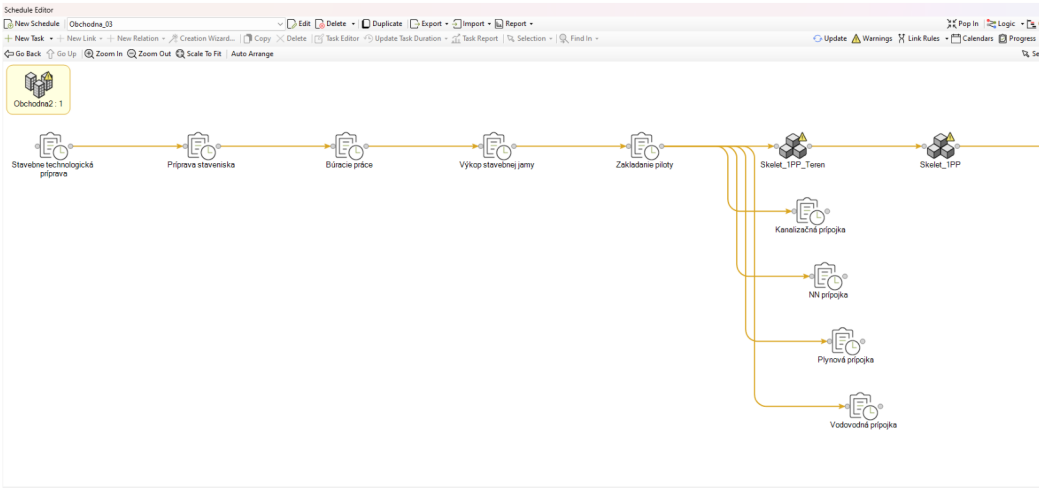


Obrázok 28: : Vytvorené kategórie prvkov "Selection sets" v programe Bexel Manager [vlastné]

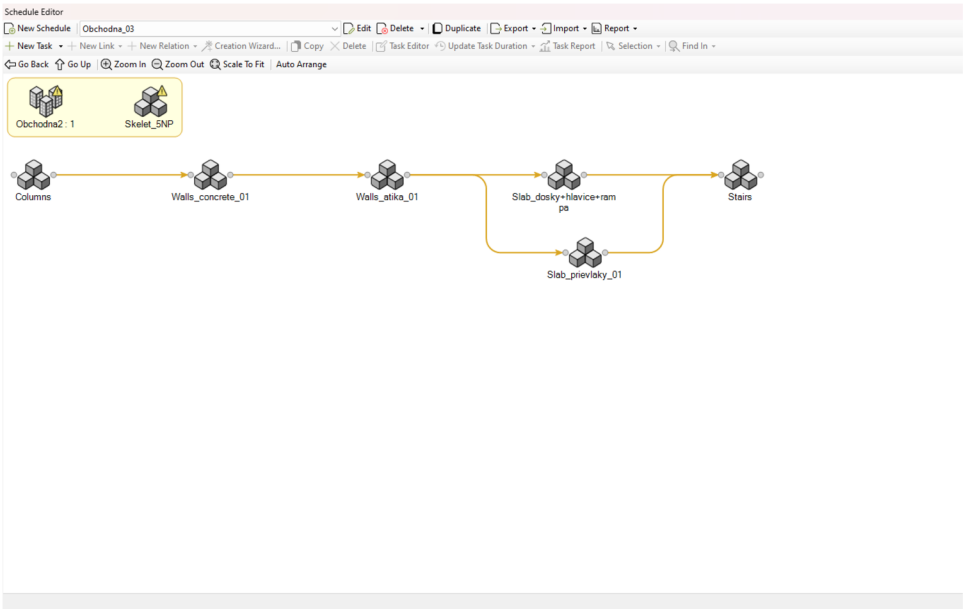
3.4.3 Harmonogram výstavby

Pre začiatok tvorby časového harmonogramu výstavby prejdeme do funkcie Schedule Editor a vytvoríme nový harmonogram. Pri pridávaní úloh do harmonogramu. Pre vytvorenie novej úlohy môžeme vytvoriť prázdnu úlohu bez synchronizácie s prvkami. Môžeme tiež vytvoriť úlohu pomocou funkcie

creation rule, kedy vyberieme niektorý zo selection sets a vytvoríme pravidlo, na postup pri tvorbe harmonogramu. Ako poslednú možnosť môžeme využiť priame spojenie s vybranými prvkami z 3D modelu. Po vytvorení jednotlivých činností, ku ktorým sú priradené prvky z 3D modelu, je možné k činnostiam priradiť dĺžku ich trvania a náklady potrebné na vykonanie tejto činnosti. Pre určenia nadväzností činností je možné využiť zobrazenie Logic, kde na základe vytvorenia sieťového grafu vytvoríme väzby medzi jednotlivými činnosťami. Ku každej činnosti je možné pridať ešte podčinnosti. Napríklad pri tvorbe činnosti výstavby skeletu na podlaží napríklad 2NP je vytvorená podčinnosť, kedy sa najskôr musia realizovať stĺpy a steny následne atika a stropná doska spolu s hlavicami stĺpov. Tento postup stačí vytvoriť raz a následne ho aplikovať na všetky ďalšie podlažia.

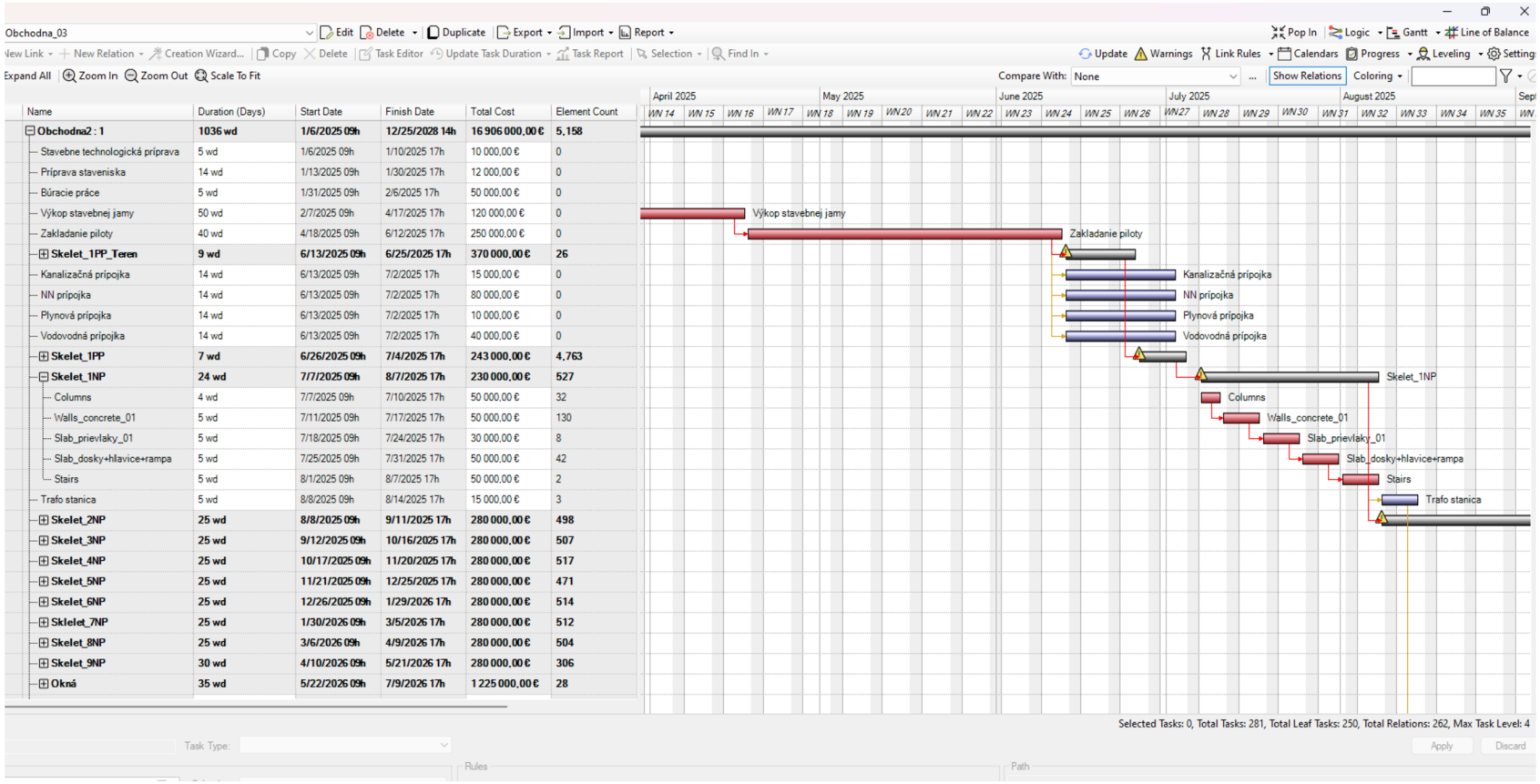


Obrázok 29: Vytvorenie väzieb medzi činnosťami v Bexel Manageri v zobrazení Logic [vlastné]



Obrázok 30: Vytvorenie podčinností v Bexel Manageri [vlastné]

Po vytvorení väzieb a priradení dĺžky trvania k jednotlivým činnostiam je možné harmonogram výstavby zobraziť v zobrazení pomocou Ganttovho diagramu. K činnostiam sú priradené aj náklady na realizáciu. Dynamická úprava úloh vie byť užitočným nástrojom pre riadenie projektu, keďže vykonávanie zmien v časovom harmonograme sa automaticky prejaví vo všetkých nasledujúcich činnostiach. Vďaka plánovacím nástrojom vieme identifikovať kritickú cestu činností projektu. Týmto činnostiam na kritickej ceste by sme mali venovať prioritu, keďže dokážu ovplyvniť celkový termín dokončenia projektu.



Obrázok 31: Zobrazenie harmonogramu výstavby v Bexel Manageri pomocou Ganttovho diagramu [vlastné]

Vďaka vytvorenému harmonogramu je Bexel Manager schopný automaticky vytvoriť animáciu výstavby. V tejto animácii sa postupne zobrazujú prvky z 3D modelu. Červenou farbou sú označené činnosti, ktoré sa nachádzajú na kritickej ceste. V animácii je tiež zobrazené aj percento dokončenia a aktuálne dokončené náklady. Animácia je môže slúžiť na kontrolu správnosti harmonogramu alebo pre marketingové účely.

Výhodou tvorenia harmonogramu v Bexel Manageri je možnosť dynamickej úpravy. Keďže jednotlivé činnosti majú vytvorené väzby zmena v jednej činnosti sa automaticky prejaví aj v nasledujúcich činnostiach. Vďaka priradeniu nákladov k činnostiam je možné vytvoriť plán nákladov výstavby.

3.4.4 Detekcia kolízii

Program Bexel Manager má funkciu, ktorá dokáže automaticky rozoznať kolíziu v projektovej dokumentácii. Pomocou prvkov v 3D modeli analyzuje či sa niekde dva prvky neprekrývajú. Vyskytnutie kolízii môže nastať napríklad pri rozvodoch technického zariadenia budovy. Funkcia detekcia kolízii je skvelým nástrojom na odhalenie kolízii ešte v čase kedy je možné robiť zmeny v projektovej dokumentácii. Pokiaľ by kolízia bola zistená pri realizácii odzrkadlilo by sa to v predĺžení harmonogramu a pozastavení postupu, keďže realizačná firma musí čakať na nové riešenie od projektanta. Tiež sa takáto kolízia odzrkadlí v nákladoch, keďže pri zmene projektu bude potrebné niektoré práce vykonať znovu alebo dodať nové komponenty.

3.5 Analýza využitia moderných nástrojov pre projektové riadenie

Pre analýzu využitia moderných nástrojov v projektovom riadení som vytvoril prehľad činností, ktorými sa zaoberal počas výstavby projektu projektový manažér. K jednotlivým činnostiam som priradil dĺžku trvania a frekvenciu, koľkokrát za týždeň vykonáva projektový manažér túto činnosť. Ako ďalší krok som sám vykonal tieto činnosti a zmeral dĺžku trvania, koľko času bude trvať vykonanie činností za pomoci nástrojov Dalux CDE a Bexel Manager.

Osobné stretnutia pre plánovanie

Pri analýze som určil, že celkovo strávi projektový manažér 10 hodín týždenne na osobných stretnutiach s dodávateľmi alebo projektantami, kedy riešia dizajnové alebo technické riešenia. S využitím moderných nástrojov na projektové riadenie k úspore času nedojete, keďže osobné stretnutia sú stále dôležitou súčasťou riadenia.

Kontrolné stretnutia na stavbe

Kontrolou priamo na stavenisku strávi projektový manažér v priemere 10 hodín do týždňa. Pri projekte Nordcity Obchodná, bolo výhodou, že

kancelária investora sa nachádzala priamo v administratívnej budovy vedľa staveniska, takže projektový manažér nemusel na stavenisko cestovať. Pri stretnutiach a kontrole na stavbe si projektový manažér vytváral poznámky do svojho poznámkového bloku, ktoré následne po príchode do kancelárie zapísal do tabuľky v Exceli, prípadne odoslal požiadavky z kontroly ďalším účastníkom projektu. Pre uľahčenie práce by bolo vhodné využiť funkciu Dalux Sitewalk, kedy by manažér nemusel fyzicky chodiť po stavbe napríklad pre vyhotovenie fotografii, alebo pre kontrolu skutkového stavu s projektovou dokumentáciou. Čas na stavenisku by sa znížil aj vďaka komunikácii medzi účastníkmi projektu cez Dalux Field, kedy by na schválenie bolo v niektorých prípadoch potrebné len odsúhlasenie na základe prijatej fotografie. Počas kontroly by vytváral úlohy a pripomienky do prostredia Dalux Field, ktoré by boli automaticky odoslané osobám, ktorých sa pripomienka týka. Pri ďalšej kontrole by projektový manažér pracoval s vytvorenými pripomienkami a kontroloval ich stav. Mohol by tiež využiť funkciu filtrovania, kedy by napríklad na stretnutí s dodávateľom elektroinštalácii zobrazil len nedostatky týkajúce sa tejto profesie.

Vytváranie reportov

Pri riadení projektu Nordcity Obchodná vytvárali projektoví manažéri dvakrát do týždňa report pre projektového riaditeľa a investora. Súčasťou reportu, boli aktuálne fotografie prác na stavbe, aktuálny stav plnenia úloh a stavebných prác, aktualizovaný harmonogram výstavby a rozpočet. Pre vytvorenie reportov je vhodným nástrojom Dalux Field, ktorý dokáže automaticky vytvoriť report z aktuálneho stavu úloh a nedostatkov a dokáže tiež spracovať grafy dokončenia úloh. Vďaka týmto funkciám by sa projektový manažér mohol venovať vytváraniu reportov o 2,5 hodiny týždenne menej.

Tendrovanie subdodávok

Súčasťou práce projektového manažéra bolo aj výberové konanie a tender pre subdodávateľov a projektantov. Projektové podklady pre tender boli rozposlané účastníkom tendra pomocou emailu a komunikácia prebiehala rovnako cez mail, telefonicky alebo na osobných stretnutiach. Vďaka využitiu modulu Dalux Tender by bola uľahčená komunikácia výmena podkladov medzi investorom a účastníkmi tendra a tiež transparentnejšia komunikácia.

Presun informácii medzi účastníkmi projektu

Značnú časť časového fondu venuje projektový manažér presunu informácii a podkladov medzi jednotlivými účastníkmi projektu. Táto komunikácia prebieha cez email a môže ísť napríklad o situáciu, kedy zhotoviteľ na stavbe narazí na nedostatok v projektovej dokumentácii a žiada o nové riešenie a zaslanie podkladov. Úlohou projektového manažéra je prijať tento dotaz a preposlať ho na projektanta, ktorý mu v ideálnom prípade pošle spätne

riešenie problému. V prípade využitia Dalux Field, by projektový manažér nemusel vykonávať tento medzičlánok v procese, keďže vďaka využitiu pracovných balíčkov, by bol presun informácii automatizovaný. Projektový manažér by len zastával funkciu kontrolóra týchto procesov.

Plánovanie výstavby

Pre plánovanie výstavby bolo pre projektového manažéra potrebné sledovať časový harmonogram a rozpočet projektu. Vďaka využitiu 5D harmonogramu v programe Bexel manager, by sa všetky zmeny v harmonograme automaticky preniesli do ostatných činností, čo by výrazne uľahčilo prácu. Funkcia zobrazenia kritickej cesty by slúžila pre kontrolu činností, ktoré máju závažný vplyv na konečný termín dokončenia. V programe Bexel manager je možné využiť funkciu sledovania plánovaných a reálnych nákladov na výstavbu, čo by pomohlo pre lepšie nastavenie financovania projektu. Vďaka využitiu týchto funkcii, by projektový manažér ušetril 2,25 hodiny za týždeň.

Spravovanie zdieľaného dátového prostredia

Správnosť a efektivita zdieľaného dátového prostredia je závislá od množstva informácii, ktoré sú jeho súčasťou, preto je nevyhnutné, aby bolo dátové prostredie pravidelne kontrolované a aktualizované. Táto činnosť, by pri projekte Nordcity Obchodná trvala 1 hodinu denne.

3.6 Vyhodnotenie

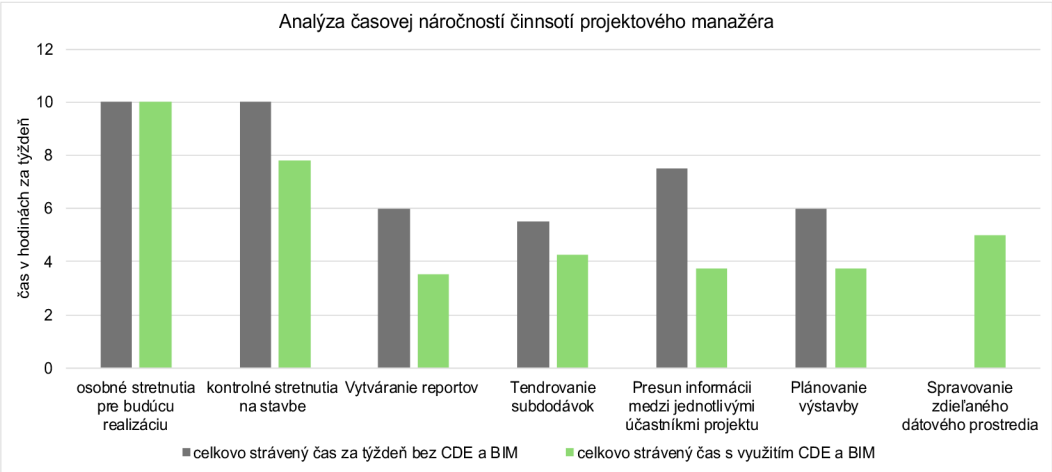
V nasledujúcej tabuľke je prehľad hodnôt nameraných pri analýze časovej náročnosti úloh a činností, ktoré vykonáva projektový manažér počas bežného týždňa pri riadení projektu. Najväčší rozdiel v časovej náročnosti je pri činnosti „presun informácii medzi jednotivými účastníkmi projektu“. Vďaka využitiu zdieľaného dátového prostredia, by bola väčšina presunu informácii automatizovaná a nebolo by potrebné, aby projektový manažér bol komunikátorom pre presun informácii.

Analýza časovej náročnosti činností projektového manažéra

Analýza časovej náročností činnsotí projektového manažéra								
Činnosť	**Podčinnosti**	**frekvencia za týždeň**	**trvanie činnosti bez CDE**	**trvanie s využitím CDE**	**celkovo strávený čas za týždeň bez CDE a BIM**	**celkovo strávený čas s využitím CDE a BIM**	**celkovo strávený čas za týždeň bez CDE a BIM**	**celkovo strávený čas s využitím CDE a BIM**
			hod / týždeň	hod / týždeň	hod / týždeň	hod / týždeň	hod / týždeň	hod / týždeň
osobné stretnutia pre budúcu realizáciu	príprava podkladov pre stretnutie	5	0,5	0,5	2,5	2,5	10	10
	osobné stretnutie	5	1	1	5	5		
	vytvorenie zápisu zo stretnutia	5	0,5	0,5	2,5	2,5		
kontrolné stretnutia na stavbe	príprava na kontrolné stretnutie na stavbe	4	0,5	0,25	2	1	10	7,8
	obhliadka stavby	4	1,5	1,5	6	6		
	vytvorenie zápisu z kontroly	4	0,5	0,2	2	0,8		
Vytváranie reportov	osobná obhliadka na stavbe	2	1	0,5	2	1	6	3,5
	vytvorenie reportu aktuálneho stavu prác a úloh	2	1	0,25	2	0,5		
	prezentácia reportu	2	1	1	2	2		
Tendrovanie subdodávok	príprava podkladov pre vytvorenie tendra	1	1,5	1	1,5	1	5,5	4,25
	oslovenie účasntíkov tendra	1	1,5	0,75	1,5	0,75		
	riešenie pripomienok	3	0,5	0,5	1,5	1,5		
	vyhodnotenie tendra	1	1	1	1	1		
Presun informácii medzi jednotlivými účastníkmi projektu		5	1,5	0,75	7,5	3,75	7,5	3,75
Plánovanie výstavby	aktualizovanie časového harmonogramu	1	1	0,75	1	0,75	6	3,75
	aktualizovanie rozpočtu projektu	1	1	0,75	1	0,75		
	kontrola dodržaniavania termínov	1	1	0,75	1	0,75		
	sledovanie plnenia úloh	3	1	0,5	3	1,5		
Spravovanie zdieľaného dátového prostredia		5	0	1	0	5	0	5
SPOLU							**45**	**38,05**

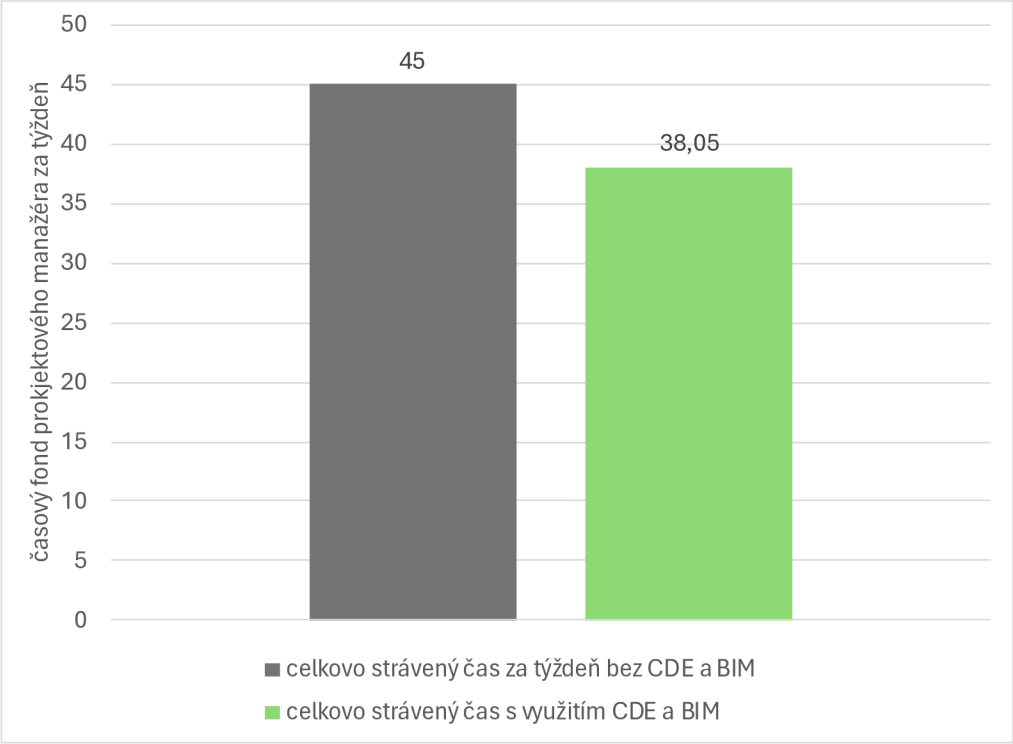
Tabuľka 3: Porovnanie časovej náročnosti činností projektového manažéra [vlastné]

V nasledujúcom grafe je grafické porovnanie rozdielu v časovej náročnosti činností projektového manažéra počas bežného týždňa pri riadení projektu.



Graf 7: Analýza časovej náročnosti činností projektového manažéra [vlastné]

Po analýze môžeme vyhodnotiť celkovú úsporu času projektového manžéra počas bežného týždňa. Z analýzy vyplýva, že vďaka využitiu moderných nástrojov ako BIM a CDE sa časová náročnosť práce zníži z 45 hodín za týždeň na 38 hodín za týždeň.



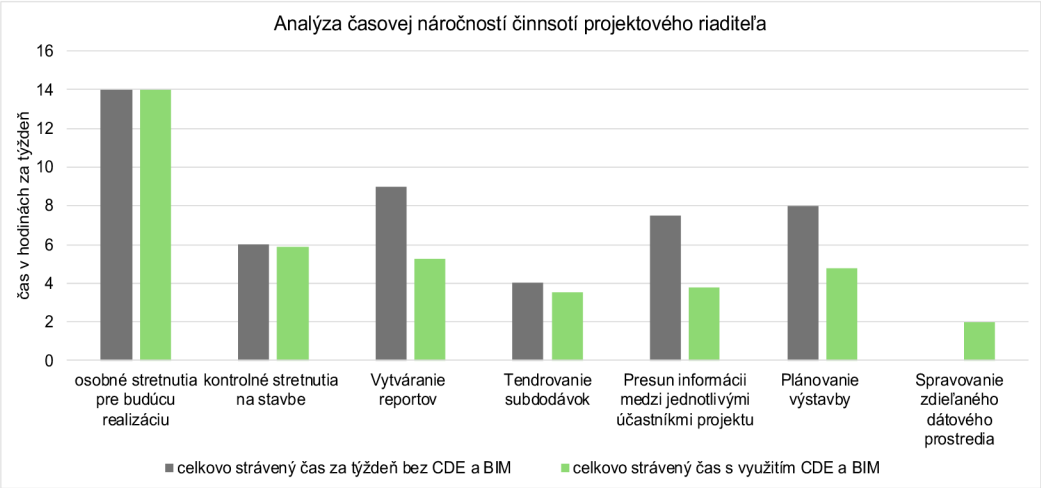
Graf 8: Celková časová úspora projektového manažéra počas týždňa [vlastné]

Projektový manažér by vďka použitiu moderných nástrojov ušetril 6,95 hodín práce týždenne a zvýšil by efektivitu práce o 15,44 %.

Analýza časovej náročnosti úloh projektového riaditeľa

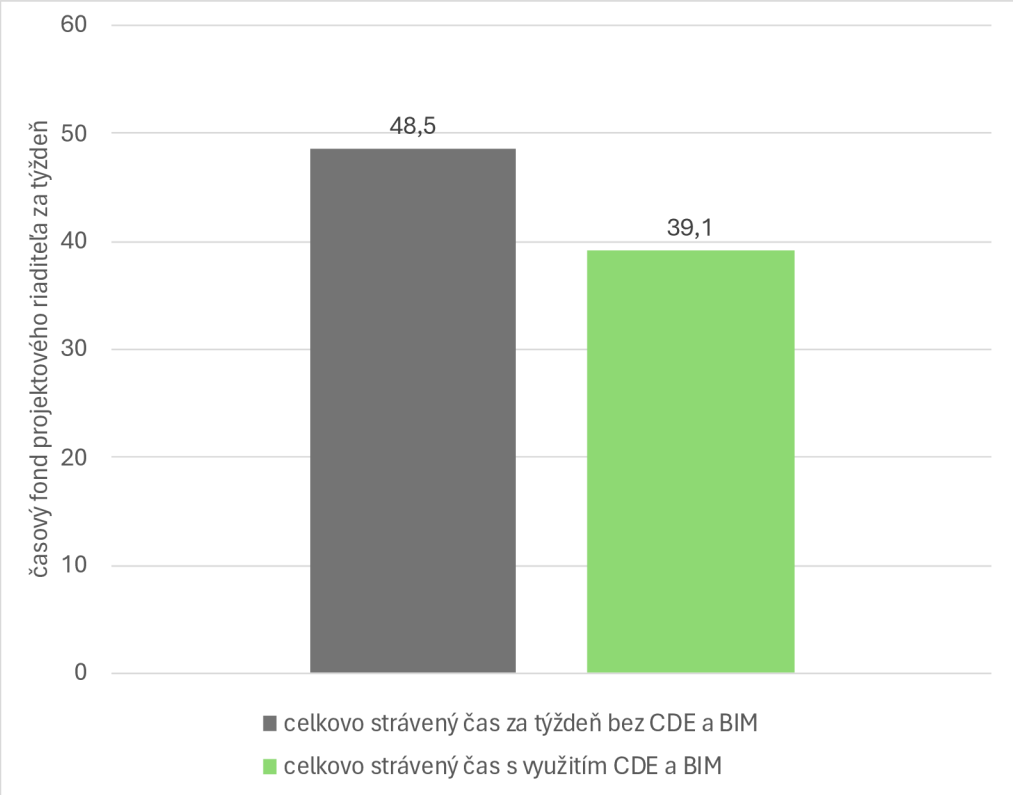
Analýza časovej náročností činnsotí projektového riaditeľa								
Činnosť	**Podčinnosti**	**frekvencia za týždeň**	**trvanie činnosti bez CDE**	**trvanie s využitím CDE**	**celkovo strávený čas za týždeň bez CDE a BIM**	**celkovo strávený čas s využitím CDE a BIM**	**celkovo strávený čas za týždeň bez CDE a BIM**	**celkovo strávený čas s využitím CDE a BIM**
			hod / týždeň	hod / týždeň	hod / týždeň	hod / týždeň	hod / týždeň	hod / týždeň
osobné stretnutia pre budúcu realizáciu	príprava podkladov pre stretnutie	7	0,5	0,5	3,5	3,5	14	14
	osobné stretnutie	7	1	1	7	7		
	vytvorenie zápisu zo stretnutia	7	0,5	0,5	3,5	3,5		
kontrolné stretnutia na stavbe	príprava na kontrolné stretnutie na stavbe	3	0,5	0,25	1,5	0,75	6	5,85
	obhliadka stavby	3	1	1,5	3	4,5		
	vytvorenie zápisu z kontroly	3	0,5	0,2	1,5	0,6		
Vytváranie reportov	osobná obhliadka na stavbe	3	1	0,5	3	1,5	9	5,25
	vytvorenie reportu aktuálneho stavu prác a úloh	3	1	0,25	3	0,75		
	prezentácia reportu	3	1	1	3	3		
Tendrovanie subdodávok	príprava podkladov pre vytvorenie tendra	1	1,5	1	1,5	1	4	3,5
	riešenie pripomienok	3	0,5	0,5	1,5	1,5		
	vyhodnotenie tendra	1	1	1	1	1		
Presun informácii medzi jednotlivými účastníkmi projektu		5	1,5	0,75	7,5	3,75	7,5	3,75
Kontrola plánu výstavby	kontrola časového harmonogramu	1	1	0,75	1	0,75	8	4,75
	kontrola rozpočtu	1	1	0,75	1	0,75		
	kontrola dodržaniavania termínov	1	1	0,75	1	0,75		
	sledovanie plnenia úloh	5	1	0,5	5	2,5		
Spravovanie zdieľaného dátového prostredia		2	0	1	0	2	0	2
SPOLU							**48,5**	**39,1**

Tabuľka 4: Porovnanie časovej náročnosti činností projektového riaditeľa [vlastné]



Graf 9: Analýza porovnania časovej náročností projektového riaditeľa počas týždňa [vlastné]

Po analýze môžeme vyhodnotiť celkovú úsporu času projektového manžéra počas bežného týždňa. Z analýzy vyplýva, že vďaka využitiu moderných nástrojov ako BIM a CDE sa časová náročnosť práce zníži z 48,5 hodín za týždeň na 39,1 hodín za týždeň.



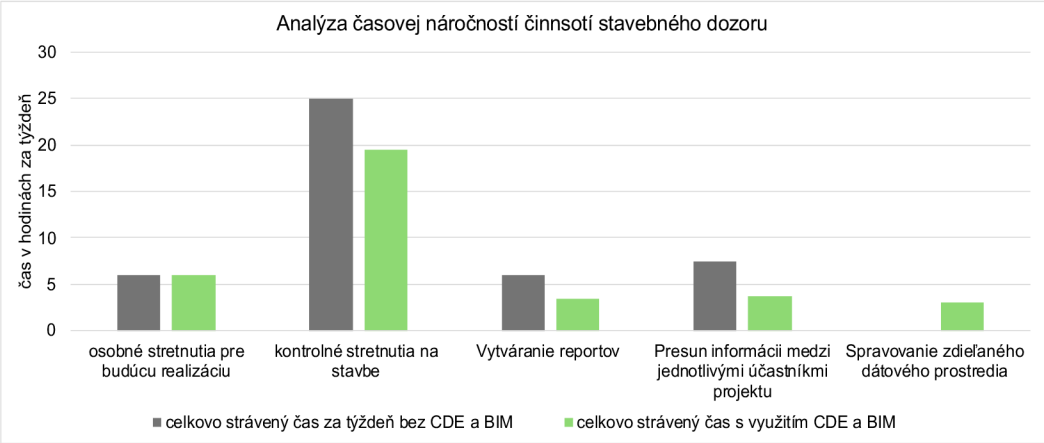
Graf 10: Celková časová úspora projektového riaditeľa počas týždňa [vlastné]

Projektový riaditeľ by vďaka použitiu moderných nástrojov ušetril 9,4 hodín práce týždenne a zvýšil by svoju efektivitu o 19,38 %.

Analýza časovej náročnosti úloh stavebného dozoru

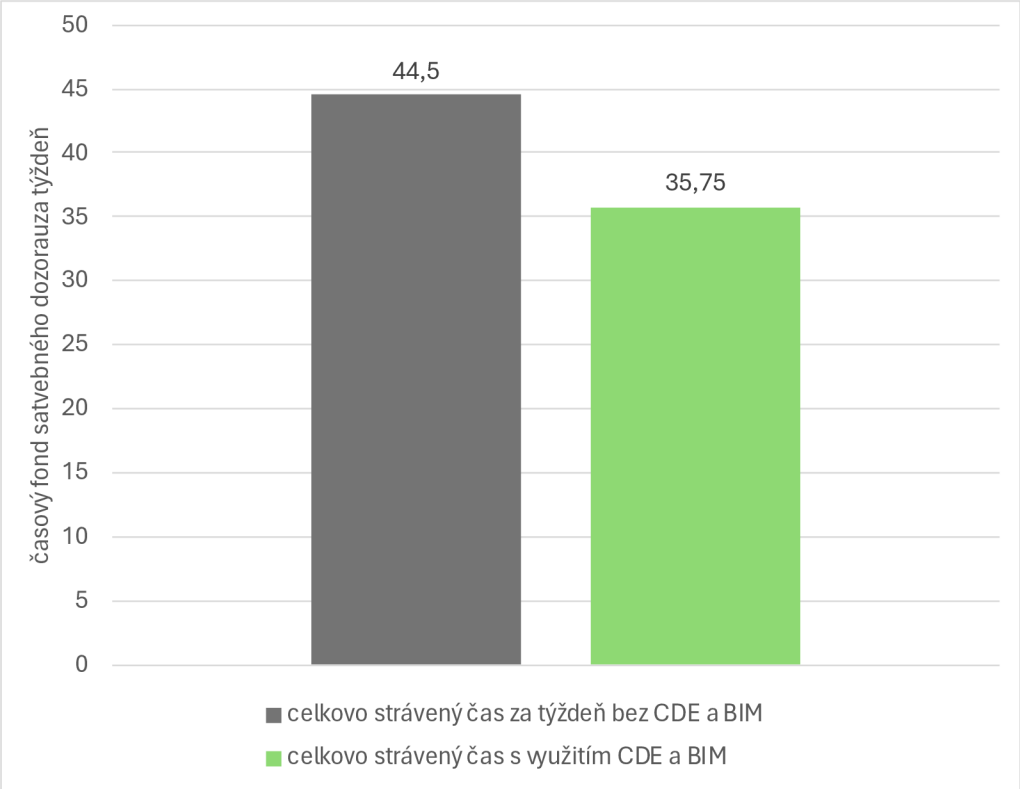
Analýza časovej náročností činnsotí stavebného dozoru								
Činnosť	**Podčinnosti**	**frekvencia za týždeň**	**trvanie činnosti bez CDE**	**trvanie s využitím CDE**	**celkovo strávený čas za týždeň bez CDE a BIM**	**celkovo strávený čas s využitím CDE a BIM**	**celkovo strávený čas za týždeň bez CDE a BIM**	**celkovo strávený čas s využitím CDE a BIM**
			hod / týždeň	hod / týždeň	hod / týždeň	hod / týždeň	hod / týždeň	hod / týždeň
osobné stretnutia pre budúcu realizáciu	príprava podkladov pre stretnutie	3	0,5	0,5	1,5	1,5	6	6
	osobné stretnutie	3	1	1	3	3		
	vytvorenie zápisu zo stretnutia	3	0,5	0,5	1,5	1,5		
kontrolné stretnutia na stavbe	príprava na kontrolné stretnutie na stavbe	10	0,5	0,25	5	2,5	25	19,5
	obhliadka stavby	10	1,5	1,5	15	15		
	vytvorenie zápisu z kontroly	10	0,5	0,2	5	2		
Vytváranie reportov	osobná obhliadka na stavbe	2	1	0,5	2	1	6	3,5
	vytvorenie reportu aktuálneho stavu prác a úloh	2	1	0,25	2	0,5		
	prezentácia reportu	2	1	1	2	2		
Presun informácii medzi jednotlivými účastníkmi projektu		5	1,5	0,75	7,5	3,75	7,5	3,75
Spravovanie zdieľaného dátového prostredia		3	0	1	0	3	0	3
SPOLU							**44,5**	**35,75**

Tabuľka 5: Porovnanie časovej náročnosti činností stavebného dozoru [vlastné]



Graf 11: Analýza porovnania časovej náročností stavebného dozoru počas týždňa [vlastné]

Po analýze môžeme vyhodnotiť celkovú úsporu času projektového manžéra počas bežného týždňa. Z analýzy vyplýva, že vďaka využitiu moderných nástrojov ako BIM a CDE sa časová náročnosť práce zníži z 44,5 hodín za týždeň na 35,75 hodín za týždeň.



Graf 12: Celková časová úspora stavebného dozoru počas týždňa [vlastné]

Stavebný dozor by vďaka použitiu moderných nástrojov ušetril 8,75 hodín práce týždenne a zvýšil by svoju efektivitu o 19,67 %.

Celkové vyhodnotenie

Po prepočítaní váženého priemeru celkovej úspory času pre účastníkov projektu je priemerné zvýšenie efektivity práce vďaka využitiu nástrojov BIM a CDE 18,2%. Toto zvýšenie efektivity bude mať pozitívny prínos pre riadenie projektu, keďže sa môže odzrkaliť v znížení rizika pochybenia niektorých účastníkov.

3.7 Analýza úspory nákladov pri využití BIM a CDE

Pre analýzu ako pomôže použitie BIM a CDE k úspore nákladov som analyzoval celkové náklady na výstavbu projektu a prešiel súpisy prác jednotlivých profesii. V súpisoch prác som sa zameral najmä na práce naviac, ktoré vznikli kvôli zmene vyvolanej investorom alebo klientom, chybe v projektovej dokumentácii alebo keď vznikla situácia, že dodávateľ pracoval s neaktuálnymi podkladmi.

Pri prácach HSV boli náklady navyše spôsobené jadrovým vŕtaním do konštrukcii skeletu, ktoré museli byť vykonané z dôvodu vzniknutých kolízii. Týmto nákladom by bolo možné predísť použitím funkcie detekcie kolízii. Pri vytvorení 3D modelu stavby je jednoduchšie zachytiť kolízie ešte

v projektovej fáze. Pri použití nástrojov CDE a BIM by pri prácach mohlo byť ušetrených 0,61 % nákladov.

Ako môžeme v analýze vidieť vyššie úspory sa týkajú najmä prác PSV. Pri týchto prácach bolo najviac prác naviac, ktorým by sa dalo zabrániť použitím BIM a CDE. Pri týchto prácach by bolo výhodné použiť zdieľané dátové prostredie na komunikáciu a riadenie zmien pomocou programu Dalux Field. Na správu projektovej dokumentácie by bolo užitočné využiť Dalux Box ako dátové úložisko, v ktorom by vždy bola dostupná aktuálna verzia dokumentácie pre všetky profesie. V neposlednom rade by pri návrhu priestorov pomohla vizualizácia priestoru vďaka 3D modelu. Túto funkciu by ocenil dizajnérsky tím investora aj klient. Vďaka tomu by bolo možné zmeny zrealizovať ešte v projektovej fáze.

V nasledujúcej tabuľke sú vyčíslené náklady na jednotlivé činnosti a práce, ktorým by sa dalo predísť použitím CDE a BIM.

Úspora nákladov na výstavbu vďaka využitiu BIM a CDE						
	Činnosť	**Náklady Shell and core**	**Náklady Fitout**	**Náklady spolu**	**Práce naviac, ktrým by sa dalo predísť použitím CDE a BIM**	**% nákladov prác naviac**
HSV	HSV	€ 4 041 000		€ 4 041 000	€ 24 500	0,61%
PSV	Elektroinštalácie	€ 505 059	€ 745 226	€ 1 250 285	€ 85 000	6,80%
	Vzduchotechnika	€ 939 262	€ 538 870	€ 1 478 132	€ 63 500	4,30%
	Zdravotechnika	€ 258 788	€ 215 294	€ 474 082	€ 15 000	3,16%
	Sádrokartonové priečky	€ 169 448	€ 192 883	€ 362 331	€ 23 000	6,35%
	Kúrenie a chladenie	€ 612 645	€ 656 617	€ 1 269 262	€ 85 000	6,70%
	EPS a HSP	€ 199 259		€ 199 259	€ 14 200	7,13%
	Dvere	€ 144 384	€ 79 200	€ 223 584	€ 11 300	5,05%
Spolu PSV				€ 5 256 935	€ 321 500	6,12%
Spolu náklady činností				€ 9 297 935	€ 321 500	3,46%
Celkové investičné náklady na výstavbu				**€ 17 164 433**		
Celková % úspora nákladov pri využití BIM a CDE				**1,87%**		

Tabuľka 6: Úspora nákladov pri výstavbe pri použití BIM a CDE [vlastné]

4 Záver

Táto bakalárska práca sa zaoberala aplikáciou moderných nástrojov projektového riadenia v stavebníctve, konkrétne využitím Building Information Modeling (BIM) a Spoločného dátového prostredia (CDE). Na príklade projektu administratívnej budovy Nordcity Obchodná v Žiline som demonštroval, ako tieto nástroje môžu zlepšiť procesy riadenia, zvýšiť efektivitu, znížiť náklady a zlepšiť celkovú kvalitu výstavby.

V teoretickej časti práce som popísal základné pojmy súvisiace s BIM a CDE, ich význam a prínosy v projektovom riadení. Analyzoval som aktuálny stav implementácie týchto nástrojov na Slovensku a v rámci Európskej únie. Opísal som funkcie a výhody konkrétnych softvérových riešení, ako sú Dalux a Bexel Manager, ktoré sú široko využívané v stavebnom priemysle.

Praktická časť práce obsahovala prípadovú štúdiu projektu Nordcity Obchodná, kde som porovnal tradičný spôsob riadenia projektu s potenciálnym prínosom implementácie BIM a CDE. Výsledky ukázali, že využitie týchto moderných nástrojov by mohlo významne prispieť k zlepšeniu časového a finančného manažmentu projektu. BIM umožňuje presnejšie plánovanie a koordináciu stavebných prác, čo vedie k zníženiu chybovosti a nákladov na opravy. CDE, na druhej strane, zlepšuje komunikáciu a spoluprácu medzi všetkými účastníkmi projektu, čím sa minimalizuje riziko nedorozumení a oneskorení.

Práca tiež identifikovala niekoľko výziev a nevýhod spojených s implementáciou BIM a CDE, vrátane potreby zmeny procesov a školenia personálu. Napriek týmto výzvam sú výhody moderných nástrojov projektového riadenia nepopierateľné a ich integrácia do stavebných projektov by mala byť podporovaná.

Záverom, táto bakalárska práca potvrdila, že digitalizácia a využívanie moderných nástrojov projektového riadenia predstavujú významný krok vpred pre stavebný priemysel. Implementácia BIM a CDE môže priniesť hmatateľné prínosy v podobe zvýšenej efektivity, znížených nákladov a vyššej kvality výsledných stavieb. Verím, že výsledky tejto práce budú inšpiratívne pre ďalšie výskumy a praktické aplikácie v oblasti stavebného manažmentu.

5 Zoznam použitej literatury

[1] Gransberg Douglas, „Life Cycle Costing for Engineers", říj. 2010, doi: 10.1080/01446193.2010.508500.

[2] Beránková Eva a Szkanderová Lenka, „NÁKLADY ŽIVOTNÍHO CYKLU STAVEBNÍHO DÍLA", 2013.

[3] Matějka Petr, „Základy implementace BIM na českém stavebním trhu", 2012.

[4] Pan Yue a Zhang Limao, „Integrating BIM and AI for Smart Construction Management: Current Status and Future Directions", lis. 2022, doi: 10.1007/S11831-022-09830-8.

[5] „National BIM Standard-United States® V3 | National BIM Standard - United States". Viděno: 6. květen 2024. [Online]. Dostupné z: https://www.nationalbimstandard.org/nbims-us-v3

[6] Ministerstvo průmyslu a obchodu, „Koncepce zavádění metody BIM v České republice", 2017.

[7] The British Standards Institution, *Collaborative production of architectural, engineering and construction information-Code of practice PERMISSION EXCEPT AS PERMITTED BY COPYRIGHT LAW*. 2016.

[8] P. Mesároš a T. Mandičák, „Exploitation and Benefits of BIM in Construction Project Management", Institute of Physics Publishing, lis. 2017. doi: 10.1088/1757-899X/245/6/062056.

[9] F. Mesároš, P. Mesároš, a J. Selín, *Controlling nákladov na stavebné procesy*. 2013.

[10] P Mesároš, J Smetanková, a T Mandičák, „IOP Conference Series: Earth and Environmental Science The Fifth Dimension of BIM-Implementation Survey", 2019, doi: 10.1088/1755-1315/222/1/012003.

[11] A. N. Hasan a S. M. Rasheed, „Civil Engineering Journal The Benefits of and Challenges to Implement 5D BIM in Construction Industry", 2019, doi: 10.28991/cej-2019-03091255.

[12] M. N. Kocakaya, E. Namlı, a Ü. Işıkdağ, „Journal of Sustainable Construction Materials and Technologies Building Information Management (BIM), A New Approach to Project Management", 2019, doi: 10.29187/jscmt.2018.36.

[13] Eadie Robert, Browne Mike, Odeyinka Henry, McKeown Clare, a McNiff Sean, „BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis", pro. 2013, doi: 10.1016/J.AUTCON.2013.09.001.

[14] Odborná rada pro BIM, „Návaznost informačního modelovaní budov (BIM) na směrnici Evropského parlamentu a rady 2014/24/EU o zadávaní veřejných zakázek a o zrušení směrníce 2004/18/ES", 2014. Viděno: 4. prosinec 2023. [Online]. Dostupné z: https://issuu.com/czbim/docs/czbim_komentar-smernice_2014-24-eu/1?e=3691621/10453474

[15] Agentura ČAS, „Společné datové prostředí (CDE)-zavedení a využívání v organizaci veřejného zadavatele", 2020, Viděno: 29. březen 2024. [Online]. Dostupné z: www.KoncepceBIM.cz

[16] Česká agentura pro standardizaci, „Společné dátové prostredí (CDE)". Viděno: 30. březen 2024. [Online]. Dostupné z: https://www.koncepcebim.cz/bim/co-je-co-v-bim/spolecne-datove-prostredi-cde/

[17] „Common Data Environment (CDE) why it matters? - ISO 19650". Viděno: 29. březen 2024. [Online]. Dostupné z: https://www.desapex.com/blog-posts/how-to-manage-the-common-data-environment-and-why-it-matters

[18] Martin Černý a kolektiv autorů, „BIM Příručka 2013 by Czech BIM Council - Issuu". Viděno: 29. březen 2024. [Online]. Dostupné z: https://issuu.com/czbim/docs/bim-prirucka-2013-v1

[19] P. Mesároš, J. Smetanková, a T. Mandičák, „The Fifth Dimension of BIM - Implementation Survey", Institute of Physics Publishing, led. 2019. doi: 10.1088/1755-1315/222/1/012003.

[20] Ján Erdélyi, „THE CURRENT STATE OF BIM IMPLEMENTATION IN THE SLOVAK REPUBLIC", 2019.

[21] ÚRAD PODPREDSEDU VLÁDY SR, „NOVÁ STAVEBNÁ LEGISLATÍVA ZÁKON O VÝSTAVBE A ZÁKON O ÚZEMNOM PLÁNOVANÍ DIGITALIZÁCIA STAVEBNÉHO KONANIA A ÚZEMNÉHO PLÁNOVANIA", Bratislava, 2022. Viděno: 28. listopad 2023. [Online]. Dostupné z: https://ceec.eu/wp-content/uploads/2021/11/Prezentacia_Stefan_Holy_podpredseda_vlady.pdf

[22] „Homepage - Dalux". Viděno: 9. květen 2024. [Online]. Dostupné z: https://www.dalux.com/

[23] „Dalux Box - Free Bim Viewer - IFC/RTV - Mobile/Desktop app". Viděno: 9. květen 2024. [Online]. Dostupné z: https://www.dalux.com/dalux-box/

[24] „Dalux Field - Dalux". Viděno: 9. květen 2024. [Online]. Dostupné z: https://www.dalux.com/dalux-field/

[25] „Dalux Tender - Dalux". Viděno: 9. květen 2024. [Online]. Dostupné z: https://www.dalux.com/dalux-box/dalux-tender/

[26] „BEXEL Manager | BIM Project Management Software". Viděno: 9. květen 2024. [Online]. Dostupné z: https://bexelmanager.com/

[27] „Scheduling | BEXEL Manager BIM Software". Viděno: 9. květen 2024. [Online]. Dostupné z: https://bexelmanager.com/bexel-manager/scheduling/

[28] „Cost Management | BEXEL Manager BIM Software". Viděno: 9. květen 2024. [Online]. Dostupné z: https://bexelmanager.com/bexel-manager/cost-management/

[29] „Reinoo - výstavba kancelárskych a rezidenčných projektov v Žiline". Viděno: 11. květen 2024. [Online]. Dostupné z: https://www.reinoo.com/

6 Zoznam použitých skratiek

BIM - Building infomation modeling

IFC - Industry foundation classes

CDE - Common data environment

7 Zoznam použitých obrázkov

Obrázok 1: Fázy životného cyklu stavby [6] 14
Obrázok 2: Znázornenie fungovania CDE (Spoločného dátového prostredia) [17] 21
Obrázok 3: Procesná mapa budúceho stavu[21] 25
Obrázok 4: Časový harmonogram zmeny legislatívy a digitalizácie[21] 26
Obrázok 5: Vizualizácia projektu Nordcity Obchodná [29] 31
Obrázok 6: Fotografia administratívnej budovy Nordcity Obchodná[29] 35
Obrázok 7: Organizačná štruktúra riadenia projektu Nordcity Obchodná [vlastné] 36
Obrázok 8: Organizačná štruktúra spoločnosti investora projektu Nordcity Obchodná [vlastné] 37
Obrázok 9: Základná charakteristika projektu v spoločnom dátovom prostredí Dalux [vlastné] 38
Obrázok 10: Zoznam užívateľov v spoločnom dátovom prostredí Dalux [vlastné] 39
Obrázok 11: Vytvorenie pracovných balíčkov v programe Dalux [vlastné] 40
Obrázok 12: Zobrazenie 3D modelu po nahraní do prostredia Dalux vo formáte IFC [vlastné] 41
Obrázok 13: Virtuálna prehliadka 3D modelu s prehľadným prepojením s výkresovou dokumentáciou v prostredí Daluxu [vlastné] 41
Obrázok 14: Využitie zobrazenia rozšírenej reality v software Dalux [vlastné] 42
Obrázok 15: Využitie zobrazenia rozšírenej reality v software Dalux [vlastné] 42
Obrázok 16: Ukážka vytvorenia úlohy v Dalux Field [vlastné] 44
Obrázok 17: Zobrazenie databázy úloh v Dalux Field [vlastné] 45
Obrázok 18: Grafické znázornenie stavu úloh v prostredí Dalux Field [vlastné] 45
Obrázok 19: Ukážka vytvoreného formuláru pre protokol o vykonaní tlakovej skúšky potrubia [vlastné] 46
Obrázok 20: Zobrazenie výkresu architektúry s metadátami v Dalux Box [vlastné] 47
Obrázok 21: Synchronizácia výkresovej dokumentácie vo formáte pdf s 3D modelom stavby v prostredí Dalux Box [vlastné] 48
Obrázok 22: Ukážka porovnania dvoch verzii výkresu [vlastné] 49
Obrázok 23: Prostredie Dalux Tender [vlastné] 50
Obrázok 24: Ukážka vytvorenia tendra pre dodávateľa sadových úprav na projekt Nordcity Obchodná [vlastné] 50
Obrázok 25: Zobrazenie 3D modelu v Bexel Manager [vlastné] 51
Obrázok 26: Zobrazenie konštrukcii z kategórie "Walls" v Bexel Manageri [vlastné] 52
Obrázok 27: Vytvorené kategórie prvkov "Selection sets" v programe Bexel Manager [vlastné] 53
Obrázok 28: : Vytvorené kategórie prvkov "Selection sets" v programe Bexel Manager [vlastné] 54
Obrázok 29: Vytvorenie väzieb medzi činnosťami v Bexel Manageri v zobrazení Logic [vlastné] 55
Obrázok 30: Vytvorenie podčinností v Bexel Manageri [vlastné] 55

OBRÁZOK 31: ZOBRAZENIE HARMONOGRAMU VÝSTAVBY V BEXEL MANAGERI POMOCOU GANTTOVHO DIAGRAMU [VLASTNÉ] 57

8 Zoznam použitých grafov

GRAF 1: ROZDELENIE NÁKLADOV POČAS ŽIVOTNÉHO CYKLU STAVBY [6], SPRACOVANIE VLASTNÉ 15

GRAF 2: VYUŽITIE BIM TECHNOLÓGIE V PROJEKTOVOM RIADENÍ V STAVEBNÍCTVE NA SLOVENSKU[8] . 17

GRAF 3 : VYUŽITIE BIM NÁSTROJOV [13] 19

GRAF 4: MOTIVÁCIA K VYUŽÍVANIU BIM[20]..... 23

GRAF 5: BARIÉRY VYUŽÍVANIA BIM V PROJEKTOCH[20] 24

GRAF 6: PREDPOKLADY VYUŽÍVANIA BIM V ORGANIZÁCIÁCH V SLOVENSKEJ REPUBLIKE[20] 24

GRAF 7: ANALÝZA ČASOVEJ NÁROČNOSTI ČINNOSTÍ PROJEKTOVÉHO MANAŽÉRA [VLASTNÉ] 61

GRAF 8: CELKOVÁ ČASOVÁ ÚSPORA PROJEKTOVÉHO MANAŽÉRA POČAS TÝŽDŇA [VLASTNÉ] 62

GRAF 9: ANALÝZA POROVNANIA ČASOVEJ NÁROČNOSTÍ PROJEKTOVÉHO RIADITEĽA POČAS TÝŽDŇA [VLASTNÉ] 63

GRAF 10: CELKOVÁ ČASOVÁ ÚSPORA PROJEKTOVÉHO RIADITEĽA POČAS TÝŽDŇA [VLASTNÉ] 63

GRAF 11: ANALÝZA POROVNANIA ČASOVEJ NÁROČNOSTÍ STAVEBNÉHO DOZORU POČAS TÝŽDŇA [VLASTNÉ] 64

GRAF 12: CELKOVÁ ČASOVÁ ÚSPORA STAVEBNÉHO DOZORU POČAS TÝŽDŇA [VLASTNÉ] 65

9 Zoznam použitých tabuliek

TABUĽKA 1: HLAVNÉ VÝHODY BIM A ICH DÔLEŽITOSŤ [8] 16
TABUĽKA 2: BIM V EURÓPSKYCH KRAJINÁCH, ZDROJ:[6] SPRACOVANIE VLASTNÉ 18
TABUĽKA 3: POROVNANIE ČASOVEJ NÁROČNOSTI ČINNOSTÍ PROJEKTOVÉHO MANAŽÉRA [VLASTNÉ] 61
TABUĽKA 4: POROVNANIE ČASOVEJ NÁROČNOSTI ČINNOSTÍ PROJEKTOVÉHO RIADITEĽA [VLASTNÉ] 62
TABUĽKA 5: POROVNANIE ČASOVEJ NÁROČNOSTI ČINNOSTÍ STAVEBNÉHO DOZORU [VLASTNÉ] 64
TABUĽKA 6: ÚSPORA NÁKLADOV PRI VÝSTAVBE PRI POUŽITÍ BIM A CDE [VLASTNÉ] 66