

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



MAGISTRSKO DELO

MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM DRUGE STOPNJE STAVBARSTVO

Ljubljana, 2023

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



Kandidat/-ka:

Magistrsko delo št.:

Master thesis No.:

Mentor/-ica:

Predsednik komisije:

Somentor/-ica:

Član komisije:

Ljubljana, _____

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako	Vrstica z napako	Namesto	Naj bo
----------------	------------------	---------	--------

»Ta stran je namenoma prazna.«

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM

UDK:	004.622:69(043.3)
Avtor:	Jan Slobodnik, dipl. inž. grad. (UN)
Mentor:	doc. dr. Robert Klinc, univ. dipl. inž. grad.
Naslov:	Uporaba skupnega podatkovnega okolja v fazi gradnje
Tip dokumenta:	magistrsko delo
Obseg in oprema:	92 str., 52 sl., 11 pregl., 22 graf., 2 pril., 1 en.
Ključne besede:	skupno podatkovno okolje, CDE, sodelovanje, digitalizacija, Dalux, metoda AHP
Izvelek:	Upravljanje podatkov s prihodom digitalnih tehnologij in povečanega števila avtomatiziranih procesov postaja v številnih gospodarskih panogah, vključno z gradbeništvom, vse zahtevnejše. Gradbena industrija namreč sledi pomembnemu trendu, ki se usmerja v sprejemanje in vključevanje digitalizacije v različne vidike svojega delovanja, uporaba skupnega podatkovnega okolja pa je ena od njenih ključnih aplikacij. Magistrsko delo zagovarja tezo, da je z uspešno vzpostavitev skupnega podatkovnega okolja za izbrane gradbene faze projekta mogoče zagotoviti učinkovitejši pretok informacij, izboljšati njihovo kvaliteto ter dvigniti produktivnost dela na višjo raven. Proces razumevanja CDE in njegova splošna opredelitev sta razjasnjena tako iz tehnološkega kot tudi sociološkega vidika. Za potrebe nadzora in koordinacije gradnje so na referenčnem projektu podrobneje predstavljeni posamezni koraki implementacije ter izpostavljene funkcionalnosti uporabljene platforme Dalux. Za oblikovanje modela vrednotenja potencialnih ovir in izzivov, s katerimi se srečujejo končni uporabniki pri upravljanju informacij v fazi gradnje, je izvedena raziskava, ki kaže na njihovo vztrajanje pri starem načinu dela kljub zadostnem poznavanju pojma CDE in obstoječih programskih rešitev na trgu. Kot glavni izzivi pri uspešni implementaciji CDE so na podlagi rezultatov metode AHP izpostavljeni: istočasna uporaba več komunikacijskih orodij, slaba ozaveščenost in razumevanje prednosti uporabe CDE ter pomanjkanje veščin končnih uporabnikov pri rokovanju z novo programsko opremo. V zadnjem delu naloge je predstavljena strategija za izboljšanje stanja v prihodnosti.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDK: 004.622:69(043.3)

Author: Jan Slobodnik, B.Sc.

Supervisor: Assist. Prof. Robert Klinc, Ph.D.

Title: Use of common data environment in construction phase

Document type: Master Thesis

Scope and tools: 92 p., 52 fig., 11 tab., 22 graph., 2 ann., 1 eq.

Keywords: common data environment, CDE, collaboration, digitalization, Dalux, AHP method

Abstract: With the advent of digital technologies and the increasing automation of processes, data management is becoming more complex in many industries, including construction. The construction industry is following an important trend towards the integration of digitalization into different aspects of its operations, with the use of a common data environment being one of the key applications. The master thesis argues that the successful implementation of a common data environment for selected construction phases of a project can ensure a more efficient flow of information, improve quality and raise work productivity to a higher level.

The process of understanding CDE and its general definition are explained from both technological and sociological perspectives. In order to monitor and coordinate the construction, the reference project details the implementation steps and shows the functionalities of the Dalux platform used.

In order to develop a model to evaluate the potential barriers and challenges faced by end-users in managing information during the construction phase, a survey is conducted, which shows their persistence with the old way of working, despite having sufficient knowledge of the concept of CDE and the software solutions available on the market. Based on the results of the AHP methodology, the main challenges for the successful implementation of CDE are highlighted as follows: the simultaneous use of multiple communication tools, a low level of awareness and understanding of the benefits of using CDE, and the lack of skills of end users in using the new software. The final part of the thesis presents a strategy for future improvements.

ZAHVALA

Za vso pomoč, potrpežljivost in strokovno svetovanje pri nastajanju magistrskega dela se naprej iskreno zahvaljujem mentorju doc. dr. Robertu Klincu.

Želim se zahvaliti podjetju Protim Ržišnik Perc d.o.o. za izkazan interes po skupnem sodelovanju, za zaupanje, podporo in vso potrebno projektno dokumentacijo, ki je omogočila nastanek tega dela.

Zahvala gre tudi podjetju Dalux in njihovemu predstavniku Alešu Korbarju za kolegialen odnos in ažurnost pri zagotavljanju operativne podpore.

Prav tako sem hvaležen vsem anketirancem, ki so si vzeli čas in rešili spletni vprašalnik, ki sem ga uporabil pri raziskavi.

Nenazadnje, iskrena hvala družini in vsem ostalim, ki ste mi vsa ta leta stali ob strani.

»Ta stran je namenoma prazna.«

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Opis problema	1
1.2	Razvoj BIM in CDE	4
1.3	Hipoteza in cilji	5
1.4	Metode dela in struktura naloge	6
2	SKUPNO PODATKOVNO OKOLJE (CDE).....	7
2.1	CDE – splošno	7
2.2	Stopnje BIM-pristopa	9
2.3	Tipi CDE	11
2.4	Funkcionalnost CDE	11
2.5	Informacijske zahteve in dostava informacij.....	12
2.5.1	Zahteve za informacije o organizaciji dela (<i>angl. Organizational Information Requirements, OIR</i>).....	13
2.5.2	Zahteve za informacije o projektu (<i>angl. Project Information Requirements, PIR</i>).....	13
2.5.3	Zahteve za informacije o sredstvih (<i>angl. Asset Information Requirements, AIR</i>)	14
2.5.4	Zahteve za izmenjavo informacij (<i>angl. Exchange Information Requirements, EIR</i>)	14
2.6	Cikel dostave informacij.....	15
2.7	Protokol sodelovanja	16
2.8	Udeleženci in njihove vloge na projektu	20
2.9	Interoperabilnost v okviru sodelovalnega načina dela.....	21
3	VZPOSTAVITEV INFORMACIJSKEGA OKOLJA	22
3.1	Pregled uporabe programskih storitev	22
3.1.1	Dalux	22
3.1.2	Viewpoint.....	23
3.1.3	PlanRadar.....	23
3.1.4	Oracle Aconex.....	23
3.2	Kriteriji ustreznosti sodelovalnega okolja	24
3.2.1	Funkcionalnost.....	24
3.2.2	Enostavnost uporabe.....	24
3.2.3	Tehnična podpora.....	24
3.2.4	Cena	24
3.3	Struktura map in protokol poimenovanja v CDE	25
3.3.1	Struktura map.....	25

3.3.2	Poimenovanje datotek	26
3.4	Metapodatki	26
3.5	Izmenjava informacij v gradbenem procesu.....	27
4	UPORABA INFORMACIJSKEGA OKOLJA NA PRIMERU REFERENČNEGA OBJEKTA V FAZI GRADNJE	28
4.1	Programska zasnova objekta	28
4.1.1	Opis namembnosti objekta	28
4.1.2	Tlorisni in višinski gabariti objekta.....	29
4.1.3	Programska in funkcionalna zasnova	29
4.2	Tehnične značilnosti predvidene gradnje	30
4.2.1	Gradbena konstrukcija in ovoj stavbe	30
4.2.2	Inštalacije.....	30
4.3	Glavni udeleženci v fazi gradnje in njihove klasične vloge	32
4.4	Zagotavljanje kakovosti pri gradnji objekta	34
4.4.1	Kontrola kakovosti izvedbe gradbenih del	34
4.4.2	Kontrola kakovosti izvedbe zemeljskih del.....	35
4.4.3	Kontrola kakovosti izvedbe obrtniških del	35
4.4.4	Kontrola kakovosti vgradnje in izdelave strojnih del.....	36
4.4.5	Kontrola kakovosti izvedbe in vgradnje elektro elementov in del	36
4.5	Meja obdelave in strukturiranost modelov	37
5	VZPOSTAVITEV SKUPNEGA PODATKOVNEGA OKOLJA	39
5.1	Izbira platforme za projektno fazo gradnje.....	39
5.2	Vloge deležnikov in omejitve dostopa znotraj platforme Dalux	39
5.3	Projektna struktura map in konvencije poimenovanj	42
5.3.1	Projektna struktura map.....	42
5.3.2	Struktura poimenovanja dokumentov in načrtov	43
5.3.3	Metapodatki in predloge poimenovanja dokumentov	44
5.4	Postopek odobravanja dokumentov.....	46
5.5	Območja, prostori in skupine elementov	47
5.6	Delovni paketi in poteki dela.....	49
5.6.1	Poteki in predloge dela odobritve	50
5.6.2	Poteki in predloge dela opravil.....	51
5.6.3	Predloge kontrolnih seznamov in obrazci	52
5.7	Delavnice in povabilo udeležencev v projekt.....	54

5.8	Uporaba izbranih funkcionalnosti platforme	55
5.8.1	Napredna orodja za merjenje	55
5.8.2	Primerjava modela z obstoječim stanjem	56
5.8.3	Posodabljanje BIM modela s pomočjo podprtega BCF formata	56
5.8.4	Uporaba QR-kod na gradbišču	58
5.8.5	Poglobljena analitika in profil podjetja	58
5.8.6	Dokumentiranje stanja projekta	60
6	RAZISKAVA O IZZIVIH IN OVIRAH PRI IMPLEMENTACIJI CDE	61
6.1	Oblikovanje modela kriterijev	61
6.1.1	Pregled literature	61
6.1.2	Identifikacija in določitev nabora dejavnikov	61
6.1.3	Vzpostavitev strukture	63
6.2	Izvedba raziskave	63
6.2.1	Metodologija	63
6.2.2	Izbira vzorca	63
6.2.3	Distribucija vprašalnika	64
6.3	Analitični proces	64
6.3.1	Metoda AHP	64
6.3.2	Ishikawa diagram	65
6.3.3	Paretovo pravilo	65
6.4	Analiza in interpretacija rezultatov	66
6.4.1	Podatki o respondentih	66
6.4.2	Informacijsko-komunikacijska tehnologija podjetja	69
6.4.3	Izkušnje, uspešnost, izboljšave in pričakovanja uporabnikov CDE-platform	71
6.4.4	Ovire in izzivi pri implementaciji CDE	73
6.5	Diskusija	80
6.5.1	Dodatne potencialne težave in izzivi	81
7	SKLEP	82
7.1	Nadaljnje delo	84
8	POVZETEK	85
	VIRI	87

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A: RAZISKAVA O RABI CDE V FAZI GRADNJE – vprašalnik

DEMOGRAFIJA

INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKA TEHNOLOGIJA PODJETJA

OVIRE IN IZZIVI PRI IMPLEMENTACIJI CDE

IZKUŠNJE, USPEŠNOST, IZBOLJŠAVE IN PRIČAKOVANJA UPORABNIKOV

PRILOGA B: RAZISKAVA O RABI CDE V FAZI GRADNJE – rezultati

OVIRE IN IZZIVI PRI IMPLEMENTACIJI CDE

Slika B-1: Ishikawa diagram: izpostavljene ovire pri vzpostavitvi CDE

Grafikon B-1: Odziv primerjalnih parov: kategorija »ljudje«

Grafikon B-2: Odziv primerjalnih parov: kategorija »finance«

Grafikon B-3: Odziv primerjalnih parov: kategorija »metoda«

Grafikon B-4: Odziv primerjalnih parov: kategorija »upravljanje«

Grafikon B-5: Odziv primerjalnih parov: kategorija »oprema«

SEZNAM SLIK

Slika 2-1: Vsebina skupnega podatkovnega okolja (CDE)	8
Slika 2-2: Delo projektantske skupine v fazi WIP (delo v teku)	17
Slika 2-3: Prenos informacij iz faze WIP (delo v teku) v fazo DELJENO	17
Slika 2-4: Pridobitev arhitekturne zasnove v fazi DELJENO	17
Slika 2-5: Dodana konstrukcijska zasnova v fazi DELJENO	18
Slika 2-6: Posodobljena konstrukcijska zasnova v arh. modelu v fazi DELJENO	18
Slika 3-1: IDEF0 diagram pretoka informacij	27
Slika 4-1: Prikaz funkcionalnih sklopov obravnavanega objekta.....	28
Slika 4-2: BIM-podmodeli	38
Slika 5-1: Primer uporabniške skupine za nadzor	40
Slika 5-2: Projektna struktura map v Daluxu	42
Slika 5-3: Izbira statusov datotek v Dalux Box	43
Slika 5-4: Primer poimenovanja dokumentov	43
Slika 5-5: Primer poimenovanja načrtov	43
Slika 5-6: Nastavitev metapodatkov znotraj Dalux Box	44
Slika 5-7: Definiranje dodatnega atributa "Sklop" znotraj Dalux Box.....	44
Slika 5-8: Predlogi poimenovanja načrtov (levo) oz. dokumentov (desno)	45
Slika 5-9: Primer ustreznega prepoznavanja metapodatkov.....	45
Slika 5-10: Primer ustreznih metapodatkov kljub neupoštevanju pravil poimenovanja	45
Slika 5-11: Procesni diagram potrjevanja dokumentacije	46
Slika 5-12: Razdelitev objekta na posamezna območja	47
Slika 5-13: Prikaz izbranih lastnosti prostora.....	47
Slika 5-14: Definirane skupine 3D elementov v Daluxu.....	48
Slika 5-15: Primer skupine 3D elementov za dvižna vrata.....	48
Slika 5-16: Definirane skupine 2D elementov v Daluxu.....	48
Slika 5-17: Vrste delovnih paketov	49
Slika 5-18: Primer poteka dela odobritve v Dalux Field	50
Slika 5-19: Definiranje polja v predlogi zahtevka za odobritev	50
Slika 5-20: Primer poteka dela opravlja v Dalux Field	51
Slika 5-21: Delni seznam vrst del za področje strojnih inštalacij v predlogi opravil	51
Slika 5-22: Predloga kontrolnega seznama za pregled požarnih vrat.....	52
Slika 5-23: Predloga zapisnika operativnega sestanka	53
Slika 5-24: Povezava kontrolnih seznamov z delovnimi paketi.....	53
Slika 5-25: Povabilo v projekt.....	54
Slika 5-26: Priročnik z navodili za uporabnike	54
Slika 5-27: Uporaba orodja za merjenje dolžin v 3D-pogledu.....	55
Slika 5-28: Uporaba orodja za merjenje površine na načrtu.....	55
Slika 5-29: Istočasna primerjava obstoječega stanja s 3D BIM modelom	56
Slika 5-30: Uporaba razširjene resničnosti v fazi kvalitetnega pregleda.....	56
Slika 5-31: Opravilo v poteku dela BIM – Protim	57
Slika 5-32: Potrditev uspešno opravljenega opravila	57
Slika 5-33: Primer QR kode na natisnjem načrtu	58
Slika 5-34: Glavna nadzorna plošča programskega orodja Dalux.....	58
Slika 5-35: Nadzorna plošča v sklopu modula Dalux Field	59
Slika 5-36: Dnevnik dejavnosti uporabnikov platforme.....	59

Slika 5-37: Standard projekta znotraj orodja modula »profil podjetja«	60
Slika 5-38: Primer izvoza dokumentacije v portalu za lastnike	60
Slika 6-1: Diagram poteka raziskave.....	61
Slika 6-2: Dejavniki za slabo uvedbo CDE tehnologije; kategoriji: ljudje in finance.....	73
Slika 6-3: Dejavniki za slabo uvedbo CDE tehnologije; kategoriji: oprema in metoda.....	74
Slika 6-4: Dejavniki za slabo uvedbo CDE tehnologije; kategorija: upravljanje	74
Slika 6-5: Pomembnostne uteži glavnih kategorij ovir pri implementaciji CDE	75

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1-1: Ključni povodi za sprejetje CDE [20]	5
Preglednica 2-1: Vrste udeležencev in skupin [37]	20
Preglednica 3-1: Primer poimenovanja datotek.....	26
Preglednica 5-1: Razdelitev udeležencev gradnje po skupinah.....	40
Preglednica 5-2: Odgovornosti in omejitve dovoljenj udeležencev gradnje	41
Preglednica 5-3: Primeri poimenovanja projektnih dokumentov	43
Preglednica 5-4: Primeri poimenovanja projektnih načrtov	43
Preglednica 6-1: Izzivi in ovire pri implementaciji CDE v izbranih državah	62
Preglednica 6-2: Pomembnostne uteži glavnih kategorij	75
Preglednica 6-3: Relativne in absolutne uteži pomembnosti dejavnikov	76
Preglednica 6-4: Najpomembnejši dejavniki za pomanjkljivo izvajanje tehnologije CDE.....	77

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 6-1: Primer Pareto diagrama	66
Grafikon 6-2: Število izpolnjenih vprašalnikov po dnevih.....	66
Grafikon 6-3: Starostne skupine anketirancev.....	66
Grafikon 6-4: Država zadnjega strokovnega izobraževanja	67
Grafikon 6-5: Glavna dejavnost podjetja.....	67
Grafikon 6-6: Število zaposlenih v podjetjih.....	67
Grafikon 6-7: Naziv respondentov v podjetjih	68
Grafikon 6-8: Pretežno delo respondentov v podjetju, v katerem so zaposleni	68
Grafikon 6-9: Najpogostejši način komuniciranja respondentov v fazi gradnje	69
Grafikon 6-10: Najpogostejši način izmenjave dokumentov v fazi gradnje	69
Grafikon 6-11: Mesta shranjevanja dokumentacije.....	70
Grafikon 6-12: Frekvenca uporabe digitalne dokumentacije na gradbišču	70
Grafikon 6-13: Vrsta digitalnega pripomočka na gradbišču.....	70
Grafikon 6-14: Predhodno poznavanje pojma CDE.....	71
Grafikon 6-15: Uporaba CDE v preteklosti.....	71
Grafikon 6-16: Uporabljene CDE platforme v preteklosti	72
Grafikon 6-17: Sodelovanje na referenčnem projektu.....	72
Grafikon 6-18: Zadovoljstvo uporabnikov pri uporabi CDE platforme	72
Grafikon 6-19: Namen uporabe CDE-platforme v prihodnosti	72
Grafikon 6-20: Rezultati stratifikacijske analize z uporabo Paretovega pravila 80:20	78
Grafikon 6-21: Primerjalni pari respondentov glede na stroko, vodstveni položaj in starost.....	79
Grafikon 6-22: Odziv primerjalnih parov: pomembnost glavnih kategorij dejavnikov	79

SEZNAM PREVZETIH SLIK

Prevzeta slika 1-1: Izguba informacij zaradi motenj v komunikacijskem procesu [2]	1
Prevzeta slika 1-2: Zaznavanje situacije v dinamičnem procesu sprejemanja odločitev [11]	3
Prevzeta slika 2-1: Princip zveznega modela [23]	7
Prevzeta slika 2-2: Zrelostne stopnje BIM pristopa [28]	9
Prevzeta slika 2-3: Integracija izvornih datotek v skupni podatkovni model [29]	9
Prevzeta slika 2-4: Shema perspektive o zrelostnih stopnjah upravljanja informacij [34]	10
Prevzeta slika 2-5: Hierarhija zahtev po informaciji [37]	13
Prevzeta slika 2-6: Cikel dostave informacij [33]	15
Prevzeta slika 2-7: Različni statusi informacij v skladu s SIST EN 19650-1:2019 [33]	16
Prevzeta slika 2-8: Proces izmenjave informacij v fazi skupne rabe [43]	19
Prevzeta slika 2-9: Povezava med udeleženci in skupinami za namene upravljanja informacij [37] ...	20
Prevzeta slika 2-10: Ravni pomena interoperabilnosti v okviru BIM-a [44]	21
Prevzeta slika 3-1: Primer strukturiranja projektnih map znotraj CDE [46]	25
Prevzeta slika 4-1: Primerjava razpršene (levo) in centralizirane (desno) komunikacije udeleženi v CDE [20]	34
Prevzeta slika 6-1: Primer 5M-strukture [67]	63
Prevzeta slika 6-2: Primer diagrama ribje kosti [77]	65

OKRAJŠAVE IN DEFINICIJE

OKRAJŠAVA		OPIS
CDE	Common Data Environment	skupno podatkovno okolje
BIM	Building Information Modelling	informacijsko modeliranje zgradb
AEC	Architecture, Engineering, Construction	Arhitektura, Projektiranje, Gradnja
IFC	Industry Foundation Classes	odprtokodni format datoteke za univerzalen pristop k sodelovanju projektantov različnih profilov in strok, predstavlja podatkovni standard za BIM
ISO	International Organization for Standardization	mednarodna organizacija za standardizacijo
CAD	Computer Aided Design	računalniško podprto načrtovanje ali računalniško podprto konstruiranje
AR	Augmented Reality	obogatena oz. razširjena resničnost
BCF	Open BIM Collaboration Format	odprti format za sodelovanje z BIM pristopom
BEP	BIM Execution Plan	načrt za izvedbo BIM-pristopa
EIR	Employer's Information Requirements	projektna naloga implementacije BIM metodologije, informacije zahtevane s strani naročnika
AIR	Asset Information Requirements	zahteve za informacije o sredstvih
AIM	Asset Information Model	informacijski model osnovnih sredstev
PIR	Project Information Requirements	zahteve za projektne informacije
OIR	Organizational Information Requirements	organizacijske zahteve za informacije
COBie	Construction Operations Building Information Exchange	mednarodno priznan standard, namenjen generiranju digitalne, negeometrične podatkovne knjižnice za potrebe vzdrževanja in upravljanja stavb
IDM	Information Delivery Manual	priročnik z informacijami
RFI	Request for Information	zahteva za predložitev informacij
PZI		projektna dokumentacija za izvedbo del
PID		projektna dokumentacija izvedenih del

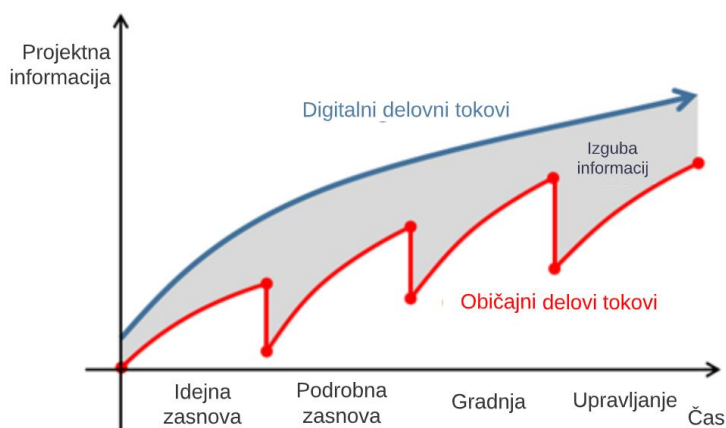
1 UVOD

1.1 Opis problema

Gradbena industrija je dinamične narave, saj se z razvojem novih tehnologij in poslovnih načrtov nenehno spreminja. Ta stalne spremembe povečujejo negotovost glede uporabljenih tehnologij, proračuna, namenjenega za gradnjo ter samega razvojnega procesa. Glavne značilnosti gradbene industrije so vse prej kot preproste, gre za kompleksen proces, dolgotrajno obdobje ter negotovost in tveganje v vseh fazah projektiranja. Vse to napeljuje na dejstvo, da morajo gradbena podjetja sprejeti in razviti ustrezne strategije za zmanjšanje negotovosti glede sprememb ter tako čim bolj uspešno poslovati.

Vsako leto se na svetovni ravni nameni približno 10 bilijonov (10^{12}) evrov izdatkov za infrastrukturo in gradnje, kar predstavlja okoli 13% celotnega bruto domačega proizvoda [1]. Gradbeni sektor je tako eden izmed največjih v svetovnem gospodarstvu.

V zadnjem desetletju je digitalizacija spremenila širok spekter industrijskih sektorjev, vključno z gradbeništvom in arhitekturo, kar je povzročilo izjemno povečanje produktivnosti ter kakovosti in raznolikosti končnih proizvodov. Uporabljena so napredna digitalna orodja, vendar stalna uporaba digitalnih informacij vzdolž celotne procesne verige močno zaostaja za drugimi industrijskimi panogami. Vse pre pogosto se namreč izgubijo dragocene informacije, ki se še vedno prenašajo predvsem v obliki risb, bodisi v fizični obliki ali v digitalnem, vendar omejenem formatu (glej prevzeto sliko 1-1). S tem ni mogoče izkoristiti velikega potenciala informacijskih tehnologij za podporo projektnemu vodenju in gradnji.



Prevzeta slika 1-1: Izguba informacij zaradi motenj v komunikacijskem procesu [2]

Vemo, da se na tipičnem gradbenem projektu ustvari velika količina informacij. Težava je v tem, da so informacije pogosto nestrukturirane, slabo usklajene in jih je težko najti. Veliko pomanjkljivost predstavlja tudi globina informacij, saj jih pogosto ni mogoče neposredno uporabiti za naslednje analize, izračune in simulacije, ampak jih je potrebno dopolniti in vnašati ročno, kar ustvarja nepotrebno dodatno delo ter predstavlja nov potencialni vir napak.

Glede na poročilo skupine Aberdeen [3], pomanjkanje integriranih rešitev povzroča odvečne podatke v 35% časa v gradbenih podjetjih s poslovnimi sistemi, ki med seboj komunicirajo vsaj 33% časa. Raziskava je hkrati pokazala, da 23% projektov ne vsebuje natančnih podatkov zaradi programske opreme, saj sistemi ne uspejo slediti poslovnim procesom in si ne delijo podatkov zunaj organizacije, saj nimajo zmogljivosti za sodelovanje.

Industrija, ki se ukvarja z grajenim okoljem (*angl. »architecture, engineering, construction« - AEC*), je pogosto kritizirana zaradi razdrobljenega pristopa k izvajanju projektov. Tradicionalne strukture za javna naročila in naročila služijo izolaciji projektantov od izvajalcev, kar omejuje možnosti sodelovanja. Kot logična rešitev fragmentacije je integracija procesa ter združevanje oblikovalskih in gradbenih disciplin. Hkrati je za uspešen gradbeni projekt potrebno nenehno usklajevanje in intenzivna izmenjava informacij tekom vseh faz projekta.

Sistemi za upravljanje dokumentov obstajajo že vrsto let v različnih oblikah, od preprostih omrežnih map, standardnega omrežnega protokola za prenos datotek, operacijskih sistemov, ki temeljijo na aplikacijah in najnovejših spletnih aplikacij ter storitev [4].

Iz raziskav različnih fokusnih skupin je bilo ugotovljeno, da so najbolj negativne vplive na gradbene projekte povzročile nezadostne informacije oz. napake v sami projektni dokumentaciji, kot npr. odstopanje projektne dokumentacije od realnosti, nejasno opredeljena specifikacija dokumentacije, nezadostna kontrola izvedenih del, nejasno definiranje sistema oskrbe z materiali in odnosi z dobavitelji [5].

Ta zmešnjava netočnih ali nepovezanih podatkov ustvarja številna vprašanja v vseh gradbenih fazah. Pomanjkanje enega samega vira resnice (*angl. »single source of truth«*) lahko npr. ustvarja ločeno odločanje med terenom in pisarno. Kadar se npr. na terenu pojavijo vprašanja, se na odgovor čaka dlje časa, saj se razumevanje podatkov delovodje v poročilih ali terenskem programskem orodju lahko razlikuje od tistega, kar inženir vidi v pisarni.

Glavni izzivi, povezani z integrirano uporabo informacijske tehnologije v gradbeništvu, s katerimi se dandanes srečujejo projektantske skupine, so dobro predstavljeni tudi v obsežni študentski raziskavi na Finskem [6]. Izsledki opozarjajo na pomanjkljivosti in problematiko načrtovanja prav v vseh fazah gradnje, kot npr.:

- nejasno definirana prekrivanja (»kolizije«), nastala pri združevanju različnih modelov posameznih projektantskih skupin,
- onemogočena uporaba integriranega modela za sooblikovanje v realnem času,
- stranke in uporabniki nimajo dostopa do repozitorija projektov kjer so shranjeni modeli, ki jih izdelajo različni projektanti, shranjeni za skupno uporabo,
- uporaba BIM zahteva tudi nove tehnološke vmesnike, ki bodo učinkoviti v vmesniku odjemalca in končnega uporabnika.

Desai in Bhatt pravita, da so zamude pri gradbenih projektih univerzalni pojav [7]. Študija globalnega inštituta McKinsey iz leta 2017 je pokazala, da se le 2% gradbenih projektov na državni ravni opravi pravočasno, v okviru proračunskih sredstev in v zadovoljstvo vseh predstavnikov interesnih skupin [1], zato je pomembno opredeliti dejanske vzroke, ki do tega pripeljejo.

Informacijsko modeliranje gradenj (BIM) in njegov poudarek na učinkovitem upravljanju informacij lahko omogočita bistveno izboljšanje učinkovitosti delovanja s pospešenim uvajanjem vedno bolj inovativnih načinov dela v grajeno okolje.

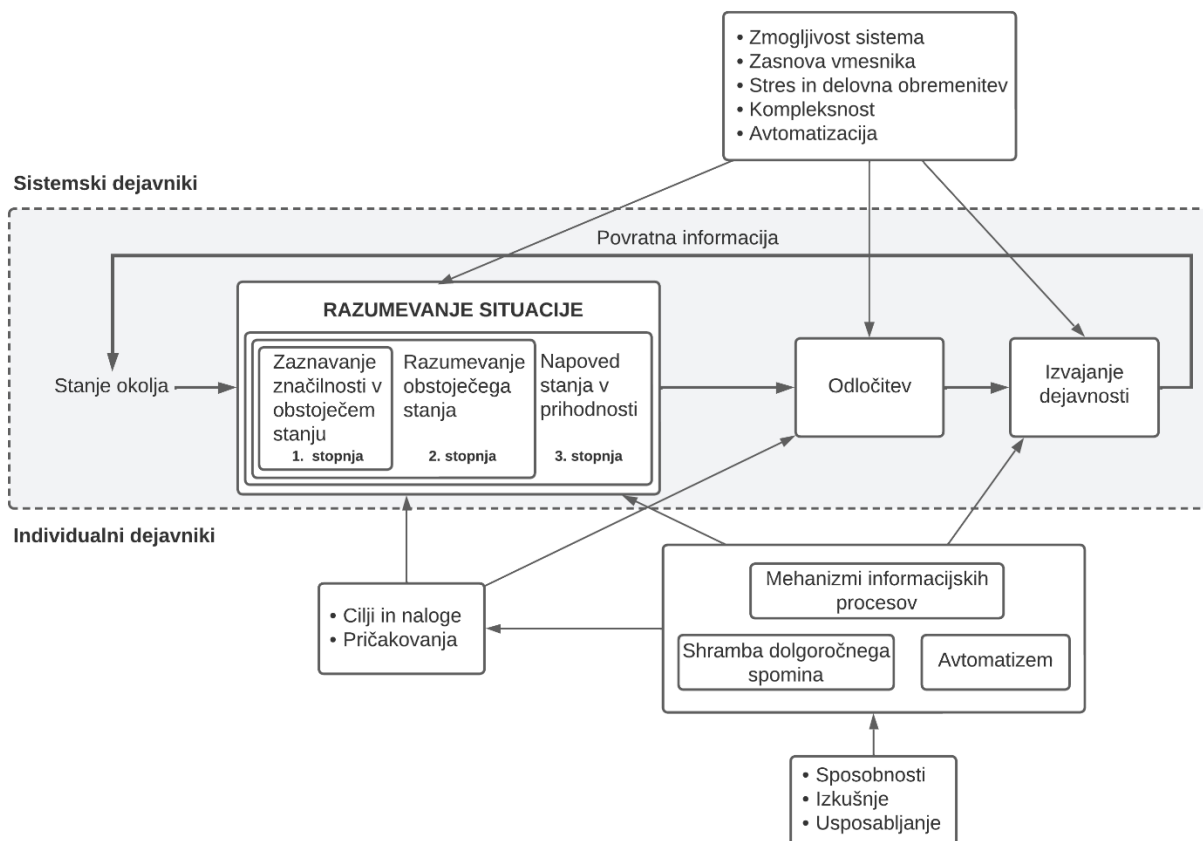
Ključ do dobro strukturiranih podatkov predstavlja skupno podatkovno okolje. Le-to, skupaj z uporabo informacijskega modeliranja, lahko zagotovi velike prihranke pri stroških, določenih proizvodnih časih in učinkovitejšem upravljanju zgradb [8].

V poročilu raziskave, opravljene za Ameriški inštitut za standarde in tehnologijo (*angl. National Institute of Standards and Technology*), so že leta 2004 opozorili na izrazito pomanjkanje interne organizacije informacij na področju gradbeništva, ki bi temeljila na skupnem podatkovnem okolju. Leto je ustvarilo, glede na konservativno oceno raziskave, več kot 15 milijard dolarjev izgub v zgolj enem letu. Največji delež izgub nastane v najdaljši fazi življenjskega cikla gradbenega objekta, to je v fazi uporabe in vzdrževanja [9].

Poročilo inštituta hkrati ugotavlja, da arhitekti in inženirji nosijo najmanjši delež stroškov, ki nastanejo zaradi pomanjkanja interoperabilnosti, zato posledično nimajo zadostne spodbude, da bi jo tudi udeležili, saj obstaja velika verjetnost, da delajo za naročnika samo enkrat [9].

Ocenjeno je, da je pri trenutno največjem evropskem projektu nizke gradnje London Crossrail (naložba, vredna več kot 20 milijard evrov), uporaba BIM-a v tesni navezi s platformami skupnega podatkovnega okolja, omogočila neposredne prihranke v višini vsaj 10 milijonov evrov letno v obdobju 7 let, vključno s prihranjenimi 10 milijoni evrov letno zaradi manjših stroškov za administracijo in osebje, zaposleno na področju informacijsko komunikacijskih tehnologij [10].

Pri razlagi dinamičnih procesov odločanja v sodelovalnem procesu je koristna t.i. teorija zaznavanja situacije (glej prevzeto sliko 1-2), ki jo avtorica Mica Endsley opredeljuje kot sposobnost zaznavanja in razumevanja značilnosti okolja (ljudi, dejanj, dogodkov in informacij) ob omejeni količini časa in prostora ter sposobnost predvidevanja rešitev in posledic na različnih stopnjah naloge ali projekta [11]. Pravzaprav lahko ravno ta faktor predstavlja ključno prednost procesov BIM, v katerem delo udeležencev na projektu temelji izključno na skupno proizvedenih podatkih in informacijah. Na žalost gre za temo, ki je v slabo raziskana, obstaja le nekaj izjem [12].



Prevzeta slika 1-2: Zaznavanje situacije v dinamičnem procesu sprejemanja odločitev [11]

1.2 Razvoj BIM in CDE

Stranke iz javnega in zasebnega sektorja si vse bolj prizadevajo, da se njihovi projekti realizirajo z uporabo pristopa BIM. Kljub temu, da ga nekatere države sprejemajo hitreje kot druge, obstaja splošno mnenje, da bo industrija, ki se ukvarja z grajenim okoljem, imela na globalni ravni zaradi njegovega potenciala velike koristi, tako v finančnem smislu, kot tudi socialnem in okoljskem.

Kljub temu, da Velika Britanija ni bila prva, ki je sprejela BIM, je zaradi dobro pripravljenega akcijskega načrta postala, z vidika implementacije, vodilna v svetovnem merilu. Britanski inštitut za standardizacijo (BSI) je pripravil vrsto standardov, ki temeljijo na priznanih rezultatih znanosti in izkušenj in predstavljajo velik doprinos h gradbeni industriji. Kot podlago za mednarodne standarde je uporabil paket že obstoječih ZK BIM-standardov, zato gre pravzaprav le za internacionalizacijo celotnega procesa. Vsebina dokumentov, pomembnih za magistrsko delo, je predstavljena v nadaljevanju.

Kot prvi mejnik standardizacije BIM-a v Evropi se šteje prevzem standardov evropskega odbora CEN, ki jih je implementiral tudi SIST [13]:

- SIST EN ISO 19650-2:2019 Organizacija in digitalizacija informacij v gradbeništvu - Upravljanje informacij z BIM - 2. del: Faza načrtovanja in izvedbe gradbenega projekta (ISO 19650-2:2018)
- SIST EN ISO 19650-1:2019 Organizacija in digitalizacija informacij v gradbeništvu - Upravljanje informacij z BIM - 1. del: Pojmi in načela (ISO 19650-1:2018)
- SIST EN ISO 29481-1:2017 Informacijski modeli stavb - Priročnik z informacijami - 1. del: Metodologija in oblika (ISO 29481-1:2016)
- SIST EN ISO 29481-2:2016 Informacijski modeli stavb - Priročnik z informacijami - 2. del: Okvirni podatki o medsebojnem vplivanju (ISO 29481-2:2012)

Prehod s serije PAS 1192 na serijo ISO 19650 leta 2019 je nastal kot posledica sprejetja procesov upravljanja, opredeljenih v seriji PAS 1992, številnih organizacij in podjetij izven Združenega kraljestva (ZK), zlasti na Bližnjem vzhodu in Avstraliji [14]. Prišlo je torej do oblikovanja mednarodne serije standardov, ki ustvarja enake konkurenčne pogoje za organizacije z vsega sveta, za tekmovanje, inovacije in morebitno sodelovanje, ne glede na to, kje se le-te nahajajo.

Spodbujanje širše uporabe BIM-a v Sloveniji je omogočilo leta 2015 ustanovljeno Slovensko združenje za informacijsko modeliranje gradenj (siBIM). Gre za neprofitno organizacijo, katere namen je aktivno povezovanje in strokovno izpopolnjevanje inženirjev in pristašev inženirskih ved v domačem okolju [15]. Nekateri člani siBIM so istočasno avtorji dveh dokumentov, ki močno vplivajo na potek uvajanja BIM-a pri nas. To sta »Priročnik za pripravo projektne naloge za implementacijo BIM-pristopa za gradnje« [16] ter »Akcijski načrt uvedbe digitalizacije na področju grajenega okolja v Republiki Sloveniji« [17]. Po tem načrtu naj bi bila uporaba BIM-a v okviru javnih naročil obvezna od leta 2025 dalje. Eden izmed ciljev akcijskega načrta, ki ga je smiselno izpostaviti, je učinkovita izmenjava informacij oz. drugače povedano zagotovitev varnosti, konsistentnosti in dostopnosti podatkov v vseh fazah investicijskega projekta. To bo mogoče le z izdelavo učinkovitega protokola za sodelovanje ter vzpostavitev CDE na projektih večjih javnih naročnikov.

V Sloveniji se lahko od leta 2016 pohvalimo tudi s članstvom v EU BIM Task Group, katere vizija je spodbuditi skupno uporabo BIM-a kot »digitalno gradnjo«, s ciljem izboljšanja vrednosti javnega premoženja, kakovosti javnih nepremičnin in trajnostne konkurenčnosti industrije [18].

S pridobitvijo članstva bomo sproti seznanjeni z novimi usmeritvami glede BIM na nivoju EU, imeli informacije o izkušnjah in programih drugih članic, prav tako bomo lahko v skupino prenesli naše predloge.

Od pričetka leta 2019 se je začelo prehodno obdobje, v katerem poteka analiziranje obstoječih in bodočih BIM pilotnih projektov, ki bodo omogočali določitev ključnih kazalnikov za oceno uspešnosti njegove implementacije [19].

BIM je postopek sodelovanja, ki ga omogoča tehnologija in podpirajo ljudje. Temeljni del za zagotavljanje BIM-a z digitalnim skladiščem za shranjevanje, upravljanje in sodelovanje na projektu predstavlja CDE. V preglednici 1-1 so predstavljeni ključni povodi, ki so spodbudili njegov razvoj.

Preglednica 1-1: Ključni povodi za sprejetje CDE [20]

POVOD	OPIS
Poročila industrije (VB)	The Latham Report (1994), The Eagan Report (1998), Wolstenholme Report (2009). Skupna nit vseh poročil je bila želja po povečanju produktivnosti, učinkovitosti in prihranku pri stroških v gradbeni industriji. Za doseg izboljšanja uspešnosti je bistveno predvsem boljše sodelovanje vseh udeležencev na projektu.
Program Avanti (VB, 2002)	Ministrstvo za trgovanje in industrijo v VB je leta 2002 ustanovilo Avanti, da bi oblikovalo učinkovit pristop za skupno sodelovanje projektnih partnerjev. Program je bil namenjen reševanju težav, ki jih povzročajo nepopolne, netočne in dvoumne informacije.
Vladna strategija gradnje (VB, 2011)	Poudarjena potreba po večji uporabi tehnologije in sodelovanja; oblikovana v zahtevi za BIM kot osrednje strateško orodje pri načrtovanju, sprejeti leta 2016 v Angliji.
Politika javnega naročanja (Škotska, 2017)	Določitev, na kakšen način sprejeti BIM v primeru javnih naročil. Uvedba BIM je ključni katalizator za izboljšanje učinkovitosti izdatkov za infrastrukturo javnega sektorja in pospešitev rasti produktivnosti v gradbeni industriji.
Nacionalna komisija za infrastrukturo (VB, 2017)	Poudarjeno, da mora obstoječa infrastruktura VB postati »pametnejša«. V načrtu so zahtevana številna priporočila, vključno s časovnim načrtom izdelave replike oz. t.i. digitalnega dvojčka dejanske infrastrukture. Pridobljeni visokokakovostni podatki bodo omogočili, da bo infrastruktura VB obravnavana kot dinamičen sistem.

1.3 Hipoteza in cilji

Čeprav se zdi, da so skupna podatkovna okolja (CDE) rešitev prihodnosti za povezovanje in boljšo izmenjavo informacij pri gradbenih projektih, so v veliki meri še vedno razmeroma neznana in v gradbeni industriji niso široko sprejeta. Cilj raziskovalne naloge je torej bolje razumeti, kakšen bi morali biti CDE glede na dejanske prakse in potrebe industrije, se soočiti z zmožnostmi trenutne tehnologije, vsebino splošno uveljavljenih smernic standardov in predpisov, ter zrelostjo trga za naslednji korak v smeri nadgradnje delovnih procesov s pomočjo naprednih orodij.

Temeljna hipoteza raziskovalnega dela je:

»Z uspešno vzpostavitev skupnega podatkovnega okolja za izbrane gradbene faze projekta je mogoče zagotoviti učinkovitejši pretok informacij, izboljšati njihovo kvaliteto ter dvigniti produktivnost dela na višjo raven.«

Raziskovalno delo lahko razdelimo na dva večja sklopa. V prvem bo zajeto spremljanje ter analiza trenutno obstoječe prakse, kasneje bo na podlagi predhodnih ugotovitev ter v skladu z v naprej definiranimi zahtevami ter željami udeležencev na projektu sledila implementacija izboljšav. Glavna pozornost, ki bo hkrati predstavljala končno merilo uspešnosti, bo usmerjena na skrajšan čas dela in z njim povezane finančne prihranke. Rezultati raziskovalne naloge so tako teoretične kot praktične narave:

- Kritična ocena ugotovljenega stanja glede zagotavljanja učinkovitega in transparentnega vodenja projektov v fazi gradnje.
- Izdelava izboljšanega predloga z namenom dviga produktivnosti in optimizacije na referenčnem projektu.
- Podan predlog za povečanje produktivnosti dela in doslednosti upravljanja informacij nastalih med gradnjo.

Vzpostavitev platforme CDE bo udeležencem na projektu:

- olajšala dostop do centralno skladiščenih dokumentov,
- omogočila doslednejše beleženje sprememb in zajem terenskih opazovanj,
- zagotovila hitrejšo medsebojno komunikacijo in stalno evidenco revizijske sledi,
- preprečila podvajanje informacij,
- preprečila ponavljanje napak v prihodnosti,
- predstavljala prispevek uporabe novih informacijskih tehnologij v procesu digitalizacije gradnje

1.4 Metode dela in struktura naloge

Raziskovalna naloga je razdeljena na sedem vsebinskih poglavij.

Poglavje 1 predstavlja uvodni del magistrske naloge, v katerem je predstavljena problematika uspešnega integriranja informacijske tehnologije v gradbenem sektorju, definirana temeljna hipoteza raziskovalnega dela in opisane metode pristopa.

Poglavje 2 je namenjeno obrazložitvi pojma »skupno podatkovno okolje« in podrobnejšemu opisu vzpostavitve interoperabilnosti med udeleženci z uporabo ustreznih protokolov sodelovanja na ravni standardiziranih postopkov.

Poglavje 3 sprva zajema pregled različnih programskih rešitev na trgu in kriterije njihove ustreznosti, sledi opis pravil poimenovanja map in datotek ter proces izmenjave informacij v gradbenem procesu.

Poglavje 4 opredeljuje programsko zasnovo in tehnične značilnosti obravnavanega referenčnega objekta, vloge posameznih udeležencev gradnje in standarde za zagotavljanje kakovosti izvedbe posameznih vrst del.

Poglavje 5 opisuje celovit postopek vzpostavitve skupnega podatkovnega okolja na primeru referenčnega projekta ter izpostavljenosti funkcionalnosti izbrane platforme.

Poglavje 6 podrobneje predstavlja aktivnosti izvedene raziskave o izzivih in ovirah pri implementaciji CDE v fazi gradnje, ki je bila izvedena na podlagi pregleda obstoječe literature, s pomočjo izbranih analitičnih metod in programskih orodij.

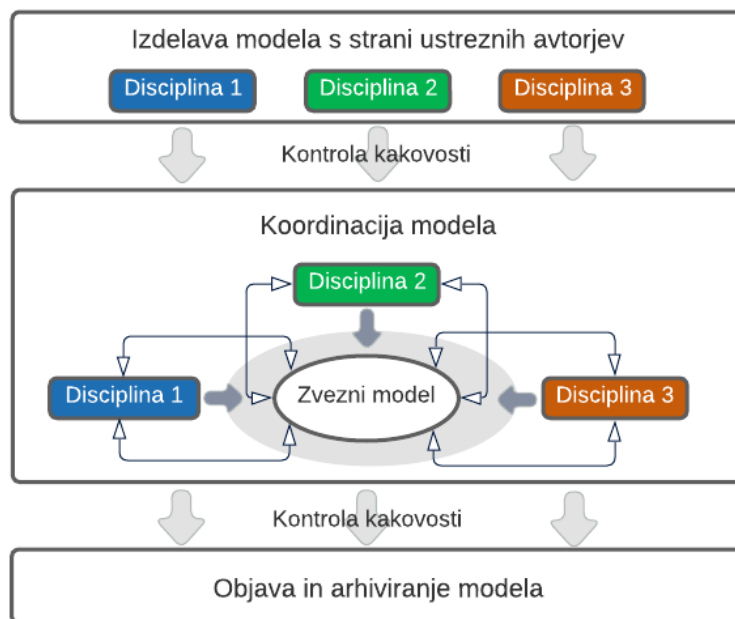
Poglavje 7 povzema rezultate in glavne ugotovitve opravljene študije ter podaja možnosti prihodnjih raziskav na področju upravljanja informacij v gradbenem sektorju.

2 SKUPNO PODATKOVNO OKOLJE (CDE)

2.1 CDE – splošno

Skupno podatkovno okolje je bilo prvotno opredeljeno leta 2007 [21] v standardu BS 1192:2007 in nato v specifikaciji PAS 1192-2:2013 [22]. Dokumenta opredeljujeta CDE kot »en sam vir informacij za kateri koli projekt ali sredstvo, ki se uporablja za zbiranje, upravljanje in razširjanje vseh ustreznih odobrenih datotek, dokumentov in podatkov za multidisciplinarne skupine v upravljalnem procesu«. V okviru sodelovalnega delovnega okolja skupine z jasno definiranimi izdelujejo informacije z uporabo standardnih postopkov in dogovorjenih metod.

Med načrtovanjem, gradnjo in delovanjem stavbe udeleženci projekta izmenjujejo številne informacije iz posameznih področij. Ker ne gre le za prostor za izmenjavo geometrijskih informacij, je vsebina (kot so registri, urniki, pogodbe, poročila in informacije o modelih) skupna in temelji na konceptu združenega modela, prikazanega na prevzeti sliki 2-1. Z ustvarjanjem in izmenjavo velike količine podatkov med življenjskim ciklom projekta postane CDE idealno okolje za spodbujanje medsebojnega sodelovanja in tako vpliva na nenehno izboljševanje procesov odločanja, saj se lahko vse informacije shranijo v enem samem skladišču in pridobijo na podlagi podatkov iz enega vira [24].



Prevzeta slika 2-1: Princip zveznega modela [23]

Pri izvajanju takšne vrste platforme je potrebno upoštevati naslednje splošne vidike [26]:

- ustreznost: cilji, prizadevanja in koristi izbranih ukrepov in postopkov morajo biti sorazmerni;
- nevtralnost: izbrani postopki morajo biti neodvisni od uporabljene vrste programske opreme;
- uporabnost: izbrani postopki morajo veljati za podjetja vseh velikosti in področij dela.

Posamezen projekt ima lahko tudi več kot en sam CDE; vključuje lahko skupno podatkovno okolje s strani izvajalca, ki ga uporablja projektantska skupina ter podatkovno okolje naročnika, ki zagotavlja dokumentni sistem za upravljanje podatkov za sprejem, potrjevanje in odobritev projektnih informacij tekom projekta. Pomembno je, da je ta prostor digitalen, da ima vsak udeleženec odprt in neoviran dostop do njega in da ga je mogoče enostavno kategorizirati po posameznih področjih.

Za doseganje najboljših rezultatov je bistvenega pomena, da se strateške odločitve za pravilno vodenje dela v največji možni meri sprejemajo že v zgodnjih fazah projekta. Potreben je discipliniran revizijski proces, ki je hkrati pregleden in nadzorovan.

Temeljna cilja vzpostavitve skupnega podatkovnega okolja sta [20]:

- omogočiti vsakomur dostop do najnovejših, zanesljivih informacij v strukturirani in lahko dostopni obliki;
- podpora ustvarjanju, upravljanju, zagotavljanju, izmenjavi in usklajevanju informacij, pridobljenih tekom življenjskega cikla projekta.

Kadar koli je to mogoče, je smiselno uporabiti načelo vitkega zmanjševanja porabe sredstev. To pomeni pametnejše izvajanje delovnih procesov, ki so v skladu z zahtevami naročnika, boljše preglednost nad procesi ter njihova nenehna izboljšava z namenom zmanjšanja napak v prihodnje [27]. Že v standardu BS 1992:2007, predhodniku današnje serije standardov ISO 19650, je omenjena spodbuda k izogibanju potratnim dejavnostim, kot so [21]:

- čakanje in iskanje informacij,
- prekomerna obdelava informacij, samo zato ker to tehnologija dopušča,
- napake, ki nastanejo kot posledica slabega usklajevanja podatkovnih nizov.

Informacije se ne ustvarjajo na kraju samem, ampak običajno v procesu na več ravneh. CDE mora podpirati tako enostavne delovne postopke, kot je recimo pregledovanje modelov in njihovo deljenje, kot tudi zapletene, kot npr. večstopenjski cikel odobritve.

Opredelitev izmenjave informacij in delovnih potreb po sodelovanju se izvede vzporedno z drugimi dejavnostmi javnega naročanja in opredeljevanjem projektov.

Skupno podatkovno okolje vsebuje (glej sliko 2-1):

- grafični del podatkov (modeli, risbe, IFC, fotografije, video, itd.),
- tekstualni del podatkov (sezname, baze podatkov, COBie, itd.),
- dokumente (pogodbe, zapiski, specifikacije, poročila, itd.).

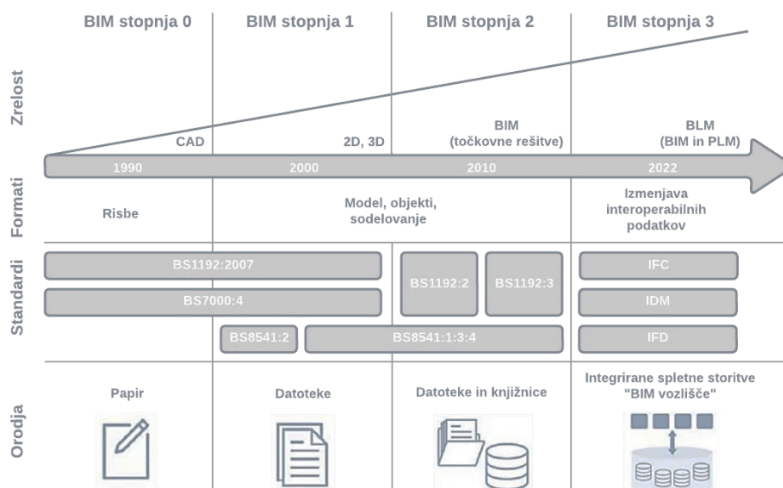


Slika 2-1: Vsebina skupnega podatkovnega okolja (CDE)

Skupno se ti podatki med fazo načrtovanja imenujejo projektni informacijski model (PIM), ko so enkrat predani in v fazi uporabe oz. vzdrževanja, pa model informacij o sredstvih (AIM). PIM se postopoma razvija in izmenjuje z naročnikom v različnih fazah projekta in vsebuje prispevke vseh udeležencev v projektu.

2.2 Stopnje BIM-pristopa

Informacijsko modeliranje je sočasno z razvojem komunikacijske tehnologije in projektnega upravljanja omogočilo izvajanje vse bolj kompleksnih gradbenih projektov. Za potrebe lažjega razumevanja posameznih procesov ter opisa orodij in tehnik se zato uporabljajo zrelostne stopnje (*angl. Levels*) BIM, predstavljene na prevzeti sliki 2-2.

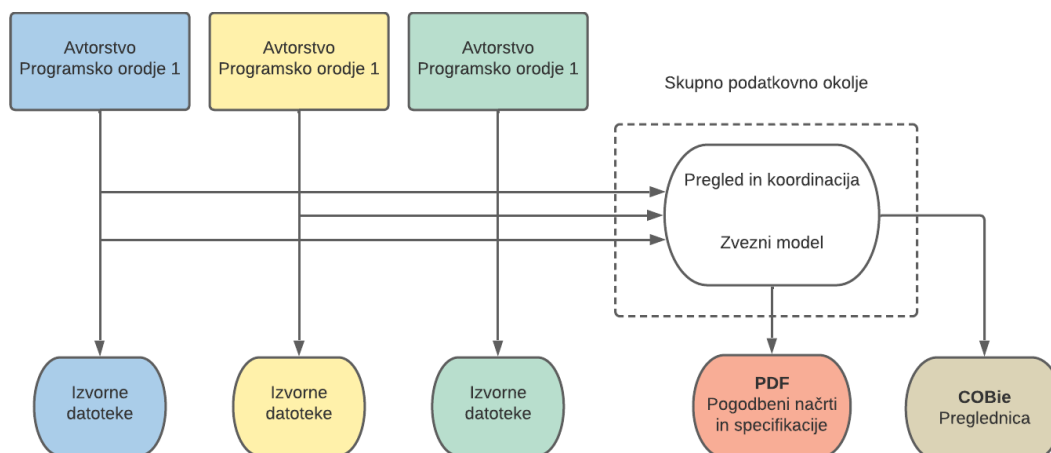


Prevzeta slika 2-2: Zrelostne stopnje BIM pristopa [28]

Stopnja 0 (*angl. Level 0*) predstavlja konvencionalno prakso, ki temelji na izdelavi in deljenju 2D risb.

Uporaba CDE je omogočena vse od zrelostne stopnje 1 (*angl. Level 1*), ki prinaša usklajeno ter računalniško podprto načrtovanje. Čeprav že vključuje 2D in 3D informacije, pa lahko stopnjo opišemo kot »osamljen BIM«, saj se generirani modeli objekta ne delijo med posameznimi udeleženci na projektu.

O integriranem izvajanju tako začnemo govoriti šele na stopnji 2 (*angl. Level 2*), kjer so ločeni modeli obogateni z dodatnimi, negeometrijskimi podatki, kot so npr. terminski in finančni plani (4D in 5D). Njihova medsebojna usklajenost je zagotovljena z rednim usklajevanjem na osrednji platformi (glej prevzeto sliko 2-3), le-ta beleži stanje vsake datoteke, ki opisuje zrelost vsebovanih informacij in raven dostopa udeležencev na projektu.



Prevzeta slika 2-3: Integracija izvornih datotek v skupni podatkovni model [29]

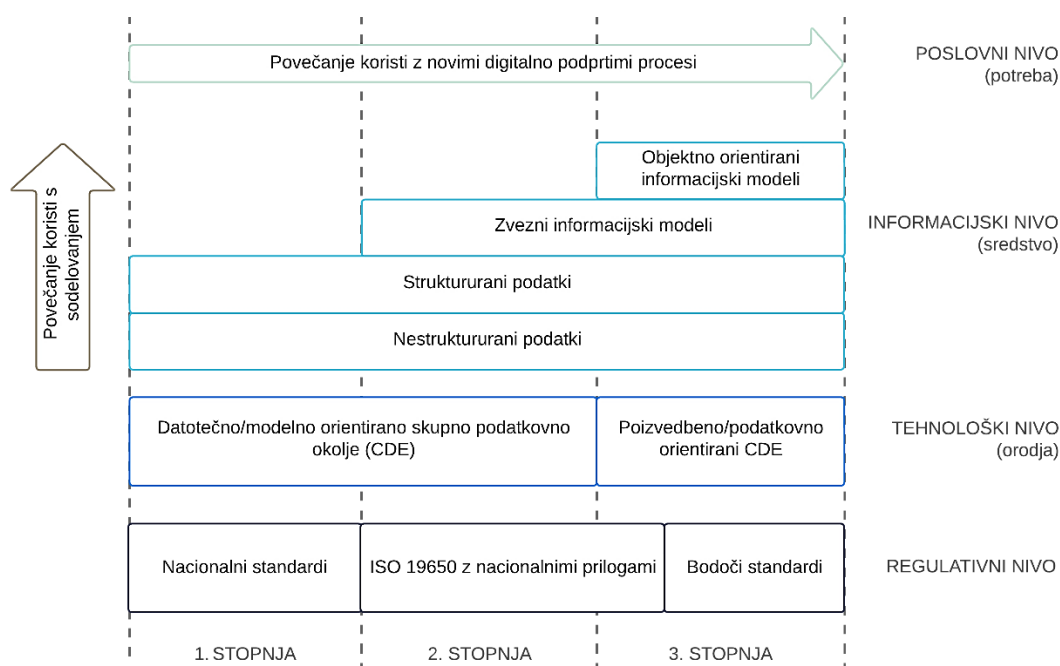
Na prehod industrije na stopnjo zrelosti 2 je v veliki meri vplivala direktiva vlade Velike Britanije, ki že od leta 2016 v svoji gradbeni strategiji zahteva njeno uporabo na vseh projektih financiranih s strani države [30].

Stopnja 3 (*angl. Level 3*) predstavlja edini pristop, ki v celoti povezuje podatkovno verigo od začetka do konca. Ker ima za vse deležnike projekta popolnoma odprt dostop, lahko le-ti sinhrono izvajajo delovne procese, ki se nato v skladu s standardi integrirajo v usklajen, sodelovalni BIM-model [31].

Na podlagi rezultatov mednarodne raziskave Digitalisierungsbarometer [32] je trenutna povprečna zrelostna stopnja BIM-a v naših podjetjih, ki BIM-pristop že poznajo, stopnja 2. Po napovedih naj bi najvišjo stopnjo dosegli že v naslednjih letih [33].

Napredek in opredelitev zrelostnih stopenj sta se v najnovejši verziji standarda SIST EN 19650-1:2019 dopolnila s shemo (glej prevzeto sliko 2-4), ki jo imenujemo »Perspektiva o stopnjah zrelosti analognega in digitalnega upravljanja informacij«, v kateri so opredeljene tri stopnje, artikulirane za različne plasti [34]:

- **Regulativni nivo.** V prvi stopnji ga sestavljajo nacionalni standardi, serija standardov SIST EN 19650 je implicirana predvsem v drugi stopnji, vendar se lahko razširi njihova uporaba tudi na prvo stopnjo oz. na tretjo stopnjo, kjer jih bodo v prihodnje podpirali dodatni standardi, ki so trenutno še v fazi razvoja.
- **Tehnološki nivo.** V prvih dveh stopnjah se opira na skupno podatkovno okolje, ki temelji na upravljanju datotek in modelov, v tretji stopnji pa zagotavlja bazo podatkov, v kateri je mogoče neposredno dostopati do informacij nastalih tekom projekta
- **Informacijski nivo.** V prvi stopnji uporablja predvsem ločene strukturirane in nestrukturirane podatke, medtem ko v drugi stopnji uvaja koncept zveznega informacijskega modela. V tretji stopnji se doda uporaba strežnikov, ki omogočajo neposredno upravljanje objektov/elementov ob istočasnem ohranjanju zveznih modelov in strukturiranih podatkov. Informacijski nivo je seveda tisti, ki ima največ koristi od sodelovanja, skupaj s poslovnim nivojem.



Prevzeta slika 2-4: Shema perspektive o zrelostnih stopnjah upravljanja informacij [34]

2.3 Tipi CDE

Standard SIST EN ISO 19650-2:2019 navaja, da je treba v izogib dvomom pri projektu vse informacije, bodisi iz BIM okolja ali običajnih oblikah, deliti v skupnem podatkovnem okolju [35]. Pri tem se lahko uporabi:

- **Projektni strežnik.** Gre za računalnik, ki služi kot gostitelj in prek lokalnega (*angl. Local Area Network - LAN*) oziroma širokopasovnega omrežja (*angl. Wide Area Network - WAN*), daje podatke drugim računalnikom. Ker večina običajnih računalnikov lahko deluje kot strežnik, leta ne zahteva posebne strojne opreme, potrebna je le namestitev namenske programske opreme. Istočasno moramo zagotoviti dovolj prostora za shranjevanje in delovnega spomina, da bodo procesi lahko potekali karseda učinkovito [20].
- **Ekstranet.** Medtem ko je intranet zasebno omrežje, ki je izolirano in zaščiteno od globalnega spleta, gre v primeru ekstraneta za razširitev organizacije na uporabnike zunaj sistema, katerim je omogočen dostop in izmenjava informacij o projektu. Uporabniki za dostop potrebujejo uporabniško ime in geslo. Več organizacij ali skupin s sedežem na različnih geografskih lokacijah uporablja različne informacijske sisteme. Namesto da imajo lokalizirane podatke, ki jih imajo posamezni člani ekipe ali organizacije, so ti shranjeni v centraliziranem repozitoriju [20].
- **Sistem za iskanje datotek.** Datotečni sistem vrne informacije, ki jih išče v dokumentu oz. njenem naslovu na podlagi navedene poizvedbe oz. iskalnih kriterijev [20]. Najbolj znan primer je svetovni splet in iskanje prek brskalnika.
- **Računalniški oblak.** Trenutno se počasi, a vztrajno oddaljujemo od ustvarjanja CDE na lokalnih pogonih k izbiri oblčnih rešitev. Na trgu se nahajajo številni ponudniki, ki nudijo svojo rešitev kot SaaS, t.i. programsko opremo kot storitev (*angl. Software as a Service*), ki jo gostijo v zasebnem oblaku. Takšne rešitve so varnejše, nudijo več svobode in ponujajo možnosti, ki jih lokalni pogoni nimajo (npr. dostop do informacij ne glede na to, ali so v pisarni ali zunaj na gradbišču, odpiranje 3D-modelov brez uporabe posebne programske opreme, itd.).

2.4 Funkcionalnost CDE

V Priročniku za pripravo projektne naloge za implementacijo BIM-pristopa za gradnje so zajeta minimalna priporočila oz. sistemi za sinhrono in asinhrono sodelovanje ter izmenjavo podatkov [16]:

- sistem za upravljanje in arhiviranje projektnih dokumentov; omogočeno je centralno skladiščenje dokumentov vključno z dodeljevanjem vlog in pravic dostopa do njih
- sistem za predstavitev in pregledovanje BIM-modelov; omogočeno je centralno skladiščenje podmodelov z namenom povezovanja v centralni model, s čimer je omogočeno preverjanje morebitnih kolizij (npr. BIM-strežnik)
- sistem za koordinacijo BIM-podmodelov; služi kot podpora za kreiranje nalog v primeru morebitnih popravkov BIM-modelov, zaželeno je podpora BFC formata, ki omogoča dodajanje komentarjev IFC modelu in dodelitev vira (npr. osebe) za razrešitev naloge

Če ima naročnik že vzpostavljeno svoje informacijsko okolje, mora biti le-to podrobno opisano v projektni nalogi, tako da lahko projektantsko podjetje svoj pristop ustrezno prilagodi [16]. V vsakem primeru pa je najbolje, da ga za predviden projekt vzpostavi oz. najame sam in s tem spremlja vse oziroma izbrane faze projekta. Veliko pozornost je potrebno posvetiti tudi prenosu CDE iz predhodne faze, pri čemer se od enega do drugega upravljavca ne sme izgubiti nobena informacija.

Z uporabo skupnih digitalnih informacij znotraj CDE in s tem povezane avtomatizacije se zmanjša potreba po predelavi, ki je povezana z napakami. Bolj kot je projekt napreden in zahteven, večja je zahteva po povezanem in diskretnem procesu. Med tem kot se npr. gradnja upira na večšine različnih disciplin, CDE združuje informacije vseh, ki delajo kot del širše projektne skupine. Bistvene prednosti sprejetja sodelovalnega načina dela so [20]:

- lastništvo informacij ostaja nespremenjeno - čeprav so le-te deljene in večkrat uporabljene, jih lahko spremeni le nalogodajalec,
- zmanjšanje časa in navora, potrebnega za preverjanje informacij in njihovega ponovnega izdajanja,
- možnost takojšnje pridobitve izbora najnovejših odobrenih podatkov iz skupnega okolja,
- zmanjšano usklajevanje oz. zagotavljanje točnosti posameznih modelov,
- ponovna uporaba informacij za potrebe ocen stroškov načrtovanja, v podporo načrtovanja gradnje in upravljanju objektov,
- zmanjšanje časa in stroškov v procesu usklajevanja pridobljenih informacij.

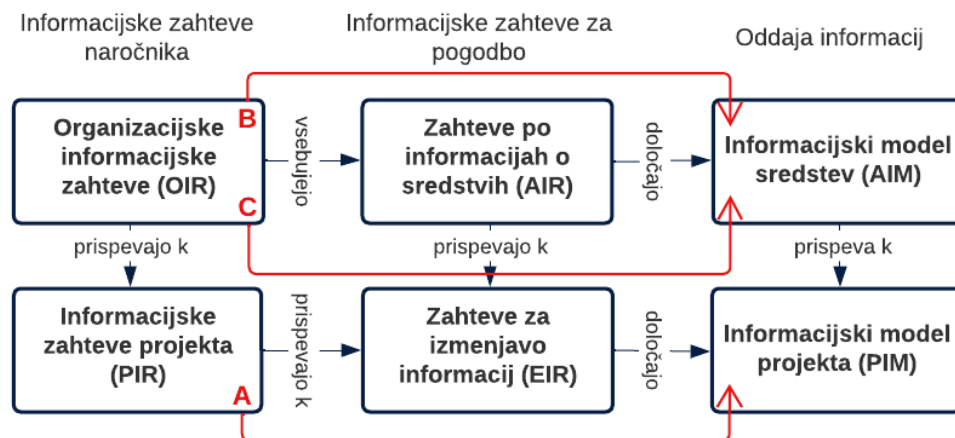
Na račun CDE je možen gladek in nadzorovan prehod iz faze načrtovanja v fazo gradnje, ob neposrednem sodelovalnem stiku projektantskih skupin, ki so že od samega začetka vključene in seznanjene z dogajanjem v projektnem ciklu. Digitalno upravljanje gradnje tako zagotavlja [36]:

- enostaven dostop do podatkov na terenu, preko varne dokumentacije, ki vsebuje najnovejše in najbolj natančne posodobitve,
- jasne smernice in odgovornosti posameznikov na projektu,
- hitro reševanje vsakodnevnih vprašanj in napak na gradbišču,
- inteligentno preverjanje gradnje z zagotovljenim doslednim zajemanjem napredka v centralnem modelu ,
- zajem podatkovnih trendov, ki bodo v prihodnje pomagali zmanjšati neusklajenosti v tehnološkem procesu.

2.5 Informacijske zahteve in dostava informacij

Namen zahtev po informacijah je nedvoumno definirati vsebino podatkov, ki jih potrebujejo posamezni udeleženci na projektu, saj lahko odsotnost jasno opredeljenih zahtev poveča verjetnost, da izvajalske ekipe ne bodo mogle zagotoviti popolnih in pravičnih informacij za podporo o odločanju in napredovanju projekta.

Zahteve po informacijah morajo potekati vzdolž izvajalskih ekip in delovnih skupin do točke, kjer se informacije lahko najbolj učinkovito ustvarjajo (glej prevzeto sliko 2-5). Le-te se nato zberejo v izbranem modelu (PIM oz. AIM) in posredujejo nazaj naročniku.



OPOMBA: A) izvajanje brez upoštevanja upravljanja sredstev, B) upravljanje sredstev brez presoje o izvedbi projekta, C) kombinirano izvajanje

Prevzeta slika 2-5: Hierarhija zahtev po informaciji [37]

V standardu SIST EN 19650-1, kjer upravljanje informacijskih zahtev predstavlja enega glavnih konceptov BIM, obstajajo štiri ključni dokumenti oz. viri, ki določajo zahteve po informacijah naročnika [34].

2.5.1 Zahteve za informacije o organizaciji dela (*angl. Organizational Information Requirements, OIR*)

Oblikovanje informacijskega modela se začne, ko naročnik opredeli informacije, za katere misli, da jih bo potreboval v projektu. OIR vključuje vzpostavitev in kategoriziranje zahtev po informacijah in omogoča delovnim skupinam, da se osredotočijo na cilje naročnika, še preden se lotijo tehničnih podrobnosti. Eden od prvih korakov je opredelitev potencialnih koristi oblikovanja digitalnega modela, kot npr.: koliko časa in denarja bo potrebnega za ustvarjanje podatkovne shrambe ter zbiranje podatkov in njihovo identifikacijo, kakšna vrsta strokovnjakov bo potrebna ter katera programska orodja bodo uporabljena za pridobivanje podatkov iz modelov in ustvarjanje poročil [38].

V Prilogi A tehnične specifikacije PAS 1992-3:2014 so predstavljene tipične dejavnosti v sklopu OIR, najpomembnejše so izpostavljene v nadaljevanju [39]:

- optimizacija strategije upravljanja premoženja/sredstev ter njihovo prednostno razvrščanje,
- ocena finančnih koristi načrtovanih izboljšav,
- določanje stroškov določenih dejavnosti (obračunavanje stroškov po dejavnostih),
- ocena celotne finančne uspešnosti.

2.5.2 Zahteve za informacije o projektu (*angl. Project Information Requirements, PIR*)

Gre za informacije, ki so potrebne za odgovor na strateške cilje naročnika v zvezi s procesom načrtovanja in gradnjo projekta, hkrati so definirane iz procesa kasnejšega vzdrževanja in upravljanja. Te lahko vključujejo npr. izvlečke gradbenih dokumentov in dokumentov o upravljanju projekta, vključno s poročili o stroških in napredku [40].

V primeru rednega sodelovanja naročnika z isto stranko, se predlaga vzpostavitev splošnega PIR, ki se nato uporabi z morebitnimi prilagoditvami za posamezen projekt [34].

2.5.3 Zahteve za informacije o sredstvih (*angl. Asset Information Requirements, AIR*)

Za pripravo vsebine, ki je potrebna za učinkovito upravljanje ter vzdrževanje zgrajenega sredstva, je pogosto potrebno obsežno zbiranje, združevanje in obdelava podatkov pridobljenih v povezanih predhodnih fazah projekta. Naslednji korak je ugotovitev, kateri podatki, ko so enkrat dani v kontekst, odgovarjajo na vprašanja, ki jih postavljajo zahteve OIR v zvezi s sredstvi. Gre torej za zahteve, ki določajo predvsem tehnične vidike potrebnih informacij t.j. informacij za podporo operativnih dejavnosti.

V specifikaciji PAS 1992-3:2014 so navedeni primeri možnih zahtev za informacije o sredstvih, te so npr. [39]:

- pravne informacije (lastništvo, ocene tveganja, nadzorni ukrepi, itd.),
- poslovne informacije (dobavni roki, kazalniki uspešnosti, merila za neskladnosti, itd.),
- finančne informacije (obratovalni stroški, načrtovani stroški vzdrževanja, itd.),
- tehnične informacije (inženirski podatki, parametri načrtovanja, podatki o obratovanju, itd.),
- upravne informacije (vrste sredstev, fotografije, identifikacijske številke, garancijske dobe, itd.).

V PAS 1992-3:2014 je dodatno nakazano, da se lahko AIR začne kot opisno besedilo, vendar ga je potrebno sčasoma razviti v digitalni zapis rezultatov. Pomembno je tudi, da v AIR opredeljene informacije lahko služijo kot odgovor na vprašanja, zastavljena v vsaki stopnji življenjskega cikla projekta [39].

2.5.4 Zahteve za izmenjavo informacij (*angl. Exchange Information Requirements, EIR*)

Medtem ko AIR in PIR v prvi vrsti opisujejo, katere informacije so potrebne, se EIR pretežno ukvarjajo s tem kdo, kako in kdaj je so bile le-te dostavljene. EIR predstavljajo del širšega sklopa dokumentacije, kjer so zajete splošne zahteve po informacijah z vodstvenega, komercialnega ter tehničnega vidika, z vključitvijo AIR in PIR.

Natančna narava zahtev po informacijah je odvisna od kompleksnosti projekta ter izkušenj in želj naročnika, zelo na široko pa lahko le-te vključujejo [41]:

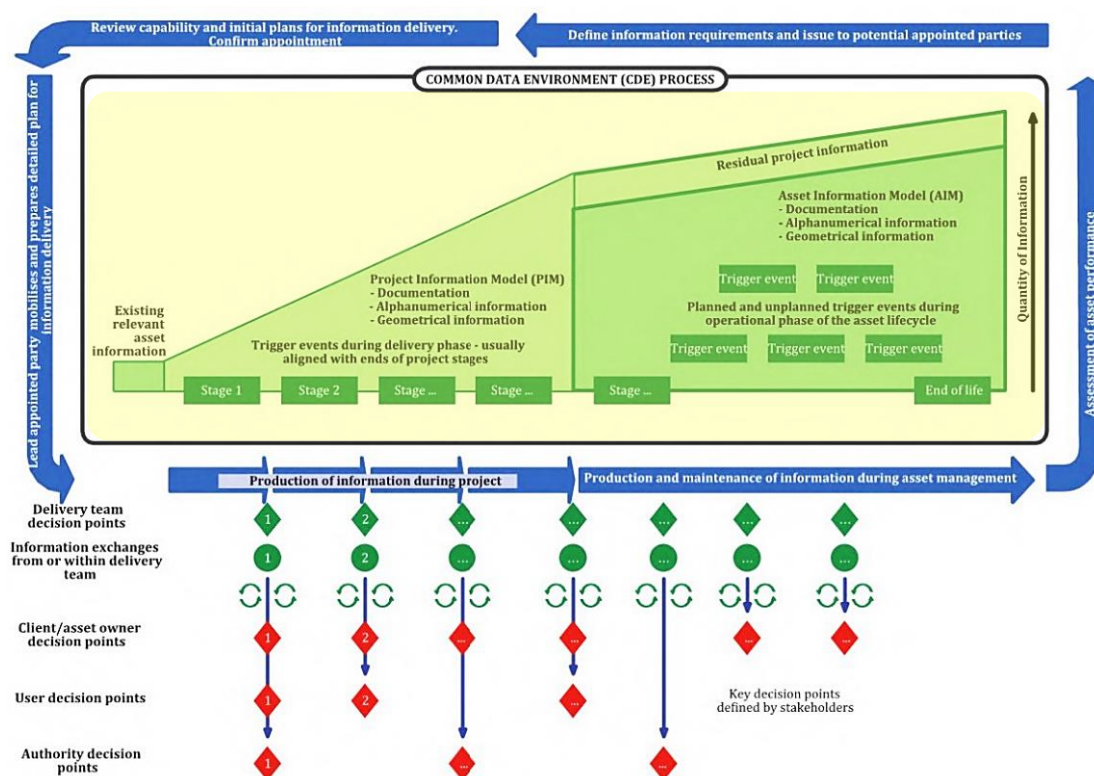
- standardne metode in postopke, ki opredeljujejo način ustvarjanja, imenovanja in izmenjave informacij,
- jasno opredeljene vloge in odgovornosti,
- načrt dostave informacij ali časovni razpored, ki opredeljuje, kdaj in katere informacije je potrebno dostaviti,
- matriko zahtev COBie, ki določa, katere strukturirane podatke o objektu, njegovih prostorih, območjih in gradbenih elementih je potrebno dostaviti.

2.6 Cikel dostave informacij

Specifikacija in cikel dostave informacij projektov in sredstev v skladu s standardom SIST EN 19650-1 sledita štirim splošnim načelom [34]:

- informacije so potrebne za sprejemanje odločitev v vseh fazah življenjskega cikla sredstev,
- informacije se določajo postopoma prek sklopov zahtev, ki jih določi naročnik, naloga izvajalca pa je, da so le-te načrtno in skrbno posredovane nazaj,
- v primeru večjega števila projektnih skupin različnih podjetij je potrebno zahteve po informacijah posredovati tisti skupini, kjer se specifične informacije zagotovijo najlažje,
- izmenjava in usklajevanje informacij naj poteka preko CDE, z uporabo odprtih standardov, kadar je to mogoče in jasno opredeljenimi postopki, ki omogočajo dosleden pristop vseh vključenih v proces.

Na prevzeti sliki 2-6 je grafično predstavljen cikel dostave informacij, značilen za proces načrtovanja z uporabo skupnega podatkovnega okolja.



Prevzeta slika 2-6: Cikel dostave informacij [33]

Z modro barvo je prikazan splošen postopek za identifikacijo potreb projekta, oddajo naročila, pripravo podrobnega načrta za ustvarjanje in posredovanje potrebnih informacij. Cikel je spremljan za vsak vidik projekta, vključno z izpopolnitvijo projektnih informacij skozi različne stopnje, prikazane v zelenih kvadratih.

Skupno podatkovno okolje (na sliki 2-7 obarvano z rumeno) je ves čas v središču postopka prenosa informacij in tako zagotavlja, da se proces upravlja na dosleden način.

Cikel ima lahko dve ločeni vstopni točki. Za projekte novogradnje je ta pri zgornji desni puščici, za projekte, ki so lahko le del večjega portfelja oz. gre za že obstoječe objekte, se cikel prične pri predhodni desni puščici.

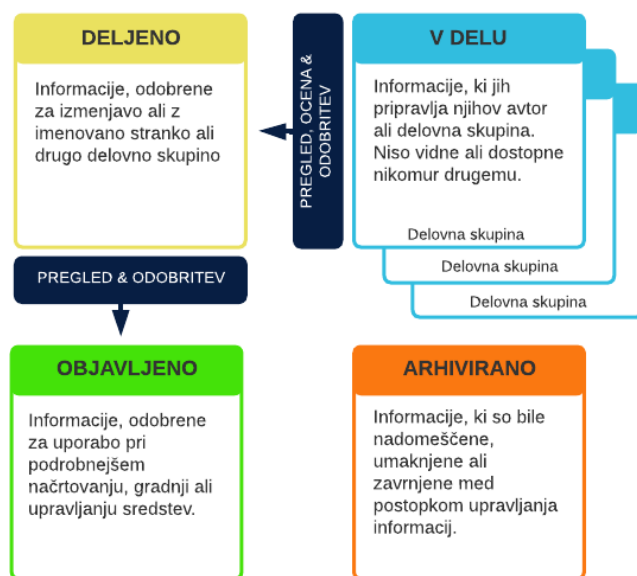
Vse informacije, pridobljene v fazi načrtovanja oz. izgradnje, tvorijo projektni informacijski model (*angl. Project Information Model*). Na splošno le-ta obsega združen model zgradbe opremljen z grafičnimi in tekstualnimi podatki ter ustrezno dokumentacijo.

Ko so informacije enkrat izročene, postanejo del informacijskega modela sredstev (*angl. Asset Information Model*). Gre za digitalni repozitorij, ki služi kot en sam vir potrjenih in odobrenih informacij, ki se nanašajo na že zgrajeno stavbo in se uporablja v fazi njenega delovanja oz. uporabe [42]. Lahko vključuje tudi npr. informacije o prvotnem namenu oblikovanja, opravljenem raziskovalnem delu ter podrobnosti 3D-modelov, razvitih v projektu.

2.7 Protokol sodelovanja

Učinkovita komunikacija na projektu je bistvenega pomena. Le-ta mora potekati po pravilih, kar zajema aktivno sodelovanje vseh udeležencev v projektu in njeno popolno sledljivost. Način sinhronne komunikacije ter način sledljivosti informacij v posameznih projektnih fazah se predpiše v projektni nalogi [16].

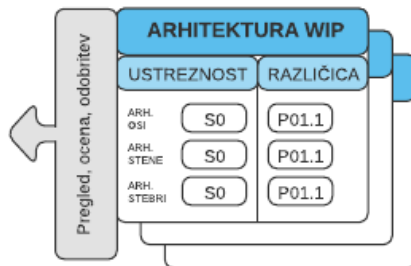
Medsebojno sodelovanje udeležencev v projektu z BIM-pristopom se v veliki meri ne razlikuje od klasičnega pristopa. Razlika je v večji poglobljenosti in ravni standardiziranih postopkov ter uporabi sodobnejših informacijskih orodij, ki omogočajo učinkovitejše sodelovanje udeležencev na projektu, večjo sledljivost dogovorov in sprememb na projektu ter transparentnost sodelovanja [16]. Informacije v skupnem podatkovnem okolju imajo lahko različne statuse in jih v splošnem lahko razdelimo na štiri glavne faze (glej prevzeto sliko 2-7) :



Prevzeta slika 2-7: Različni statusi informacij v skladu s SIST EN 19650-1:2019 [33]

Začetek vsakega projekta predstavlja delo v teku (*angl. Work in Progress*), ki ga izvajajo projektanti z uporabo ustrezne programske opreme in je dostopno le aktivnim udeležencem posameznih skupin. Kljub temu, da celotna vsebina ostane znotraj podjetja, se mora v skladu s standardom naložiti v skupno podatkovno bazo. Tako je omogočena sledljivost postopkov preverjanja in odobritev informacij.

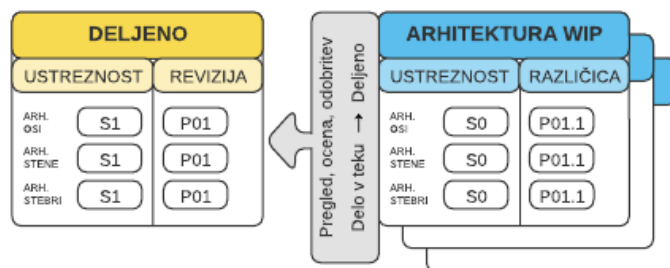
Na sliki 2-2 je prikazan primer dela projektantske skupine, ki s svojo zbirko orodij in programske opreme razvija arhitekturni model stavbe.



Slika 2-2: Delo projektantske skupine v fazi WIP (delo v teku)

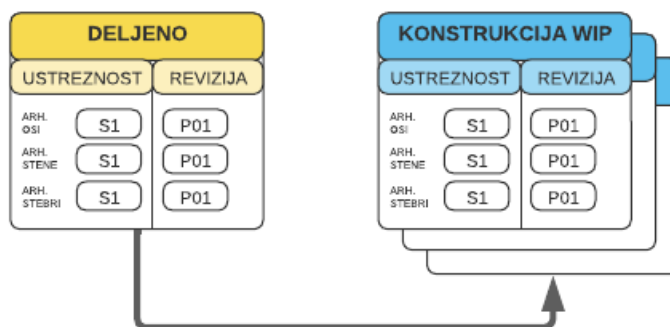
Med to dejavnostjo se bo vsa dokumentacija nenehno posodabljala v okviru projektnih aktivnosti skupine z izdajo revizij dokumentov, ki bodo na voljo izključno članom te skupine. Dokumentacija je označena z oznako primernosti, kot npr. »S0« (predstavlja fazo, kjer je namenjena le za interno uporabo) in različico, ki se posodablja z vsako postopno revizijo, npr. P01.1.

Ko je dosežena načrtovana stopnja razvoja in so informacije dokončno odobrene za skupno rabo (*angl. Shared Area*), se podatki delijo z drugimi člani projektantskih skupin (glej sliko 2-3), prav tako se lahko v odobritev ali komentar del vsebine posreduje naročniku (*angl. Client Shared Area*). Oznaka dokumentacije se posodobi na stanje »S1« (faza, kjer je primerna za usklajevanje).



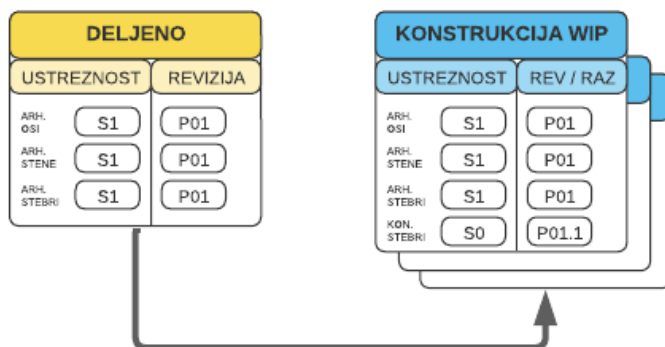
Slika 2-3: Prenos informacij iz faze WIP (delo v teku) v fazo DELJENO

Na tej točki lahko skupina, zadolžena za konstrukcijski model stavbe, nadaljuje s pridobivanjem najnovejše arhitekturne zasnove, ki je sedaj na voljo in jo lahko uporabi kot referenco za načrtovanje in analizo (glej sliko 2-4).



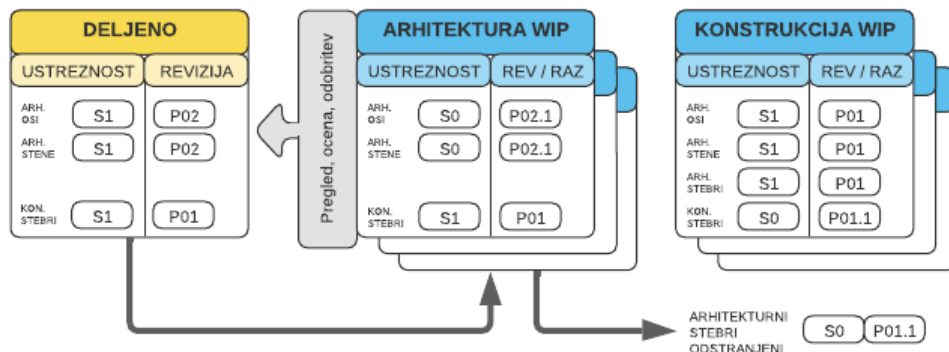
Slika 2-4: Pridobitev arhitekturne zasnove v fazi DELJENO

Vidik konstrukcijske zasnove sedaj obravnava ekipa gradbenikov, ki je hkrati legitimen lastnik tega dela projekta. Izhajajoč iz modela, ki ga je sprva predstavila arhitekturna projektantska ekipa, bodo na voljo popravki, izračuni in posodobitve konstrukcijskega modela v njihovi izvedbi. Vsaka revizija v tej fazi je seveda označena z ustrežno kodo, ki jo sestavlja oznaka primernosti ter njena različica, v tem primeru začenši z S0 in P01.1 (glej sliko 2-5).



Slika 2-5: Dodana konstrukcijska zasnova v fazi DELJENO

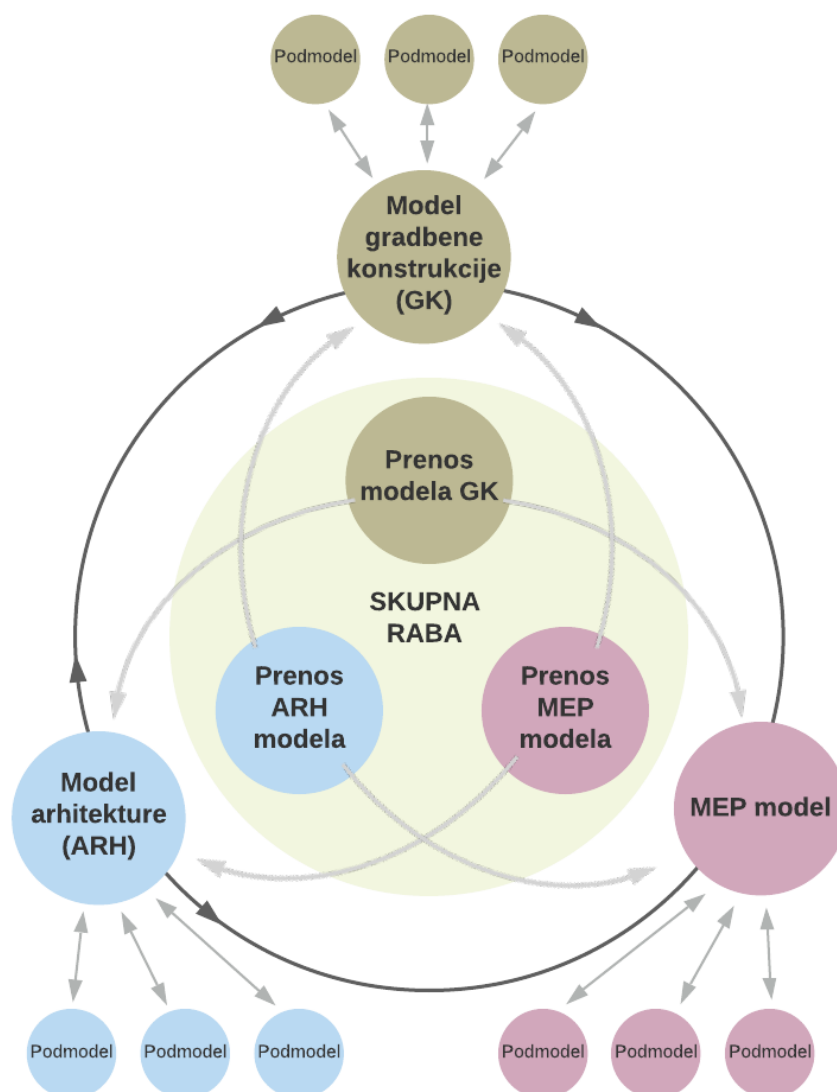
Ko je dosežena ustrezna raven načrtovanja v smislu konstrukcijske zasnove in pripadajočih analiz, se lahko dokument ponovno deli. Območje v skupni rabi bo zdaj imelo dva strukturna dokumenta, tistega, ki ga je izdelala arhitekturna skupina in tistega, ki ga je preverila in po potrebi prilagodila skupina gradbenikov. Kot je bilo že poudarjeno, ima projektna skupina gradbenikov glavno besedo pri konstrukcijski zasnovi, zato bo morala arhitekturna ekipa v nadaljevanju posodobiti strukturni del ob zadnji posodobljeni različici, ki bo na voljo v skupni rabi. To nazorno pojasnjuje spodnja slika 2-6.



Slika 2-6: Posodobljena konstrukcijska zasnova v arh. modelu v fazi DELJENO

Iterativne izmenjave modelov se izvajajo redno, tako da lahko ločene skupine ves čas delajo na najnovejših informacijah, definiranih v načrtu izvedbe BIM (*angl. BIM Execution Plan - BEP*). Tam je opredeljen tudi postopek sporočanja sprememb. Priporočljivo je, da se datoteke oz. modeli posameznih skupin izdajo natančno tako, kot so bili izdelani, torej brez dodatnega združevanja ali urejanja. Vsebina v tem stanju mora biti vidna in dostopna, vendar je ni dovoljeno urejati. Hkrati se v izogib podvajanju modelov, ki jih prenesejo drugi, le-te nikoli ne smejo naložiti nazaj.

Prikazan način dela se lahko enostavno razširi tudi na ostale vidike projektiranja. Za lažje razumevanje izmenjave informacij v fazi skupne rabe je predstavljena prevzeta slika 2-8.



Prevzeta slika 2-8: Proces izmenjave informacij v fazi skupne rabe [43]

Po zaključenem obdobju usklajevanja, preverjanja morebitnih kolizij ter dokončno odobritvijo s strani naročnika oz. njegovega zastopnika so informacije dovolj zrele za objavo (*angl. Published*). Objavljena dokumentacija vključuje rezultate, potrebne na določenih stopnjah projekta ter končne izsledke glede vodenja ter zakonodajnih predpisov skupaj z vprašanji v zvezi z gradnjo.

Vsebina, ki je sčasoma postala zastarela, se prenese v arhiv (*angl. Archive*), kjer se hrani stalni zapis o napredku skozi celoten cikel gradnje. Predstavlja skladišče projektnih informacij za portfelj podjetja, prav tako je vedno zagotovljena revizijska sled v primeru spora. Delo lahko preide tudi na status »naročnik«, kar pomeni, da se prenese v informacijski sistem stranke.

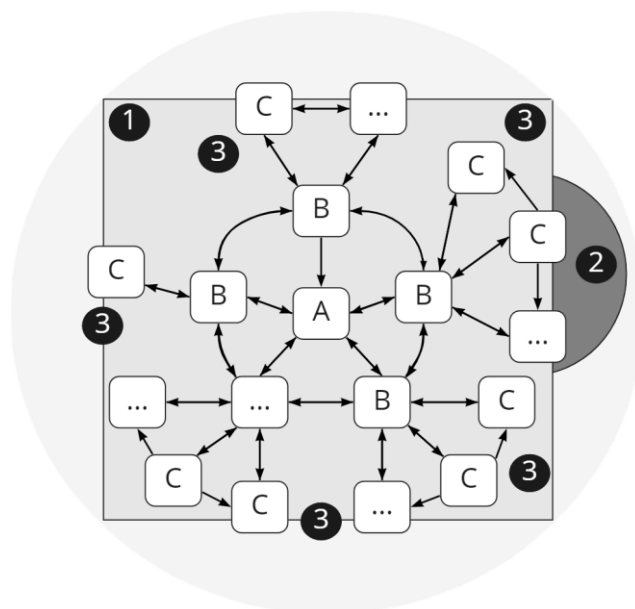
2.8 Udeleženci in njihove vloge na projektu

Sodelovanje in učinkovitost dela v skupini sta jedro serije standardov SIST EN 19650, zato je pomembno razumeti akterje in dejavnosti v okviru celotne projektne skupine. Standardi opredeljujejo tri vrste udeležencev in tri vrste skupin, predstavljene v preglednici 2-1 in sliki 2-15:

Preglednica 2-1: Vrste udeležencev in skupin [37]

Udeleženci				Skupine	
A	Imenujoča stranka (<i>angl. Appointing party</i>)	Organizacija, ki vodi projekt ali upravljanje sredstev, običajno gre za naročnika.	1	Projektna ekipa (<i>angl. Project Team</i>)	Vsi vključeni v projekt.
B	Vodilna imenovana stranka (<i>angl. Lead Appointed Party</i>)	Stranka, ki je odgovorna za usklajevanje informacij med delovnimi skupinami	2	Predajna ekipa (<i>angl. Delivery Team</i>)	Vodilna imenovana stranka in z njo povezana delovna skupina, npr. izvajalec in njegovi podizvajalci.
C	Imenovana stranka (<i>angl. Appointed party</i>)	Vsi, ki ustvarjajo informacije o projektu, npr. izvajalec, podizvajalec, dobavitelj, svetovalec	3	Delovna ekipa (<i>angl. Task Team</i>)	Posameznik ali skupina ljudi, ki opravljajo zadano nalogo, npr. arhitekturna ekipa ali obrtniški delavec.

Sodelovanje in povezanost udeleženi v procesu na prvi pogled deluje zapleteno in razpršeno, vendar gre zahvaljujoč delovni metodologiji, ki temelji na sočasnem in usklajenem sodelovanju različnih vključenih disciplin, za centraliziran sistem izmenjave informacij (glej prevzeto sliko 2-9).



Prevzeta slika 2-9: Povezava med udeleženci in skupinami za namene upravljanja informacij [37]

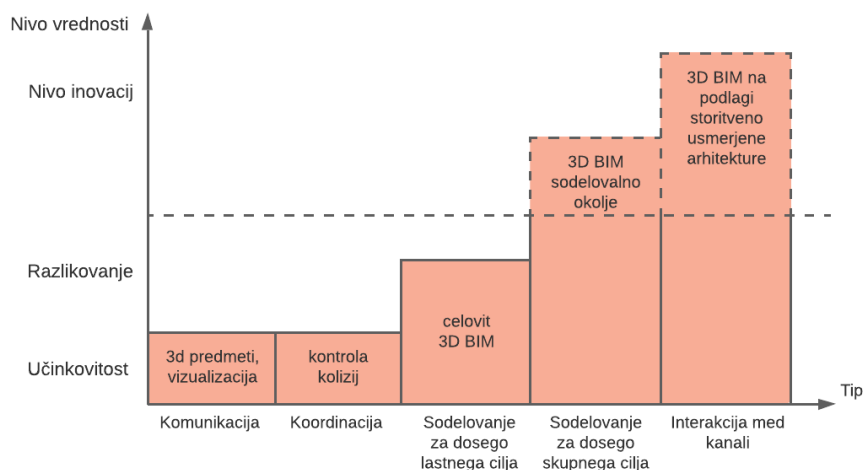
2.9 Interoperabilnost v okviru sodelovalnega načina dela

V celotnem življenjskem ciklu projekta se kot posledica dejstva, da so v projekt vključeni številni strokovnjaki iz različnih strok, pogosto uporablja več disciplinskih modelov (modeli arhitekture, konstrukcij, inštalacij itd.). Podatki, ustvarjeni in zbrani v posameznih fazah načrtovanja, morajo biti pravilno strukturirani in med seboj povezani. Tukaj medsebojna interoperabilnost igra ključno vlogo. Visoka interoperabilnost med nizi podatkov in sistemi pomaga odpraviti vrsto skupnih ovir, kar dodaja takojšnjo vrednost mnogim projektnim prizadevanjem.

Interoperabilnost v svojem bistvu opisuje, v kolikšni meri sistemi in naprave lahko izmenjujejo podatke in jih istočasno pravilno interpretirajo. Da bi bila torej dva sistema interoperabilna, morata biti sposobna izmenjati podatke na tak način, da jih uporabnik lahko razume in sicer na kateri koli točki načrtovanja ali gradnje. Ko je govora o interoperabilnosti programske opreme, opisujemo sposobnosti različnih programov za izmenjavo podatkov prek skupnega nabora formatov za branje in pisanje ter za uporabo istih protokolov.

Hkrati je pomembno, da ne pozabimo tudi človeške dejavnike. Poleg tehnologije je namreč interoperabilnost pogosto opredeljena kot zmožnost izvajanja in upravljanja odnosov med člani interdisciplinarnih skupin, s čimer je omogočena integrirana izvedba projekta.

Prisotnost zmogljivih programskih rešitev za upravljanje in ustvarjanje digitalnih modelov, možnost dragocene izmenjave informacij nad zmožnostmi vsake posamezne programske rešitve, ki jih npr. ponuja odprtokodni format IFC (*angl. Industry Foundation Classes*) in oblikovanje standardiziranih metod kot so priročnik IDM (*angl. Information Delivery Manual*), ki se uporablja za opis procesov izmenjave in specifičnosti zahtevane vsebine modela, so le nekateri od primerov, ki dokazujejo, da je BIM dosegel visoko stopnjo zrelosti. Razvoj interoperabilnosti BIM in njegov širši pomen ponazarja prevzeta slika 2-10.



Prevzeta slika 2-10: Ravni pomena interoperabilnosti v okviru BIM-a [44]

Prva in najbolj osnovna raven je komunikacija. V tej strukturi je glavna skrb uporaba 3D-modeliranja, ki z vizualizacijo omogoča boljše razumevanje procesa načrtovanja. Naslednji nivo je koordinacija, kjer lahko projektanti odkrijejo morebitne kolizije med posameznimi modeli. Tretji in četrti nivo sta znana kot sodelovanje, ki lahko poleg 3D-BIM zajemata napoved upravljanja stroškov, simulacija gradnje, energetske analize, ipd. Predvidena je tudi implementacija sodelovalnih okolij. Sledi peti nivo, kanal, kjer so uporabljena avtomatizirana okolja, ki so prežeta skozi celoten proces, vključno s fazo gradnje.

3 VZPOSTAVITEV INFORMACIJSKEGA OKOLJA

3.1 Pregled uporabe programskih storitev

Gradbeništvo je ena najbolj informacijsko intenzivnih industrij, saj gradbeni proces zahteva redno obsežno izmenjavo podatkov in informacij med trajanjem projekta. Uporaba informacijskih in komunikacijskih tehnologij v gradbeništvu ustvarja nove priložnosti za sodelovanje, usklajevanje in izmenjavo informacij. Vsaka prednost celostne programske opreme za projektiranje v gradbeništvu vključuje kaskado nagrad, saj ponuja priložnost, da združi celotno organizacijo in nadgradi potek dela vseh udeleženi na projektu. Namesto, da bi se torej osredotočili le na izboljšave posameznih potreb uporabnikov, povezana programska platforma zagotavlja neomejene možnosti za izboljšanje načina njihovega sodelovanja.

V času ene same generacije se je na račun razvoja BIM gradbena industrija preusmerila iz relativno statičnega sektorja, ki temelji na papirju, v sektor, ki ustvarja in širi ogromno količino vse bolj strukturiranih podatkov. Na trgu se tako pojavlja vse več programskih orodij, ki ponujajo podobne sodobne rešitve.

3.1.1 Dalux

Dansko programsko podjetje Dalux si že od leta 2005 prizadeva za pametnejšo in učinkovitejšo gradbeno industrijo. V tem času je uspelo razviti široko paleto izdelkov, ki jih uspešno ponuja na trgu.

Dalux Box je dokumentni sistem, ki omogoča deljenje neomejenega števila dokumentov, s popolnim nadzorom nad dokumentacijo. Le-ta je shranjena v predhodno zastavljeni strukturi map, skladni z aktualnimi standardi, ki jo lahko podjetje ustrezno prilagodi svojim delovnim procesom.

Dalux Field je orodje, namenjeno sledenju učinkovitosti in boljšemu nadzoru gradnje, zagotavljanju kakovosti gradnje in izvajanju varnostnih pregledov. S pomočjo vnaprej konfiguriranih kontrolnih seznamov in opravil je mogoče izvajanje pregledov in dodeljevanje opravil in zahtevkov za informacije z uporabo mobilne naprave na terenu, s povezavo ali brez nje. Naloge delovnega toka so samodejno povezane z ustreznimi risbami, modeli, fotografijami in drugimi podatki, ki so uporabniku venomer dostopni v realnem času. Poleg tega je omogočena uporaba mehanizma delovnega toka za avtomatizacijo in nadzor postopka pregleda in odobritve tehnične dokumentacije, predlogov in drugih gradbenih dokumentov.

V paketu je vključen tudi brezplačni pregledovalnik Dalux BIM Viewer, kjer lahko v združenem pogledu pregledujemo 3D-modele skupaj z 2D-načrti, v oblikah zapisa .pdf, .dwg, .dwfx, .png in .jpg.

Dalux je sočasno v sodelovanju s podjetjem Google ustvaril orodje BIM za razširjeno resničnost na pametnih telefonih. Dalux TwinBIM omogoča uporabnikom sinhrono primerjavo informacij virtualnega tridimenzijskega modela z realnim okoljem.

V podjetju Dalux so razvili tudi rešitvi za digitalno vodenje razpisov za izvajalce (Dalux Tender) in upravljanje stavbe po izgradnji (Dalux FM).

Vidna je težnja k nenehnim izboljšavam izdelka, saj redno prihajajo nove posodobitve in funkcionalnosti, prav tako pa so na tekočem z najnovejšimi trendi, kot sta uporaba BIM in 3D-modelov.

3.1.2 Viewpoint

Viewpoint for Projects je gradbena platforma v oblaku, ki nudi razpršenim članom skupine – investitorjem, arhitektom, vodjem gradbišča, inženirjem in podizvajalcem – skupno rešitev za nadzor dokumentov za doseganje racionaliziranih delovnih procesov in jasne komunikacije na projektih.

Zahvaljujoč podpori BIM-procesom s celovitim upravljanjem dokumentov med drugim zagotavlja učinkovito izvedbo procesov, izboljšuje nadzor nad delovnim tokom dokumentacije ter s tem pomaga pri pravočasni oddaji projektov v okviru planiranih finančnih sredstev. Z združevanjem gradbenih procesov in informacij iz več virov v skupni model je projektni skupini omogočeno, da ves čas dela na najnovejši različici arhitekturnih in statičnih modelov ter modelov MEP, bodisi posamično bodisi v modelih z združenimi pogledi.

Viewpoint Field View služi kot dodatek k predhodni platformi in predstavlja mobilno rešitev na oblaku, ki omogoča uporabnikom na terenu zajem njihovih terenskih opazovanj. S tem je optimizirano upravljanje procesov, kot sta kakovost in varnost na terenu, ter zaradi digitalizacije informacij zagotovljena boljša revizijska sled. Hkrati je možno zbiranje informacij o stanju delovnega toka z vnaprej konfiguriranimi obrazci, ki jih podjetje prilagodi svojim potrebam. Obrazci se lahko modificirajo in izpolnjujejo tako z mobilno kot s spletno aplikacijo.

3.1.3 PlanRadar

PlanRadar je celovita platforma za zbiranje in deljenje gradbene dokumentacije, komunikacijo med deležniki gradnje ter nadzor nad delom v obliki delovnih zahtevkov. Lahko se uporablja preko spletne strani na računalniku oziroma aplikacije na mobilnih telefonih in tabličnih računalnikih. Na enem mestu omogoča upravljanje vse, od skladne dokumentacije za primopredajo s podrobnim seznamom pomanjkljivosti, do digitalnih dnevnikov gradbišča, tekočih pregledov, vzdrževanja in poročanja.

Istoimensko podjetje svoj celoviti nabor orodij za digitalno upravljanje ves čas nadgrajuje z novimi funkcijami kot odgovor na pozive obstoječih uporabnikov po enostavnem, intuitivnem in poenostavljenem načinu zbiranja in upravljanja podatkov med deležniki gradnje. Vredno je omeniti t.i. PlanRadar Connect, ki omogoča neposredno povezavo z več kot 200 drugimi aplikacijami na trgu, ter Gantt View, ki je v pomoč uporabnikom pri vizualizaciji ključnih faz gradnje [45].

3.1.4 Oracle Aconex

Oracle Aconex je programska storitev za upravljanje gradbene in inženirske dokumentacije, zasnovana z namenom povečanja učinkovitosti del v celotni življenjski dobi gradbenega projekta. Vsem deležnikom omogoča ustvarjanje in pregledovanje dokumentov ter drugih informacij, kot so npr. zahtevki za informacije, risbe, pogodbe, 3D-modeli, poročila in drugo. Integrirana nadzorna plošča v realnem času uporabnikom omogoča, da spremljajo bistvene dejavnosti na projektu ter po meri nastavljene ključne kazalnike uspešnosti. Ker deluje v oblaku, je mogoče informacije shranjevati, deliti, spremljati, iskati in arhivirati prek spleta, kjerkoli in kadarkoli.

Z aplikacijo Aconex Field je omogočena avtomatizacija in standardizacija procesov, kot so npr. odpravljanje napak, preverjanje kakovosti, varnostni pregledi, ipd. Veliko dodano vrednost predstavljajo napredna orodja za upravljanje stroškov gradnje, s pomočjo katerih je možno evidentiranje in sprejetje korektivnih ukrepov za odpravo neželenih finančnih neskladij.

3.2 Kriteriji ustreznosti sodelovalnega okolja

Izbira ustreznega skupnega podatkovnega okolja je ključni korak za njegovo uspešno implementacijo, zato ni potrebno posebej poudarjati, da moramo biti pri tem zelo previdni in sistematični. V ta namen so bili zasnovani in upoštevani številni kriteriji, na podlagi katerih je bila sprejeta končna odločitev.

3.2.1 Funkcionalnost

Brez dvoma je funkcionalnost opreme najpomembnejši kriterij, zato je bilo raziskavi na tem področju posvečeno največ pozornosti in časa. Glavna vprašanja, ki smo si jih zastavili, so bila:

- Ali ima programska oprema vse funkcije, ki so potrebne za uspešno realizacijo ciljev navedenih v izhodišču projektne naloge?
- Ali je mogoče med načrtovanjem in gradnjo učinkovito deliti informacije in sodelovati z zunanjimi deležniki na projektu?
- Ali se lahko avtomatizira ponavljajoče naloge in upravljanje podatkov?
- Katere oblike datotek se lahko poveže s programsko platformo?
- Ali ima platforma vgrajen 3D-pregledovalnik BIM modelov, da ne potrebujemo dodatnega programa?
- Ali je mogoče združevati in istočasno pregledovati tako 2D- kot 3D-dokumentacijo?
- Ali so lahko informacije vezane na 2D dokumentacijo kot tudi BIM elemente?
- Ali je možen dostop do projekta tudi z mobilno aplikacijo?
- Ali platforma omogoča uporabo in učinkovit prenos pridobljenih podatkov skozi različne faze BIM (npr. iz faze načrtovanja v fazo gradnje in po možnosti kasneje tudi v fazi obratovanja in vzdrževanja objekta)?

3.2.2 Enostavnost uporabe

Pri izbiri opreme je nujno potrebno upoštevati, da ima karseda intuitiven uporabniški vmesnik. Glede na to, da ima lahko programska oprema zelo napredne funkcije, ki jih je sprva težko razumeti in jih mogoče obvladati, enostavnost vmesnika z uporabo dobro prepoznavnih vzorcev in konceptov zmanjša potrebo po usposabljanju in zagotavlja veliko manj strmo krivuljo učenja. Programsko opremo tako lahko učinkovito uporabljajo vsi udeleženci na projektu, ne glede na predhodne izkušnje na področju digitalizacije gradbenega procesa.

3.2.3 Tehnična podpora

Ko gre za specifike programske opreme, nihče ne more usposobiti uporabnikov bolje kot ljudje, ki so orodja izdelali. Zato je razpoložljivost tečajev usposabljanja in odzivna tehnična podpora pri izbiri rešitve CDE zelo visoko na seznamu prioritet.

3.2.4 Cena

Kljub temu, da lahko CDE v teoriji pomaga zmanjšati začetne izdatke in tekoče operativne in projektne stroške z omejevanjem števila orodij, virov in procesov, ki jih je treba vzpostaviti in zagnati, se njena realna vrednost pokaže šele z uporabo. Podjetje je v ta namen opravilo analizo donosnosti oz. oceno denarnih tokov projekta in istočasno preverilo možne načine licenciranja. Pomembno je namreč, da je omogočeno neomejeno število uporabnikov na projektu in s tem vključevanje vseh udeležencev gradbenega procesa, kar prispeva k nemoteni izmenjavi informacij.

3.3 Struktura map in protokol poimenovanja v CDE

Konvencija o načinu poimenovanja obstaja vse od leta 2007, ko je bil prvič izdan Britanski standard BS 1992. Večina skupnih podatkovnih okolij ima koncept map ali vsebnikov za shranjevanje datotek, kot tudi same datoteke, definirane s skupnimi atributi.

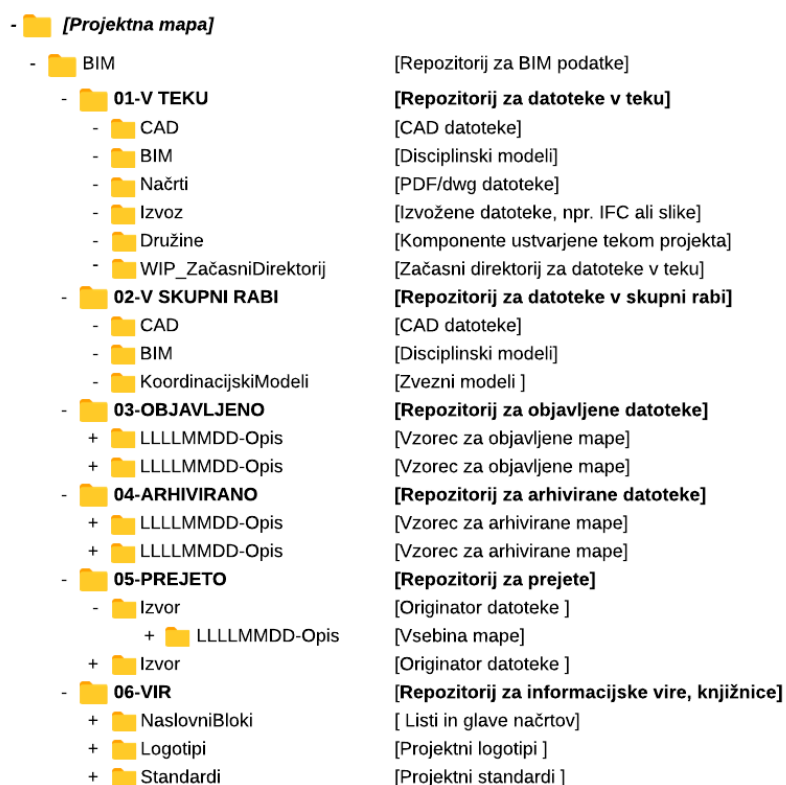
3.3.1 Struktura map

Opredeljena struktura map mora upoštevati načela standarda BS1992:2007, ki predpisuje ločitev podatkov znotraj sistema določenih map glede na njihov status: delo v teku (WIP), skupna raba oz. deljeno (SHARED), objavljeno (PUBLISHED) in arhivirano (ARCHIVED).

Če projekt obsega več ločenih elementov, kot npr. več zgradb ali območij, se struktura BIM vzdržuje znotraj niza določenih podmap, ki predstavljajo različne elemente projekta. Vsi podatki o projektu se shranijo v standardno strukturo mape projektov, ki se nahaja na centralnem omrežnem strežniku oz. ustrezni tehnologiji za upravljanje dokumentov.

Vseh map ni treba vključiti v CDE in obstajajo utemeljeni argumenti za zmanjšanje števila map na minimum, kot na primer zmanjšanje varnosti in preglednosti nad vsebino. Istočasno veliko sistemov že vključuje mehanizme filtriranja, ki so lahko bolj uporabni od map. Gre za sisteme, ki omogočajo razvrščanje oziroma filtriranje datotek na podlagi polj v imenu datoteke, revizije, stanja ali drugih metapodatkov o datoteki.

Na prevzeti sliki 3-1 je prikazana struktura map, ki je zasnovana tako, da spodbuja skladnost s strategijami, ki jih vsebuje standard BS1992:2007.



Prevzeta slika 3-1: Primer strukturiranja projektnih map znotraj CDE [46]

Vsako podjetje lahko strukturo ustrezno prilagodi svojim delovnim procesom. Z namenom doseganja dostopnejše in enostavnejše konvencije poimenovanja, BS 1992:2007 ne zahteva uporabe vseh polj [21]. Mape naj bodo v najmanjši meri vzpostavljene vsaj za investitorja, projektantsko ekipo in kasneje gradbeno ekipo, t.j. ko projekt preide v fazo gradnje. Vsaka od njih lahko vključuje mape za posamezno delovno skupino. Običajno bo imela vsaka ekipa dostop do nalaganja, ogledovanja in prenosa iz lastne mape in omejene pravice do ogleda in prenosa iz drugih map. Kadar je to mogoče, pustimo datoteke v isti mapi, da se s tem lahko ohrani revizija in nadzor stanja. Prav tako je pri poimenovanju map odsvetovana uporaba presledkov, šumnikov, posebnih znakov, ipd., saj to lahko ovira orodja za upravljanje datotek in sodelovanje prek spleta.

3.3.2 Poimenovanje datotek

Skupno podatkovno okolje, ki je v skladu z BS 1992:2007, zahteva, da je vsako ime datoteke sestavljeno iz zaporedja večih polj predpisane dolžine. Oznake polj so podane v standardu oziroma se lahko za posamezen projekt prilagodijo. Sistem imenovanja in knjižnico oznak je potrebno zabeležiti v Načrtu za izvedbo (*angl. BEP*) ali določiti v projektni nalogi implementacije BIM-metodologije. Primer poimenovanja, ki sledi navodilom standarda BS 1992:2007, ponazarja preglednica 3-1:

Preglednica 3-1: Primer poimenovanja datotek

Polje	Oznaka
Projekt	PR1
Originator oz. lastnik informacij	XYZ
Volumen oz. sistem	02 (2. sektor)
Etaža oz. lokacija	00 (pritličje)
Tip	M3 (3d model)
Vloga	A (arhitektura)
Klasifikacija	EF_35_10 (stopnice)
Sekvenčna številka	0001
Statusna oznaka (opcijsko)	S1 (v skupni rabi)
Revizija (opcijsko)	P01 (primarna revizija pred pogodbene informacije)
Ime	PR1-XYZ-02-00-M3-A-EF_35_10-0001-S1-P01

3.4 Metapodatki

Eden ključnih elementov, po katerem se CDE razlikuje od tradicionalnega upravitelja datotek, je prisotnost t.i. metapodatkov. Metapodatki predstavljajo nabor podatkov, ki kontekstualizirajo druge podatke, t.j. opisujejo strukturo, vsebino in okoliščine nastanka dokumenta. Serija SIST EN ISO 19650-1:2019 v poglavju 12.1 priporoča vsaj naslednja metapodatka v okolju CDE, to sta [34]:

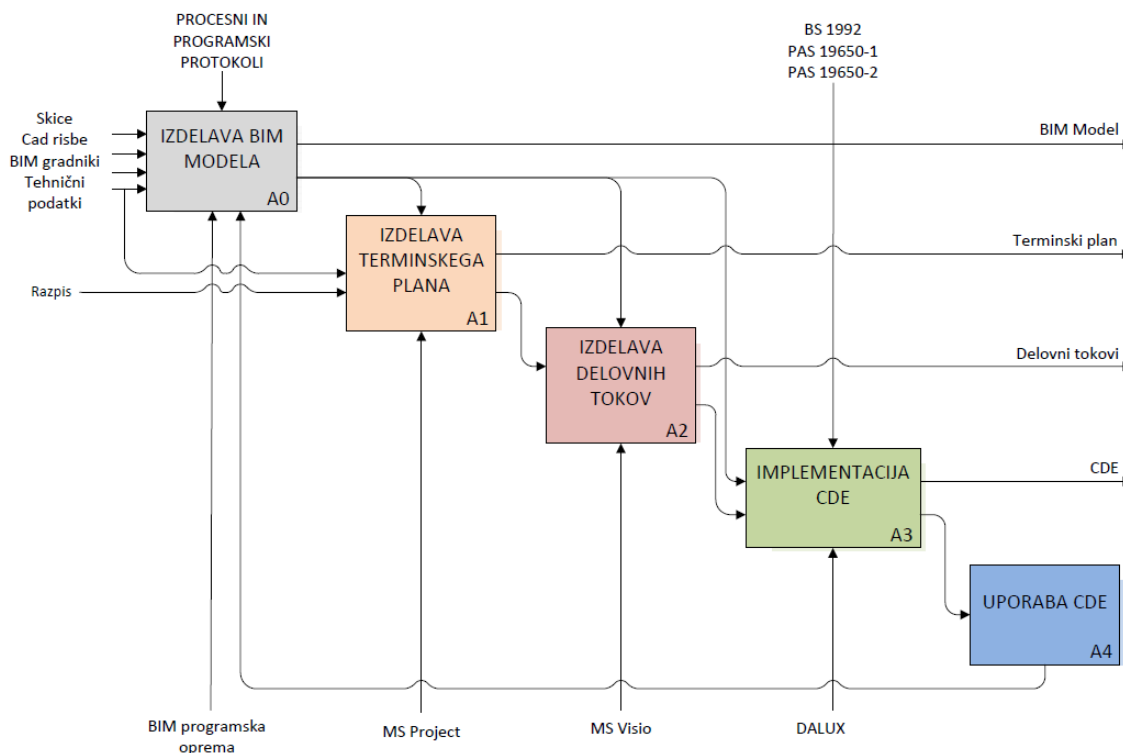
- revizijska oznaka (npr. C01.02 – primarna revizija druge verzije pogodbenega dokumenta), in
- statusna oznaka (npr. S1 – primerno za koordinacijo; primarna revizija).

V poglavju 5.1.7 standarda SIST EN ISO 19650-2:2019, je poleg omenjenih metapodatkov zahtevana uporaba t.i. klasifikacijske oznake, kot npr. PM_10 – projektna informacija [35].

Metapodatke sprva navede njihov avtor, nato pa jih spremenijo postopki odobritve in avtorizacije znotraj platforme. Njihov obseg se lahko razširi preko priporočil in zahtev serije SIST EN ISO 19650, na primer tako, da vključuje informacije o statusu, avtorju in datumu naložitve dokumentacije.

3.5 Izmenjava informacij v gradbenem procesu

Pomanjkanje ustreznih informacij v gradbenem procesu lahko privede do neobstoječega ali prekinjenega informacijskega toka med deležniki na projektu, kar vodi k neekonomičnim stroškom, nepredvidenim zamudam in napakam. V ta namen je bil zavljo zagotavljanja večje medopravilnosti med deležniki izdelan IDEF0 diagram (glej sliko 3-1), s pomočjo katerega je mogoče nazorno definirati, kje v procesu je potreben kakšen podatek in čemu služi.



Slika 3-1: IDEF0 diagram pretoka informacij

V prvi fazi (A0) je v sklopu modeliranja stavbe ter priprave dokumentacije za pridobitev gradbenega dovoljenja izdelan informacijski model. Rezultat prvega opravila je zvezni BIM-model z vso pripadajočo projektno dokumentacijo.

Sledi izdelava terminskega plana (A1) za časovni prikaz poteka gradnje objekta, vrstni red in usklajenost aktivnost gradnje glede na posamezne dejavnosti oz. vrsto dela.

V neposredni povezavi s terminskim planom so definirani delovni paketi (A2), kjer je voden celoten postopek komunikacije v sklopu pregledovanja dokumentacije, preverjanja kakovosti in reševanja morebitnih nejasnosti oz. dilem med gradnjo.

V sklopu četrte faze (A3), implementacije skupnega informacijskega okolja, je skladno s standardiziranimi postopki vzpostavljena platforma Dalux, ki služi kot orodje za predajo in izmenjavo vseh, s projektom povezanih dokumentov in BIM-modelov (A4). Vsebina zadnjih treh faz je podrobneje predstavljena v poglavju 5.

V sistemu se nahaja tudi povratna zanka, saj se BIM-model sproti posodablja glede na izvedeno stanje, prav tako se glede na nepredvidene okoliščine, ki se lahko pojavijo med samo gradnjo, spreminja terminski plan.

4 UPORABA INFORMACIJSKEGA OKOLJA NA PRIMERU REFERENČNEGA OBJEKTA V FAZI GRADNJE

4.1 Programska zasnova objekta

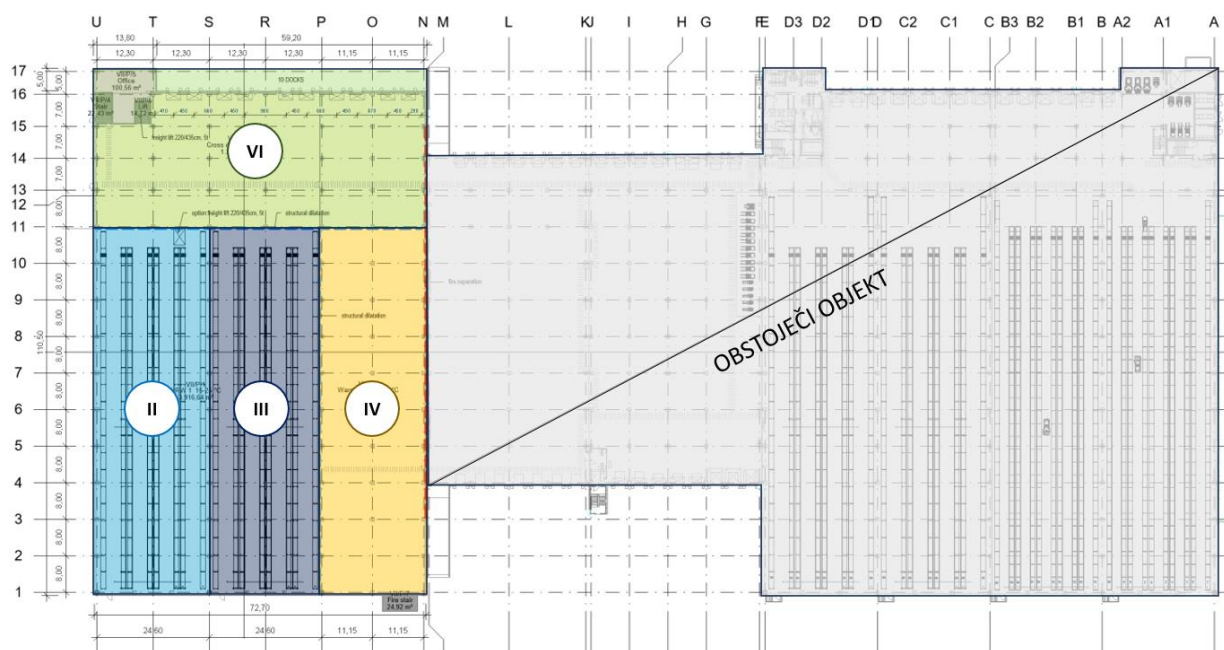
Predmet projekta je druga faza gradnje logističnega centra za potrebe širitve obstoječe dejavnosti podjetja. Na obravnavanem delu zemljišča je bila v okviru 1. faze izgradnje logističnega centra izvedena samo priprava terena na gradnjo objekta (odstranitev humusa, izravnavna terena in tamponsko nasutje).

V novem objektu, ki se bo dozidal na severozahodni strani obstoječe stavbe, je predvidena logistična dejavnost različnih dobaviteljev. Dejavnost obsega dovoz blaga s tovornimi vozili, pretovarjanje na nakladalnih rampah in skladiščenje blaga v objektu ter njegovo odpremo. Odvoz blaga je s tovornimi oz. manjšimi kombiniranimi vozili.

4.1.1 Opis namembnosti objekta

Nov objekt bo pretežno namenjen skladiščni dejavnosti, manjši del objekta pa bo namenjen tudi pisarnam in garderobam. Programsko bo objekt razdeljen na 4 sklope (glej sliko 4-1) in sicer na skladiščni del (deli objekta z oznakami II – IV) in skladiščno poslovni del (del objekta z oznako VI):

- II: VRS - visoko regalno skladišče
- III: VRS - visoko regalno skladišče
- IV: brezregalno skladišče
- VI: brezregalno skladišče, pisarniški del in garderobe.



Slika 4-1: Prikaz funkcionalnih sklopov obravnavanega objekta

4.1.2 Tlorisni in višinski gabariti objekta

Objekt bo višinsko razdeljen na nižji del z višino objekta 15,20 m nad koto pritličja, ki obsega dele objekta II', III' in VI', ter višji del z višino objekta 19,75 m nad koto pritličja, ki obsega del objekta VI'.

Bruto tlorisna površina novega objekta znaša 14.063,67 m². Zazidana površina novega objekta znaša 8.181,21 m².

Predvidena etažnost, višina in višinske kote objekta so:

- Max. tlorisni gabarit: 116,45 – 117,95 m x 73,00 – 74,10 m
 - pritličje: 115,40 – 116,90 m x 73,00 – 73,05 m
 - 1. nadstropje: 116,45 – 117,95 m x 73,00 – 74,10 m
 - 2. nadstropje: 22,53 – 28,53 m x 74,10 m + izmik na JZ strani 7,69 m x 11,80 m

Na JZ fasadi objekta sta predvideni dve zunanji stopnišči tlorisnih dimenzij 1,55 m x 3,18 m ter na SV fasadi zunanje požarno stopnišče tlorisne velikosti 5,05 m x 5,34 m.

- Etažnost: del P (II in III), del P+1 (IV), del P+2 (V)
- Kota pritličja: ±0,00 = 392,00 m n. v.
- Max. višina objekta (venec): del + 15,20 m nad koto pritličja (II, III in IV)
del + 19,75 m nad koto pritličja (VI)

4.1.3 Programska in funkcionalna zasnova

Nov objekt bo pravokotne tlorisne oblike z daljšo stranico vzporedno SZ meji območja, ki se na V strani navezuje na obstoječ objekt. Na SZ vogalu stavbe je predviden izmik kot arhitekturni poudarek (širine do 6,0 m), izmik iz fasadne linije bo tudi na JZ fasadi (širine 1,5 m). Iz fasadne linije je na SV fasadi dodano predvideno zunanje požarno stopnišče, dve zunanji stopnišči sta načrtovani tudi na JZ fasadi.

V nižjem delu objekta so predvideni: visokoregalno skladišče (II in III) v eni etaži (P) ter brezregalno skladišče (IV) v dveh etažah (P+1).

V višjem delu objekta so predvideni brezregalno skladišče v treh etažah (P+2) ter poslovni del s pisarniškim delom v P, garderobami v medetaži, brezregalnim skladiščem v 1N in pisarniškim delom v 2N (vse skupaj del objekta VI).

Predvideno oblikovanje in uporaba materialov sledi obstoječemu objektu in funkciji stavbe. Fasada skladiščnega dela je predvidena iz fasadnih toplotnoizolativnih sendvič panelov v modri in sivi barvi.

Streha bo, kot pri obstoječem objektu, izvedena kot ravna streha z minimalnim naklonom 2%, deloma kot nepohodna streha. Na strehi je predvidena izvedba svetlobnih kupol (deli objekta II, III in IV) za potrebe osvetlitve in prezračevanja, ki ne bodo presegle max. višine objekta. Kupole bodo vezane na požarno centralo.

Glavni vhod v objekt je predviden na SZ vogalu objekta, vhod v objekt pa bo mogoč tudi prek obstoječega objekta. Z obstoječim objektom bo nov objekt povezan prek dviznih vrat in osebnih prehodov.

4.2 Tehnične značilnosti predvidene gradnje

4.2.1 Gradbena konstrukcija in ovoj stavbe

Nosilna konstrukcija proizvodnega objekta je predvidena kot kombinacija armirano betonske (AB) monolitne gradnje (betoniranje na licu mesta) in montažne gradnje (elementi, predhodno izdelani v tovarni, prepeljeni na gradbišče in tam tudi zmontirani). Objekt bo temeljen na AB točkovnih temeljih (pod stebri) in AB pasovnih temeljih (pod stenami in po obodu objekta). Točkovni temelji bodo med seboj povezani s sistemom pasovnih temeljev – veznih gred.

V objektu so predvidena tri stopnišča. Eno stopnišče, umeščeno v poslovni del, bo izvedeno iz armiranega betona. Drugi dve stopnišči sta predvideni v jekleni izvedbi in sta evakuacijski.

V poslovnem delu sta predvideni dve dvigali – eno osebno in eno tovorno (nosilnost 5 ton), obe gresta od pritličja do 2. nadstropja.

Strehe nad vsemi deli objekta bodo izvedene kot ravne strehe z minimalnim naklonom 2%, kritina bo strešna folija.

Fasada je predvidena iz toplotno izolativnih pločevinastih sendvič panelov, montiranih na kovinsko podkonstrukcijo, ki bo pritrjena na glavno AB nosilno konstrukcijo.

4.2.2 Inštalacije

STROJNE INŠTALACIJE

V obravnavanem objektu obsegajo strojne inštalacije vodovod in vertikalno kanalizacijo, ogrevanje in hlajenje, mehansko prezračevanje in odsesavanje hlapov nad polnilnicami viličarjev, sprinkler inštalacijo in notranje hidrantno omrežje.

- **Vodovod in vertikalna kanalizacija**

Načrt obravnava razvod vodovoda od obstoječega vodomernega mesta naprej. V objektu se bo voda koristila v sanitarne in požarne namene.

- **Ogrevanje in hlajenje**

Za potrebe ogrevanja objekta je predviden bivalentni sistem priprave ogrevanega medija, sestavljen iz dveh obstoječih in ene nove toplotne črpalke tipa zrak/voda ter plinske kotlovnice, ki jo sestavlja šest obstoječih kotlov in dva nova. Vsi kotli kot energent uporabljajo zemeljski plin.

Za potrebe hlajenja so predvidene omenjene tri toplotne črpalke. V objektu je predviden dvocevni sistem ventilatorskih konvektorjev in kaloriferjev, sistem talnega ogrevanja, toplozračne zavese ter dogrevanje in hlajenje v sklopu prezračevalnih naprav.

- **Prezračevanje**

V objektu je predvideno mehansko prezračevanje vseh poslovnih prostorov in sanitarij. Skladišče se prezračuje naravno preko zunanjih odprtin. Vsi sistemi bodo opremljeni z rekuperacijo toplote. Na mestu polnilnic viličarjev je predviden mehanski odvod vodika v plinastem stanju in kislinjskih hlapov.

ELEKTRO INŠTALACIJE

- **Napajanje objekta z električno energijo**

Napajanje objekta je iz obstoječe lastne transformatorske postaje, kjer je vgrajen transformator. V 2. nadstropju objekta VI je predviden glavni elektro prostor, v katerem je predviden nov glavni električni razdelilnik za obravnavani del objekta. Za potrebe rezervnega napajanja je v obstoječem delu objekta dizel-električni agregat (DEA).

- **Razvodi inštalacij**

Horizontalni kabelski razvod inštalacij je predviden z ločenimi perforiranimi kabelskimi policami za moč in ločenimi kabelskimi policami za univerzalno ožičenje ter ločenimi kabelskimi policami za požarno javljanje. Enaka ločitev s kabelskimi lestvami je uporabljena tudi v vertikalnih jaških.

Prehodi močnostnih in signalno komunikacijskih inštalacij skozi stene bodo izvedeni skozi ustrezne preboje, ki ne posegajo v njihovo nosilnost in statiko objekta.

- **Požarno javljanje z napravami**

Sistem za avtomatsko javljanje požara in alarmiranje je projektiran s ciljem zagotavljanja zgodnjega oz. pravočasnega odkrivanja požarnih veličin (prisotnost dima, porast temperature, pojav ognja), alarmiranja in ukrepanja v smislu zagotovitve požarne varnosti ljudi in premoženja. Zasnovan je na osnovi zahtev, ki so navedene v načrtu požarne varnosti.

- **Razsvetljava**

Razsvetljava bo izvedena v skladu z namenom posameznega prostora, razporedom opreme in zahtevami investitorja. Vklapljanje svetilk v prostorih je predvideno sektorsko prek stikal na stikalnih tablojih ali avtomatsko, npr. ob vstopu viličarja ali pešca v koridor.

Zasilna razsvetljava je predvidena z zasilnimi svetilkami s centralnim virom rezervnega napajanja.

- **Strelovod**

Na objektu je predvidena strelovodna instalacija v skladu s SIST EN 62305-2.

- **Centralni nadzorni sistem**

Predvidena je razširitev obstoječega centralno nadzornega sistema za spremljanje delovanja razsvetljave, klimatskih naprav, sistema ogrevanja in hlajenja, prezračevanja itd.

- **Tehnično varovanje**

Z namenom kvalitetne in samostojne omejitve vstopa oseb v področje objekta oz. v prostore znotraj tega, bo izvedena pristopna kontrola.

V objektu bo vgrajen video nadzorni sistem za nadzorovanje pomembnejših točk na objektu.

Predviden je IP video domofonski sistem, kot razširitev obstoječega sistema z dodatnimi zunanji pozivnimi in notranjimi sprejemnimi enotami.

4.3 Glavni udeleženci v fazi gradnje in njihove klasične vloge

S koncem leta 2021 je v veljavo stopil novi Gradbeni zakon (v nadaljevanju GZ-1), ki ureja pogoje za graditev objektov in druga vprašanja, povezana z njihovo graditvijo. Njegov namen se uresničuje s projektiranjem, gradnjo, uporabo, inšpekcijskim nadzorom in vzdrževanjem.

V 5. poglavju GZ-1 ureja položaj udeležencev v postopku graditve objekta in določa njihove naloge in obveznosti. Slovenski pravni red na področju graditve določa kot udeležence štiri glavne subjekte: investitorja, projektanta, nadzornika in izvajalca.

Investitor – je udeleženec pri graditvi objektov, ki vloži zahtevo za pridobitev gradbenega dovoljenja ali prijavi gradnjo, jo naroči oz. za lastne potrebe izvaja sam.

Na podlagi 13. člena 5. poglavja GZ-1 so njegove naloge zlasti [47]:

- pridobitev prepisanih dovoljenj ter skrb za potrebne vloge in naročila določena z GZ-1
- zagotovitev, da objekt ni v nasprotju s prostorskim izvedenim aktom, gradbenimi in drugimi predpisi
- v primeru sklenitve pogodbe za istočasen nadzor ali izvajanje z več pogodbeniki, določitev vodilnega pogodbenika
- zagotovitev zakoličenja in evidentiranja objekta po končani gradnji

Projektant – gre za pravno ali fizično osebo, ki kot udeleženec pri graditvi objektov izdeluje projektno dokumentacijo in izpolnjuje pogoje po zakonu, ki ureja arhitekturno in inženirsko dejavnost. Odgovoren je za izdelavo, celovitost in medsebojno usklajenost vseh delov projektne dokumentacije ter njihovo skladnost s predpisi. Za vodenje izdelave projektne dokumentacije določi pooblaščenega arhitekta ali inženirja (vodjo projekta), ki potrdi dokumentacijo.

Na podlagi 14. člena 5. poglavja GZ-1 mora v okviru prevzete storitve projektiranja zlasti [47]:

- z izdelavo ustrezne projektne dokumentacije omogočiti kakovostno izvedbo objekta in racionalne rešitve v času gradnje in vzdrževanja objekta
- zagotoviti tehnične rešitve skladno z GZ-1, tehničnimi smernicami ter pravili stroke
- zagotoviti koordinacijo pooblaščenih udeležencev na projektu

Nadzornik - njegova naloga je izvajanje nadzora nad izpolnjevanjem zahtev zakona in skrb za pravočasno preprečevanje napak. Gradbeni nadzor mora zagotoviti investitor že pred začetkom pripravljalnih del na gradbišču. Vsak pooblaščen nadzornik (pooblaščen arhitekt oz. inženir) odgovarja za strokovni del nadzora, ki ga je prevzel. Vodja nadzora izvaja in koordinira nadzor nad gradnjo v celoti.

Na podlagi 15. člena 5. poglavja GZ-1 so njegove naloge [47]:

- sodelovanje pri zakoličenju objekta in redno spremljanje gradnje objekta
- zagotavljanje kakovosti nadzora v skladu s projektno dokumentacijo za izvedbo gradnje, prostorskim izvedenim aktom, gradbenimi predpisi ter gradbenim dovoljenjem
- opozarjanje udeležencev pri graditvi objektov na morebitne napake in kršitve, ki so v nasprotju z določbami tega zakona ter v primeru neodprave kršitev ustavitve gradnje
- pravočasno sporočanje morebitnih potreb po spremembi ali dopolnitvi dokumentacije za izvedbo gradnje

- nadzor pravilnosti vpisa sprememb nastalih med gradnjo
- prevzem, zbiranje in preverjanje potrdil o skladnosti in ustreznosti gradbenih in drugih proizvodov, materialov ter naprav
- sodelovanje pri izvajanju meritev in testiranj ter odpravi morebitnih pomanjkljivosti po opravljenem tehničnem pregledu

Smiselno je, da nadzornik neposredno obvešča projektanta o svojih ugotovitvah povezanih s projektom, kakor tudi, da projektant o svojih ugotovitvah obvešča nadzornika. Njihovo ukrepanje in delovanje, če sama to ne uredita, nadzira in usklajuje naročnik ali inženir v njegovem imenu.

Izvajalec – gre za pravno ali fizično osebo, ki kot gospodarsko dejavnost opravlja storitve pri izvajanju pripravljalnih del na gradbišču, izvajanju gradbenih del, montažah in vgrajevanju strojnih in električnih inštalacij ter izvajanju zaključnih gradbenih del. V primeru istočasnega izvajanja del več izvajalcev na gradbišču, mora naročnik oziroma nadzornik projekta v skladu z Uredbo o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih [48], imenovati koordinatorja za varnost in zdravje pri delu.

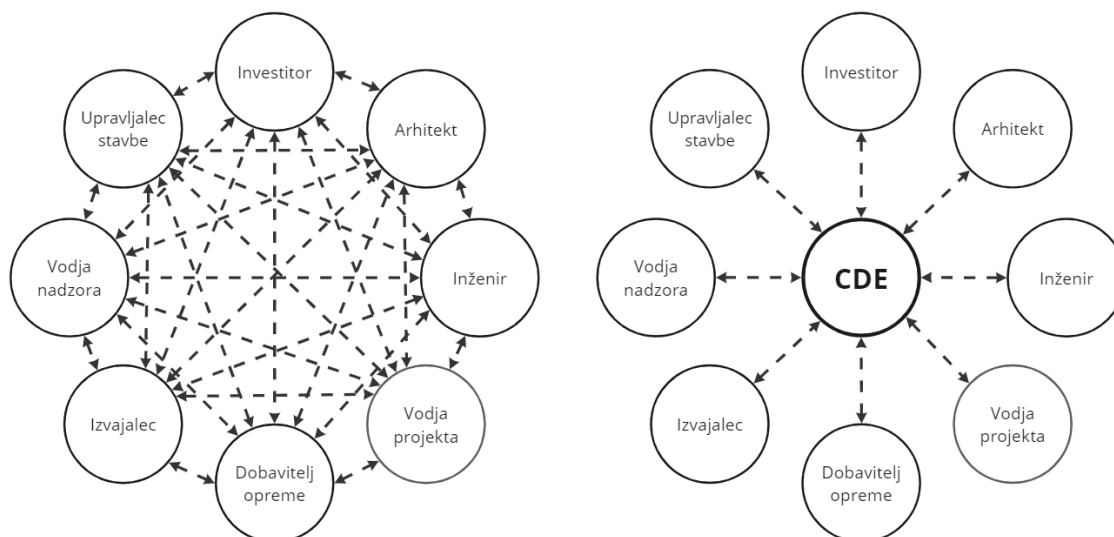
Na podlagi 16. člena 5. poglavja GZ-1 so ključne naloge izvajalca [47]:

- zagotavljanje kakovosti izvedbe gradnje najmanj take ravni, kot je predpisana s tem zakonom
- izvedba gradnje skladno z gradbenim dovoljenjem, dokumentacijo za izvedbo gradnje, pogodbo, predpisi ter pravili stroke
- vodenje gradbenega dnevnika
- prevzem zakoličbe na terenu
- pravočasno obveščanje vodjo nadzora pred in po posamezni fazi izvajanja gradnje
- podpis izjave o dokončanju gradnje in dokazilo o zanesljivosti

Poleg navedenih je pri gradnji lahko angažiranih še vrsta drugih udeležencev, s katerimi bo nadzornik komuniciral, se z njimi srečeval in sodeloval. To so predvsem: soglasodajalci, inšpekcijske službe, geodeti, geologi, zunanji izvajalci kontrole kakovosti, dobavitelji opreme, izvajalci morebitnih študij, lastniki zemljišč v neposredni bližini gradbišča, itd.

Standard SIST EN 19650-1 dovoljuje manj izkušenim deležnikom, da v primeru nezmožnosti dokončanja svojih dejavnosti upravljanja informacij, poiščejo pomoč pri enem od potencialnih vodilnih deležnikov oz. neodvisni tretji osebi. Poleg tega lahko na katerem koli projektu obstaja več imenovanih deležnikov, od katerih ima vsak lahko svojo lastno ekipo [34].

Sodelovanje in povezanost udeleženi v procesu na prvi pogled deluje zapleteno in razpršeno, vendar gre zahvaljujoč delovni metodologiji, ki temelji na sočasnem in usklajenem sodelovanju različnih vključenih disciplin, za centraliziran sistem izmenjave informacij (glej prevzeto sliko 4-1).



Prevzeta slika 4-1: Primerjava razpršene (levo) in centralizirane (desno) komunikacije deležnikov CDE [20]

4.4 Zagotavljanje kakovosti pri gradnji objekta

Ugled in zaupanje v gradbeni industriji sta stebra njene rasti. Da bi dosegla to rast, mora industrija stati za kakovostjo svojega dela. Gre za postopek ugotavljanja ali odločanja o vseh zahtevah kakovosti za projekt, vključno z identifikacijo že obstoječih dokumentov o kakovosti, do katerih je omogočen dostop vsem udeležencem na projektu.

V vsakem gradbenem projektu je vedno nekaj tveganja, zagotovitev kakovosti pa je bistvenega pomena pri preprečevanju težav s pravilno izvedbo gradbenih del in s tem uspešen zaključek projekta.

V nadaljevanju so izpostavljeni postopki, ki jih je podjetje uvedlo za posamezno vrsto del, da bi zagotovilo, da zasnova ustreza standardom kakovosti in zagotavlja, da se najvišji industrijski standardi uporabljajo skozi celotno fazo gradnje.

4.4.1 Kontrola kakovosti izvedbe gradbenih del

Betonska dela

Kakovost izvedbe je zagotovljena s kontrolo izvajalca, nadzora in zunanje kontrole. Zahteve za nadzor nad izvajanjem posameznih betonerskih del so specificirane z upoštevanjem treh razredov izvajanja del. Medtem ko prvi razred zajema le vizualni pregled, so v drugem in tretjem zajete občasne meritve oz. natančnejši nadzor za opazne elementov konstrukcije, ki imajo najpomembnejši vpliv na nosilnost in trajnost konstrukcije. Natančnejši potek pregleda del je naveden v tehnološkem elaboratu podjetja. Pisna poročila notranje in zunanje kontrole se sproti, glede na vrsto preiskav, posredujejo nadzoru.

Zidarska dela

V sklopu zidarskih del je potrebno:

- zagotoviti raven in obseg kontrole izvedbe del, kot je predvideno ter upoštevano v projektu in tehnološkem elaboratu;
- dosledno upoštevati navodila proizvajalcev gradbenih proizvodov za vgradnjo iz pripadajočih tehničnih specifikacij;
- upoštevati priporočila za varovanje izvedenih zidarskih del pri izvajanju drugih gradbenih, inštalacijskih in obrtniških del, ki jim sledijo (omejitev posegov v nosilno konstrukcijo).

Tesarska dela

Zagotavljanje kontrole kakovosti izvedbe vključuje:

- natančen pregled projekta PZI, seznanitev z zahtevami investitorja, proučitev tipa konstrukcij v sklopu tesarskih del, seznanitev s predvidenimi tipi vgrajenih proizvodov;
- sprotni nadzor nad dostavljenimi proizvodi in njihovo spremno dokumentacijo;
- izvajanje stalnega strokovnega nadzora nad izvedbo del, da se zagotovi skladnost z zahtevami projektne dokumentacije ter tehničnih specifikacij;
- dosledno upoštevanje navodil proizvajalcev gradbenih proizvodov za vgradnjo, ki so jih ti predpisali iz pripadajočih tehničnih specifikacij.

4.4.2 Kontrola kakovosti izvedbe zemeljskih del

Splošne zahteve za kontrolo med gradnjo so opisane v projektni dokumentaciji za izvedbo gradnje, načrtih za vsak komunalni priključek in načrtu zunanje ureditve (načrtu arhitekture z opredelitvijo obdelav površin oz. načrtu hortikulture ureditve). Dokumentacija je izdelana po Pravilniku o projektni in tehnični dokumentaciji (Uradni list RS, št. 36/2018). Izvedbo kontrolira vsak izvajalec za svoja dela sproti.

Opravljajo se meritve - tlačni preizkusi, rentgenska slikanja zvarov - varjenih stikov pri cevni priključnih instalacijah, meritve zbitosti podlag - zasipov in nasipov, kontrola višinskih kot pokrovov revizijskih in priključnih jaškov, naklonov utrjenih površin, zbitosti asfaltnih slojev, ustreznosti izbranih rastlin za zasaditev, medsebojne razdalje. Pogostost preskusov za ugotavljanje skladnosti izvedenih del je določena sproti, po potrebi.

4.4.3 Kontrola kakovosti izvedbe obrtniških del

Tlakarska dela

Za doseganje kakovostne izvedbe je treba dosledno upoštevati navodila proizvajalcev gradbenih proizvodov za vgradnjo, ki so jih ti predpisali v pripadajočih tehničnih specifikacijah, zlasti pa pogoje pri vgradnji iz navedenih dokumentov. Kontrola se izvede ob vgradnji oz. prevzemu na gradbišču.

Fasaderska dela

Videz kontaktne fasade mora biti enakomeren, brez večjih delov neenakomerne površinske strukture.

Splošni videz prezračevalne fasade mora biti enoten. Reže med ploščami obešenih prezračevanih fasad morajo biti enakomerne razporejene, pa tudi fuge med obzidanimi prezračevanimi fasadami. Ne sme priti tudi do odstopanj od dimenzij fasadnih plošč oziroma fasadnih elementov ter odstopanj od ravnosti fasadnih oblog. Metode preverjanja kakovosti zajemajo občasne vizualne preglede med izvajanjem del in po končanih delih.

Slikopleskarska dela

Zagotoviti je treba raven in obseg kontrole izvedbe, kot je to predpostavljeno in upoštevano v projektu. Dosledno je treba upoštevati navodila proizvajalcev proizvodov. Ocena kakovosti del je subjektivna glede na vrsto del, namembnost, trajnost in zahteve standardov oziroma predpisov. Preverjanje kakovosti slikopleskarskih del se izvaja po fazah dela, t.j. pred glajenjem, po glajenju in po barvanju.

Izolacijska dela

Za kakovostno izvedbo izolacije morajo biti materiali ter postopek vgradnje skladni s tehničnimi pogoji in navodili proizvajalca materiala. Zato je treba uvesti kakovosten nadzor (notranja in zunanja kontrola) materialov in vgradnje. Notranjo kontrolo pred, med in po koncu vgradnje izvaja za to usposobljen izvajalec del ali pooblaščen laboratorij, ki ga izbere izvajalec. Zunanjo kontrolo ob končanju del izvaja neodvisna institucija oziroma laboratorij, akreditiran za preiskave izolacijskih materialov.

Mizarska in steklarska dela

Delovanje vgrajenih elementov mora biti popolno, nemoteno. Zahtevane sile in navori pri uporabi oken in vrat morajo biti zanemarljivi. Okna in vrata morajo biti brez vidnih poškodb, stekla na notranji strani ne smejo imeti napak ali sledov umazanije. Vgraditi je treba prava okna in vrata na pravo mesto (glede na konkretne zahteve projekta). Na okna in fasade z orientacijo od vzhoda prek juga do zahoda je lahko potrebna vgradnja zunanjih senčil. Metode preverjanja kakovosti zajemajo vizualni preglede vsakega elementa po končanih delih.

Krovska in kleparska dela

Nadzor izvedbe krovskih in kleparskih del se izvaja od začetka do konca del. Temelji na sprotni oceni skladnosti izvajanja del z navodili proizvajalca kritine za vgradnjo, pripadajočimi tehničnimi specifikacijami in projektno dokumentacijo. S tem nadzorom se preverja dosledno upoštevanje navodil proizvajalcev gradbenih proizvodov za vgradnjo, zahtev pripadajočih tehničnih specifikacij in zahtev projektne dokumentacije.

4.4.4 Kontrola kakovosti vgradnje in izdelave strojnih del

Plinovod, prezračevanje in klima, ogrevanje, vodovod, sprinkler sistem

Dela pri izvedbi inštalacij in vgradnji opreme morajo biti izvedena v skladu s projektom za izvedbo, zadnjimi tehničnim dosežki in pravili dobre stroke.

Treba je:

- zagotoviti raven in obseg kontrole izvedbe del, kot je to predpostavljeno in upoštevano v projektni dokumentaciji - v projektu za izvedbo
- zagotoviti raven in obseg kontrole izvedbe del, kot je predpostavljeno in upoštevano v tehnološki mapi
- dosledno upoštevati navodila proizvajalcev gradbenih proizvodov za vgradnjo iz pripadajočih tehničnih specifikacij.

Metode preverjanja kakovosti zajemajo občasne vizualne preglede vsakega elementa med in po končanih inštalacijskih delih, izvajanje meritev in preizkusov (npr. tlačni preizkus).

4.4.5 Kontrola kakovosti izvedbe in vgradnje elektro elementov in del

Strelovod, jaki tok, šibki tok

Dela morajo biti izvedena v skladu s projektom za izvedbo in biti zadosti kakovostna, tako da je možno opremo in inštalacije v normalnih okoliščinah okolja uporabljati skozi vso življenjsko dobo objekta.

Kakovost vgradnje se občasno in ob koncu inštalacijskih del preverja vizualno s pregledi, funkcionalnimi preizkusi in električnimi meritvami. Za izvedbo preverjanja kakovosti je odgovoren izvajalec del, potrjuje jih projektantski disciplinski nadzornik. Merilna poročila vključujejo podatke, iz katerih je razvidno, da so bili opravljeni pregledi, preizkusi in meritve, ter podatke o merilcih, inštrumentih in merilnih metodah.

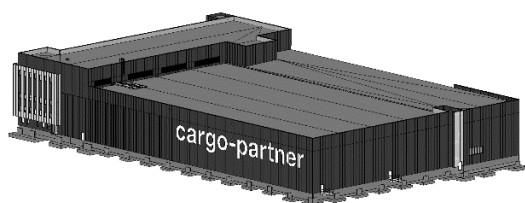
4.5 Meja obdelave in strukturiranost modelov

3D BIM-model je bil v fazi projektiranja na nivoju PZI izdelan in vzpostavljen za naslednje projektne celote:

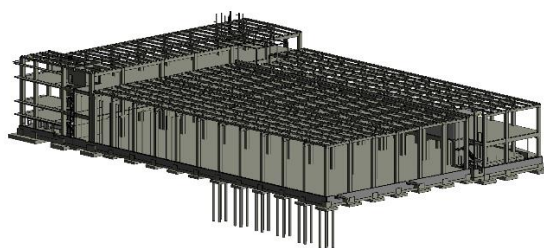
- Gradbeni del:
 - elementi nosilne armiranobetonske konstrukcije (temelji, temeljne grede, prečne, vzdolžne in zaščitne stene, stebri, strešni nosilci, medetažne plošče, stopnišča),
 - elementi jeklene konstrukcije (podesti, fasadna podkonstrukcija, stopnišča).
- Arhitektura:
 - fasadni elementi (fasadni zidovi, sloji fasadne izolacije, fasadni paneli in obloge, ograje, vrata, okna, fasadne rešetke),
 - strešni elementi (sloji strešne izolacije, strešne odprtine, okna, ventilacijski pokrovi, zaključek parapeta),
 - elementi interierja (pregradne stene, obloge sten in stebrov, tla, obloge tal in stopnic, notranje ograje, obloge stropov in spuščeni stropovi).
- Strojni del:
 - strojna oprema in cevovodi, kanali, spoji, razvodi in priključki ter vsi ostali pripadajoči elementi za medsebojno povezovanje komponent strojne opreme sledečih sistemov:
 - ogrevanje, hlajenje in prezračevanje,
 - vodovod in kanalizacija,
 - sprinkler sistem,
 - hidrantska mreža,
 - stroji.
 - obešalni sistemi, podporne konstrukcije.
- Elektro del:
 - elementi elektro opreme sistema, centralni nadzorni sistem, tehnično varovanje,
 - kabelske police, kabli, naprave,
 - obešalni sistemi, podporne konstrukcije.

V projektni nalogi so za obravnavan objekt definirane strukture gradnikov zveznega BIM-modela, ki je sestavljen iz šest disciplinskih podmodelov (glej sliko 4-2). Razdelitev modela je sledeča:

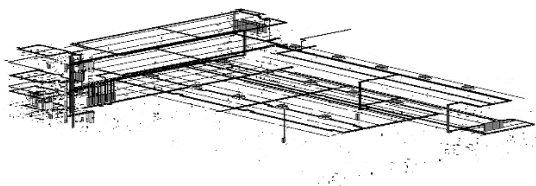
- podmodel arhitekture,
- podmodel gradbene konstrukcije,
- podmodel elektroinštalacij,
- podmodel prezračevanja, ogrevanja in hlajenja,
- podmodel sprinkler sistema,
- podmodel vodovoda in kanalizacije.



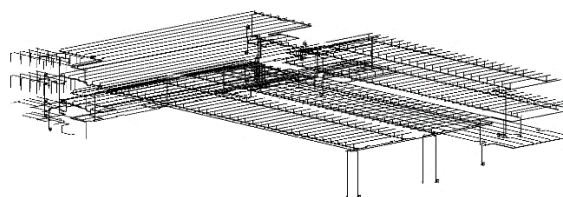
Podmodel arhitekture



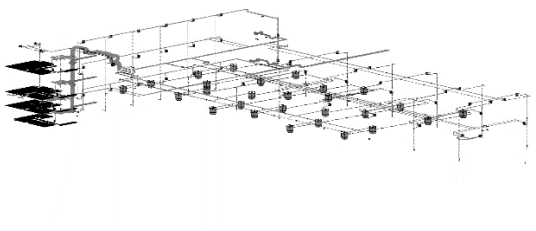
Podmodel gradbene konstrukcije



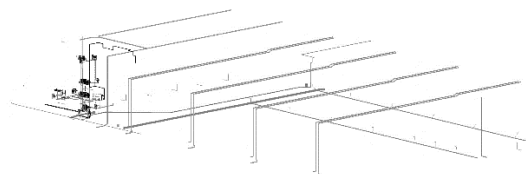
Podmodel elektroinštalacij



Podmodel sprinkler sistema



Podmodel ogrevanja, hlajenja in prezračevanja



Podmodel vodovoda in kanalizacije

Slika 4-2: BIM-podmodeli

5 VZPOSTAVITEV SKUPNEGA PODATKOVNEGA OKOLJA

CDE v povezavi z informacijskim modeliranjem gradenj služi kot hrbtenica novega načina dela, ki ga sproži in usmerja digitalna strategija, saj so vse informacije, zajeta med gradnjo (npr. s pomočjo različne programske opreme, dronov, gradbeno opremo, itd.), na koncu povezane z njim.

Pri digitalizaciji ne gre samo za tehnologijo, temveč tudi za organizacijo, procese in ljudi. Povedano drugače, digitalizacija podjetja pomeni spreminjanje njegovega vedenja in dolgoročno zagotavljanje prenovljenega namena in identitete, usklajene s tem vedenjem.

V skupinskem delovnem okolju se od članov zahteva, da proces izdelave projektne dokumentacije poteka v skladu z standardiziranimi postopki ter vnaprej dogovorjenimi metodami. Takšno delo zahteva vzajemno razumevanje in zaupanje v ekipo, kar dolgoročno privede do boljšega upravljanja tveganj pri projektu in informiranosti ter izdelavo v skladu z dogovorjenimi roki.

5.1 Izbira platforme za projektno fazo gradnje

Za učinkovito implementacijo skupnega podatkovnega okolja v procesu koordinacije in nadzora gradnje je bilo bistveno raziskati in definirati, katero orodje bo najboljše služilo za doseganje lastnih in deljenih ciljev deležnikov na projektu.

Daluxova paleta rešitev je zadostila prav vsem predhodno izpostavljenim kriterijem v poglavju 3.2, zato smo se odločili za dokumentni sistem Dalux Box skupaj modulom Dalux Field in BIM-pregledovalnikom.

5.2 Vloge deležnikov in omejitve dostopa znotraj platforme Dalux

Udeleženci, ki sodelujejo v projektu in dostopajo do skupnega podatkovnega okolja, morajo delovati v skladu z nalogami, ki so jim dodeljene in svojimi pristojnostmi z različnimi vlogami in stopnjami odgovornosti. Pravilna nastavitve skupnega podatkovnega okolja omogoča vsem članom ekipe optimizacijo njihovih potreb in izključi možnost nalaganja, spreminjanja ali odstranitve napačnih informacij.

Zaradi potrebe po dobrem poznavanju aktualnih pravil in smernic za vzpostavitev skupnega podatkovnega okolja, seznanitvijo s funkcionalnostmi Dalux platforme, komunikacijo s številnimi deležniki in upravljanju velikih količin podatkov na dnevni ravni je na projektu pomembno imenovati ključno osebo, ki lahko prevzame odgovornost za vzpostavitev in vzdrževanje tako kompleksnega sistema.

Kot BIM/CDE koordinator na oddelku za nadzor in koordinacije gradnje sem sam prevzel vlogo skrbnika projekta. Tako sem lahko kot edini dostopal do vseh nastavitve na platformi ter hkrati imel možnost ogleda katerih koli podatkov in dejavnosti na njej.

Pri definiranju ostalih uporabniških skupin je bilo poskrbljeno, da je vsakemu udeležencu dodeljen pravi profil za dostop do podatkov in možnostjo ustvarjanja oziroma urejanja podatkov. Vsak novi uporabnik je bil sprva dodan v skupino po meri, v primeru drugačne vloge v projektu, ki je zahtevala razširjena dovoljenja, je lahko ista oseba sodelovala v več skupinah.

Na sliki 5-1 so prikazana dovoljenja map v eni izmed 24 skupin po meri, katere člani so bili pripadniki podjetja iz oddelka za nadzor in koordinacijo gradnje.

# NADZOR				
	Objavljeno		Datoteke	
	Preberi	Preberi	Zapiši	Uredi mapo
▼ Files	☐	☐	☐	☐
▶ 00_NADZOR # Site Supervision	☒	☒	☒	☐
▶ 01_NAČRTI IN MODELI # Dra...	☒ ⓘ	☐	☐	☐
▶ 02_ELABORATI # Studies	☒	☒	☒	☐
03_TERMINSKI PLAN # Cons...	☒	☒	☒	☐
▶ 04_KORESPONDENCA # Corr...	☒	☒ ⓘ	☒ ⓘ	☐
05_FOTOGRAFIJE # Photos	☒	☒	☒	☐
▶ 06_PROJEKTNI PORTAL # Pr...	☒ ⓘ	☒ ⓘ	☒ ⓘ	☐
Število:	71/75	27/75	27/75	0/75

Slika 5-1: Primer uporabniške skupine za nadzor

Poleg nastavitve dovoljenj pri upravljanju map oz. datotek je bila znotraj skupine določena privzeta odgovorna oseba, pri sprejemanju odločitev znotraj opravil in komunikacijskih kanalov predstavljenih v nadaljevanju.

Za razširjena dovoljenja izven skupin po meri ima platforma Dalux predhodno definiranih 5 dodatnih skupin, to so: skrbniki projekta, upravljalci gradnje, vodje načrtovanja projektov, vodje varnosti in zdravja ter opazovalci. Preglednica 5-1 prikazuje, kako so bili vsi udeleženci gradnje razdeljeni po vseh skupinah znotraj okolja Dalux, podrobnejše omejitve dovoljenj in stopenj odgovornosti članov, glede na njihovo vlogo na projektu, pa prikazuje preglednica 5-2.

Preglednica 5-1: Razdelitev udeležencev gradnje po skupinah

	ČLAN SKUPINE	SKRBNIK SKUPINE	VODJA NAČRT. PROJEKTOV	VODJA UPR. GRADNJE	VODJA VARNOSTI	SKRBNIK PROJEKTA	OPAZO- VALEC
BIM/CDE koordinator	√		√	√		√	√
Projektant	√		√				
Vodja proj. nadzora	√	√	√				
Pomočnik vodje proj. nadzora	√						
Odgovorni vodja projekta	√	√	√				√
Vodja nadzora	√	√	√	√			√
Pomočnik vodje nadzora	√		√	√			√
Izvajalec	√	√					
Koordinator VZD	√	√			√		√
Investitor	√	√					√

Preglednica 5-2: Odgovornosti in omejitve dovoljenj udeležencev gradnje

OPIS	ČLAN SKUPINE	SKRBNIK SKUPINE	VODJA NAČRTOVANJA PROJEKTOV	VODJA UPRAVLJANJA GRADNJE	VODJA VARNOSTI	OPAZOVALEC	SKRBNIK PROJEKTA	MODUL
Dostop do vseh nastavitev projekta							✓	Vsi
Ogled načrtov in modelov	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Lokacija
Dodajanje datotek modelov							✓	Lokacija
Urejanje nivojev							✓	Lokacija
Ogled vseh objavljenih datotek	○	○	○	○	○	○	✓	Box
Prenos objavljenih datotek	○	○	○	○	○	○	✓	Box
Ogled lastnosti objavljenih datotek	○	○	○	○	○		✓	Box
Nalaganje novih datotek	○	○	○	○	○		✓	Box
Spreminjanje lastnosti datotek	○	○	○	○	○		✓	Box
Urejanje map							✓	Box
Dostop do skupin različic	○	○	○	○		○	✓	Box
Dodajanje uporabnikov v lastno skupino		✓					✓	Box
Dodajanje/odstranjevanje skupin uporabnikov in posameznih uporabnikov							✓	Box
Ustvarjanje skupinskih zaznamkov in filtrov		✓					✓	Box
Dostop do vseh nastavitev			✓				✓	Box
Upravljanje dovoljenj vseh map			✓				✓	Box
Brisanje in obnavljanje datotek			✓				✓	Box
Upravljanje stavb			✓				✓	Box
Povezovanje datotek s stavbami, skupinami različic			✓				✓	Box
Nastavitev potočkov odobritev in stanja datotek			✓				✓	Box
Prisilna odobritev zavrnjenih datotek			✓				✓	Box
Prisilna objava odobrenih datotek			✓				✓	Box
Nastavitev potočkov dela komentarjev			✓				✓	Box
Določitev in spreminjanje dodelitev komentarjev			✓				✓	Box
Zapiranje aktivnih komentarjev			✓				✓	Box
Ogled opravi in obrazcev	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Field
Ustvarjanje in/ali spreminjanje opravi znotraj dodeljenega delovnega paketa	✓	✓	✓	✓			✓	Field
Ustvarjanje in/ali spreminjanje obrazcev v vseh delovnih paketih in potočkih dela				✓			✓	Field
Ogled fotografij (Zajem)	○	○	○	✓	✓	○	✓	Field
Ustvarjanje fotografij in albumov (Zajem)	○	○	○	✓	✓		✓	Field

LEGENDA

✓ poln dostop do podatkov in funkcionalnosti
○ omejene možnosti dostopa

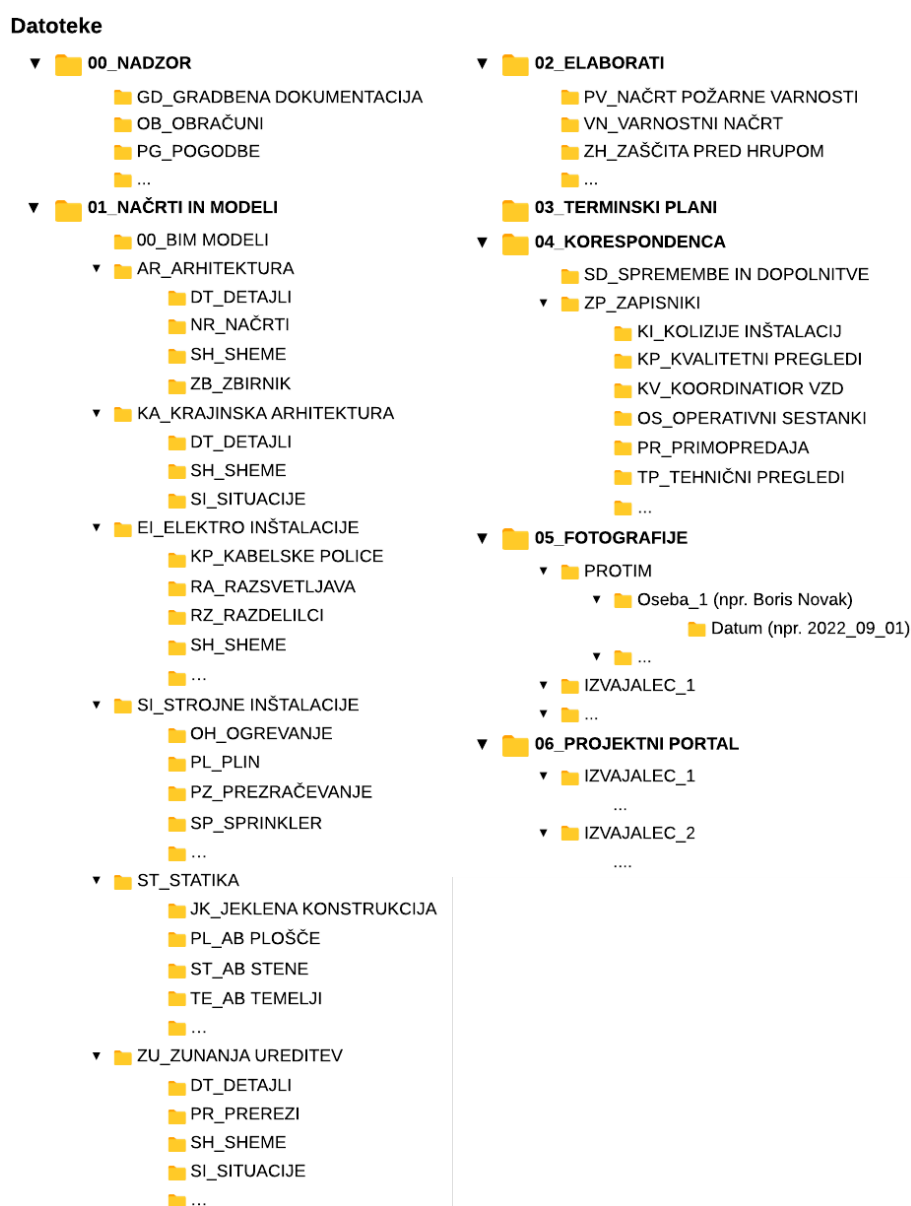
5.3 Projektna struktura map in konvencije poimenovanj

Za doseganje vsaj 2. zrelostne stopnje BIM morajo biti vse vrste projektne dokumentacije poimenovane skladno s standardom BS1992:2007. V primeru odstopanja je potrebno vse zahteve glede poimenovanja jasno navesti v projektni dokumentaciji, kot sta Informacijske zahteve naročnika (*angl. Employer's Information Requirement - EIR*) oz. BIM izvedbeni načrt (*angl. BIM Execution Plan - BEP*) [21].

V podjetju smo za potrebe gradbene faze projekta pripravili delni BIM izvedbeni načrt (*angl. BEP*), ki povzema pravila internega standarda podjetja, sicer uporabljenega v vseh fazah vodenja projekta.

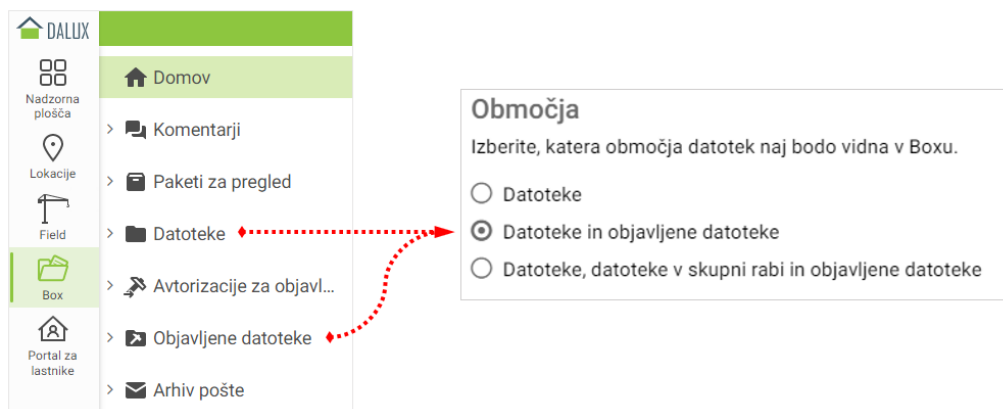
5.3.1 Projektna struktura map

Na sliki 5-2 je prikazana prednastavljena struktura map v Daluxu, uporabljena za potrebe vodenja in koordinacije gradnje.



Slika 5-2: Projektna struktura map v Daluxu

Za razliko od faze načrtovanja, kjer imajo lahko datoteke štiri različne ravni statusa (predstavljeno v poglavju 2.7), se je v fazi gradnje njihovo število omejilo na dve, in sicer »Datoteke« ter »Objavljene datoteke«. Na sliki 5-3 je predstavljena izbira območij in vidnost datotek v modulu Dalux Box.

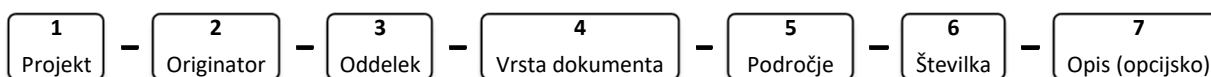


Slika 5-3: Izbira statusov datotek v Dalux Box

Mapa za »Datoteke« je bila dostopna izključno zaposlenim v podjetju. Da je datoteka pridobila status »objavljena« in postala vidna tudi ostalim deležnikom na projektu, je bila potrebna uspešna izvedba protokola potrjevanja, predstavljenega v poglavju 5.4.

5.3.2 Struktura poimenovanja dokumentov in načrtov

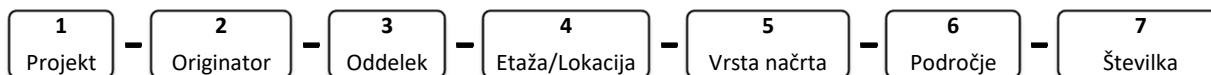
Na sliki 5-4 in 5-5 sta predstavljena sistema poimenovanja dokumentov oz. načrtov, določena v projektni nalogi izvedbenega načrta BIM metodologije, z nekaj pripadajočimi primeri poimenovanja vsakega izmed tipov datotek v preglednicah 5-3 in 5-4.



Slika 5-4: Primer poimenovanja dokumentov

Preglednica 5-3: Primeri poimenovanja projektnih dokumentov

Ime dokumenta	Opis
V156-PRP-NK-ZP-KS-23	Zapisnik 23. koordinacijskega sestanka oddelka za nadzor
V156-PRP-ST-IZ-AA-6.1-Plosca_1N	Izvelek armaturne plošče 1. nadstropja oddelka statike
V156-PRP-SI-SH-DV-1.2-Kanalizacija	Shema dvižnih vodov kanalizacije oddelka str. inštalacij



Slika 5-5: Primer poimenovanja načrtov

Preglednica 5-4: Primeri poimenovanja projektnih načrtov

Ime načrta	Opis
V156-PRP-AR-02-TL-ZB-2.11.6	Tloris zbirnika inštalacij v 2.nadstropju odd. za arhitekturo
V156-PRP-EI-M0-TL-KP-1	Tloris kabelskih polic v medetaži nad pritličjem elektro odd.
V156-PRP-ZU-00-ST-GR-2.1.1	Gradbena situacija pritličja oddelka za zunanjo ureditev

5.3.3 Metapodatki in predloge poimenovanja dokumentov

Metapodatki v osnovi povzemajo glavne informacije o podatkih in zagotavljajo kontekst, ki ga potrebujemo za uporabo le-teh. Ta kontekst omogoča, da so podatki hitro dosegljivi, primerljivi in preverljivi.

Ustvarjanje metapodatkov znotraj okolja Dalux je podprto s (pol)avtomatskimi procesi, ki ob kakršni koli spremembi znotraj sistema prepoznajo informacije, kot so na primer: lastnosti novonastalega dokumenta, čas in avtorja sprememb, lokacijo dokumenta, ipd. Arhiv metapodatkov se skozi celotno fazo uporabe platforme nenehno posodablja in povezuje z informacijskim sistemom prek posameznih identifikatorjev vsakega dodanega elementa.

Za lažje upravljanje z razpoložljivimi informacijami na platformi nam Dalux zagotavlja ustrezno funkcijo za iskanje datotek in filtriranje/razvrščanje po metapodatkih, obenem pa omogoča definiranje atributov po meri, ki jih lahko nato iščemo kot metapodatke.

Na projektu je bilo ustvarjenih osem dodatnih atributov (glej sliko 5-6). Primer definiranja atributa z oznako »Sklop« v nastavitvah modula Dalux Box je predstavljen na sliki 5-7.

Ime	Vrsta	Dokumenti	Načrti	Modeli	Širina stolpca	Prikaži na seznamu kot privzeto
Št. projekta	Seznam	✓	✓	✓	100	
Ime datoteke	Tekst	✓	✓	✓	400	✓
Različica	Tekst	✓	✓	✓	80	✓
Objavljena revizija	Tekst	✓	✓	✓	120	
Originator	Seznam	✓	✓	✓	90	✓
Oddelek	Seznam	✓	✓	✓	75	✓
Vrsta dokumenta	Seznam	✓			105	✓
Etaža	Seznam		✓		65	✓
Vrsta načrta	Seznam		✓		105	✓
Področje	Seznam		✓		80	✓
Sklop	Seznam		✓		60	✓
Opis vsebine	Tekst	✓	✓	✓	270	✓
Spremenjeno	Čas	✓	✓	✓	150	

Slika 5-6: Nastavitev metapodatkov znotraj Dalux Box

Vrednost	Opis
III'	VRS - visokoregalno skladišče
IV'	brezregalno skladišče
VI'	pisarniški del, garderobe
VI	1. faza
ZZ	celoten objekt

Slika 5-7: Definiranje dodatnega atributa "Sklop" znotraj Dalux Box

Za zagotavljanje ustreznega prepoznavanja metapodatkov znotraj platforme sta bili oblikovani predlogi za poimenovanje načrtov in ostalih tipov dokumentacije, prikazani na sliki 5-8.

Elementi za poimenovanje datotek: RP_načrti		Elementi za poimenovanje datotek: RP_dokumenti	
≡ Št. projekta	V156	≡ Št. projekta	V156
< > Ločilo	① -	< > Ločilo	① -
≡ Originator	PRP + 3 drugi	≡ Originator	PRP + 3 drugi
< > Ločilo	① -	< > Ločilo	① -
≡ Oddelek	NK + 8 drugi	≡ Oddelek	NK + 8 drugi
< > Ločilo	① -	< > Ločilo	① -
≡ Etaža	00 + 6 drugi	≡ Vrsta dokumenta	PG + 15 drugi
< > Ločilo	① -	< > Ločilo	① -
≡ Vrsta načrta	TL + 11 drugi	≡ Področje	OH + 20 drugi
< > Ločilo	① -	< > Ločilo	① -
≡ Področje	OH + 20 drugi	≡ Številka	
< > Ločilo	① -	< > Ločilo	① -
≡ Številka		≡ Opis vsebine	

Slika 5-8: Predlogi poimenovanja načrtov (levo) oz. dokumentov (desno)

Ob posodobitvi oz. prenosu nove dokumentacije na platformo je sistem sam prepoznal njeno vsebino in ustrezno zapolnil polja z metapodatki (glej sliko 5-9).

↑ Ime datoteke	Vrsta datoteke	Originator	Oddelek	Vrsta dok...	Etaža	Vrsta nač...	Področje	Številka	Sklop	Opis vsebine
V156-PRP-AR-02-TL-ZB-2.11.6.pdf	+	Načrt	PRP	AR	02	TL	ZB	2.11.6	II'	
V156-PRP-EI-ZZ-TL-RA-1.2.pdf	+	Načrt	PRP	EI	ZZ	TL	RA	1.2	VI'	
V156-PRP-NK-ZP-KS-17-Operativa.pdf	+	Dokument	PRP	NK	ZP		KS	17		Operativa
V156-PRP-SI-SH-DV-1.10-Kanalizacija.pdf	+	Dokument	PRP	SI	SH		DV	1.10		Kanalizacija

Slika 5-9: Primer ustreznega prepoznavanja metapodatkov

Ker so bile predloge aktivirane za vse mape znotraj Dalux Box, je bilo omogočeno, da so imele tudi datoteke, ki so bile prenešene s strani zunanjih uporabnikov in niso sledile pravilom standardiziranega poimenovanja, ustrezne, sicer ročno definirane metapodatke. Primer na sliki 5-10 prikazuje korespondenco koordinatorskega dela za varstvo in zdravje pri delu.

↑ Ime datoteke	Originator	Oddelek	Vrsta dokumenta	Področje	Številka	Opis vsebine
KNJIGA UKREPOV 20220825.pdf	RCV	NK	ZP	VZD	73	Health and safety coordinator report
KNJIGA UKREPOV 20221012.pdf	RCV	NK	ZP	VZD	72	Health and safety coordinator report
koord VN- Objekt skl Cargo Brnik-II. faza dne 1. 06. ...	RCV	NK	ZP	VZD	71	Health and safety coordinator report
koord VN- Objekt skl Cargo Brnik-II. faza dne 1. 07. ...	RCV	NK	ZP	VZD	70	Health and safety coordinator report
koord VN- Objekt skl Cargo Brnik-II. faza dne 2. 08. ...	RCV	NK	ZP	VZD	69	Health and safety coordinator report
koord VN- Objekt skl Cargo Brnik-II. faza dne 5. 07. ...	RCV	NK	ZP	VZD	68	Health and safety coordinator report

Slika 5-10: Primer ustreznih metapodatkov kljub neupoštevanju pravil poimenovanja

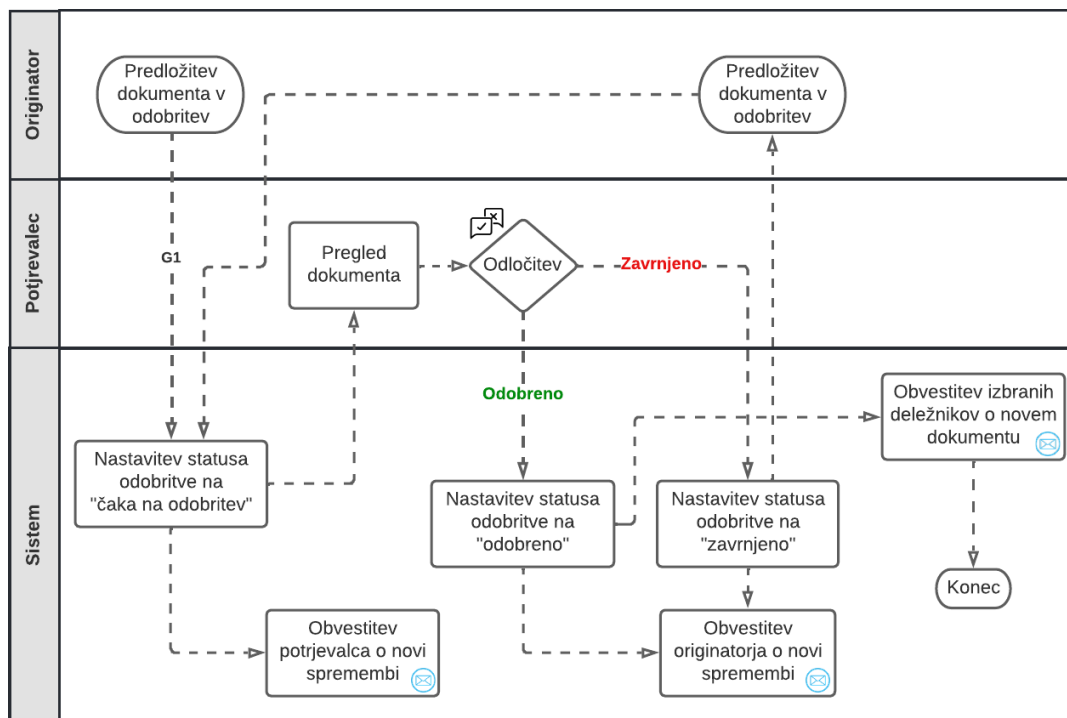
5.4 Postopek odobravanja dokumentov

Postopek odobritve dokumentov se nanaša na strateško zaporedje korakov in nalog, ki jih mora opraviti posameznik ali skupina, za pregled notranjih oz. zunanjih dokumentov. Z nastavljivim potekom odobravanja na novo naloženih dokumentov na platformo je poskrbljeno, da so le-ti ustrezno pregledani in potrjeni preden postanejo na voljo ostalim udeležencem.

Sistem odobritve je lahko sestavljen iz enega ali več posameznih odobravanj. V našem primeru smo uporabili samodejno avtorizacijo za dokumente, ki so jih na platformo prenašali zunanji deležniki, oz. enostopenjsko odobritev za vse dokumente, ki so bili prenešeni s strani zaposlenih v našem podjetju. Na ta način je bilo poskrbljeno za:

- vesten pregled ustreznosti vsebine dokumentacije, tako v smislu projektnih rešitev kot samega grafičnega prikaza,
- shranjevanje dokumentacije v ustrezno mapo na platformi, ki je bila dodeljena za dotično vrsto dokumenta in s tem seznanitev vseh potrebnih deležnikov o spremembi na projektu,
- pravilno poimenovanje dokumentov, ki je zagotavljalo ustrezno ustvarjanje metapodatkov in oblikovanje ustreznih različic dokumentov.

Kot skrbnik projekta na platformi sem dokumentacijo, ki je bila izdelana v sklopu projekta za izvedbo (PZI), v času gradnje in kasneje projekta izvedenih del (PID) odobril sam, za pobudnike revizije so bili določeni odgovorni vodje projekta posameznih disciplin oz. njihovi namestniki. Ob predložitvi novega dokumenta je potek potrjevanja sprožila izbira stanja »G1- Primerno za gradbišče«. Kot glavni potrjevalec in odgovorna oseba za zavrjene datoteke sem prejel obvestilo o zahtevku za odobritev nove dokumentacije. Ob pregledu le-te sem v primeru ustrezne vsebine zahtevek potrdil, v nasprotnem primeru sem z obrazložitvijo v komentarju zaprosil originatorja za predložitev nove podloge. Podrobna shema procesnega diagrama odobritve je prikazana na sliki 5-11.

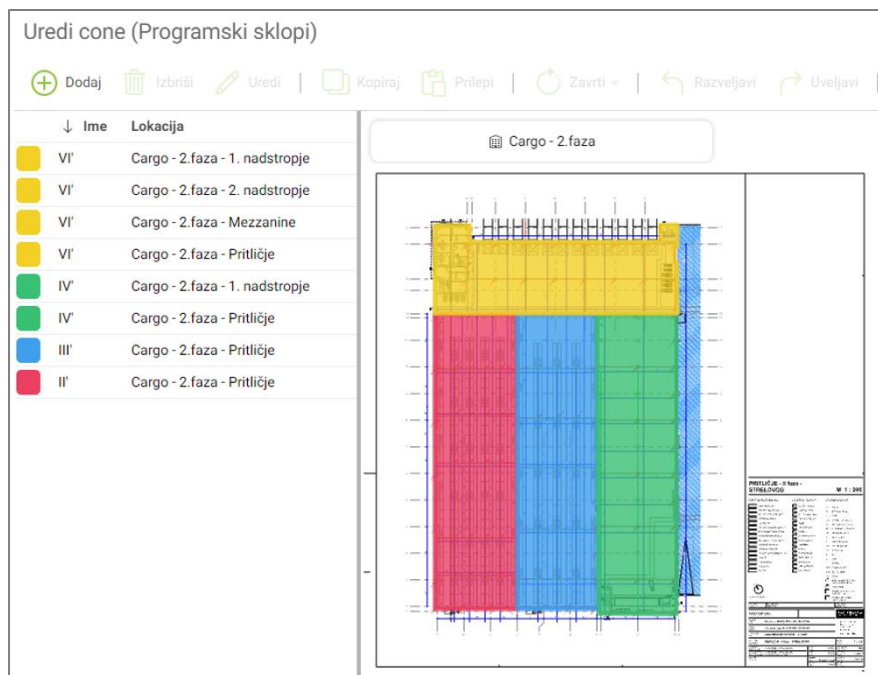


Slika 5-11: Procesni diagram potrjevanja dokumentacije

5.5 Območja, prostori in skupine elementov

Območja predstavljajo zaključene enote, ki omogočajo lažje razlikovanje med posameznimi lokacijami v projektu. Nanje lahko vežemo dokumentacijo, uporabljajo jih tudi različne druge funkcije platforme Dalux, kot so opravila, obrazci, fotografije, analitika, ipd., predstavljene v nadaljevanju. Sestavljena so iz enega ali več prostorov, ki imajo skupne oblikovne oziroma programske zahteve.

Na projektu so bile vzpostavljene štiri cone (glej sliko 5-12) za štiri različne programske sklope objekta, predstavljene v poglavju 4.



Slika 5-12: Razdelitev objekta na posamezna območja

Prostori v objektu in njihove karakteristike so bile avtomatsko prepoznane ob prenosu 3D-modelov na platformo z uporabo Dalux vtičnika v programskem orodju Revit. Za ohranjanje preglednosti pri branju informacij je bil dodatno ustvarjen filter za prikaz le izbranih lastnosti posameznega prostora v objektu. Na sliki 5-13 je predstavljen prikaz lastnosti ene izmed prevzemnih pisarn v objektu.

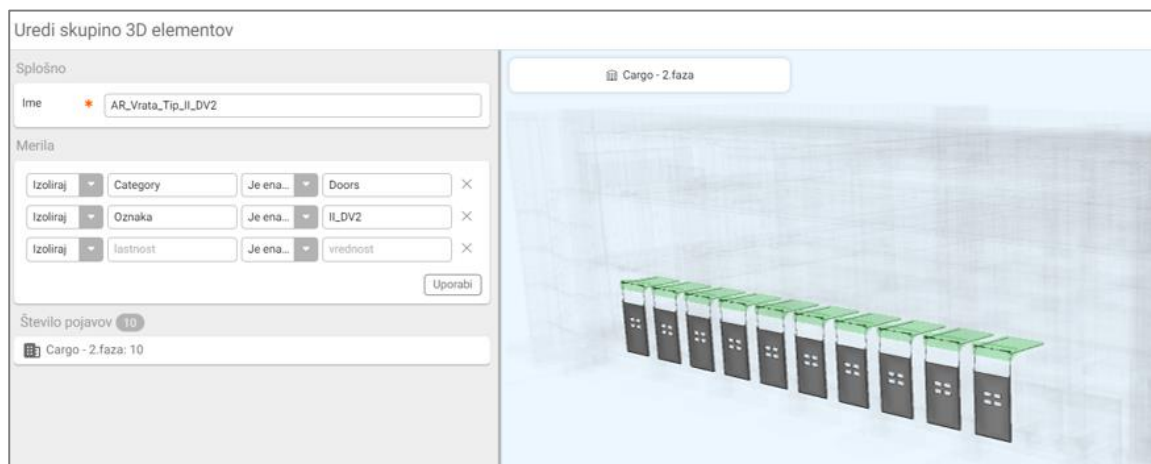
PREVZEMNA PISARNA VI'/P/12			
 Lastnosti 7 Opravlja 4	Ime	Vrednost	
	Name	PREVZEMNA PISARNA	
	Number	VI'/P/12	
	Area	40.207 m²	
	Intended use	uporabne površine	
	Building Part	VI'	
	Finish - Floor	vinyl	
	Level	Pritličje	

Slika 5-13: Prikaz izbranih lastnosti prostora

Podobno kot v primeru območij in prostorov je v Daluxu možna povezava dokumentacije in uporabe predhodno omenjenih funkcij tudi na ravni posameznih elementov 3D-modelov. Prepoznani 3D BIM-elementi so bili sistematično združeni v posamezne skupine (glej sliko 5-14). Na sliki 5-15 je predstavljena metoda definiranja skupine za določen tip dviznih vrat z metodo izolacije elementov glede na njihovo kategorijo in oznako.

	Dodaj		Uredi		Izbriši	Iskanje
Ime	Povezane datoteke	Povezani deli stavbe				
SI_Kalorifer_Hoval-DKV-6C	1	0				
SI_Kalorifer_SystemAir-SWS12	1	0				
AR_Okna	1	0				
AR_Vrata_Tip_II_DV8	1	0				
AR_Vrata_Tip_II_DV1	1	0				
AR_Vrata_Tip_II_DV2	1	0				
AR_Vrata_Tip_II_DV3	1	0				
AR_Vrata_Tip_II_DV7	1	0				
AR_Vrata_Tip_II_DV9	1	0				

Slika 5-14: Definirane skupine 3D elementov v Daluxu



Slika 5-15: Primer skupine 3D elementov za dvižna vrata

Za elemente, ki v Revit disciplinskih modelih niso bili modelirani kot 3D-gradniki, so bile v Daluxu dodatno definirane skupine 2D-elementov. Primer na sliki 5-16 prikazuje del ročno označenih 2D-elementov skupine elektro polnilnic v pritličju objekta.

	Dodaj skupino		Uredi skupino		Izbriši skupino	Cargo - 2.faza
Ime	Število					
Vse vrste	40					
Hidrant	3					
Elektro polnilnice	20					
Paketno dvigalo	1					
Varnostni preliv	16					
Lokacija	Število					
Cargo - 2.faza - Pritličje	9					
Cargo - 2.faza - 1. nadstropje	11					

Slika 5-16: Definirane skupine 2D elementov v Daluxu

5.6 Delovni paketi in poteki dela

Delovni tok oz. potek dela je vnaprej določen niz zaporednih nalog oz. korakov, ki usmerjajo informacijo oz. dokument k eni ali več osebam v pregled, odobritev ali zavrnitev. Koraki v delovnem toku vzpostavijo standardno avtomatizacijo, zagotavljajo enotnost pretoka informacij ter ustvarjajo kohezijo in jasnost za vse deležnike, ki so vključeni v delovni tok. Sistem istočasno omogoča tistim, ki niso direktno naslovljeni, da vstopijo v vlogo opazovalca in s tem dostopajo do informacij, brez možnosti vplivanja na dogajanje znotraj delovnega toka.

Delovni tokovi običajno vključujejo zahteve za informacije, zahteve za odobritve sprememb, preglede ponudb, predložitve dokumentacije ali katero koli drugo delo, ki potrebuje odziv ustreznih deležnikov.

Večja kot je organizacija, več zahtevkov dnevno obravnava, kar pomeni, da ti zahtevki neposredno vplivajo na učinkovitost delovanja sistema znotraj organizacije. V ta namen je potrebno pri oblikovanju delovnih tokov zelo jasno opredeliti vsebino informacij, ki se bodo izmenjevale ter definirati skupine deležnikov in delovne pakete, znotraj katerih bodo le-ti komunicirali.

Avtomatizirani delovni paketi so bili zasnovani glede na različne vrste del, skladno s predhodno definiranim terminskim planom in specifičnimi potrebami projekta. Skupno je bilo tako ustvarjenih 16 delovnih paketov, katerih okvirna vsebina je razvidna iz njihovih imen, prikazanih na sliki 5-17.

► Delovni paket:	00.00	Testno okolje - delavnica	[I]
► Delovni paket:	01.01	Gradbena dela	[GD]
► Delovni paket:	01.02	Montažna konstrukcija	[MK]
► Delovni paket:	01.03.01	Strojne inštalacije	[SI]
► Delovni paket:	01.03.02	Elektro inštalacije	[EI]
► Delovni paket:	01.03.03	Tehično varovanje	[TV]
► Delovni paket:	01.03.04	Sprinkler sistem	[SS]
► Delovni paket:	01.04.01	Obrtniška dela - finalizacija in oprema	[FO]
► Delovni paket:	01.04.02	Obrtniška dela - industrijska vrata	[IV]
► Delovni paket:	01.04.03	Obrtniška dela - ovoj stavbe	[OS]
► Delovni paket:	01.04.04	Obrtniška dela - zunanja ureditev	[ZU]
► Delovni paket:	01.05.01	Gradbena dela - supernadzor	[SN]
► Delovni paket:	02.01	Protim - Interno	[I]
► Delovni paket:	03.01	Investitor	[IN]
► Delovni paket:	04.01	Koordinator VZD	[MK]
► Delovni paket:	05.01	Obrazci	[I]

Slika 5-17: Vrste delovnih paketov

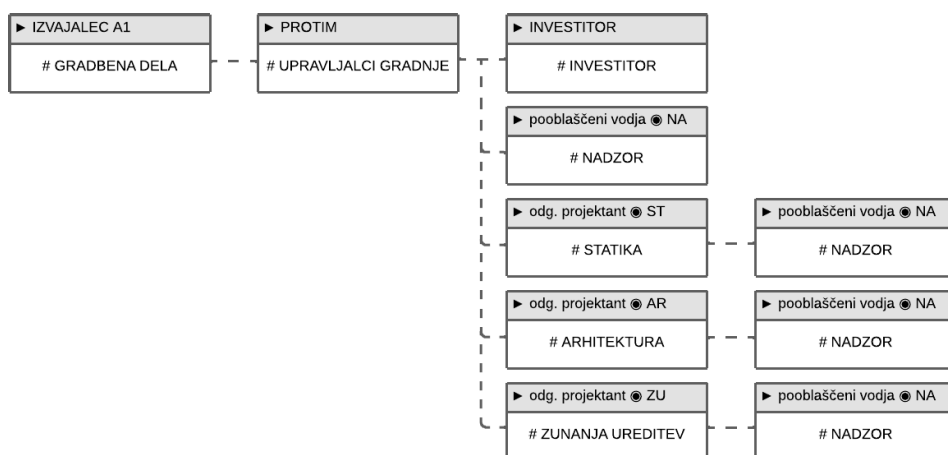
Z izjemo prvega paketa, ki je bil vzpostavljen za potrebe uvodnega šolanja in demonstracije delovanja sistema novim uporabnikom, so informacije aktivno krožile znotraj 15 paketov in približno 65 različnih potekov dela.

Na platformi sta omogočeni ločeni vrsti poteka del, in sicer za odobritev in za opravilo na projektu. V nadaljevanju sta podrobneje predstavljena s primerom delovnega paketa za gradbena dela.

5.6.1 Poteki in predloge dela odobritve

Za namen odobritve kakršne koli novonastale projektne dokumentacije med gradnjo, sprememb na projektu, ki lahko vplivajo na časovnico gradnje, ponudb za dodatna dela ipd., so bili ustvarjeni t.i. poteki dela odobritve (*angl. Approval workflows*). Primer enega izmed potekov dela v delovnem paketu za gradbena dela prikazuje slika 5-18.

Ob sprožitvi zahtevka za odobritev je bila prva in edina kontaktna skupina upravljalcev gradnje, katere člani so po lastni presoji določili odgovorno osebo oz. skupino za razrešitev zahtevka. Z zelo dobrim poznavanjem delovnih protokolov je skupina predstavljala most med izvajalcem, investitorjem in pooblaščenim vodjo nadzora ter s tem omogočala karseda učinkovit pretok informacij. Zahtevki je bil avtomatsko zaključen ob posredovanju osebe v eni izmed zadnjih skupin procesnega diagrama. V primeru, da investitor ni bil direktno naslovljen, je bil zaradi vloge opazovalca v projektu vseeno obveščen o spremembi in končnem statusu poteka dela.



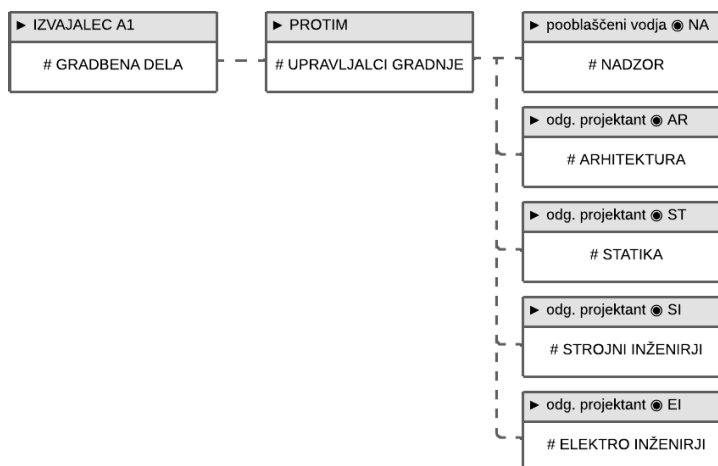
Slika 5-18: Primer poteka dela odobritve v Dalux Field

Na projektu je bila oblikovana ena sama predloga odobritve, t.j. »Potrditveni list«, ki pa je v razdelku za podatkovna polja zajemala obvezna polja, pogojena glede na razlog zahtevka pogodbene stranke. Slika 5-19 prikazuje seznam možnih vrst dokumentacije v primeru podanega zahtevka za potrditev dokumentacije v fazi gradnje.

Slika 5-19: Definiranje polja v predlogi zahtevka za odobritev

5.6.2 Poteki in predloge dela opravil

Za namen pridobitve informacij oz. dodatna pojasnila, ki so lahko pomagala pri odločanju o nadaljnjem poteku dela na projektu (npr. specifikacije, terminski plan, faznost gradnje, ipd.), javljanju težav oz. odstopanj tekom gradnje, registracije, koordinacije in zagotavljanja kakovosti izvedenih del, so bili ustvarjeni t.i. poteki dela opravil (*angl. Task workflows*). Primer enega izmed potekov dela v delovnem paketu za gradbena dela prikazuje slika 5-20.



Slika 5-20: Primer poteka dela opravila v Dalux Field

Za razliko od odobritvenega poteka dela, kjer ima vlogo potrjevalca zadnja skupina v procesnem diagramu, je v primeru poteka dela opravil uporabljena dvosmerna komunikacija, kar pomeni, da opravilo sproži in zaključi ista skupina. Običajno je to zahteva, ki jo postavi izvajalec in je namenjena projektantski ekipi oz. investitorju, vendar je bila na projektu vzpostavljena tudi obratna naveza.

V procesnem diagramu je bila ob sprožitvi opravila ponovno prvi naslovnik ekipa upravljalcev gradnje. Ti so lahko za dodatno mnenje oziroma pojasnila zaprosili odgovorne vodje posameznih oddelkov ali pa na opravilo neposredno odgovorili sami. V nastavitvah predlog opravil je bila dodatno vklopljena možnost veriženja oz. spremembe poteka dela med različnimi delovnimi paketi. Ta funkcija se je izkazala za zelo uporabno v primeru, ko je bilo za uspešno rešitev določenega opravila odgovorna več kot le ena projektantska oz. izvajalska ekipa.

Na projektu je bilo skupno ustvarjenih 9 različnih predlog opravil. Vsem so bila skupna obvezna podatkovna polja za vrsto dela, ki so bila pogojena glede na prvotno izbiro področja. Na sliki 5-21 je prikazan del seznama polj za vrsto dela v primeru izbire področja strojnih inštalacij.

Slika 5-21: Delni seznam vrst del za področje strojnih inštalacij v predlogi opravil

5.6.3 Predloge kontrolnih seznamov in obrazci

Gradnja stavbe je obsežen projekt, pri katerem sodelujejo številna podjetja in strokovnjaki iz različnih področij. Pri tolikšnem obsegu dela se lahko hitro zgodi, da se prikradejo napake. To je povsem običajno in tega ni mogoče popolnoma preprečiti, lahko pa preprečimo, da napake ostanejo neodkrite do zaključka gradnje.

Digitalizacija kontrolnih seznamov predstavlja odlično priložnost za preoblikovanje tradicionalnih papirnih procesov, ki za delo na kompleksnih gradbenih projektih zelo hitro postanejo potratni in neučinkoviti.

Predloge kontrolnih seznamov za potrebe vodenja in koordinacije gradbišča so bile vzpostavljene na več področjih, vse od storitev na terenu do administrativnih nalog v pisarni.

Z vizijo vzpostavitve ravnovesja med jasno opredeljenimi standardiziranimi parametri in prosto presojo članov posamezne projektne ekipe so bile sproti ustvarjene klasične predloge seznamov za namen inšpekcijskih pregledov izvedenih del. Tako so sprva nastali obrazci za pregled kakovosti izvedbe gradbenih del, kot na primer: pregled vgrajene armature, pregled jeklene konstrukcije, izvedba vidnih betonov, ipd. Z napredovanjem del na objektu so bili dodani obrazci za zagotavljanje kakovosti del ostalih izvajalskih skupin, kot npr. pregled izvedbe estrihov, požarnih vrat, suhomontažnih del, tesarskih del, itn.

Na sliki 5-22 je predstavljena priprava predloge kontrolnega seznama za pregled ustrezne izvedbe požarnih vrat.

Predloga kontrolnega seznama: ((PV)) POŽARNA VRATA

Nastavitve Predogled Predloga kontrolnega seznama Prikaži zgodovino

Podatkovna polja

Naslov	Nameščen ustrezen tip požarnih vrat	DA, NE
Podnaslov	Ali obstajajo vidne poškodbe	DA, NE
Tekst	Vrata se gladko odpirajo/zapirajo	DA, NE
Seznam	Vrata se odpirajo v smeri evakuacije	DA, NE
Seznam (izbirna možnost)	Vrata imajo vgrajeno samozapiralo	DA, NE
123 Decimalno število	Svetla širina prehoda je najmanj 0.9m in višine 2.0m	DA, NE
Izračun	Za namestitev uporabljena ustreza negorljiva gasilna pena	DA, NE
123 Celo število	S peno so zapolnjene vse konstrukcijske reže in šivi	DA, NE
Rdeča/rumena/zelena	Nad vrati nameščen pas negorljive izolacije najmanj 30cm preko roba vrat	DA, NE
Datum		

Shrani Prekliči

Slika 5-22: Predloga kontrolnega seznama za pregled požarnih vrat

V podjetju smo videli priložnost za njihovo uporabo tudi v drugačne namene. Poleg 8 inšpekcijskih predlog smo tako pripravili dodatnih 7 predlog za pripravo zapisnikov oz. poročil, kot npr.: zapisnik operativnega sestanka, primopredajni zapisnik, poročilo opravil, zapisnik pregleda izvedenih del, itn.

Na sliki 5-23 je prikazana priprava predloge za zapisnik tedenskega operativnega sestanka.

Predloga kontrolnega seznama: ([ZOP]) ZAPISNIK OPERATIVNEGA SESTANKA | Meeting minutes

Nastavitve Predgled Predloga kontrolnega seznama Podatki kontrolnega seznama Prikaži zgodovino

Naslov

Podnaslov

Tekst

Seznam

Seznam
izbira možnost

123 Decimalno število

Izračun

123 Celo število

Rdeča/rumena/zelena

Datum

Datum in ura

STANJE NA DAN OPERATIVNEGA SESTANKA | CONSTRUCTION PROGRESS

DATUM IN URA | DATE AND TIME

OPIS | DESCRIPTION

DOGOVORJENE ZADOLŽITVE - SPLOŠNO | AGREED RESPONSIBILITIES - GENERAL

ZADOLŽEN | RESPONSIBLE

VSI IZVAJALCI | All con...

OPIS OPRAVILA OZ. DOGOVORA | AGREEMENT OR TASK DESCRIPTION

AKTUALNE ZADOLŽITVE | OPEN RESPONSIBILITIES BY TRADE

SEZNAM VRST DEL | LIST OF PROFESSIONS

1) GRADBENA DELA | C...

Pokaži polja če je vrednost ena od naslednjih

Izberi ...

1) GRAD... X

1) GRADBENA DELA | CONSTRUCTION WORKS - GGD d.d.

DOGOVOR oz. OPRAVILO # GRADBENA dela | AGREEMENT or TASK # CONSTRUCTION works

STATUS PREDHODNIH OPRAVIL | STATUS OF PREVIOUS TASKS

UREJENO | DONE, V TE...

Shrani

Prekliči

Slika 5-23: Predloga zapisnika operativnega sestanka

Ob pripravi vsake izmed novih predlog je bilo poskrbljeno, da so bile le-te dostopne posameznim projektnim ekipam z ustrežno povezavo v delovnem paketu 05.01 Obrazci (glej sliko 5-24).

Povezava delovnega paketa kontrolnega seznama

Iskanje

Vse

00.00 Test Work Package -...

01.01 Gradbena dela [GD]

01.02 Montažna konstrukc...

01.03.01 Strojne inštalacij...

01.03.02 Elektro inštalacije...

01.03.03 Tehnično varovan...

01.03.04 Sprinkler sistem [...]

01.04.01 Obrtniška dela - fi...

01.04.02 Obrtniška dela - i...

01.04.04 Obrtniška dela - o...

01.05.01 Gradbena dela - t...

02.01 Protim - Interna kom...

03.01 Investitor [IN]

04.01 Koordinator VZD

Neimenovan potek dela

05.01 Obrazci

ARHITEKTURA

ARHIV

KOORDINATOR VZD

NADZOR - administracija

STATIKA

+ Dodaj

Uredi

X Odstrani

Iskanje

+ Dodaj filter

↓ Ime

Delovni paket

Potek dela

ZAPISNIK OPERATIVNEGA SESTANKA | Meeting minutes

05.01 Obrazci

NADZOR - administracija

TEHNIČNI PREGLED | Technical Inspection

05.01 Obrazci

NADZOR - administracija

PRIMOPREDAJNI ZAPISNIK | Handover report

05.01 Obrazci

NADZOR - administracija

POROČILO OPRAVIL V FAZI PRIMOPREDAJE | Handover task status

05.01 Obrazci

NADZOR - administracija

KVALITETNI PREGLED IZVEDENIH DEL | Quality Inspection

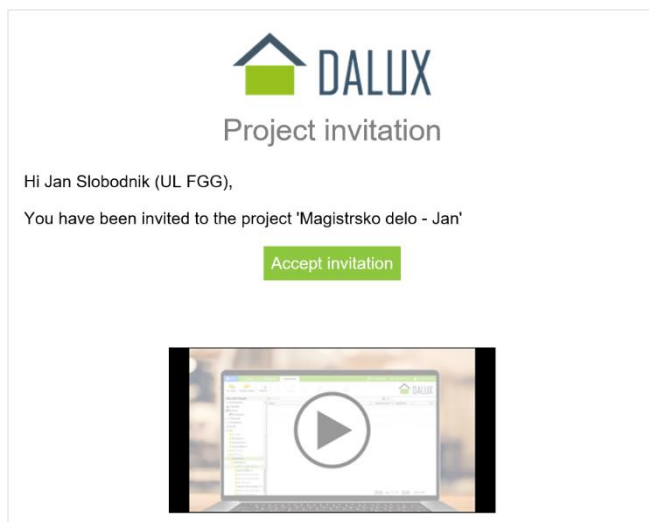
05.01 Obrazci

NADZOR - administracija

Slika 5-24: Povezava kontrolnih seznamov z delovnimi paketi

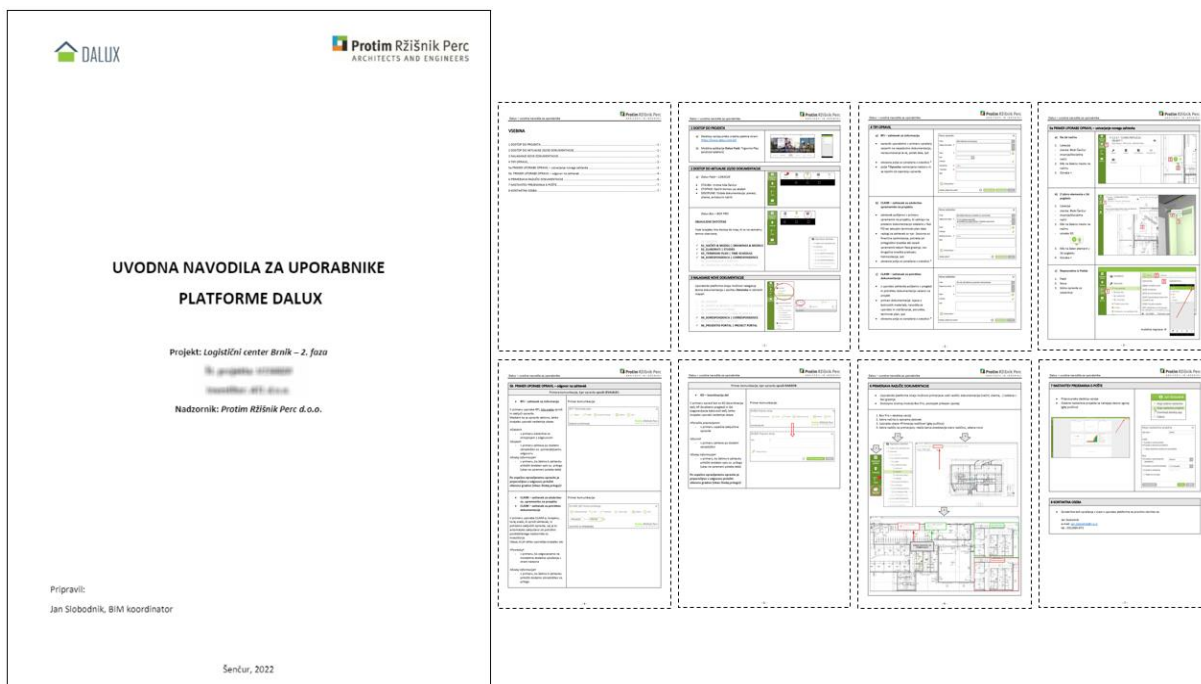
5.7 Delavnice in povabilo udeležencev v projekt

Po uspešni registraciji in vzpostavitvi delovnega okolja so sledile uvodne predstavitvene delavnice za ločene projektne skupine, izvajalce in ostale udeležence na projektu, kjer so bili seznanjeni s pogloblitimi funkcionalnostmi platforme. S povabilom v platformo (glej sliko 5-25), ki so ga med predavanjem prejeli na svoj elektronski naslov, so prejeli osebno uporabniško licenco za dostop in uporabo storitev na projektu.



Slika 5-25: Povabilo v projekt

Za lažje upravljanje platforme je bil za vsak profil novega uporabnika po meri izdelan in predan krajši priročnik z nazorno prikazanimi primeri načinov komuniciranja in upravljanja z dokumentacijo prek namizne oziroma mobilne aplikacije (glej sliko 5-26).



Slika 5-26: Priročnik z navodili za uporabnike

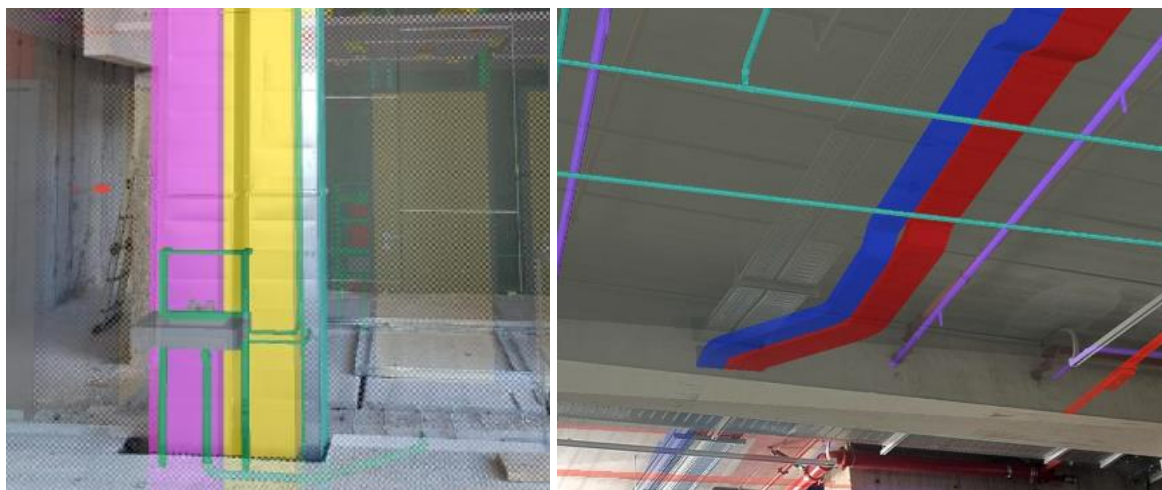
Slika 5-28: Uporaba orodja za merjenje površine na načrtu

5.8.2 Primerjava modela z obstoječim stanjem

Napredna tehnologija programskega orodja Dalux se je izkazala za zelo uporabno v času rednih pregledov izvedenih del, kjer je bilo z integracijo zajetih 360-stopinjskih posnetkov obstoječega stanja in združenega BIM-modela mogoče istočasno primerjati razlike med izvedenim in načrtovanim stanjem (glej sliko 5-29). V sklopu modula Dalux Field je bila na mobilnih napravah oz. tablicah z aktivacijo AR aplikacije z ustreznim geopozicioniranjem in usmeritvijo v prostoru dodatno omogočena uporaba razširjene resničnosti (glej sliko 5-30). V primeru kakršnih koli odstopanj je bilo možno posnete slike z dodatno opremljeni oznakami neposredno priložiti kot prilogo v aktivna opravila oz. obrazce pregleda kvalitete posameznih del.



Slika 5-29: Istočasna primerjava obstoječega stanja s 3D BIM modelom



Slika 5-30: Uporaba razširjene resničnosti v fazi kvalitetnega pregleda

5.8.3 Posodabljanje BIM modela s pomočjo podprtega BCF formata

V celotnem postopku gradnje so bile pridobljene številne pomembne informacije, ki jih je bilo potrebno zajeti v čim večji meri. V ta namen so projektanti vnašali vse projektne spremembe v BIM-modele in v analize, v kolikor so se le-te nanašale na spremembe projektnih rešitev, ki so lahko istočasno vplivale na končni obračun izvedenih del.

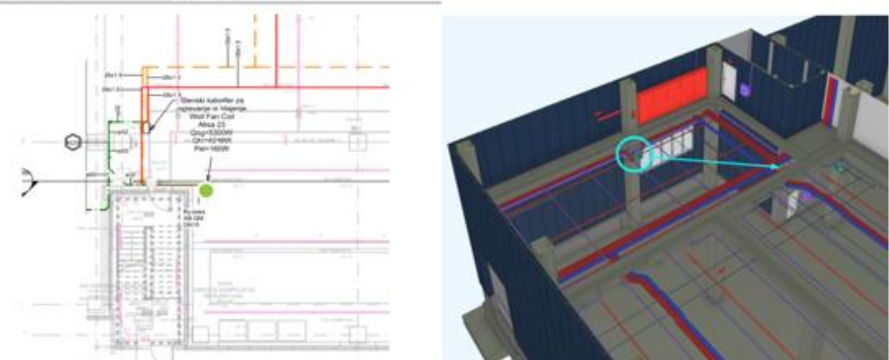
Za medsebojno komunikacijo o spremembah, vezanih na 3D-elemente modelov, so bila znotraj Daluxa generirana opravila s pripadajočim opisom 3D-elementa, slikovnim gradivom, zajetim pogledom, ustreznim komentarjem in dodelitvijo odgovorne osebe za razrešitev opravila. V vnaprej dogovorjenih intervalih so se opravila izvozila v obliki odprtokodnega zapisa BCF in razposlala odgovornim projektantom. Ti so s pomočjo vtičnika »BCF Manager« v ustreznem modelu Revit odprli dodeljena opravila, vnesli spremembe in informacijo posredovali skrbniku projekta v pregled.

V primeru ustreznosti in potrditve opravila je bila na platformo odložena posodobljena verzija modela. Postopek od generiranja opravila in vse do razrešitve je na praktičnem primeru prikazan na slikah 5-31 in 5-32.

[BIM]1 Zamik kaloriferja
BIM model

Protim Ržišnik Perc
ARCHITECTS AND ENGINEERS

Projekt	Logistični center Brnik - 2.faza	Delovni paket	02.01 Protim - interno
Št. projekta	V156820	Potek dela	[BIM] PROTIM
Stavba	Cargo - 2.faza	Datum ustvarjanja	10. dec. 2022, 08:16
Stopnja	Pritličje	Ustvaril	Jan Slobodnik, Protim Ržišnik Perc d.o.o.
Načrt	OH-2 - TLORIS PRITLIČJA - OBJEKT IV*	Namestnik za	
Prostor	SKLADIŠČE IV/P/3	Odgovorna oseba	
Programski sklop	IV*		
PODROČJE	STROJNE INŠTALACIJE		

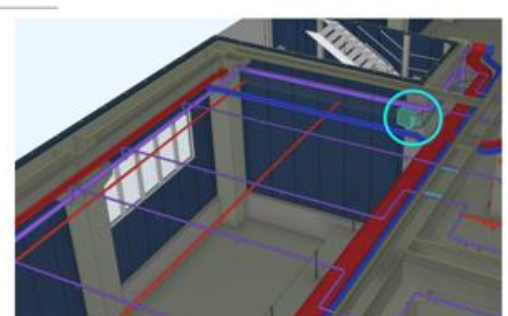


Slika 5-31: Opravilo v poteku dela BIM – Protim

[BIM]1 Zamik kaloriferja
BIM model

Protim Ržišnik Perc
ARCHITECTS AND ENGINEERS

Projekt	Logistični center Brnik - 2.faza	Delovni paket	02.01 Protim - interno
Št. projekta	V156820	Potek dela	[BIM] PROTIM
Stavba	Cargo - 2.faza	Datum ustvarjanja	10. dec. 2022, 08:16
Stopnja	Pritličje	Ustvaril	Jan Slobodnik, Protim Ržišnik Perc d.o.o.
Načrt	OH-2 - TLORIS PRITLIČJA - OBJEKT IV*	Namestnik za	
Prostor	SKLADIŠČE IV/P/3	Odgovorna oseba	Jan Slobodnik, Protim Ržišnik Perc d.o.o.
Programski sklop	IV*		
PODROČJE	STROJNE INŠTALACIJE		



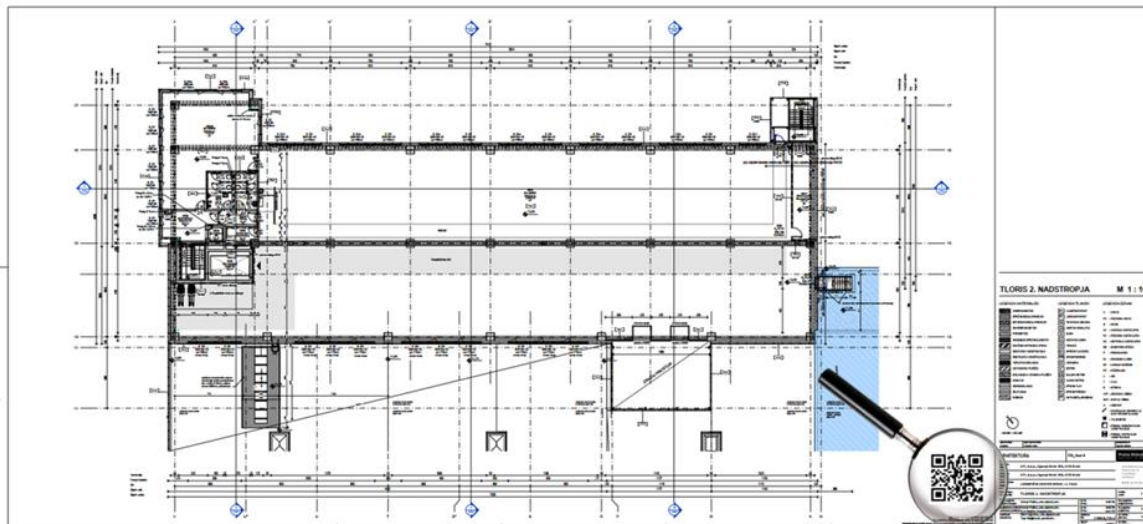
19. dec. 2022, 20:16
Odobril ProtimRžišnik Perc d.o.o.

Posodobil:	Jan Slobodnik, Protim Ržišnik Perc d.o.o.
Opomba:	Kalorifer ustrezno zamaknjen.

Slika 5-32: Potrditev uspešno opravljenega opravila

5.8.4 Uporaba QR-kod na gradbišču

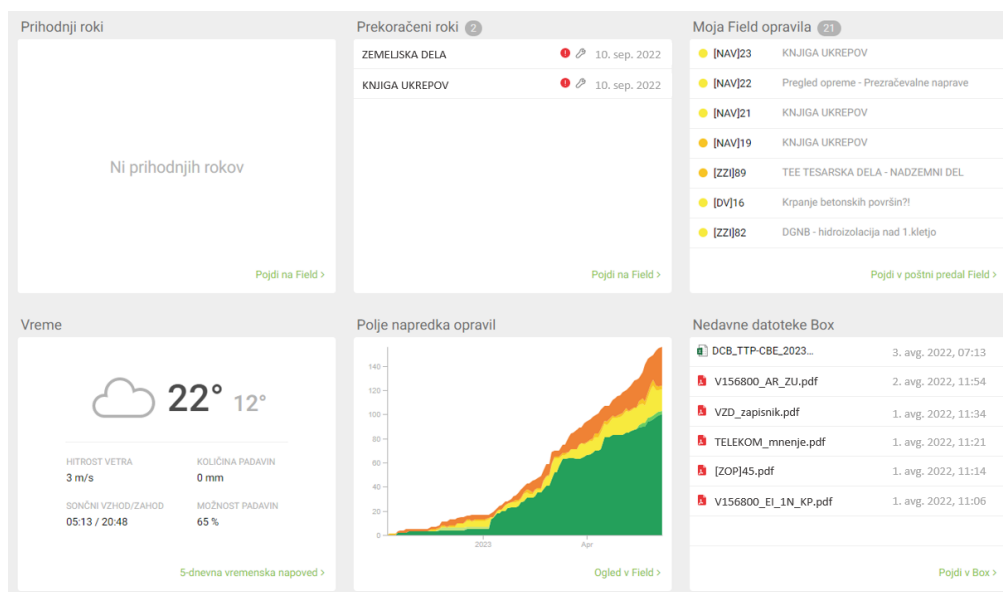
Vsak načrt, ki je bil predan na gradbišče v tiskani obliki, je vseboval avtomatsko generirano QR-kodo (glej sliko 5-33), s pomočjo katere je bil z enostavnim skeniranjem kode prek mobilne aplikacije vodjem del in nadzornikom omogočen nadzor nad ažurnostjo dokumentacije na terenu.



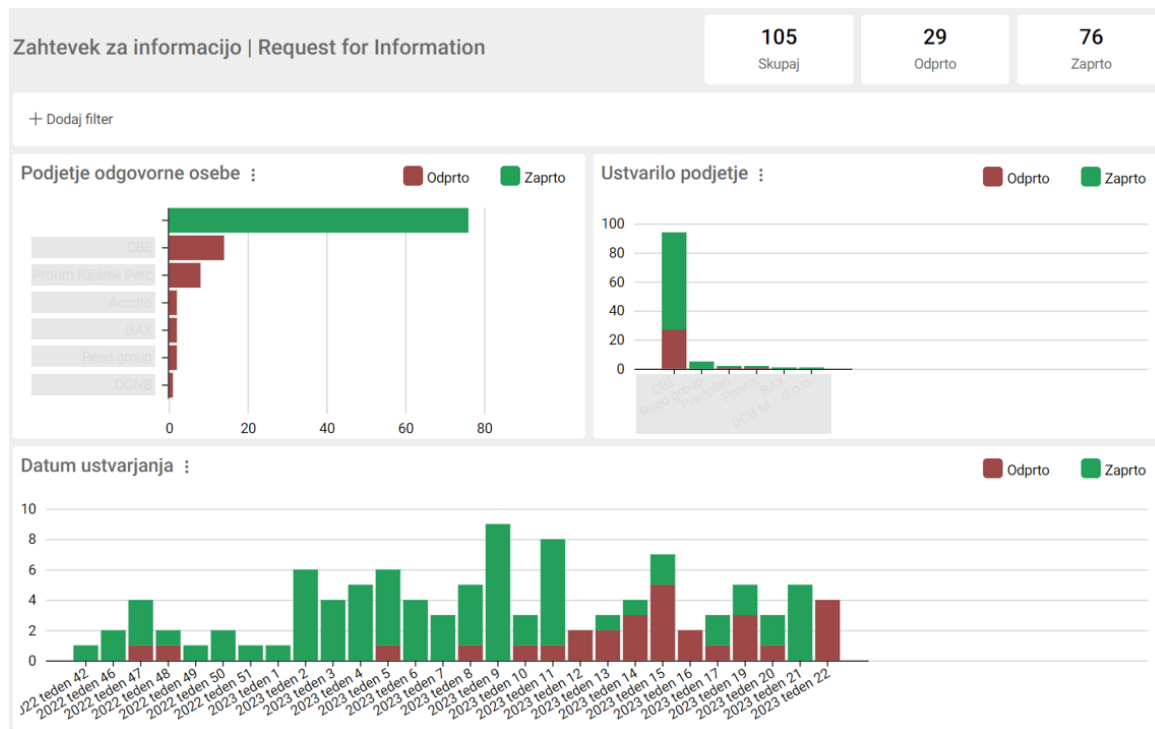
Slika 5-33: Primer QR kode na natisnjem načrtu

5.8.5 Poglobljena analitika in profil podjetja

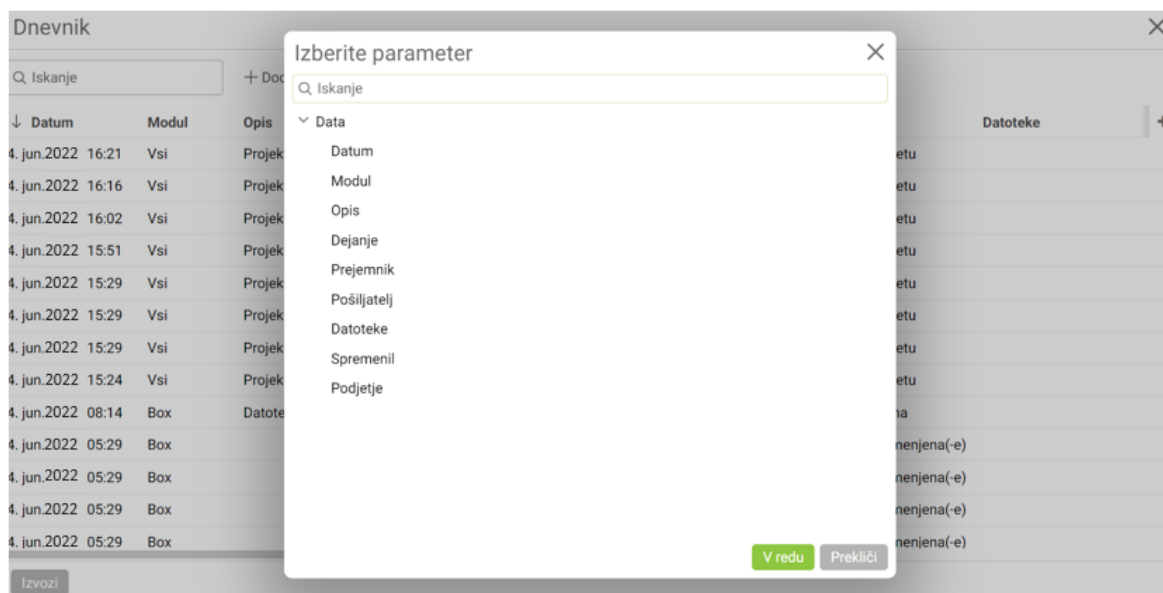
Uporaba platforme CDE je vsem udeležencem glede na njihovo vlogo na gradbenem projektu (npr. naročnik, arhitekt, inženir, koordinator, izvajalec, itd.) omogočila pregled nad aktualnim stanjem s pomočjo programsko vodene poglobljene analitike v obliki glavne nadzorne plošče (glej sliko 5-34), nadzorne plošče v sklopu modula Dalux Field (glej sliko 5-35) in za administratorje dodatno dostopnega dnevnika dejavnosti (glej sliko 5-36), kjer je vodena dnevna evidenca aktivnosti (npr. odprtje projekta v spletu, sprememba datotek, prenos datotek, opomba za opravilo, itd.) uporabnikov platforme.



Slika 5-34: Glavna nadzorna plošča programskega orodja Dalux

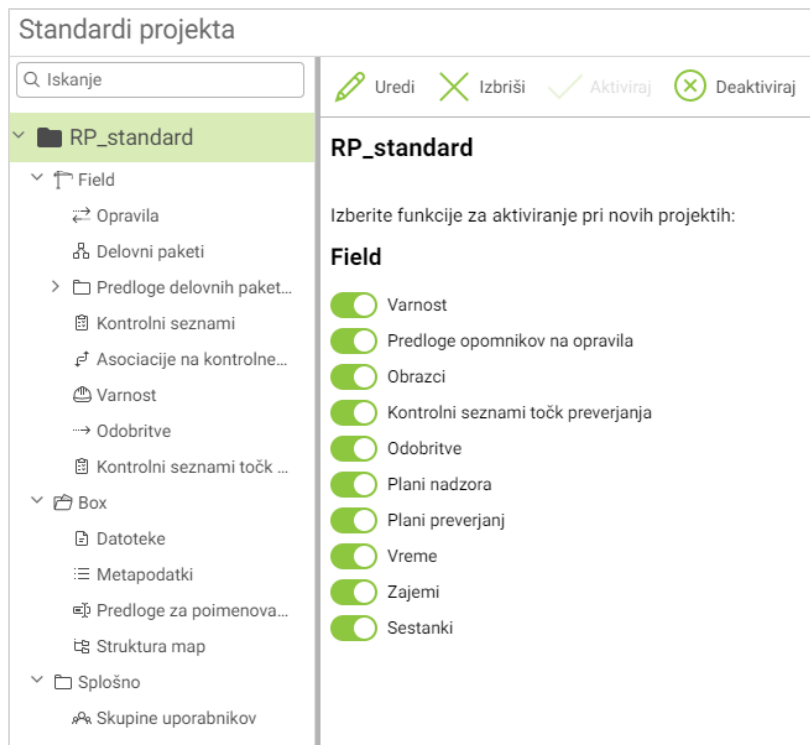


Slika 5-35: Nadzorna plošča v sklopu modula Dalux Field



Slika 5-36: Dnevnik dejavnosti uporabnikov platforme

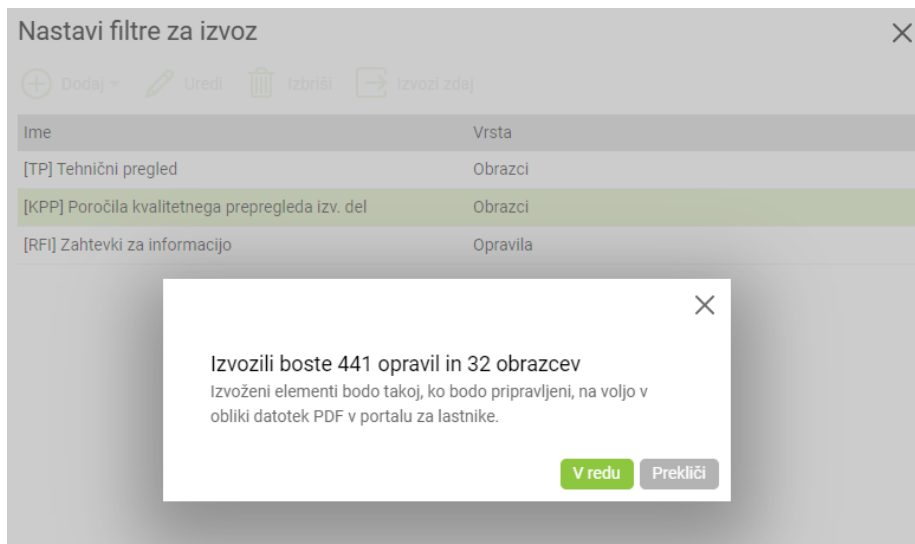
V profilu podjetja sem lahko kot skrbnik projekta iz ustvarjenih predlog dokumentnega sistema, opravi, obrazcev in vzorcev komuniciranja za potrebe koordinacije in nadzora gradnje, ustvaril bazo projektnih standardov, ki bodo služili kot osnova pri bodočih aktivnostih na platformi (glej sliko 5-37).



Slika 5-37: Standard projekta znotraj orodja modula »Profil podjetja«

5.8.6 Dokumentiranje stanja projekta

Na željo naročnika je bil s pomočjo prednastavljenih filtrov na mesečni ravni opravljen izvoz aktualnih opravil, obrazcev ter korespondence v obliki datotek PDF. Na sliki 5-38 je prikazan primer izvoza dokumentacije v času kvalitetnih pregledov in primopredaje objekta.



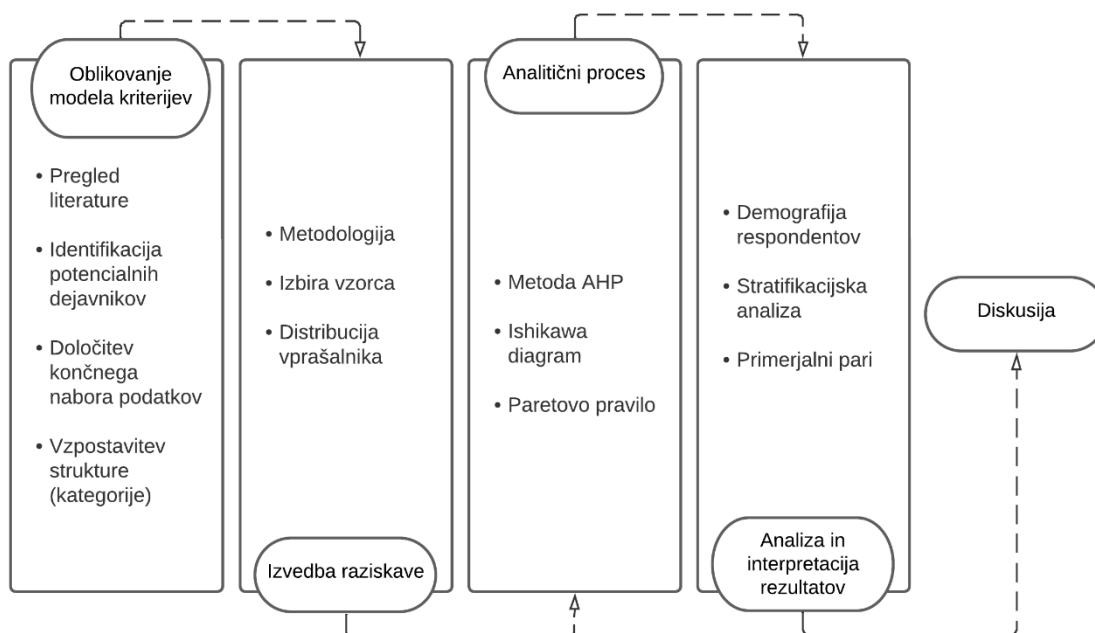
Slika 5-38: Primer izvoza dokumentacije v portalu za lastnike

6 RAZISKAVA O IZZIVIH IN OVIRAH PRI IMPLEMENTACIJI CDE

Björk [49] je za raziskave informacijske tehnologije v gradbeništvu ugotovil, da raziskovalce na splošno zanima razvoj orodij, ki spreminjajo realnost, namesto da bi preučevali realnost, kakršna je, ne da bi nanjo vplivali. Da bi torej razumeli skupno podatkovno okolje, je treba poleg tehnologije upoštevati tudi in zlasti človeški dejavnik, ki ga bo poganjal.

Glavni cilj naše raziskave je bil oblikovati model vrednotenja potencialnih ovir in izzivov, s katerimi se srečujejo končni uporabniki pri upravljanju informacij v fazi gradnje.

Raziskava, predstavljena v tem poglavju, je temeljila na štirih glavnih sklopih. Zaporedje posameznih sklopov raziskave in njihova okvirna vsebina so prikazani na sliki 6-1.



Slika 6-1: Diagram poteka raziskave

6.1 Oblikovanje modela kriterijev

6.1.1 Pregled literature

V okviru začetne faze je bila za oblikovanje modela vrednotenja kriterijev sprva izvedena obsežna raziskava literature o ovirah in izzivih implementacije CDE-tehnologije, s katerimi se srečujejo ljudje na področju gradbeništvu. Pri pregledu literature smo zasledili, da v slovenskem gradbenem sektorju še ni bilo izvedene študije podobnega tipa, zato smo območje raziskave razširili na globalen nivo. S tem smo zadostili potrebam po količini in raznolikosti dejavnikov za kakovostno raziskavo.

6.1.2 Identifikacija in določitev nabora dejavnikov

Pri sestavljanju nabora dejavnikov se nismo osredotočili le na največkrat izpostavljene, vendar smo iskali čim večjo raznolikost odgovorov. V primeru, kjer se je enak dejavnik pojavil v več publikacijah, smo kot vir navedli publikacijo novejšje izdaje. Na podlagi študije literature je bilo skupno identificiranih 25 raznolikih dejavnikov, zbranih iz raziskav opravljenih v 9 različnih državah, predstavljeni so v preglednici 6-1.

Preglednica 6-1: Izzivi in ovire pri implementaciji CDE v izbranih državah

Država	Leto	Vir/Avtor	Dejavnik
Estonija	2019	Ulah, K., Lill, L., Witt, E. [50]	1. Pomanjkanje ustreznih veščin končnih uporabnikov pri upravljanju s podatki na CDE platformah, ustvarjenih s pomočjo naprednih BIM orodij
Katar	2019	Mohammed, A., Hasnain, S.A., Quadir, A. [51]	2. Nizka raven ozaveščenosti o prednostih uporabe BIM/CDE tehnologije
Kazahstan	2020	Aitbayeva, D., Hossain, M.A. [52]	3. Pomanjkanje strokovnjakov za CDE/BIM tehnologijo
Kitajska	2021	Wu, P.; Jin, R.; Xu, Y. [53]	4. Nepripravljenost podjetij do sprememb in uvajanja novih tehnologij
	2019	Chan, D.W., Olawumi, T.O., Ho, A.M. [54]	5. Strah podjetnikov pred visokim tveganjem vlaganja v BIM/CDE tehnologijo
	2018	Ma, Z., Zhang, D., Li, J. [55]	6. Brez finančne podpore za podjetja (subvencije ipd.)
	2016	Hu, Z.-Z., Zhang, X.-Y., Wang, H.-W. [56]	7. Na trgu ni na voljo univerzalne CDE platforme, ki bi zajemala vse funkcije potrebne za učinkovito delo
	2008	Yan, H., Damian, P. [57]	8. Kljub vzpostavitvi CDE okolja, je še vedno uporabljenih preveč drugih načinov komunikacije (e-mail, klici, sporočila,...)
Velika Britanija	2017	Beach, T., Petri, I., Rezgui, I. [58]	9. Nekatera orodja za sodelovanje, uporabljena v industriji, niso združljiva z odprtimi formati BIM, kot sta IFC in BCF
	2013	Eadie R., Browne, M., Odeyinka, H. [59]	10. Programska oprema samo v tujem jeziku
	2021	Podjetje i3PT in CIOB inštitut [60]	11. Pomisleki glede zasebnosti in varnosti podatkov, ki se delijo na CDE platformah v oblaku
	2015	Ganah, A., John, G.A. [61]	12. Ni standardnega pogodbenega dokumenta, ki bi lahko pomagal vzpostaviti soglasje o razporeditvi tveganj in reševanju morebitnih sporov v primeru neupoštevanja sklenjenih dogovorov
	2017	Comiskey, D., McKane, M., Jaffrey, A. [62]	13. Udeleženci niso pogodbeno zavezani k uporabi platforme in hkrati ne nosijo odškodninske odgovornosti
Nemčija	2018	Oesterreich, T.D., Teutberg, F. [63]	14. Pomanjkanje kulture, skupne vizije in pripadnosti zaposlenih v podjetjih
Nigerija	2020	Olanrewaju, O.I., Chileshe, N., Babarinde, S.A. [64]	15. Programska oprema ni prijazna uporabniku
Irak	2020	Mahdi, M.M, Mawlood, D.K. [65]	16. Visoki stroški najema programske opreme
Pakistan	2020	Farooq, U, Rehman, S.K.U., Javed, M.F. [66]	17. Visoki stroški usposabljanja zaposlenih
			18. Trenutno primanjkuje količinsko opredeljenih (izmerjenih) dokazov o dejanski koristi uporabe CDE/BIM tehnologij s stroškovnega vidika
			19. Nizki stroški gradbene dokumentacije v papirni obliki
			20. Nezadostna zavezanost vodstva pri implementaciji novih tehnologij
			21. Zastarela infrastruktura v podjetjih (računalniška, strojna oprema)
			22. Pomanjkanje jasnih smernic in standardov za vzpostavitev sodelovalnega BIM okolja
			23. Ni zakonskih predpisov, ki bi podpirali uporabo CDE, kot to že velja v nekaterih tujih državah za javne projekte v BIM
			24. Pomanjkanje povpraševanja naročnikov ali izvajalskih podjetij za uporabo CDE/BIM tehnologij na projektih
			25. Uporaba novih tehnologij zahteva korenite spremembe trenutnega poteka dela in uveljavljenih praks

6.1.3 Vzpostavitev strukture

Za učinkovito iskanje in ugotavljanje narave posameznih ovir in izzivov, je bil v procesu uporabljen t.i. 5M-okvir, v skladu s katerim se večina težav in napak običajno koncentrira v petih kategorijah: ljudje (delovna sila, *angl. manpower*), metoda (*angl. method*), oprema (*angl. machines*), material (*angl. materials*) in upravljanje (*angl. management*). Primer obsega vsake kategorije je predstavljen na prevzeti sliki 6-1.

5M struktura				
Ljudje	Metoda	Oprema	Material	Upravljanje
• Kvalifikacije • Navade • Zadovoljstvo • Pripravnštvo • Dobro počutje	• Procesi • Navodila • Odgovornosti • Specifikacije • Standardi	• Licence • Življenjska doba • Sodobnost • Varnost • Učinkovitost	• Surovi materiali • Sredstva • Polizdelki	• Organizacijska struktura • Organizacija dela • Delovni pogoji

Prevzeta slika 6-1: Primer 5M-strukture [67]

Pri uporabi 5M-okvira je potrebno upoštevati, da je delitev vzrokov na posamezne kategorije lahko prilagodljiva, saj je precej odvisno od problema in značilnosti preučevanega področja. Dostikrat obstajajo vzroki, ki jih je težko kategorizirati, kot so na primer okoljski ali finančni, zato je mogoče okvir razširiti, velja pa splošno priporočilo, da ne presežemo več kot osem kategorij [68].

6.2 Izvedba raziskave

S pomočjo pridobljenih informacij pri pregledu in študiji tuje literature je bila v okviru raziskovalne naloge oblikovana in izvedena raziskava za potrebe lastne analize. Na podlagi rezultatov smo želeli preveriti, ali je razmah uporabe tehnologije CDE v gradbenem sektorju vplival tudi na podjetja, v katerem so zaposleni izbrani kandidati.

6.2.1 Metodologija

Za pridobitev teh informacij je bil izbran pristop spletne ankete. Gre za najpreprostejši in najhitrejši način zbiranja informacij, ne da bi pretirano obremenjeval precej zaposleno visoko usposobljeno osebje [69]. Pomembno je bilo, da je bil vprašalnik čim bolj izčrpen in hkrati zadosti strnjen, da je čim bolj skrajšal čas izpolnjevanja. Za izvedbo ankete je bila uporabljena slovenska odprtokodna spletna aplikacija 1KA. Vprašalnik je priložen v prilogi A.

6.2.2 Izbira vzorca

Odločili smo se, da se v sklopu raziskave usmerimo na ciljno skupino kandidatov namesto da bi jo objavili javno. Uporabljen je bil eden izmed selektivnih pristopov, ki se pogosto uporablja v vzorčenju manjše populacije znanih posameznikov, in sicer metoda snežne kepe. K izpolnitvi anketnega vprašalnika je bilo tako skupno povabljenih 50 kandidatov, izbranih na podlagi posebnih meril, t.j. kandidati so bili neposredno vključeni v referenčni gradbeni projekt ali pa so nam znani strokovnjaki, zaposleni v projektivi oz. gradbeni operativi.

6.2.3 Distribucija vprašalnika

Vsakemu kandidatu je bilo poslano elektronsko sporočilo, ki je vsebovalo uvod, kjer je bil predstavljen kontekst raziskave, njeni cilji, obseg in časovni okvir. Na koncu je bila priložena povezava do ankete z vključeno razlago postopka, kontaktnimi podatki v primeru dodatnih vprašanj ter prošnjo, da k sodelovanju povabijo tudi svoje bližje sodelavce iz stroke. Vsebina je bila pripravljena dvojezično, saj je bil del kandidatov iz tujih držav. Sledilo je sistematično vrednotenje identificiranih dejavnikov z uporabo kvantitativne metode odločanja, tj. analitičnega hierarhičnega procesa.

6.3 Analitični proces

6.3.1 Metoda AHP

Za proučevanje povezav med posameznimi dejavniki smo uporabili metodo analitičnega hierarhičnega procesa (kratko AHP), ki jo je v sedemdesetih letih 20. stoletja razvil ameriški znanstvenik Thomas L. Saaty in še danes velja za eno najbolj priljubljenih metod večparameterskega odločanja, s katero pretvorimo preferenčno relacijo v funkcijo koristnosti [70].

Metoda izhaja iz dejstva, da čeprav obstaja več meril, teža vsakega merila ni nujno enaka. Komponent modela torej ne zajema neposredno, temveč uporablja način primerjave po parih. Takšen pristop zagovarjajo tudi psihologi, ki v svojih poročilih trdijo, da je lažje in bolj natančno izraziti svoje mnenje samo o dveh alternativah kot o vseh hkrati [71].

Ena od najpomembnejših značilnosti AHP-metodologije je ocenjevanje meril in alternativ na isti prednostni lestvici. Presoja je relativna vrednost oz. količnik dveh količin a in b , ki imata enake enote (npr. intenzivnost, metri, uporabnost itd.). Rezultati parnih primerjav za n lastnosti so urejeni v pozitivno recipročno matriko $n \times n$ (1) na naslednji način [72]:

$$S = \begin{bmatrix} 1 & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ 1/s_{12} & 1 & \dots & s_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/s_{1n} & 1/s_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Zaradi parnih primerjav AHP-metoda istočasno potrebuje razmernostne lestvice [70]. Vsa merila oz. atributi so v raziskavah največkrat zreducirani na skupno mero z uporabo prvotne linearne Saaty-jeve lestvice od 1 do 9, vendar kljub temu, da raziskovalci predlagajo tudi njene različice [73], do sedaj še ni bilo oblikovanega priročnika, ki bi favoriziral izbiro lestvice med ostalimi alternativami. Dejstvo je, da se s povečanjem števila meril na lestvici zmanjša napaka zaokroževanja rezultatov, vendar to lahko pri anketirancih povzroči utrujenost in kognitivno disonanco [74].

V obravnavani nalogi smo se odločili, da za izvedbo raziskave zadostuje sprejetje 3-stopenjske lestvice: 1- enakovrednost obeh kategorij, 2- nadrejenost prve kategorije nad drugo, 0.5 - podrejenost prve kategorije pred drugo. Analize so temeljile na povprečnih vrednostih iz ocen, ki so jih dodelili posamezni anketiranci. Gre za poenostavljen pristop, ki pa se je v preteklosti tujini že izkazal za uspešnega, npr. pri študiji vpliva spola na veščine kliničnega pregleda študentov medicine [75].

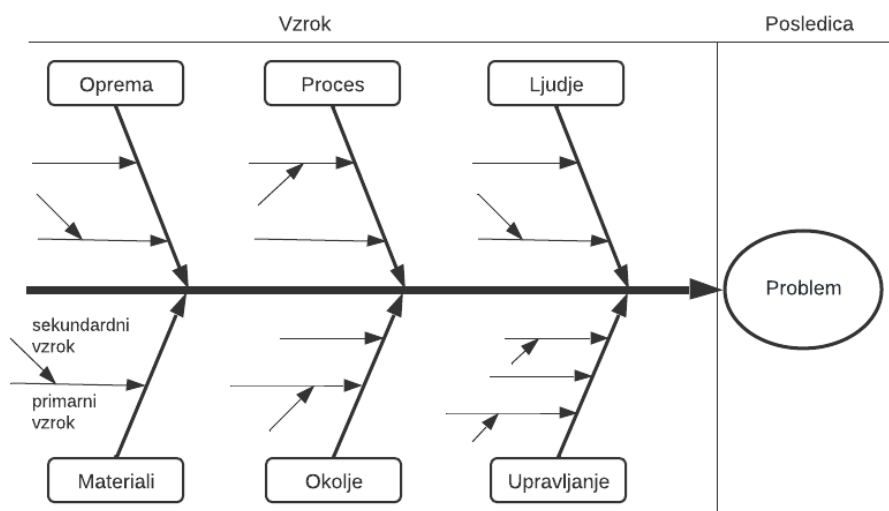
Pri analizi rezultatov smo bili pozorni tudi na konsistentnost odgovorov anketirancev v matrikah primerjav. Po mnenju Thomasa L. Saatyja mora biti razmerje skladnosti, ki meri odstopanje od doslednosti odgovorov, manjše ali enako 0.1 [76].

Kljub temu, da spletna aplikacija 1KA združuje podporo za urejanje in analizo podatkov ter parapodatkov, smo za potrebe napredne statistične analize uporabili dodatno programsko orodje AHP (*angl. Analytic Hierarchy Process*) kanadskega podjetja SpiceLogic Inc.

6.3.2 Ishikawa diagram

Koncept vzročno-posledičnega diagrama, znanega tudi pod imenom diagram »ribje kosti« ali Ishikawa diagram, je v šestdesetih letih razvil Kaoru Ishikawa, japonski profesor in velik inovator na področju upravljanja in vzdrževanja kakovosti. Metodo lahko opišemo kot diagramski pristop za proučevanje vseh možnih vzrokov problema znotraj različnih kategorij. Gre za zelo koristno orodje, ki ekipi omogoča, da se osredotoči in usmerja pozornost v vzroke problema in ne v njihove simptome.

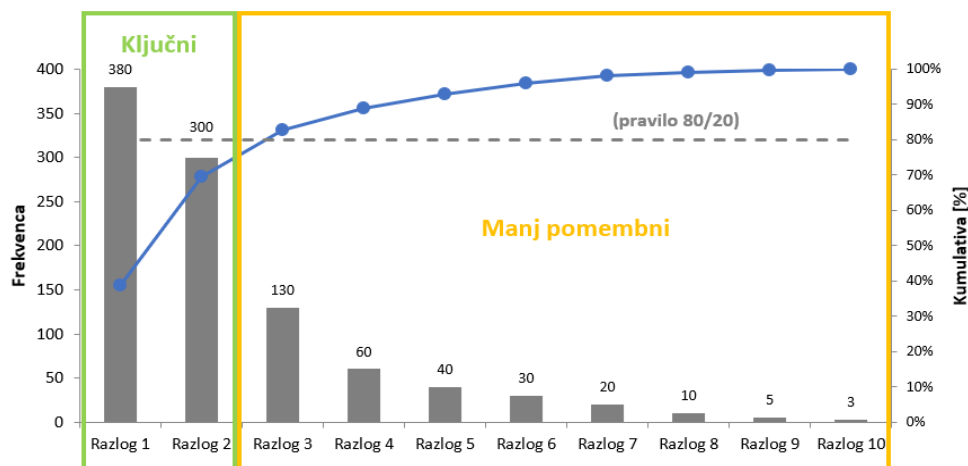
Postopek izdelave ribjega diagrama se začne z zapisom osnovnega problema. Pomembno je, da je le-ta jasno opredeljen, da se zagotovi čim večja učinkovitost postopka. Zapis problema je postavljen na konec diagrama in tako predstavlja ribjo glavo, medtem ko vzroki oz. dejavniki, navedeni diagonalno okoli ribje hrbtenice, predstavljajo njene kosti. Priporočljivo je, da se pridobi čim večje število potencialnih vzrokov, saj vzroki, ki se lahko izkažejo za najbolj poglobitve, niso nujno najbolj očitni. Primer diagrama z razčlenitvijo na širše vzroke prikazuje prevzeta slika 6-2.



Prevzeta slika 6-2: Primer diagrama ribje kosti [77]

6.3.3 Paretovo pravilo

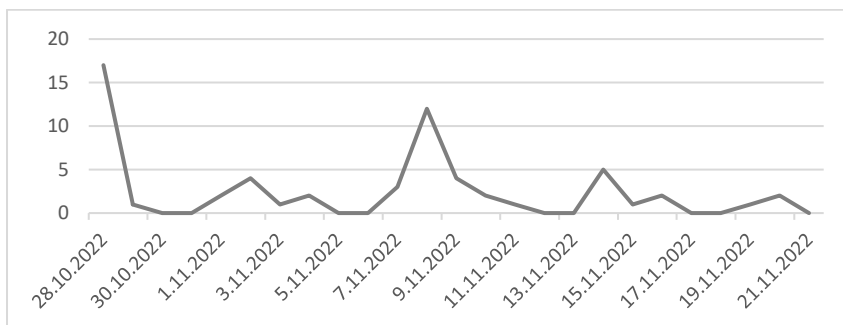
Za razvrstitev identificiranih dejavnikov po pomembnosti je bila uporabljena t.i. Pareto analiza. Gre za tehniko, ki pomaga pri osredotočenju na tiste probleme, ki bodo ob rešitvi imeli največji vpliv. Načelo Pareto temelji na pravilu 80/20, ki pravi, da je 80% negativnih vplivov posledica 20% vzrokov. Rezultati analize so prikazani s pomočjo Pareto diagrama, t.i. statistične karte (glej grafikon 6-1), ki vzroke oz. težave razvrsti po padajočem vrstnem redu njihove pogostosti (graf v obliki stolpičnega diagrama) in kumulativnega vpliva (Lorenzova krivulja).



Grafikon 6-1: Primer Pareto diagrama

6.4 Analiza in interpretacija rezultatov

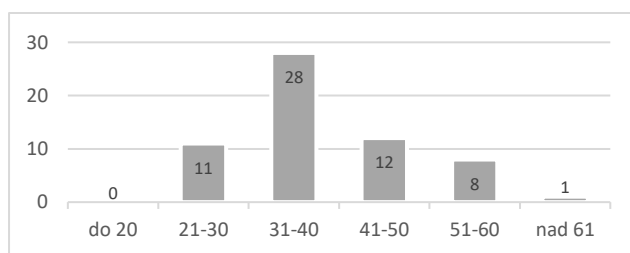
Vabilo k sodelovanju v anketi je bilo 28. 10. 2022 neposredno poslano 50 kandidatom, ki so na podlagi priložene prošnje dodatno posredovali anketo svojim bližjim sodelavcem. Od vseh povabljenih kandidatov jih je do 12. 11. 2022 skupno odgovorilo 70, od tega 60 v celoti in 10 delno. Največ vprašalnikov je bilo izpolnjenih istega dne (17) oziroma 11 dni kasneje (12), ko je bil vsem kandidatom prek e-maila poslan prijazen opomnik pred iztekom ankete dne 20. 11. 2023. Časovni razpored izpolnjenih vprašalnikov po dnevih prikazuje grafikon 6-2.



Grafikon 6-2: Število izpolnjenih vprašalnikov po dnevih

6.4.1 Podatki o respondentih

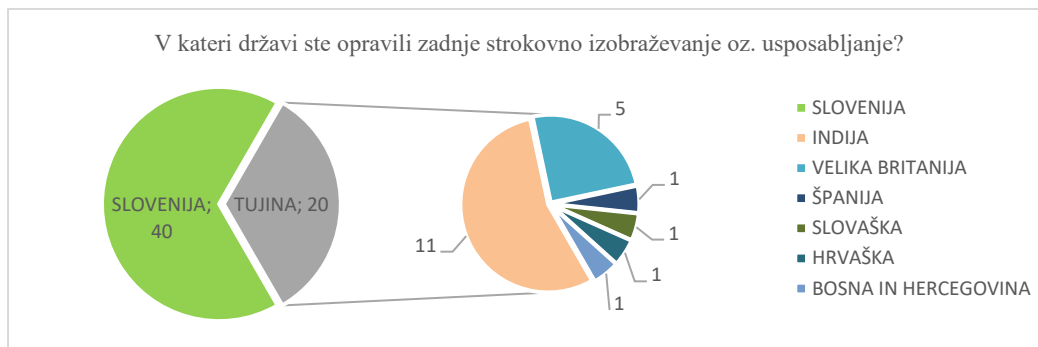
Med respondenti jih največ pripada starostni skupini 31-40 let (28), sledijo osebe, stare od 41-50 let (12) in 21-30 let (11). Le ena oseba je starejša od 60 let, mlajšega predstavnika od 21 let ni bilo (glej grafikon 6-3).



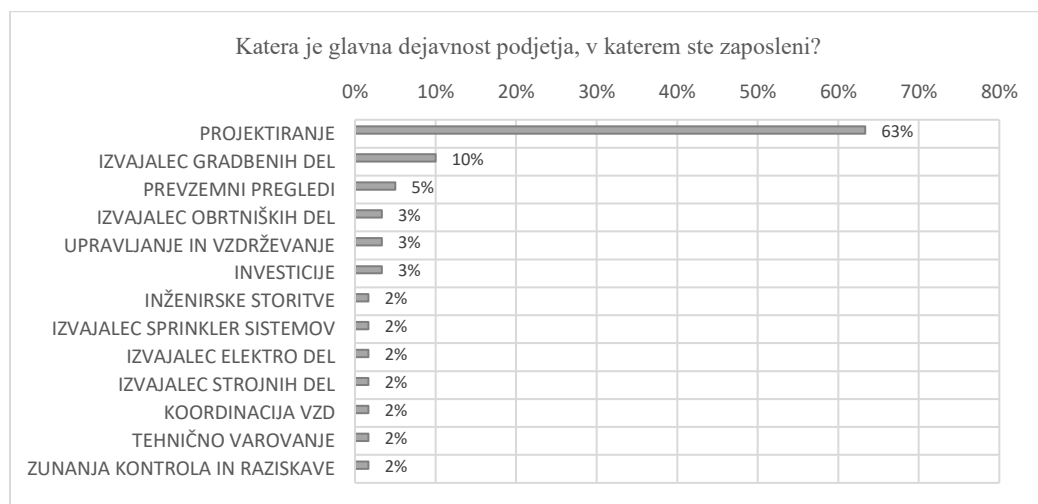
Grafikon 6-3: Starostne skupine anketirancev

Od vseh respondentov jih je 67% opravilo zadnje strokovno izobraževanje oz. usposabljanje v Sloveniji (40), ostalih 33% je v največji meri zaključilo izobraževanje v Indiji (11) ter Veliki Britaniji (5). V ostalih tujih državah, kot so Španija, Slovaška, Hrvaška ter Bosna in Hercegovina, je šolanje zaključil po 1 respondent (glej grafikon 6-4).

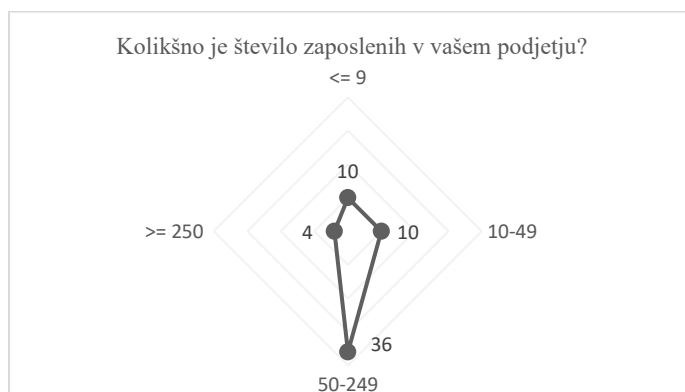
Najbolj zastopana dejavnost podjetij, v katerih so zaposleni respondenti, je s 63% projektiranje, ostale dejavnosti vključujejo izvajanje gradbenih del (10%), prevzemne preglede (5%), investicije (3%), tehnično varovanje (2%), itn. (glej grafikon 6-5).



Grafikon 6-4: Država zadnjega strokovnega izobraževanja



Grafikon 6-5: Glavna dejavnost podjetja

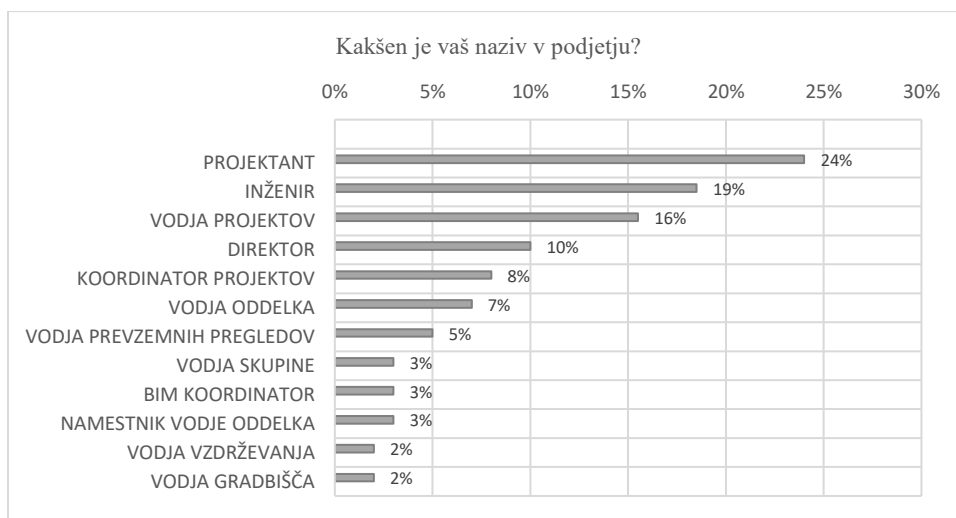


Grafikon 6-6: Število zaposlenih v podjetjih

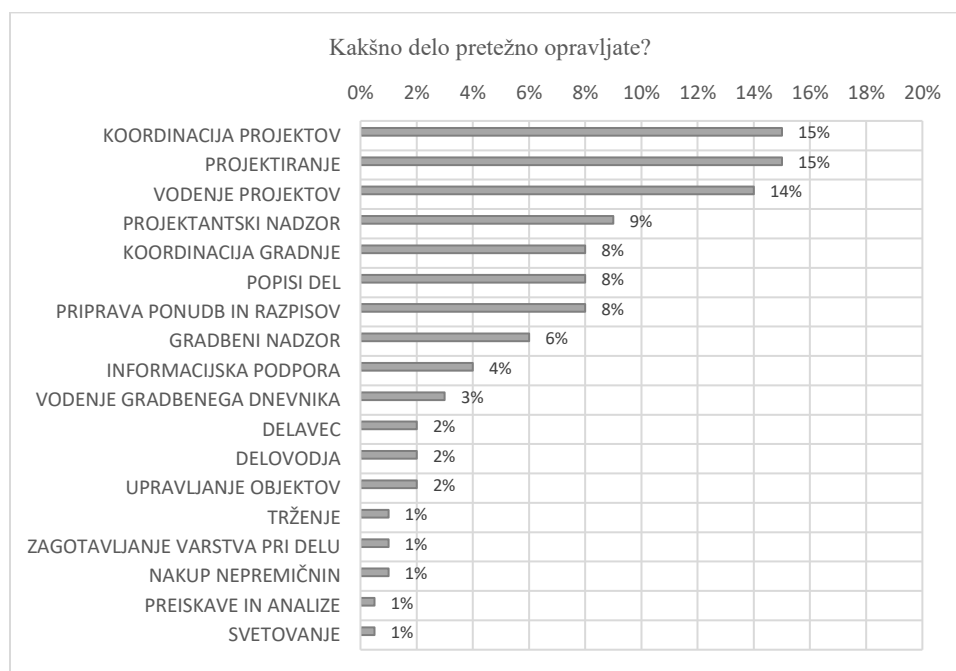
Največji delež respondentov (60%) je, glede na klasifikacijo slovenske zakonodaje, zaposlenih v srednje velikih podjetjih z od 50-249 oseb (36), po 10 respondentov je zaposlenih v majhnih oziroma mikro podjetjih, 4 predstavniki prihajajo iz velikih podjetij, ki zaposlujejo minimalno 250 oseb (glej grafikon 6-6).

Rezultati so pokazali, da večina respondentov (59%) v svojih podjetjih opravlja funkcijo projektanta inženirja oziroma vodje projektov (glej grafikon 6-7), najmanj sta zastopani funkciji vodje vzdrževanja oz. vodje gradbišča (po 2%).

Respondenti pri svojem delu pretežno opravljajo vsaj 18 različnih dejavnosti (glej grafikon 6-8), vse od koordinacije projektov in projektiranja (po 15%), do trženja, analiz in preiskav ter svetovanja naročnikom na različnih področjih delovanja (po 1%).



Grafikon 6-7: Naziv respondentov v podjetjih



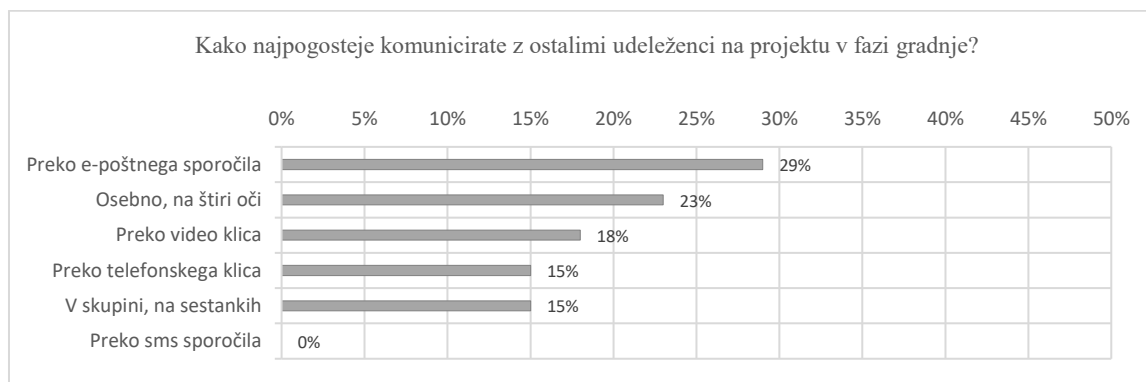
Grafikon 6-8: Pretežno delo respondentov v podjetju, v katerem so zaposleni

6.4.2 Informacijsko-komunikacijska tehnologija podjetja

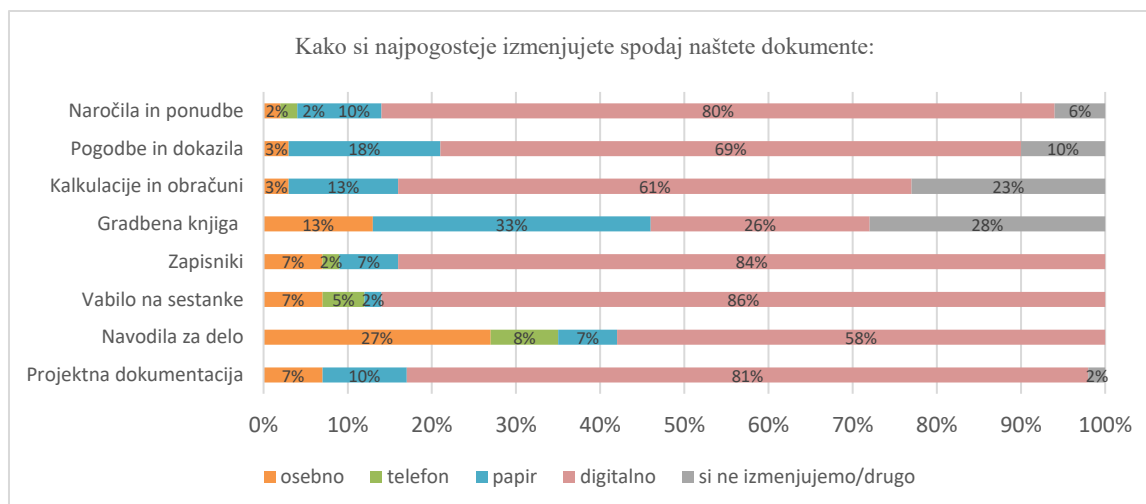
Drugi sklop anketnega vprašalnika je zajemal vprašanja, vezana na uporabo informacijsko-komunikacijskih tehnologij oz. naprav v fazi gradnje. Kot je možno razbrati iz rezultatov, prikazanih v grafikonu 6-9, večina respondentov v skoraj tretjini primerov (29%) komunicira z ostalimi udeleženci projekta prek e-pošte. Velik del komunikacije (23%) prevzamejo osebni operativni sestanki v živo na gradbišču oz. na sedežu podjetij, nekaj manjši delež (15%) odpade na skupinske koordinacijske sestanke, kjer se zbere večje število deležnikov na projektu. Sestanki na daljavo v obliki navadnega ali video klica potekajo v 30% primerov, medtem ko se deležniki pri komunikaciji ne poslužujejo sms sporočil.

Za izmenjavo različnih vrst dokumentacije (glej grafikon 6-10) respondenti v največji meri uporabljajo digitalne oblike z izjemo gradbenih knjig, ki se kljub obstoju spletnih e-dnevnikov še vedno največkrat vodijo v pisni obliki.

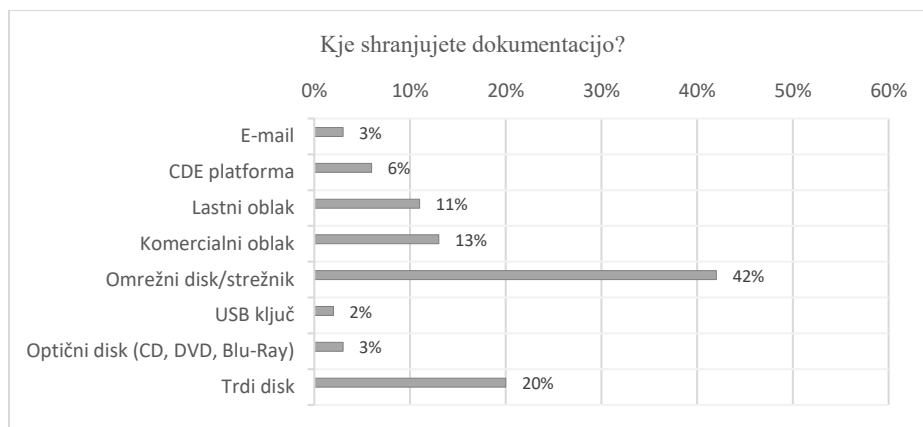
Vprašanje vezano na mesto shranjevanja dokumentacije v fazi gradnje (glej grafikon 6-11) je pokazalo, da skoraj polovica respondentov (42%) hrani potrebno dokumentacijo na omrežnem disku oz. strežniku podjetja, presenetljivo velik delež respondentov (25%) se še vedno poslužuje uporabe lokalnih trdih diskov oz. optičnih medijev in USB-ključev, 30% delež respondentov se je odločil narediti prehod na oblačne storitve, od tega le 6% v obliki CDE-platform.



Grafikon 6-9: Najpogostejši način komuniciranja respondentov v fazi gradnje



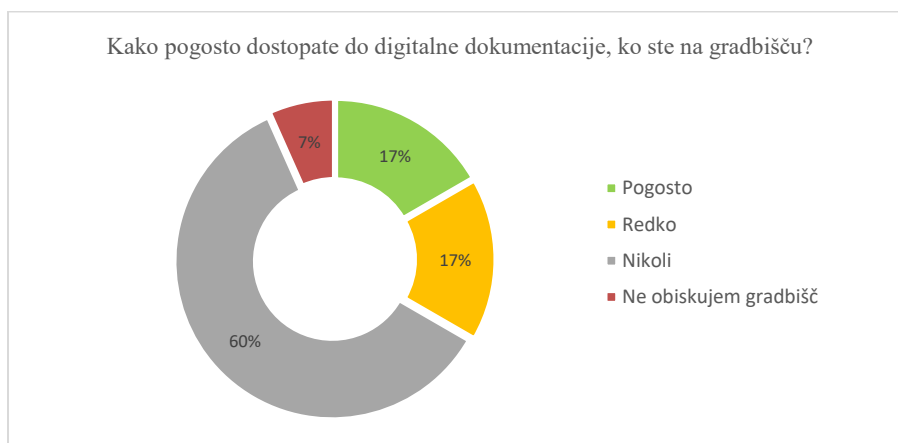
Grafikon 6-10: Najpogostejši način izmenjave dokumentov v fazi gradnje



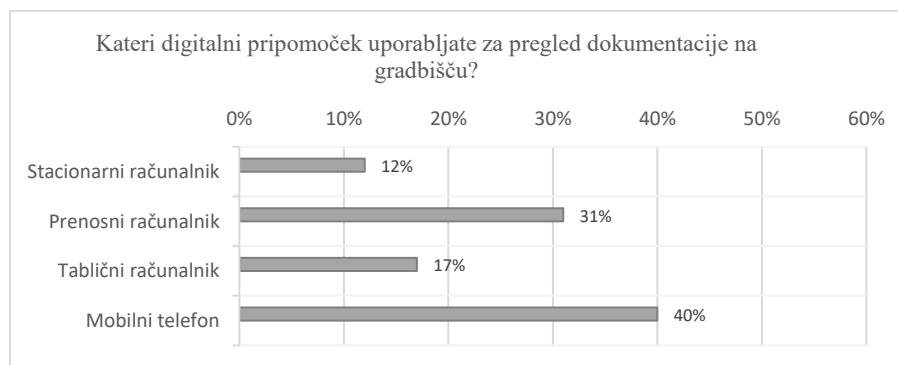
Grafikon 6-11: Mesta shranjevanja dokumentacije

Na vprašanje o tem, kako pogosto deležniki dostopajo do digitalne dokumentacije, ko so na gradbišču (glej grafikon 6-12), je po 17% respondentov odgovorilo, da do dokumentacije dostopajo pogosto oz. redko. Pri tem v največji meri uporabijo svoje mobilne telefone (40%), nekoliko manj prenosne (31%), tablične (17%) in stacionarne (12%) računalnike (glej grafikon 6-13).

Preseneča dejstvo, da kar 60% respondentov, ki obiskuje gradbišča, pri svojem delu še vedno ne uporablja digitalnih pripomočkov.



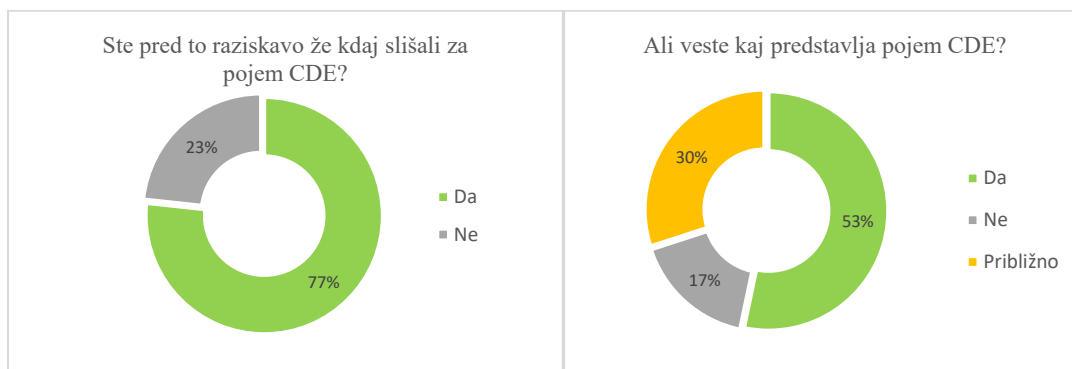
Grafikon 6-12: Frekvenca uporabe digitalne dokumentacije na gradbišču



Grafikon 6-13: Vrsta digitalnega pripomočka na gradbišču

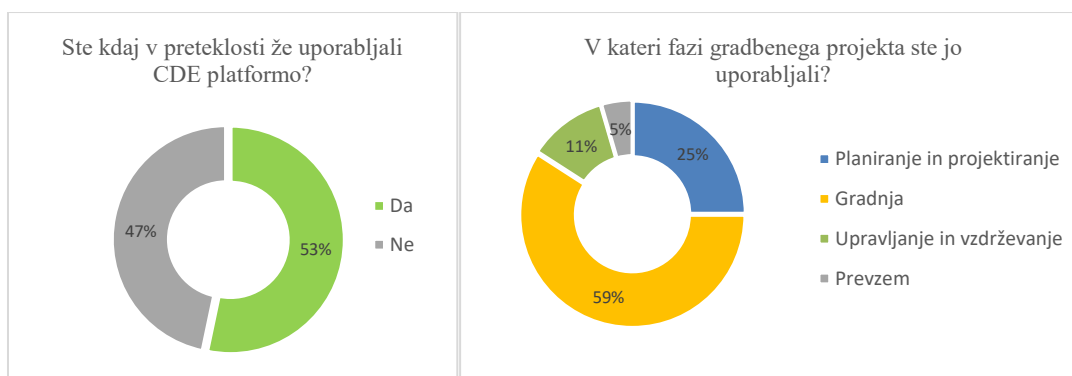
6.4.3 Izkušnje, uspešnost, izboljšave in pričakovanja uporabnikov CDE-platform

V tretjem sklopu ankete smo zastavili nekaj vprašanj o izkušnjah in pričakovanjih uporabnikov pri uporabi CDE-platform. Odgovori kažejo, da je velika večina respondentov (77%) slišala za termin CDE že pred samo raziskavo (glej grafikon 6-14), od tega si le približno polovica (53%) dobro predstavlja, kaj CDE predstavlja.



Grafikon 6-14: Predhodno poznavanje pojma CDE

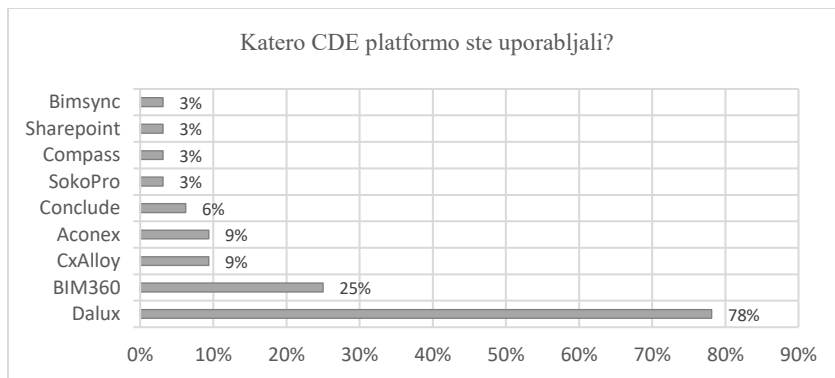
Rezultati so pokazali, da je 53% respondentov v preteklosti že uporabljalo kakšno izmed CDE-platform (glej grafikon 6-15), največkrat pri svojem delu v fazi gradnje (59%), nekoliko manj v fazi planiranja in projektiranja (25%) oziroma upravljanja in vzdrževanja (11%), ter najmanj v fazi prevzema (5%).



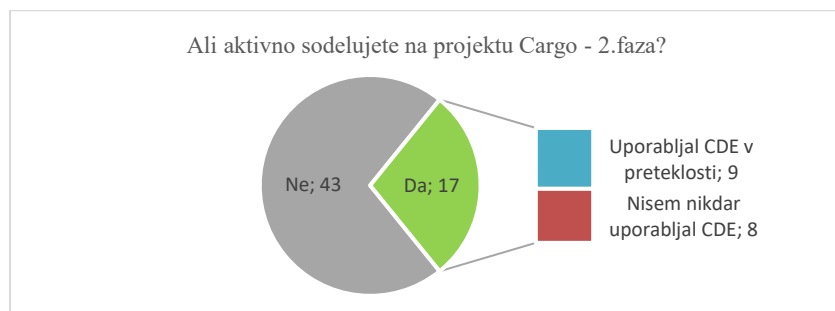
Grafikon 6-15: Uporaba CDE v preteklosti

Izmed vseh možnih programskih rešitev na trgu so se respondenti z 78% največkrat poslužili platforme Dalux, drugo najbolj zastopano orodje je Autodeskov BIM360 (25%), sledita Aconex in CXAlloy z 9% ter Conclude CDE podjetja Thinkproject s 6%. Najmanjkrat uporabljene platforme s strani respondentov so bile s 3% Sokopro, Bimsync, Sharepoint in Compass (glej grafikon 6-16).

Od vseh povabljenih kandidatov se je odzvalo 17 oseb (28%), ki tudi aktivno sodeluje na referenčnem projektu gradnje 2. faze logističnega centra Cargo, med njimi je 9 (53%) oseb že poznalo in uporabljalo CDE-platformo v preteklosti (glej grafikon 6-17).

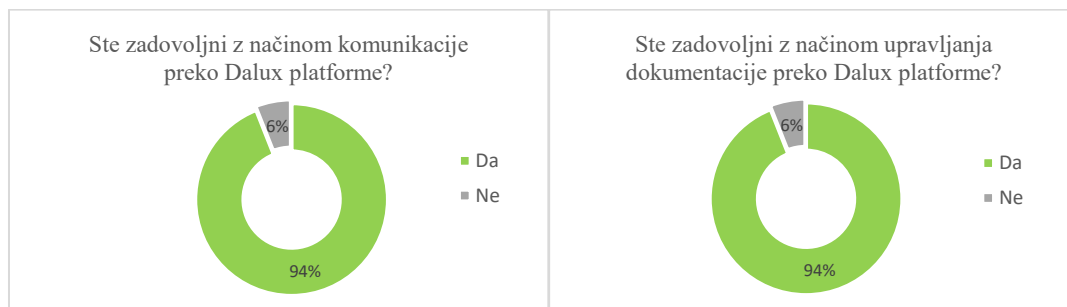


Grafikon 6-16: Uporabljene CDE platforme v preteklosti

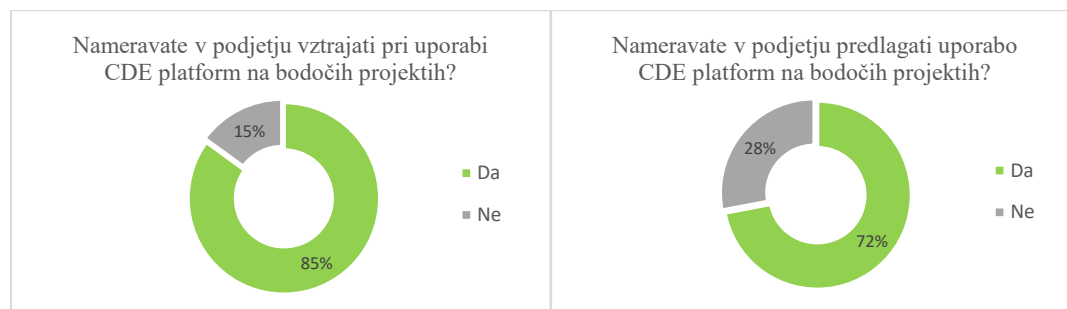


Grafikon 6-17: Sodelovanje na referenčnem projektu

Veseli dejstvo, da je bila velika večina aktivnih deležnikov referenčnega projekta (94%) zadovoljna tako z načinom komunikacije kot načinom upravljanja dokumentacije s pomočjo platform Dalux (glej grafikon 6-18). 85% respondentov želi vztrajati pri uporabi CDE-platform na bodočih projektih, 72% le-teh bo predlagala uporabo podobnih programskih rešitev tudi v lastnih podjetjih (glej grafikon 6-19).



Grafikon 6-18: Zadovoljstvo uporabnikov pri uporabi CDE platforme



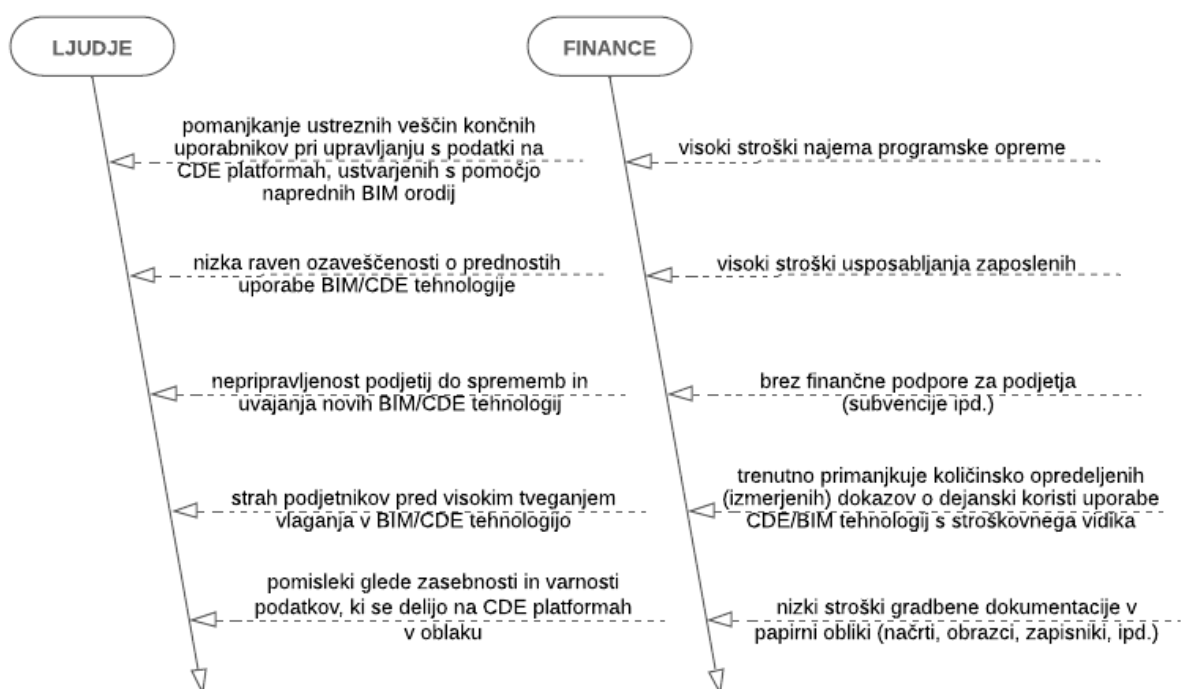
Grafikon 6-19: Namen uporabe CDE-platforme v prihodnosti

6.4.4 Ovire in izzivi pri implementaciji CDE

Četrty in hkrati najbolj obširen sklop vprašanj je bil namenjen identificiranju potencialnih izzivov in ovir za širšo vpeljavo CDE v praksi. Dejavniki, zbrani v procesu pregleda literature, so bili za lažje razumevanje narave njihove vsebine in s tem bolj zanesljiv odziv respondentov pri izpolnjevanju vprašalnika razdeljeni v pet glavnih kategorij:

Kategorija I – LJUDJE: Dejavniki v kategoriji »ljudje« (glej sliko 6-2) opisujejo predvsem odnos zaposlenih do novih tehnologij in naravo opravljenega dela. Ovire, ki omejujejo uvajanje CDE-tehnologije, vključujejo navade zaposlenih, nepripravljenost in strah pred spremembami, pomanjkanju želje po večji usposobljenosti ter zelo nizka raven ozaveščenosti o prednostih tehnologije v vseh projektnih fazah.

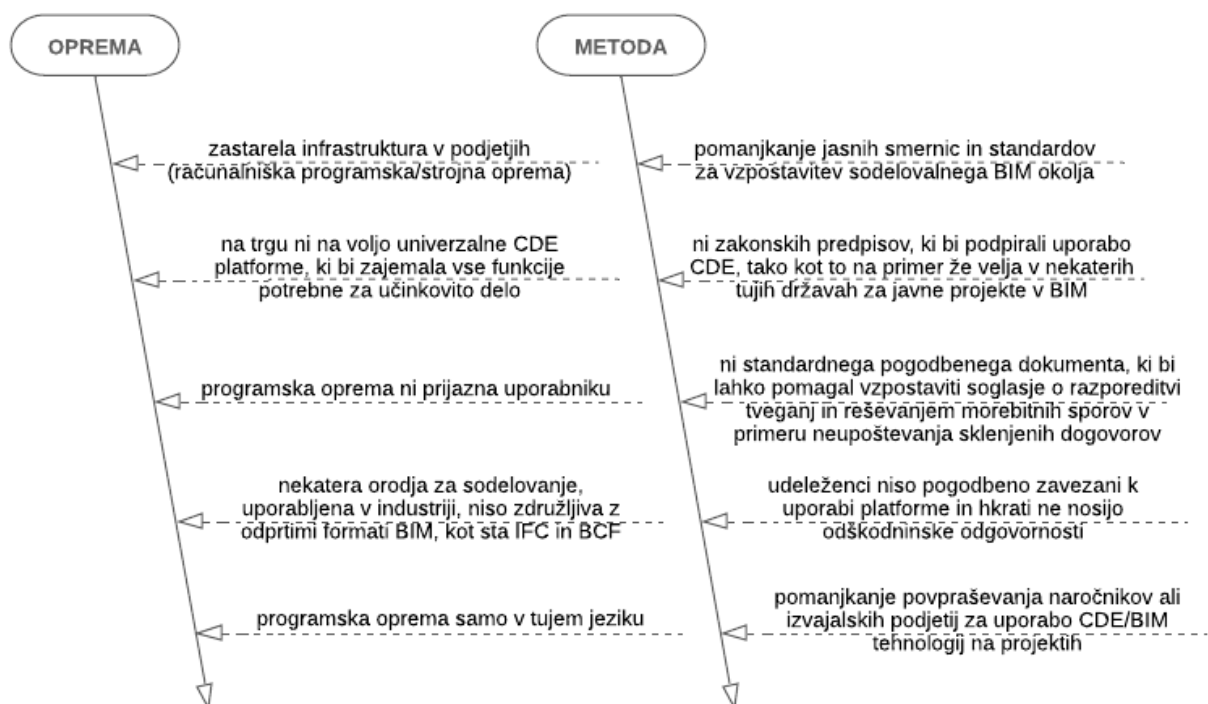
Kategorija II – FINANCE: Razlogi, vključeni v tej kategoriji (glej sliko 6-2), se nanašajo na previsoke stroške programske opreme in usposabljanju zaposlenih. Poleg tega za uvedbo CDE tehnologije ni predvideno nobeno sofinanciranje ali subvencije, ki bi podjetja dodatno motiviralo k implementaciji.



Slika 6-2: Dejavniki za slabo uvedbo CDE tehnologije; kategoriji: ljudje in finance

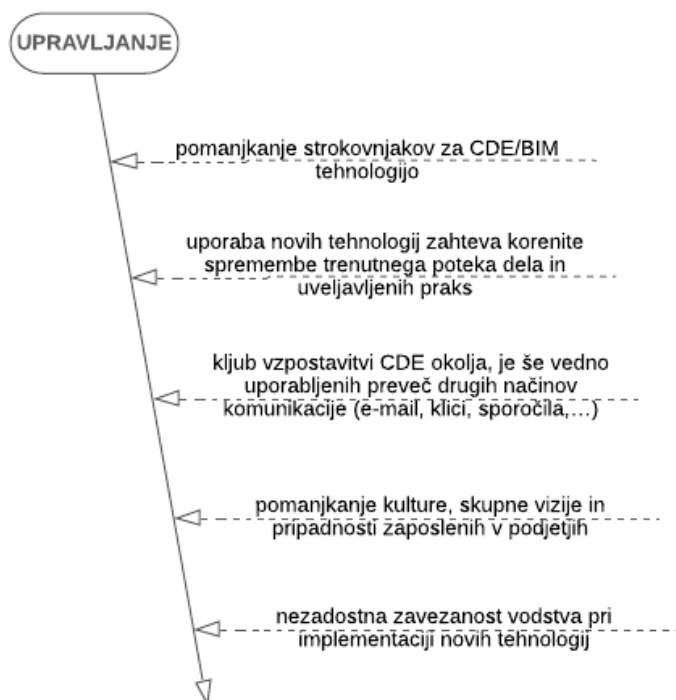
Kategorija III – OPREMA: Ovire so bile uvrščene v kategorijo »oprema« (glej sliko 6-3) tako glede programske opreme kot računalniške strojne opreme, ki je na voljo v podjetjih. Izpostavljeni so bili dejavniki kot je pomanjkanje univerzalne rešitve na trgu, zastarela in nezadostna oprema, ter dejstvo, da grafični vmesniki niso vedno v matičnem jeziku, kar lahko povzroča težave starejšim uporabnikom.

Kategorija IV – METODA: V kategoriji »metoda« je mogoče dejavnike (glej sliko 6-3) razdeliti v dve skupini. Prvo skupino sestavljajo ovire, povezane z razvitimi metodami in načini delovanja, ki niso standardizirani ali skupni za vse aktivne udeležence. Druga skupina vključuje pomanjkanje pravnih predpisov, ki bi podpirali hitrejšo uvedbo CDE tehnologij, na primer pri javnih naročilih.



Slika 6-3: Dejavniki za slabo uvedbo CDE tehnologije; kategoriji: oprema in metoda

Kategorija V – UPRAVLJANJE: V zadnji kategoriji so bili zajeti dejavniki (glej sliko 6-4), ki se nanašajo na organizacijske strukture zasebnih podjetij in državnih organov, kot npr.: slabo upravljanje, nezavezanost vodstva pri uvajanju novih tehnologij, nepripravljenost za boljše sodelovanje ter ustrezno nagrajevanje zaposlenih, nezadostno število strokovnjakov na trgu, ipd.



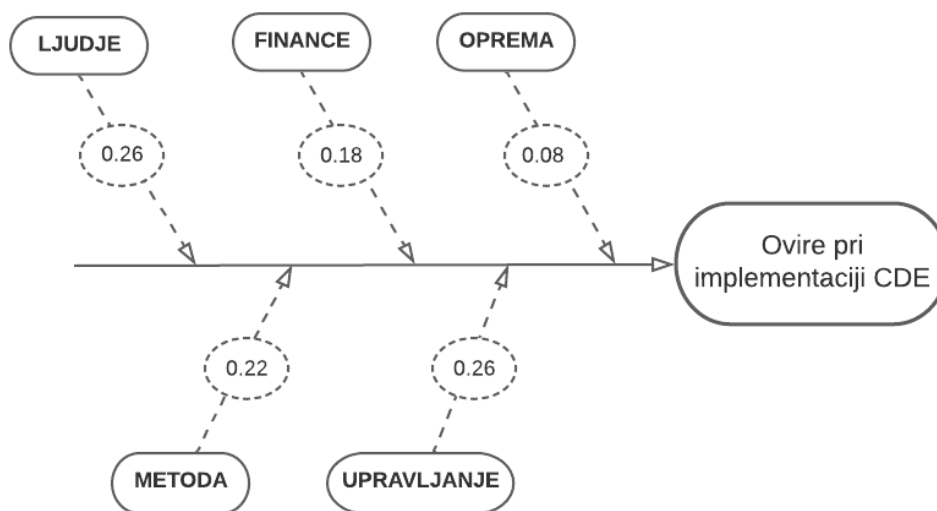
Slika 6-4: Dejavniki za slabo uvedbo CDE tehnologije; kategorija: upravljanje

Prva faza proučevanja kavzalnih zvez med dejavniki je bila identifikacija in razvrstitev posameznih dejavnikov po pomembnosti. Analiza je bila izvedena s pomočjo parne primerjave, podrobneje opisane v poglavju 6.3.1, pri čemer so bile sprva določene relativne uteži pomembnosti glavnih kategorij (glej preglednico 6-2).

Preglednica 6-2: Pomembnostne uteži glavnih kategorij

	LJUDJE	FINANCE	METODA	UPRAVLJANJE	OPREMA	rel. utež
LJUDJE	1	1,45	1,21	0,93	3,62	0,26
FINANCE	0,69	1	0,75	0,73	2,37	0,18
METODA	0,83	1,33	1	0,82	3,08	0,22
UPRAVLJANJE	1,07	1,38	1,22	1	3,29	0,26
OPREMA	0,26	0,43	0,31	0,34	1	0,08

Na podlagi izračunanih uteži je bil izdelan diagram, predstavljen na sliki 6-5. Iz diagrama je razvidno, da so respondenti največji pomen istočasno pripisali kategorijama »ljudje« (26%) in »upravljanje« (26%), z nekoliko manjšim deležem sledita kategoriji »metoda« (22%) in »finance« (18%), daleč najmanjši delež je pripadel kategoriji »oprema« (8%).



Slika 6-5: Pomembnostne uteži glavnih kategorij ovir pri implementaciji CDE

Naslednji korak v sklopu analize je bil določitev uteži pomembnosti posameznim dejavnikom. Relativne uteži dejavnikov, pridobljene s pomočjo metode AHP, smo zmnožili z relativnimi utežmi posameznih kategorij, v katere so bili razvrščeni in tako dobili končne absolutne vrednosti, predstavljene v preglednici 6-3.

Preglednica 6-3: Relativne in absolutne uteži pomembnosti dejavnikov

Kategorija	Oz.	Opis dejavnika	Relativna utež	Absolutna utež
LJUDJE	L1	pomanjkanje ustreznih veščin končnih uporabnikov pri upravljanju s podatki na CDE platformah, ustvarjenih s pomočjo naprednih BIM orodij	0,224	0,058
	L2	nizka raven ozaveščenosti o prednostih uporabe BIM/CDE tehnologije	0,263	0,068
	L3	nepripravljenost podjetij do sprememb in uvajanja novih tehnologij	0,216	0,056
	L4	strah podjetnikov pred visokim tveganjem vlaganja v BIM/CDE tehnologijo	0,163	0,043
	L5	pomisleki glede zasebnosti in varnosti podatkov, ki se delijo na CDE platformah v oblaku	0,134	0,035
FINANCE	F1	visoki stroški najema programske opreme	0,227	0,041
	F2	visoki stroški usposabljanja zaposlenih	0,210	0,038
	F3	brez finančne podpore za podjetja (subvencije ipd.)	0,180	0,032
	F4	trenutno primanjkuje količinsko opredeljenih (izmerjenih) dokazov o dejanski koristi uporabe CDE/BIM tehnologij s stroškovnega vidika	0,238	0,042
	F5	nizki stroški gradbene dokumentacije v papirni obliki (načrti, obrazci, zapisniki, ipd.)	0,145	0,026
METODA	M1	pomanjkanje jasnih smernic in standardov za vzpostavitev sodelovalnega BIM	0,136	0,030
	M2	ni zakonskih predpisov, ki bi podpirali uporabo CDE, tako kot to na primer že velja v nekaterih tujih državah za javne projekte v BIM	0,185	0,041
	M3	ni standardnega pogodbenega dokumenta, ki bi lahko pomagal vzpostaviti soglasje o razporeditvi tveganj in reševanjem morebitnih sporov v primeru neupoštevanja sklenjenih dogovorov	0,223	0,050
	M4	udeleženci niso pogodbeno zavezani k uporabi platforme in hkrati ne nosijo odškodninske odgovornosti	0,218	0,049
	M5	pomanjkanje povpraševanja naročnikov ali izvajalskih podjetij za uporabo CDE/BIM tehnologij na projektih	0,239	0,054
UPRAVLJANJE	U1	pomanjkanje strokovnjakov za CDE/BIM tehnologijo	0,150	0,039
	U2	uporaba novih tehnologij zahteva korenite spremembe trenutnega poteka dela in uveljavljenih praks	0,194	0,051
	U3	kljub vzpostavitvi CDE okolja, je še vedno uporabljenih preveč drugih načinov komunikacije (e-mail, klici, sporočila, ...)	0,263	0,069
	U4	pomanjkanje kulture, skupne vizije in pripadnosti zaposlenih v podjetjih	0,201	0,052
	U5	nezadostna zavezanost vodstva pri implementaciji novih tehnologij	0,192	0,050
OPREMA	O1	zastarela infrastruktura v podjetjih (računalniška, strojna oprema	0,222	0,017
	O2	na trgu ni na voljo univerzalne CDE platforme, ki bi zajemala vse funkcije potrebne za učinkovito delo	0,257	0,019
	O3	programska oprema ni prijazna uporabniku	0,193	0,014
	O4	nekatera orodja za sodelovanje, uporabljena v industriji, niso združljiva z odprtimi formati BIM, kot sta IFC in BCF	0,174	0,013
	O5	programska oprema samo v tujem jeziku	0,154	0,012

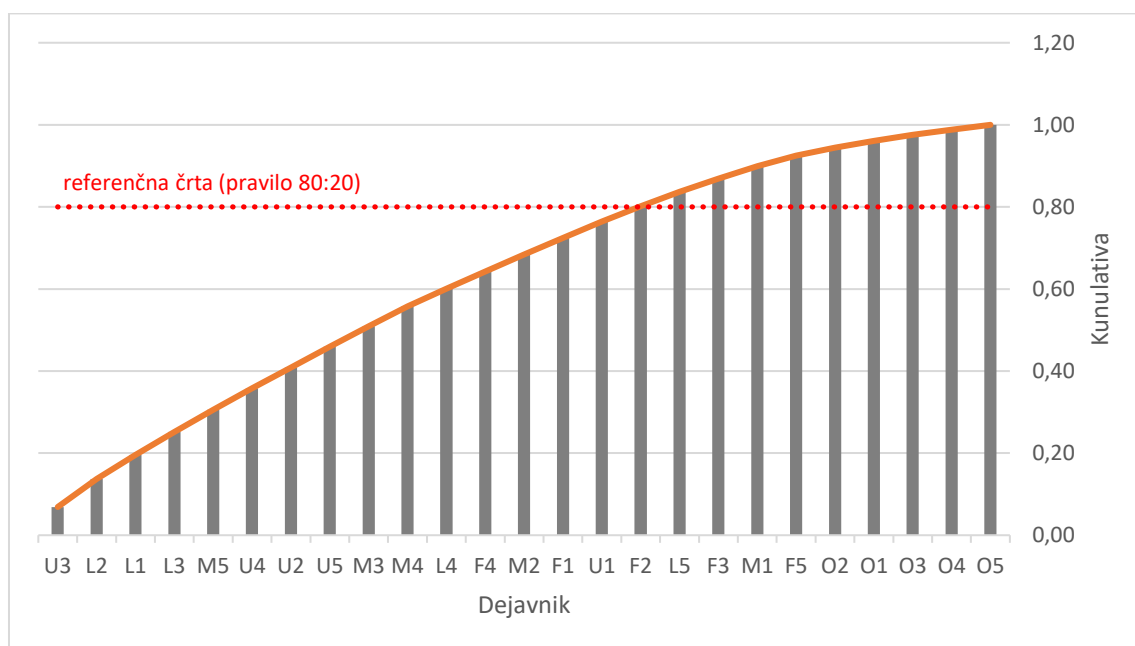
Na podlagi izračunanih vrednosti absolutnih uteži posameznih dejavnikov smo le-te, v padajočem vrstnem redu, razvrstili v ločeno preglednico 6-4. Dodan stolpec kumulativne vsote nam je z uporabo stratifikacijske analize, ki temelji na Paretovem pravilu 80:20, omogočil identifikacijo glavnih področij in skupin dejavnikov, kjer je potrebno prednostno uvesti preventivne ukrepe.

Preglednica 6-4: Najpomembnejši dejavniki za pomanjkljivo izvajanje tehnologije CDE

Zap. št.	Oz.	Opis dejavnikov	Absolutna utež	Kumulativa
1	U3	kljub vzpostavitvi CDE okolja, je še vedno uporabljenih preveč drugih načinov komunikacije (e-mail, klici, sporočila,...)	0,069	0,069
2	L2	nizka raven ozaveščenosti o prednostih uporabe BIM/CDE tehnologije	0,068	0,137
3	L1	pomanjkanje ustreznih veščin končnih uporabnikov pri upravljanju s podatki na CDE platformah, ustvarjenih s pomočjo naprednih BIM orodij	0,058	0,196
4	L3	nepripravljenost podjetij do sprememb in uvajanja novih tehnologij	0,056	0,252
5	M5	pomanjkanje povpraševanja naročnikov ali izvajalskih podjetij za uporabo CDE/BIM tehnologij na projektih	0,054	0,306
6	U4	pomanjkanje kulture, skupne vizije in pripadnosti zaposlenih v podjetjih	0,052	0,358
7	U2	uporaba novih tehnologij zahteva korenite spremembe trenutnega poteka dela in uveljavljenih praks	0,051	0,409
8	U5	nezadostna zavezanost vodstva pri implementaciji novih tehnologij	0,050	0,459
9	M3	ni standardnega pogodbenega dokumenta, ki bi lahko pomagal vzpostaviti soglasje o razporeditvi tveganj in reševanjem morebitnih sporov v primeru neupoštevanja sklenjenih dogovorov	0,050	0,509
10	M4	udeleženci niso pogodbeno zavezani k uporabi platforme in hkrati ne nosijo odškodninske odgovornosti	0,049	0,558
11	L4	strah podjetnikov pred visokim tveganjem vlaganja v BIM/CDE tehnologijo	0,043	0,600
12	F4	trenutno primanjkuje količinsko opredeljenih (izmerjenih) dokazov o dejanski koristi uporabe CDE/BIM tehnologij s stroškovnega vidika	0,042	0,643
13	M2	ni zakonskih predpisov, ki bi podpirali uporabo CDE, tako kot to na primer že velja v nekaterih tujih državah za javne projekte v BIM	0,041	0,684
14	F1	visoki stroški najema programske opreme	0,041	0,725
15	U1	pomanjkanje strokovnjakov za CDE/BIM tehnologijo	0,039	0,764
16	F2	visoki stroški usposabljanja zaposlenih	0,038	0,802
17	L5	pomisleki glede zasebnosti in varnosti podatkov, ki se delijo na CDE platformah v oblaku	0,035	0,837
18	F3	brez finančne podpore za podjetja (subvencije ipd.)	0,032	0,869
19	M1	pomanjkanje jasnih smernic in standardov za vzpostavitev sodelovalnega BIM	0,030	0,899
20	F5	nizki stroški gradbene dokumentacije v papirni obliki (načrti, obrazci, zapisniki, ipd.)	0,026	0,925
21	O2	na trgu ni na voljo univerzalne CDE platforme, ki bi zajemala vse funkcije potrebne za učinkovito delo	0,019	0,944
22	O1	zastarela infrastruktura v podjetjih (računalniška, strojna oprema)	0,017	0,961
23	O3	programska oprema ni prijazna uporabniku	0,014	0,975
24	O4	nekatera orodja za sodelovanje, uporabljena v industriji, niso združljiva z odprtimi formati BIM, kot sta IFC in BCF	0,013	0,988
25	O5	programska oprema samo v tujem jeziku	0,012	1,000

Rezultati stratifikacijske analize so dodatno predstavljeni v obliki grafikona z razmejitveno referenčno črto, ki ponazarja pravilo 80:20. Iz grafikona 6-20 je razvidno, da ima med 25 dejavniki za pomanjkljivo implementacijo CDE tehnologije prevladujočo vlogo prvih 15, s približno 76,4% deležem (glej sliko B-1. v prilogi B), ostalih 10 dejavnikov predstavlja približno 23,6% delež.

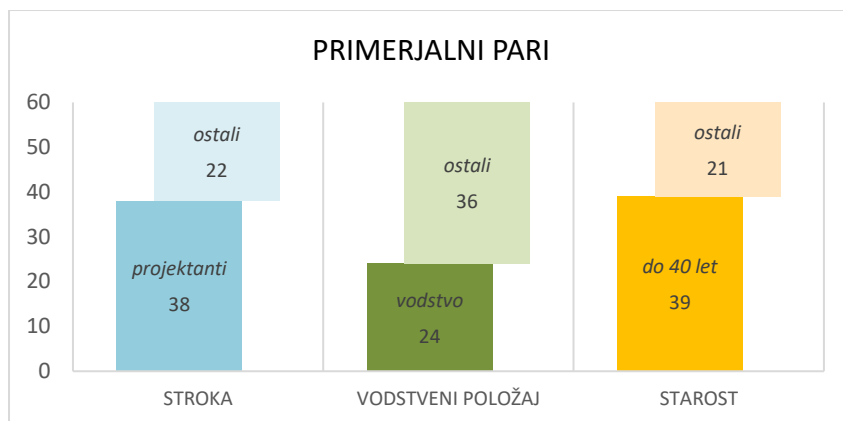
V kategoriji »upravljanje« je bilo v obsegu 80% kumulativne vsote zajetih vseh 5 navedenih vzrokov, v kategorijah »ljudje« in »metoda« po 4 ter le 2 dejavnika v kategoriji »finance«. Vsi dejavniki znotraj kategorije »oprema« so bili predvsem na račun nizke relativne pomembnostne uteži same kategorije izvzeti iz obsega prednostnih ovir. Glavni razlog vidimo predvsem v širokem naboru programske opreme na trgu in posluhu razvijalcev pri nadgradnjah z doslednim upoštevanjem povratnih informacij njihovih končnih uporabnikov.



Grafikon 6-20: Rezultati stratifikacijske analize z uporabo Paretovega pravila 80:20

Kot glavni izziv pri uspešni implementaciji CDE se je izkazala istočasna uporaba več komunikacijskih orodij, ki posledično povzroča težave z razpoložljivostjo, preglednostjo in zanesljivostjo informacij. Gradbena industrija se hkrati sooča z izzivom slabe ozaveščenosti in razumevanja prednosti uporabe CDE okolja. Nadaljnjo dilemo predstavljata pomanjkanje večšin končnih uporabnikov pri rokovanju z novo programsko opremo oz. sama nepripravljenost podjetij za spreminjanje že ustaljenih delovnih procesov in orodij. Nabor petih najpomembnejših dejavnikov za pomanjkljivo izvajanje tehnologije CDE zaključuje dejstvo, da med naročniki oz. izvajalskimi podjetji ni splošne zainteresiranosti za uporabo CDE platform na lastnih projektih. To je moč povezati z nekaj sorodnimi dejstvi zastopanimi v 80% deležu kumulativne vsote, kot npr. pomanjkanje kulture in skupne vizije zaposlenih, strah podjetij pred tveganjem vlaganja v nove tehnologije ter pomanjkanje količinsko opredeljenih dokazov o dejanski koristi uporabe CDE platform z vidika prihrankov stroškov.

Za potrebe poglobljene analize so bili dodatno ustvarjeni primerjalni pari (glej grafikon 6-21), kjer so bili respondenti razporejeni v skupine glede na njihovo delovno mesto oz. stroko (projektanti in ostali), vodstveni položaj (vodstvo in ostali) in starost (mlajši od 40 let in ostali).

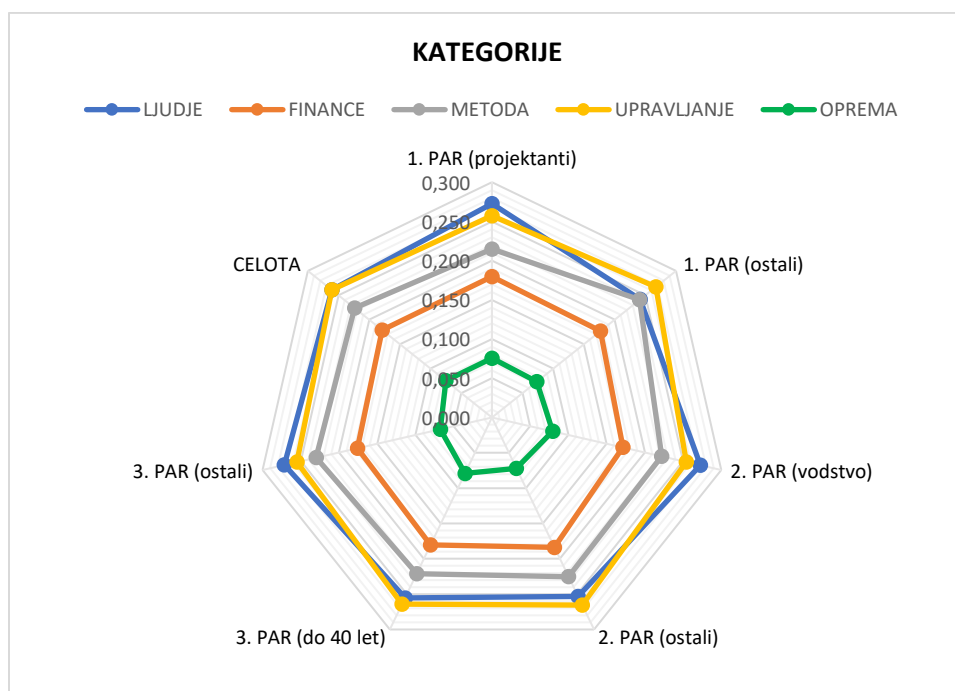


Grafikon 6-21: Primerjalni pari respondentov glede na stroko, vodstveni položaj in starost

S primerjavo variabilnosti več porazdelitev smo želeli preveriti, če v odzivih pri kategoriziranju posameznih dejavnikov in njihovih skupin po pomembnosti prihaja do večjih anomalij v odgovorih, kadar na respondente ne gledamo kot celoto. Izkazalo se je, da so bili vsi respondenti zelo enotni v svojem razmišljanju in z minimalnim odstopanjem ovrednotili tako pomembnost kategorij kot posameznih dejavnikov znotraj njih.

Grafikon 6-22 prikazuje primer odziva respondentov pri oceni pomembnosti glavnih kategorij dejavnikov. Iz grafikona je razvidno, da ljudje, ki v svojih podjetjih ne upravljajo vodilnih funkcij, so mlajši od 40 let in niso zaposleni kot projektanti, nekoliko bolj v ospredje postavljajo upravljanje, medtem ko starejši projektanti, z vodstvenimi vlogami v podjetjih, največji poudarek posvečajo veščinam in ozaveščenosti ljudi. V primeru, ko upoštevamo skupno mnenje respondentov, sta obe glavni kategoriji ovrednoteni povsem enakovredno.

Preostali grafikon, ki prikazuje odzive respondentov glede pomembnosti dejavnikov znotraj posameznih kategorij, so priloženi v prilogi B.



Grafikon 6-22: Odziv primerjalnih parov: pomembnost glavnih kategorij dejavnikov

6.5 Diskusija

Uvedba projektnega skupnega podatkovnega okolja kot dela digitalne preobrazbe lahko na katerem koli gradbenem projektu povzroči spremembe v obstoječih delovnih procesih. V tej nalogi so bile obravnavane predvsem specifične uporabe CDE okolja z vidika njegove vloge v procesu gradnje.

Delovni procesi načrtovanja in gradnje se premikajo v smeri digitalizacije. Z zagotavljanjem celovitega sistema, ki omogoča zbiranje in analizo podatkov v fazi gradbenega projekta, CDE podjetjem omogoča, da pridobijo vpogled v svoje delovanje na veliko višji ravni, kar vodi k izboljšanju zmožnosti odločanja na aktualnih projektih oz. projektih v prihodnosti. Poleg tega napredna komunikacijska orodja omogočajo odprt dialog med vsemi udeleženci, vključenimi v proces in s tem hitrejša reševanje težav, ko se pojavijo.

V okviru gradbenega projekta skupno podatkovno okolje zagotavlja »edini vir resnice«, saj vsem deležnikom projekta omogoča enotno in dokončno mesto za informacije o projektu v standardizirani in strukturirani obliki. Člane različnih projektnih skupin spodbuja k sodelovanju in izmenjavi informacij na dosleden način, namesto kombinacije uporabe elektronske pošte in ostalih sistemov za izmenjavo dokumentov. Če se sistemi različnih programskih oprem ne povezujejo in nimajo osrednjega vozlišča, postanejo informacije o projektu nezanesljive, mnenja imajo večjo težo kot dejstva, prav tako izvedbene podrobnosti postanejo nejasne, kar lahko privede do prekoračitev stroškov in časovnih okvirjev gradnje.

Splošno znano je, da je stopnja uvajanja novih tehnologij v gradbeni industriji še vedno razmeroma nizka. Digitalna preobrazba se za nekatere ljudi še vedno zdi kot velik skok v neznano, ki bi lahko ustaljeno prakso dela postavil na glavo. Ko je govora o nadgradnji delovnih procesov s pomočjo CDE-platform, eden od glavnih izpostavljenih razlogov tiči v pomanjkanju ustreznega znanja in ozaveščenosti ljudi o prednostih, ki jih takšna tehnologija prinaša. Da bi pomagali popraviti ta položaj, je torej bistveno vzpostaviti komunikacijo z zainteresirano javnostjo in v čim večji meri deliti primere dobrih praks, izpostaviti možnosti tveganja in identificirati mehanizme spoprijemanja, da se bodo potencialni novi uporabniki lahko bolje soočili s sicer zahtevnim in dolgotrajnim procesom implementacije.

Posebne težave lahko predstavlja sprejetje sprememb s strani končnih uporabnikov, odvisno od tega, kako dobro se posamezni zaposleni počutijo v stiku z novimi tehnologijami oz. postopki dela. Uporabiti je treba celovit program usposabljanja, da se čim bolj zmanjšajo vrzeli med tistimi, ki so s tehnologijo seznanjeni in tistimi, ki imajo z njo manj ali nič izkušenj. Podjetja bi morala razmisliti tudi o poskusnem uvajanju nove programske opreme na manjših projektih, da bi si pridobila izkušnje in zaupanje, pred uvedbo na večjih in bolj zahtevnih projektih.

Velike pobude na področju tehnologije in upravljanja podatkov pogosto propadejo brez usmeritev in podpore vodstva. Da bi zgradili osnovo za uspešno povezano gradnjo, vključno s skupnimi procesi, delovnimi tokovi, standardi in dostopom do podatkov, morajo biti organizacije pripravljene investirati čas in sredstva v nadgradnjo obstoječih informacijskih sistemov.

V luči pomanjkanja povpraševanja naročnikov po uporabi naprednih informacijskih tehnologij na lastnih investicijskih projektih, podjetja zaenkrat ne kažejo interesa za uvedbo CDE platform v sklopu svojih stalnih storitev. To bi lahko spremenile zakonsko določene zahteve po vpeljavi BIM-projektiranja na gradbenih projektih, z dodatnim členom, ki bi med drugim predpisoval obvezno uporabo ene izmed programskih rešitev skupnega podatkovnega okolja.

6.5.1 Dodatne potencialne težave in izzivi

Podjetja lahko z inovativnimi rešitvami, prilagojenimi specifičnim potrebam, izboljšujejo potencialne priložnosti, kar jim na današnjem hitro spreminjajočem se trgu pomaga ohraniti prednost pred konkurenti. Skupno podatkovno okolje predstavlja izredno zmogljiv in uporaben pripomoček, vendar ga je potrebno sprva pravilno nastaviti in uporabljati, da lahko resnično izkoristimo njegove prednosti. Da bi podjetja zagotovila nemoten prehod na posodobljen sistem že uveljavljenih delovnih praks, je koristno podrobneje preučiti morebitne izzive, ki so lahko sprva manj opazni, vendar zaradi tega nič manj pomembni, nekaj takih je izpostavljenih v nadaljevanju.

Metapodatki in interoperabilnost CDE rešitev

Zahteva po metapodatkih predstavlja izziv pri prenosu metapodatkov med različnimi rešitvami CDE. Imenujoče stranke, vodilne pooblaščenke stranke in imenovane stranke imajo npr. lahko svoje lastne rešitve CDE tekom gradbenega projekta. Pomembno je, da te rešitve CDE učinkovito delujejo skupaj, medtem ko se informacije razvijajo in izmenjujejo kot del skupnega delovnega toka. V analogiji e-pošte so skoraj vsi ponudniki e-poštnih orodij sprejeli standardni protokol izmenjave (na primer POP3 ali IMAP4), ki omogoča nemoten pretok e-pošte, ne glede na to, katero orodje/rešitev se uporablja za njihovo pošiljanje ali prejemanje. Na žalost trenutno ni standardnega protokola izmenjave, ki bi ga sprejela tudi naša industrija. To pomeni, da je treba razmisliti o tem, kako se lahko en sam informacijski vsebnik in njegovi metapodatki prenesejo iz enega sistema v drugega. V praksi je to pogosto ročni postopek, ki zahteva ponovno registracijo metapodatkov za vsak ločen informacijski vsebnik v sistemu.

Obveznost prehoda na izbran vmesnik

Da bi izkoristili vse prednosti izbrane CDE rešitve in njenih različnih modulov, bi morali vsi udeleženi v projektu stremeti k njeni aktivni uporabi, tudi če pri tem niso pogodbeno zavezani. To lahko sproži nadaljnjo dilemo kot na primer, smiselnost uporabe aplikacij manjših obrtnikov, katerih narava dela po navadi dopušča nekoliko poenostavljene pristope, prav tako veliko težje upravičijo naložbo v dodatne digitalne pripomočke in najem kompleksnega informacijskega sistema.

Vključitev vseh projektnih partnerjev v en vmesnik, lahko istočasno predstavlja zelo velik izziv pri projektih, ki vključujejo veliko število različnih izvajalcev in podizvajalcev.

Varovanje podatkov o projektu

Za zagotovitev internetne varnosti in transparentnosti na projektu je priporočilo, da se informacije v določeni fazi gradnje izmenjujejo izključno preko skupnega informacijskega okolja. Vsak udeleženec nosi odgovornost, da hrani vse s projektom povezane informacije na varnem mestu in redno izvaja aktivnosti preprečevanja zlonamerne uporabe datotek ter preverjanja ustreznega poimenovanja in razvrščanja dokumentov. Vse informacije o projektu se smatrajo kot zaupne, dokler se o tem drugače ne odloči naročnik.

Na platformi se podatki o podjetjih in deljene informacije hranijo v popolni zaupnosti. V podjetju Dalux velja zaveza glede zaupnosti za vse zaposlene v podjetju in zunanje izvajalce, ki pomagajo pri zagotavljanju storitev. Hkrati podjetje zagotavlja, da vsi podatki, ki jih naložijo ali dodajo v storitve, ne glede na obliko ali medij, ne kršijo pravic intelektualne lastnine tretjih oseb.

7 SKLEP

Namen magistrske naloge je bil oblikovati konceptualni okvir, za katerega se verjame, da ima velik potencial v gradbeni industriji. Ta potencial je lahko v obliki varčevanja s človeškimi napori, izogibanja časovnim zamikom, povečanju kakovosti in učinkovitosti pri izvajanju gradbenih projektov. Čeprav je skoraj nemogoče zagotoviti visok odstotek uspeha projekta, je zmožnost zmanjšanja dejavnikov neuspeha močno prisotna.

Prvi korak k oblikovanju splošnega razumevanja CDE je bila njegova splošna opredelitev, vprašanje smo razjasnili tako iz tehnološkega kot tudi sociološkega vidika.

Kot temeljna cilja vzpostavitve CDE sta bila izpostavljena dostop vseh deležnikov do najnovejših, zanesljivih informacij v strukturirani in lahko dostopni obliki ter podpora pri ustvarjanju, upravljanju, izmenjavi in usklajevanju informacij, pridobljenih tekom gradbenega projekta.

Za potrebe lažjega razumevanja posameznih procesov ter orodij v sklopu informacijskega modeliranja, smo predstavili različne stopnje BIM pristopa, kjer je uporaba CDE omogočena vse od zrelostne stopnje 1, ki prinaša usklajeno ter računalniško podprto načrtovanje. Istočasno so bili predstavljeni različni tipi CDE, njihove glavne funkcionalnosti ter seznam informacijskih zahtev za nedvoumno deljenje informacij med posameznimi udeleženci na projektu.

V sklopu opisa cikla dostave informacij in protokola sodelovanja, značilnega za proces načrtovanja z uporabo skupnega podatkovnega okolja, je bil prikazan primer izmenjave informacij različnih projektantskih ekip, v posameznih projektnih fazah. Ugotovili smo, da se medsebojno sodelovanje udeležencev na projektu z BIM-pristopom, v veliki meri ne razlikuje od klasičnega pristopa. Razlika nastopi v večji poglobljenosti in ravni standardiziranih postopkov ter uporabi sodobnejših informacijskih orodij. Nazadnje smo poudarili pomen interoperabilnosti v okviru sodelovalnega načina dela, ki zagotavlja sposobnost izmenjave in učinkovite interpretacije podatkov med različnimi komunikacijskimi sistemi oz. programskimi rešitvami.

Zavoljo razumevanja medopravilnosti med deležniki v gradbenem procesu, je bil izdelan IDEF0 diagram, s pomočjo katerega je mogoče nazorno definirati, kje v procesu je potreben kakšen podatek in čemu služi. Vzpostavitev in uporaba CDE nastopita v sklopu zadnjih dveh faz, po zaključeni fazi projektiranja ter prednastavljenih delovnih tokih, ki sledijo terminskemu planu gradnje. V sistemu se istočasno nahaja povratna zanka, na račun sprememb projektnih rešitev oz. nepredvidenih okoliščin, ki neposredno vplivajo na časovnico gradnje.

V pomoč pri izbiri ustrezne platforme za potrebe nadzora in koordinacije referenčnega projekta smo zasnovali številne kriterije, na podlagi katerih je bilo možno sprejeti najbolj optimalno rešitev. Kot najpomembnejši kriterij smo izpostavili funkcionalnost CDE-platforme, posledično smo raziskavi na tem področju posvetili največ pozornosti in časa. Preostali trije kriteriji so bili, v naključnem vrstnem redu, intuitivnost uporabniškega vmesnika, cena najema programske opreme in zagotavljanje tehnične podpore.

Za ugotavljanje oz. določanje zahtev kakovosti posameznih izvedenih del so bili izpostavljeni postopki kontrole nadzora, dostopni vsem udeležencem na projektu. S tem je bilo zagotovljeno, da se skozi celotno fazo gradnje uporabljajo najvišji industrijski standardi.

V okviru obsežnega poglavja opisa vzpostavitve skupnega podatkovnega okolja za potrebe nadzora in koordinacije referenčnega projekta so bili v logičnem zaporedju podrobneje predstavljeni posamezni koraki implementacije. Med drugim so zajemali: definiranje uporabniških skupin glede na vloge deležnikov na projektu, vzpostavitev projektne strukture map in konvencije poimenovanja, opis postopka odobritve novo naložene dokumentacije, definiranje posameznih območij, prostorov in skupin 3D-elementov v zveznem BIM-modelu, vzpostavitev delovnih paketov dela in prednastavljenih vzorcev komuniciranja, definiranje protokolov odobritve dokumentacije ter kreiranje predlog opravil oz. kontrolnih seznamov in obrazcev za npr. potrebe pridobitve dodatnih informacij, potrjevanje zahtevkov za spremembe ter standardizirano izvajanje kvalitetnih pregledov del.

Dodatno je bila izpostavljena izvedba predstavitev delavnic za investitorja, izvajalce in ostale udeležence na projektu, ki je že ob njihovem prvem vpisu na platformo zagotovila karseda učinkovit prehod na nov način dela.

V sklopu istega poglavja so bile na kratko predstavljene nekatere integrirane rešitve programske opreme Dalux, katerih uporaba je tekom vodenja in koordinacije projekta prišla še posebej do izraza. Vsakodnevno so bila npr. uporabljena napredna orodja za merjenje v 2D oz. 3D-prostoru, bralec QR-kod za nadzor nad ažurnostjo natisnjene dokumentacije na terenu ter orodji za primerjavo obstoječega stanja s 3D BIM-modelom, tako s pomočjo razširjene resničnosti, kot v kombiniranem pogledu s 360° posnetkom. Velik doprinos je predstavljala tudi programsko vodena analitika, ki je omogočila poglobljen pregled na aktualnim stanjem projekta ter t.i. profil podjetja, kjer je bilo možno v strukturirani obliki shraniti vse predhodno ustvarjene predloge dokumentnega sistema, opravil, obrazcev in vzorcev komuniciranja za bodoče projekte. Za dodano vrednost je bila hkrati izpostavljena podprtost BCF-formata, s pomočjo katerega so bile projektantom posameznih disciplin posredovane vse projektne spremembe vezane na 3D BIM-model. S tem je bil zagotovljeno, da se le-ta v čim večji meri redno posodablja in s tem prikazuje realno situacijo izvedenega stanja.

Za oblikovanje modela vrednotenja potencialnih ovir in izzivov s katerimi se srečujejo končni uporabniki pri upravljanju informacij v fazi gradnje, smo v okviru raziskovalne naloge izvedli dodatno raziskavo v obliki anketnega vprašalnika. Za identifikacijo in določitev nabora dejavnikov je bila izvedena obširna študija literature, kjer je bilo skupno identificiranih 25 raznolikih dejavnikov, zbranih iz raziskav opravljenih v 9 različnih državah. Raziskava je pokazala, da zaposleni v gradbeni industriji, zajeti v raziskavi, pri svojem delu za izmenjavo različnih vrst dokumentacije v največji meri uporabljajo digitalno obliko, ki je najpogostejše shranjena na strežniku podjetja oz. trdem disku. Ob obisku gradbišč se večina še vedno poslužuje starega načina dela, brez uporabe digitalnih pripomočkov. Njihovo razumevanje pojma skupno podatkovno okolje je zadostno, za uporabo CDE programskih rešitev se največkrat odločijo v fazi gradnje.

V obsegu 80% kumulativne vsote absolutnih uteži pomembnosti dejavnikov je bilo identificiranih 15 prioriteten izzivov. Obstaja verjetnost, da bi s povečanjem 3-stopenjske lestvice v sklopu parnih primerjav posameznih dejavnikov lahko obseg še nekoliko zožili, vendar bi na račun večje obremenitve anketirancev tvegali verodostojnost odgovorov.

Pri analizi vidikov vrednotenja dejavnikov, ki bi lahko v negativnem smislu vplivali na uspešnost implementacije CDE, je bilo ugotovljeno, da so si mnenja različnih skupin anketirancev v veliki meri zelo podobna. Na račun tega lahko pri pripravi prednostnega načrta preventivnih ukrepov pogleda ciljnih skupin prevzamemo kot enotne. Stratifikacijska analiza je dodatno pokazala, da sta lahko programska oprema ter finančni aspekt izvzeti iz obsega prednostnih ovir.

7.1 Nadaljnje delo

Kot ugotavlja sama raziskovalna naloga, je digitalizacija neprekinjeno prizadevanje, sama hitrost digitalizacije se bo v prihodnosti verjetno samo še povečala. Čeprav je bilo v sklopu analize prikazanih veliko zanimivih rezultatov, je za oceno aktualne zrelosti trga za uspešno implementacijo sodelovalnega načina dela s pomočjo CDE priporočilo, da se za podobne tipe raziskav prizadevajo tudi ostali vpleteni akterji v procesu gradnje, kot npr. izvajalska gradbena in projektantska podjetja, javni naročniki, stanovanjski skladi, pa tudi izobraževalne ustanove, kjer se kalijo bodoči uspešni inženirji. V nadaljevanju je navedenih nekaj zanimivih tem za prihodnje raziskave:

- Primerjava digitalizacije gradbene faze v Sloveniji z drugimi primerljivimi državami
- Temeljita raziskava prizadevanj za uvedbo CDE v ostalih fazah življenjskega cikla projekta
- Pregled in neodvisna ocena aktualnih ponudnikov CDE programskih rešitev na trgu

Tehnologije naslednje generacije ponujajo izjemne potencialne koristi, če se pravilno uporabljajo skupaj z obstoječimi rešitvami, vključno s programskimi orodji CDE, uporabljenimi v gradbenem sektorju.

Ker se CDE nenehno razvija, so na obzorju že novi dosežki, ki lahko projektnim skupinam in organizacijam omogočijo še bolj učinkovite aplikacije. Pametne pogodbe, strojno učenje in napovedna analitika so na primer del inovacij, ki obetajo večjo učinkovitost, varnost in prihranke pri številnih vidikih gradbenih projektov in bi jih bilo tako vredno podrobneje raziskati.

Pametne pogodbe uporabljajo računalniške protokole za olajšanje pravnih dogovorov med strankami s pomočjo šifriranja, ki temelji na verigi blokov. To bi omogočilo hitrejšo obdelavo, obenem pa zagotovilo varno platformo za izmenjavo zaupnih podatkov, kot so finančne informacije ali podpisi pogodb, brez ročne izmenjave dokumentov. Poleg tega lahko pametne pogodbe zaradi svoje avtomatizirane narave in večje natančnosti v primerjavi s tradicionalnimi metodami sklepanja pogodb pomagajo zmanjšati število napak.

Tehnologije strojnega učenja lahko avtomatizirajo naloge, kot so upravljanje materialov ali procesi zagotavljanja kakovosti v različnih fazah projekta. Z uporabo algoritmov, ki se učijo iz preteklih rezultatov in se sčasoma nenehno prilagajajo, lahko stroji hitro in natančno analizirajo velike nabore podatkov, kar bi sicer zahtevalo ročno in naporno človeško delo. Tovrstna avtomatizacija lahko bistveno izboljša časovni potek projekta in hkrati zmanjša stroške, povezane z delovno intenzivnimi dejavnostmi.

Prediktivna oz. napovedna analitika je še ena nastajajoča aplikacija v gradbeništvu, ki temelji na analizi zgodovinskih podatkovnih točk za napovedovanje prihodnjih dogodkov ali rezultatov. Uporaba te tehnike bi omogočila različnim zainteresiranim stranem v organizaciji vpogled v prihajajoča tveganja ali priložnosti, tako da lahko proaktivno obravnavajo morebitne težave, preden te postanejo drage rešitve v prihodnosti. Napovedna analitika zagotavlja tudi dragocene povratne zanke, ki pomagajo pri sprejemanju odločitev v fazah načrtovanja, s čimer bi se lahko povečala splošna operativna učinkovitost v celotnem življenjskem ciklu gradbenega projekta.

8 POVZETEK

Upravljanje podatkov postaja s prihodom digitalnih tehnologij in povečanega števila avtomatiziranih procesov vse zahtevnejše v številnih gospodarskih panogah, vključno z gradbeništvom. Gradbena industrija namreč sledi pomembnemu trendu, ki se usmerja v sprejemanje in vključevanje digitalizacije v različnih vidikih svojega delovanja, CDE pa je ena od njenih ključnih aplikacij.

Z izkoriščanjem moči podatkov tekom gradbenega projekta lahko na primer z uporabo CDE platforme različne ekipe istočasno delajo na projektu, ne da bi se zanašale na ločene vire informacij ali sisteme za ročno posodabljanje. To zagotavlja, da imajo vse strani dostop do aktualnih in točnih informacij - posledica tega je večja produktivnost in odgovornost med vpletenimi. Z organizacijskega vidika platforma omogoča boljše usklajevanje virov, boljše upravljanje časovnih in stroškovnih omejitev ter učinkovitejše delegiranje nalog posameznim ekipam. Navsezadnje uporaba sistema CDE omogoča, da so organizacije na tekočem z vsemi veljavnimi zakoni in predpisi, ne da bi pri tem žrtvovale hitrost ali učinkovitost pri delu.

Rastoča globalizacija gradbeništva zamegljuje mednarodne meje, to pomeni, da se bodo podjetja v gradbeni industriji vedno bolj borila za delo ne le proti svojemu lokalnemu konkurentu, temveč tudi tistim, ki bodo lahko prinesli visoko razvite zmogljivosti informacijskih tehnologij in izobražen kader iz mednarodnega okolja. Strateške koristi sledenja trendom na globalnem trgu in vlaganja v neprekinjen strokovni razvoj so torej zelo razvidne.

Realnost je, da moramo spodbujati nove ravni zaupanja: zaupanje v naše tehnologije in podatke ter zaupanje med člani projektnih skupin. V vsakdanjem življenju vedno bolj zaupamo našim mobilnim napravam in podatkom, ki nam jih predstavljajo, toda za podobne stopnje zaupanja v informacijske tehnologije, ki jih uporabljamo kot gradbeni strokovnjaki, bodo istočasno potrebne procesne in kulturne spremembe.

Tehnologija se na splošno pogosto navaja kot rešitev, vendar gre v veliki meri le za pripomoček. Za učinkovit razvoj in uporabo tehnologije v gradbeništvu je treba le-to umestiti v obstoječe delovne procese in jasno prikazati izboljšave sedanje prakse. Koncept interoperabilnosti, ki temelji skupnem podatkovnem okolju, se mora torej še razvijati. Tako se bodo pojavili se vedno novejši in boljši pristopi sodelovanja, ki temeljijo na BIM. Dokaz je prisotnost in hiter razvoj številnih ostalih orodij za sodelovanje, nekatere izmed njih smo uporabili tudi v sklopu izdelave tega raziskovalnega dela.

V gradbeništvu je zaznati pomanjkanje ustreznih orodij in postopkov za zajemanje in ohranjanje znanja zaposlenih na način, ki bi predstavljal oprijemljivo sredstvo in podjetjem omogočal ohraniti konkurenčno prednost. Zbiranje kakovostnih podatkov je torej bistvenega pomena v okviru digitalizacije delovnih procesov sicer se lahko panoga zanaša le na informacije v glavah zaposlenih in datotekah, do katerih se največkrat ne splača dostopati.

Uvedba nove tehnologije in s tem povezanih sprememb v procesih in poslovnih modelih ni vedno prisotna z odprtimi rokami vseh aktivnih udeležencev gradbenega projekta. Pri uvajanju nove tehnologije v organizaciji je torej ključnega pomena sprejetje končnih uporabnikov, saj je brez učinkovitega sprejetja omejena vrednost njene uporabe. Tehnološki napredek je treba razviti z globokim razumevanjem gradbenega okolja in se osredotočiti na specifična področja neučinkovitosti na način, ki bo ustrezal tistim, ki ga bodo sprejeli. Če se novi sistemi ne morejo pogovarjati, se lahko hitro pojavijo frustracije, poleg tega se lahko zaposleni oz. industrijski partnerji ustrašijo ali se vrnejo v stare sisteme,

če niso prepričani o prednostih nove tehnologije ali menijo, da lahko kvečjemu povečajo njihovo delovno obremenitev in ne obratno. Organizacije lahko pospešijo sprejetje s poenostavitvijo postopka implementacije in razvojem celovitega programa usposabljanja, ki bo zainteresiranim stranem omogočil boljše razumevanje delovanja sistemov in zagotavljal hitrejši prenos znanja; ta mora vključevati redne posodobitve o prednostih, ki so na voljo z uporabo novega pristopa, skupaj s smernicami o najboljših praksah za upravljanje digitalnih sredstev.

V želji po doseganju ekonomičnih končnih rokov izvedbe za aktivnosti na gradbenem projektu, morajo vsi udeleženci stremeti k pravočasnemu in kvalitetnemu dokončanju del. Naročniki, ki so verjetno najpomembnejši udeleženci gradbene industrije saj so pobudniki in financerji gradbenega procesa, vse bolj postajajo del lastnih projektov. Uporaba CDE za naročnike in ostale udeležence gradnje zagotavlja tako materialne kot nematerialne koristi. Nekatere koristi je mogoče jasno količinsko opredeliti, druge je težje izračunati. Potrebna je npr. manj časa za iskanje informacij, obstaja večja gotovost, da vsi delajo na najnovejši različici razpoložljivih informacij, dodatno zmanjšanje stroškov je mogoče doseči z manj sestanki in krajšim časom potovanja.

Vrzel v stopnji opredelitve CDE je v konkretnih oblikah izmenjave podatkov in določitvi potrebnih dokumentov za izvedbo gradnje. Vlade bi morale imeti pobudo za standardizacijo tega okolja glede na naravo vsakega projekta (ceste, stanovanjske zgradbe, prenovalno itd.). Veseli dejstvo, da so se tri vodilna telesa v tem prostoru – British Standards Institution (BSI), Združeno kraljestvo BIM Alliance in Center za digitalno zgrajeno Britanijo (CDBB) - uspela dogovoriti za sodelovanje pri oblikovanju enotnega okvira za usmerjanje za sprejetje in implementacijo serije ISO 19650.

Uvedba serije ISO 19650 bo imela pomemben vpliv na celotno gradbeno industrijo po vsem svetu. Če je bila do zdaj serija PAS 1192 referenca za BIM stopnjo 2, zlasti v Združenem kraljestvu, zdaj serija ISO 19650 ustvarja novo obdobje v gradbeni industriji. Osebnostno menim, da je bilo sprejetje serije UK 1192 v Združenem kraljestvu ovirano zaradi pomanjkanja jasnih navodil. Posledično smo prišli do razpršenega pristopa k usmerjanju, ki je temeljil na različnih interpretacijah standardov, ki so vedno vključevali protislovja ali napake.

Dejstvo je, da se bodo standardi in smernice še naprej razvijali, da bi s tem zagotovili ustrezne pogoje za interoperabilnost v celotnem projektu glede na potrebe industrije, kot so upravljanje in vzdrževanje, gradnja ali celo za popolno izvajanje v celotnem življenjskem ciklu projekta. Dokaz za to je tudi objava vladnih predlogov in mejnikov predstavljenih v uvodnem poglavju.

Pri razvijanju strategije CDE je treba premišljeno upoštevati tudi varnost v okviru zmanjševanja tveganj pri upravljanju informacij in določanja ustreznih tehnoloških rešitev CDE. Center za zaščito nacionalne infrastrukture (*angl. The Centre of the Protection of National Infrastructure*, CPNI) je pripravil smernice za uporabo skupnih podatkovnih okoljih za raven BIM, ki temeljijo na načelih za varovanje v oblaku in so prilagojena zahtevam CDE do katerih dostopajo uporabniki iz obeh strani, tako naročniki kot npr. projektantsko podjetje in izvajalci.

Za konec velja omeniti, da se je v času mojega študija za BIM in vodenje projektov s pomočjo CDE-platform zanimal le majhen del panoge. Danes srečam ljudi, bivše sošolce, sodelavce in stranke, ki so enako ali celo bolj navdušeni nad novostmi, ki jih prinaša nova tehnologija. So radovedni, spodbujajo aktivno sodelovanje in s svojim inovativnim pristopom in idejami sočasno prispevajo k preobrazbi gradbene industrije, kot jo poznamo danes.

VIRI

- [1] Reinventing construction: A route to higher productivity. 2017. McKinsey&Company.
<https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/mgi-reinventing-construction-a-route-to-higher-productivity-full-report.pdf> (Pridobljeno 15.2.2023.)
- [2] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. 2008. BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. John Wiley & Sons.
- [3] Castellina, N. 2017. The Cost of doing nothing: Why you can't afford to sit on an ERP software decision.
<https://www.pcbennett.com/wp-content/uploads/2019/07/The-Cost-of-Doing-Nothing-Aberdeen.pdf> (Pridobljeno 2.2.2023.)
- [4] Advice note on the Common Data Environment (CDE). 2019.
<https://pdfcoffee.com/riai-advice-note-common-data-environment-pdf-free.html> (Pridobljeno 1.2.2023.)
- [5] Rádl, J., Kaiser, J. 2017. Information Insufficiency Problems in Construction Projects. Vision 2020: Sustainable economic development, Innovation Management and Global Growth, Norristown: IBIMA: 5059-5070.
- [6] Kerosuo, H., Miettinen, R., Paavola, S., Mäki, T., Korpela, J. 2015. Challenges of the expansive use of Building Information Modeling (BIM) in construction projects. Production. 25. nb. 2: 289-297.
- [7] Desai, M., Bhatt, R. 2013. Critical causes of delays in residential construction projects: case study of centra Gujarat region of India. IJETT. 4. nb. 4: 762-768.
- [8] CDE – Common Data Environment – Strategic BIM process tool. 2016.
<http://www.buildingincloud.net/en/cde-common-data-environment-strategic-bim-process-tool/> (Pridobljeno 16.2.2023.)
- [9] Gallaher, M., O'Connor, A., Dettbarn, J., Gilday, L. 2004. Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry. NIST GCR 04-867.
[doi:10.6028/NIST.GCR.04-867](https://doi.org/10.6028/NIST.GCR.04-867)
- [10] BIM and CDE in the design and construction of London Crossrail. 2019.
<https://www.e-zigurat.com/blog/en/bim-cde-design-construction-london-crossrail/> (Pridobljeno 2.2.2023.)
- [11] Endsley, M.R. 1995. Measurement of situation awareness in dynamic systems, Human Factors. Vol. 37, No. 1: 65–84.

- [12] Rannat, K., Meriste, M., Helekivi, J., Kelder, T. 2012. Models of Indoor Environments – a Generic Interactive Model for Design and Simulation of Building Automation, in: Bhatt, M., Guesgen, H.W. (ed) (2012) Situational Awareness for Assistive Technologies, Ambient Intelligence and Smart Environments. Vol. 14:165 – 186
- [13] Akcijski načrt uvedbe digitalizacije na področju grajenega okolja v Republiki Sloveniji. 2018. https://iprostor.si/wp-content/uploads/2018/09/Akcijski-na%C4%8Drt-uvedbe-digitalizacije-na-podro%C4%8Dju-grajenega-okolja-v-Republiki-Sloveniji_v2.3.pdf (Pridobljeno 2.2.2023.)
- [14] From BS 1992 to ISO 19650 and everything in between. 2019. <https://www.thenbs.com/knowledge/from-bs-1192-to-iso-19650-and-everything-in-between> (Pridobljeno 4.2.2023.)
- [15] SiBIM, <http://sibim.si/o-zdruzenju/> (Pridobljeno 4.2.2023.)
- [16] Priročnik za pripravo projektne naloge za implementacijo BIM-pristopa za gradnje. 2018. https://www.sibim.si/f/docs/dokumenti/IZS_prirocnik_MSG_BIM_pristopa_za_gradnje_www.pdf (Pridobljeno 4.2.2023.)
- [17] Akcijski načrt uvedbe digitalizacije na področju grajenega okolja v Republiki Sloveniji. 2018. http://sibim.si/f/docs/dokumenti/Akcijski_nacrt_uvedbe_digitalizacije_na_podrocju_grajenega_okolja_v_RS_7_5_2018.pdf (Pridobljeno 4.2.2023.)
- [18] Bringing together national efforts into a common and aligned European approach to develop a world-class digital construction sector. 2018. <http://www.eubim.eu/> (Pridobljeno 5.2.2023.)
- [19] BIM in kvaliteta grajenega okolja – GZS. 2019. https://www.gzs.si/Portals/230/Vsebine/novice-galerije/2_Andrej%20Tibaut_Future%20Living.pdf (Pridobljeno 5.2.2023.)
- [20] 2018. Implementation of a Common Data Environment: The Benefits, Challenges & Considerations. 2018. Scottish Future Trust (SFT). <https://www.scottishfuturetrust.org.uk/storage/uploads/cdeimplementaionresearchaug18.pdf> (Pridobljeno 5.2.2023.)
- [21] BS 1992:2007. Collaborative production of architectural, engineering and construction information – code of practice (+A2:2016).
- [22] PAS 1992-2:2013. Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling
- [23] Singapore BIM Guide. 2013. https://www.corenet.gov.sg/media/586132/Singapore-BIM-Guide_V2.pdf (Pridobljeno 7.2.2023.)
- [24] Froese, M. 2010. The impact of emerging information technology on project management for construction: Automation in Construction, 19. nb. 5: 531-538.

- [25] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. 2011. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, 2nd Edition. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken: 648 str.
- [26] Preidel, C., Borrmann, A., Mattern, H., König, M., Schapke, S-E. 2018. Common Data Environment. Building Information Modeling – Technology Foundations and Industry Practice. Springer. doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3_15
- [27] Johannsen, F., Leist, S. 2009. »A Six Sigma Approach for Integrated Solutions.« Managing Service Quality 19 (5): 558–580.
- [28] BIM maturity Levels: from stage 0 to stage 3. 2019.
[https://biblus.accasoftware.com/en/bim-maturity-levels-from-stage-0-to-stage-3/\(10.2.2023\)](https://biblus.accasoftware.com/en/bim-maturity-levels-from-stage-0-to-stage-3/(10.2.2023))
- [29] Borrmann, A., König, M., Koch, C., Beetz, J. 2018. Building Information Modeling: Why? What? How?. Technology Foundations and Industry Practice. Springer: 1-24. doi: 10.1007/978-3-319-92862-3_1
- [30] End-to-end collaboration enabled by BIM level 3. 2016.
<https://www.3ds.com/fileadmin/Industries/Architecture-Engineering-Construction/Pdf/Whitepapers/end-to-end-collaboration-enabled-by-bim-level-3-white-paper-aec.pdf> (Pridobljeno 12.3.2023.)
- [31] Kiraly, S., Stare, A. 2019. Analysis of Application of Building Information Modeling (BIM) in Slovenia. Projektna mreža Slovenije. Letnik V, št. 1.
http://zpm.si/projektna-mreza-slovenije/wp-content/uploads/2019/04/KIRALY_STARE_8-april-2019-SLO.pdf (Pridobljeno 12.3.2023.)
- [32] Jus, A., Tibaut, A. 2017. BIM metrics. In: SCHMIDIGER M (ed) Digitalisierungsbarometer 2017 : die Immobilienbranche im digitalen Wandel, (Schriften aus dem Institut für Finanzdienstleistungen IFZ Zug, Bd. 39. Verlag IFZ - Hochschule Luzern: 208–224
- [33] Nemec Pečjak, M. 2017. Osnove informacijskega modeliranja gradenj (BIM). Prva izdaja. Ljubljana: samozaložba
- [34] SIST EN 19650-1:2019. Organizacija in digitalizacija informacij v gradbeništvu – Upravljanje informacij z BIM – 1. del: Pojmi in načela (ISO 19650-1:2018).
- [35] SIST EN ISO 19650-2:2019. Organizacija in digitalizacija informacij v gradbeništvu – Upravljanje informacij z BIM – 2. del: Faza načrtovanja in izvedbe gradbenega projekta (ISO 19650-2:2018).
- [36] What does the future of project delivery look like. 2017.
<https://projectdelivery.autodesk.com/blog/the-future-of-project-delivery/> (Pridobljeno 16.3.2023.)
- [37] High level principles of implementation. 2019. Information Management according to BS EN ISO 19650 Guidance Part: Concepts. UK BIM Alliance. 1st Edition: 17-18.

- [38] Organisational Information Requirements (OIRS). 2018.
<https://procure22.nhs.uk/wp-content/uploads/2018/07/P22-XX-XX-SP-K-OIR-001.pdf>
(Pridobljeno 20.3.2023.)
- [39] PAS 1992-3:2014. Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling.
- [40] Asset Information Requirements Guide: Information required for the operation and maintainance of an asset. 2018.
https://www.abab.net.au/wp-content/uploads/2018/12/ABAB_AIR_Guide_FINAL_07-12-2018.pdf (Pridobljeno 20.3.2023.)
- [41] Employer's Information Requirements EIR. 2023.
https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Employer%27s_information_requirements_EIR
(Pridobljeno 3.3.2023.)
- [42] What is the Asset Information Model (AIM). 2017.
<https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-the-asset-information-model-aim> (Pridobljeno 3.3.2023.)
- [43] Common Data Environment (CDE)-Collaborative BIM Working. 2017.
<https://bimperse.wordpress.com/2017/03/10/common-data-environment-cde/> (Pridobljeno 5.3.2023.)
- [44] Grilo, A., Jardim-Goncalves, R. 2010. Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments, Automation in Construction 19(5): 522–530.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2009.11.003>
- [45] BIM in brief 12.7.22: PlanRadar adds Gantt View scheduling tool. 2022.
<https://www.bimplus.co.uk/bim-in-brief-12-7-22-planradar-adds-gantt-view-scheduling-tool/>
(Pridobljeno 4.4.2023.)
- [46] AEC(UK) BIM Technology Protocol. Practical implementation of BIM for the UK Architectural, Engineering and Construction (AEC) industry. 2015.
<https://aecuk.files.wordpress.com/2015/06/aecukbimtechnologyprotocol-v2-1-1-201506022.pdf> (Pridobljeno 1.3.2023.)
- [47] Gradbeni zakon. Uradni list RS št. 199-3972/2021: 12570
- [48] Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih. Uradni list RS št. 83-3626/2005: 8653
- [49] Björk, B-C. 1999. Information technology in construction: domain definition and research issues. International Journal of Computer Integrated Design And Construction. Vol. 1, Issue 1: 1-16.

- [50] Ullah, K., Lill, I., Witt, E. 2019. An overview of BIM adoption in the construction industry: Benefits and barriers. In Proceedings of the 10th Nordic Conference on Construction Economics and Organization. Tallinn, 7-8. May. Vol. 10: 7250 str.
- [51] Mohammed, A., Hasnain, S.A., Quadir, A. 2019. Implementation of building information modelling (BIM) practices and challenges in construction industry in Qatar. J. Eng. Res. Rep., 9:1–9.
- [52] Aitbayeva, D., Hossain, M.A. 2020. Building Information Model (BIM) Implementation in Perspective of Kazakhstan: Opportunities and Barriers. J. Eng. Res. Rep., 14: 13–24.
- [53] Wu, P., Jin, R., Xu, Y., Lin, F., Dong, Y., Pan, Z. 2020. The analysis of barriers to BIM implementation for industrialized building construction: A China study. J. Civ. Eng. Manag., 27: 1–13.
- [54] Chan, D.W., Olawumi, T.O., Ho, A.M. 2019. Perceived benefits of and barriers to Building Information Modelling (BIM) implementation in construction: The case of Hong Kong. Journal of Building Engineering, 25, 100764.
doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.100764
- [55] Ma, Z., Zhang, D., Li, J. 2018. A dedicated collaboration platform for integrated project delivery. Autom. Constr., 86: 199–209.
- [56] Hu, Z.-Z., Zhang, X.-Y., Wang, H.-W., Kassem, M. 2016. Improving interoperability between architectural and structural design models: an industry foundation classes-based approach with web-based tools. Autom. Constr., 66: 29–42.
- [57] Yan, H., Damian, P. 2008. Benefits and Barriers of Building Information Modelling. In proceedings of the 12th International conference on Computing in Civil and Building (INCITE 2008), Beijing:1-5.
- [58] Beach, T., Petri, I., Rezgui, Y., Rana, O. 2017. Management of collaborative BIM data by federating distributed BIM models. J. Comp. Civil Eng., Vol. 3(4), 04017009.
[doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000657](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000657).
- [59] Eadie, R., Browne, M., Odeyinka, H., McKeown, C., McNiff, S. 2013. BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. Automation in Construction, 36: 145-51.
- [60] The Golden Thread: Complete Survey Responses. 2021.
<https://www.goldenthread.co.uk/COP1060-Golden-Thread-Complete-Survey.pdf> (5.2.2023)
- [61] Ganah, A., John, G. A. 2015. An overview of the feasibility of achieving level 2 building information modeling by 2016 in the UK. Journal of Civil Engineering and Architecture, Vol. 9: 885–894.
- [62] Comiskey, D., McKane, M., Jaffrey, A., Wilson, P., Mordue, S. 2017. An analysis of data sharing platforms in multidisciplinary education. Arch. Eng. Design Manag., 13: 244–261.

- [63] Oesterreich, T. D., Teuteberg, F. 2019. Behind the scenes: Understanding the socio-technical barriers to BIM adoption through the theoretical lens of information systems research. *Technol. Forecast. Soc. Change*, Vol. 146, October 2018: 413–431.
- [64] Olanrewaju, O.I., Chileshe, N., Babarinde, S.A., Sandanayake, M. 2020. Investigating the barriers to building information modeling (BIM) implementation within the Nigerian construction industry. *Eng. Constr. Archit. Manag.*, 27: 2931–2958.
- [65] Mahdi, M. M., Mawlood, D. K. 2020. Challenges Facing the Implementation of Building Information Modeling (BIM) Techniques in Iraq. *ZancoJ. Pure Appl. Sci.*, 32: 48–57.
- [66] Farooq, U., Rehman, S. K. U., Javed, M.F., Jameel, M., Aslam, F., Alyousef, R. 2020. Investigating BIM Implementation Barriers and Issues in Pakistan Using ISM Approach. *Appl. Sci.*, 10: 7250.
doi.org/10.3390/app10207250
- [67] Ratajczak, J., Riedl, M., Matt, D.T. 2019. BIM-based and AR application combined with location-based management system for the improvement of the construction performance. *Buildings*, 9 (5): 118 str.
doi.org/10.3390/buildings9050118
- [68] Ishikawa, K., Loftus, J.H. 1990. *Introduction to Quality Control*, 3A Corporation, Tokyo.
- [69] Murray, D. M., Fisher, J. D. 2002. The Internet: A Virtually Untapped Tool for Research. *Journal of Technology in Human Services*, 19 (2-3): 5-18.
doi: 10.1300/J017v19n02_02
- [70] Thakkar, J. J. 2021. *Analytic hierarchy process (AHP). Multi-Criteria Decision Making*. Springer, Vol. 336, Singapore.
doi: 10.1007/978-981-33-4745-8_3
- [71] Ishizaka, A., Labib, A. 2011. Review of the main developments in the analytic hierarchy process. *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, 11: 14336–14345.
- [72] Dodevska, Z., Radovanović, S., Petrović, A., Delibašić B. 2023. When Fairness Meets Consistency in AHP Pairwise Comparison. *Mathematics*, 11 (3), 604.
doi.org/10.3390/math11030604
- [73] Boone, H. N., Boone, D. A. 2012. Analyzing Likert Data. *Journal of Extension*, Vol. 50: 1–5.
- [74] Ward, M. K., Weade, A. W. 2017. Applying Social Psychology to Prevent Careless Responding during Online Surveys. *Applied Psychology*, Vol. 6, 2: 231-263.
doi.org/10.1111/apps.12118
- [75] Sabet, F., Zoghoul, S., Alahmad, M., Al Qudah, H. 2020. The influence of gender on clinical examination skills of medical students in Jordan: a cross-sectional study. *BMC Medical Education*, Vol. 20, 98.
doi.org/10.1186/s12909-020-02002-x

[76] Consistency ratio and Transitivity Rule. 2022.

<https://www.spicelogic.com/docs/ahpsoftware/intro/ahp-consistency-ratio-transitivity-rule-388>

(Pridobljeno 2.4.2023.)

[77] Ishikawa diagram. 2008.

https://en.wikipedia.org/wiki/Ishikawa_diagram (Pridobljeno 2.4.2023.)

PRILOGA A: RAZISKAVA O RABI CDE V FAZI GRADNJE – vprašalnik

1. SKLOP: DEMOGRAFIJA

V prvem sklopu nas zanima nekaj osnovnih podatkov o vas. Podatke potrebujemo le za potrebe obdelave ankete in ne bodo posredovani nikomur. Vsa vprašanja so obvezna.

V katero starostno skupino spadate?

- do 20 let
- 21 - 30 let
- 31- 40 let
- 41 - 50 let
- 51 - 60 let
- nad 61 let

V kateri državi ste opravili zadnje strokovno izobraževanje oz. usposabljanje?

- Slovenija
- Drugo: _____

Katera je glavna dejavnost podjetja, v katerem ste zaposleni?

- Projektiranje
- Koordinacija VZD na gradbišču
- Izvajalec gradbenih del
- Izvajalec elektro in strojnih del
- Izvajalec sprinkler sistemov
- Izvajalec obrtniških del
- Razvoj programske opreme
- Logistika
- Tehnično varovanje
- Drugo: _____

Kolikšno je število zaposlenih v vašem podjetju?

- do 9
- 10-49
- 50-249
- 250 in več

Kakšen je vaš naziv v podjetju?

- Projektant
- Inženir
- Koordinator projektov
- Vodja skupine
- Vodja projektov

- Vodja gradbišča
- Vodja oddelka
- Namestnik vodje oddelka
- BIM koordinator
- Upravljalac proizvodov
- Koordinator VZD
- Direktor
- Drugo: _____

Kakšno delo pretežno opravljate? (Možnih je več odgovorov.)

- Projektiranje
- Koordinacija projektov
- Vodenje projektov
- Gradbeni nadzor
- Projektantski nadzor
- Koordinacija gradnje
- Zagotavljanje varnosti dela, zdravstvena zaščita
- Priprava ponudb oz. razpisov
- Popisi del
- Delovodja
- Delavec
- Vodenje gradbenega dnevnika
- Informacijska podpora
- Nakup nepremičnin
- Upravljanje objektov
- Trženje
- Drugo: _____

2. SKLOP: INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKA TEHNOLOGIJA PODJETJA

Kako najpogosteje komunicirate z ostalimi udeleženci na projektu v fazi gradnje?

- Osebno, na štiri oči
- V skupini, na sestankih
- Preko telefonskega klica
- Preko video klica
- Preko sms sporočila
- Preko e-poštnega sporočila
- Drugo: _____

Kako si najpogosteje izmenjujete spodaj naštete dokumente:

	osebno	telefon	papir	digitalno	si ne izmenjujemo/drugo
projektno dokumentacijo	•	•	•	•	•
navodila za delo	•	•	•	•	•
vabila na sestanke	•	•	•	•	•
zapisnike	•	•	•	•	•
gradbeno knjigo	•	•	•	•	•
kalkulacije in obračune	•	•	•	•	•
pogodbe in dokazila	•	•	•	•	•
naročila in ponudbe	•	•	•	•	•

Kje shranjujete dokumentacijo? (Možnih je več odgovorov.)

- Trdi disk
- Optični disk (CD, DVD, Blu-Ray)
- USB ključ
- Omrežni disk/strežnik
- Komercialni oblak (npr. Dropbox, Google Drive, ipd.)
- Lastni oblak (npr. Koofr)
- Drugo: _____

Kako pogosto dostopate do digitalne dokumentacije, ko ste na gradbišču?

- Pogosto
- Redko
- Nikoli
- Ne obiskujem gradbišč

Kateri digitalni pripomoček uporabljate za pregled dokumentacije na gradbišču? (Možnih je več odgovorov.)

- Mobilni telefon
- Tablični računalnik
- Prenosni računalnik
- Stacionarni računalnik
- Drugo: _____

3. SKLOP: OVIRE IN IZZIVI PRI IMPLEMENTACIJI CDE

Ocenite razlog za slabo implementacijo CDE | kategorija: LJUDJE

(V tabeli medsebojno primerjajte navedene razloge. Če se vam razloga zdita enakovredna, izberite srednjo možnost.)

	bolj se strinjam s trditvijo na levi	obe trditvi sta enakovredni	bolj se strinjam s trditvijo na desni	
pomanjkanje ustreznih veščin končnih uporabnikov pri upravljanju s podatki na CDE platformah, ustvarjenih s pomočjo naprednih BIM orodij	•	•	•	nizka raven ozaveščenosti o prednostih uporabe BIM/CDE tehnologije
pomanjkanje ustreznih veščin končnih uporabnikov pri upravljanju s podatki na CDE platformah, ustvarjenih s pomočjo naprednih BIM orodij	•	•	•	nepripravljenost podjetij do sprememb in uvajanja novih BIM/CDE tehnologij
pomanjkanje ustreznih veščin končnih uporabnikov pri upravljanju s podatki na CDE platformah, ustvarjenih s pomočjo naprednih BIM orodij	•	•	•	strah podjetnikov pred visokim tveganjem vlaganja v BIM/CDE tehnologijo
pomanjkanje ustreznih veščin končnih uporabnikov pri upravljanju s podatki na CDE platformah, ustvarjenih s pomočjo naprednih BIM orodij	•	•	•	pomisleki glede zasebnosti in varnosti podatkov, ki se delijo na CDE platformah v oblaku
nizka raven ozaveščenosti o prednostih uporabe BIM/CDE tehnologije	•	•	•	nepripravljenost podjetij do sprememb in uvajanja novih BIM/CDE tehnologi
nizka raven ozaveščenosti o prednostih uporabe BIM/CDE tehnologije	•	•	•	strah podjetnikov pred visokim tveganjem vlaganja v BIM/CDE tehnologijo
nizka raven ozaveščenosti o prednostih uporabe BIM/CDE tehnologije	•	•	•	pomisleki glede zasebnosti in varnosti podatkov, ki se delijo na CDE platformah v oblaku
nepripravljenost podjetij do sprememb in uvajanja novih BIM/CDE tehnologij	•	•	•	strah podjetnikov pred visokim tveganjem vlaganja v BIM/CDE tehnologijo
nepripravljenost podjetij do sprememb in uvajanja novih BIM/CDE tehnologij	•	•	•	pomisleki glede zasebnosti in varnosti podatkov, ki se delijo na CDE platformah v oblaku
strah podjetnikov pred visokim tveganjem vlaganja v BIM/CDE tehnologijo	•	•	•	pomisleki glede zasebnosti in varnosti podatkov, ki se delijo na CDE platformah v oblaku

Ocenite razlog za slabo implementacijo CDE | kategorija: FINANCE

(V tabeli medsebojno primerjajte navedene razloge. Če se vam razloga zdita enakovredna, izberite srednjo možnost.)

	bolj se strinjam s trditvijo na levi	obe trditvi sta enakovredni	bolj se strinjam s trditvijo na desni	
visoki stroški najema programske opreme	•	•	•	visoki stroški usposabljanja zaposlenih
visoki stroški najema programske opreme	•	•	•	brez finančne podpore za podjetja (subvencije ipd.)
visoki stroški najema programske opreme	•	•	•	trenutno primanjkuje količinsko opredeljenih (izmerjenih) dokazov o dejanski koristi uporabe CDE/BIM tehnologij s stroškovnega vidika
visoki stroški najema programske opreme	•	•	•	nizki stroški gradbene dokumentacije v papirni obliki (načrti, obrazci, zapisniki, ipd.)
visoki stroški usposabljanja zaposlenih	•	•	•	brez finančne podpore za podjetja (subvencije ipd.)
visoki stroški usposabljanja zaposlenih	•	•	•	trenutno primanjkuje količinsko opredeljenih (izmerjenih) dokazov o dejanski koristi uporabe CDE/BIM tehnologij s stroškovnega vidika
visoki stroški usposabljanja zaposlenih	•	•	•	nizki stroški gradbene dokumentacije v papirni obliki (načrti, obrazci, zapisniki, ipd.)
brez finančne podpore za podjetja (subvencije ipd.)	•	•	•	trenutno primanjkuje količinsko opredeljenih (izmerjenih) dokazov o dejanski koristi uporabe CDE/BIM tehnologij s stroškovnega vidika
brez finančne podpore za podjetja (subvencije ipd.)	•	•	•	nizki stroški gradbene dokumentacije v papirni obliki (načrti, obrazci, zapisniki, ipd.)
trenutno primanjkuje količinsko opredeljenih (izmerjenih) dokazov o dejanski koristi uporabe CDE/BIM tehnologij s stroškovnega vidika	•	•	•	nizki stroški gradbene dokumentacije v papirni obliki (načrti, obrazci, zapisniki, ipd.)

Ocenite razlog za slabo implementacijo CDE | kategorija: METODA

(V tabeli medsebojno primerjajte navedene razloge. Če se vam razloga zdita enakovredna, izberite srednjo možnost.)

	bolj se strinjam s trditvijo na levi	obe trditvi sta enakovredni	bolj se strinjam s trditvijo na desni	
pomanjkanje jasnih smernic in standardov za vzpostavitev sodelovalnega BIM okolja	•	•	•	ni zakonskih predpisov, ki bi podpirali uporabo CDE, tako kot to na primer že velja v nekaterih tujih državah za javne projekte v BIM
pomanjkanje jasnih smernic in standardov za vzpostavitev sodelovalnega BIM okolja	•	•	•	ni standardnega pogodbenega dokumenta, ki bi lahko pomagal vzpostaviti soglasje o razporeditvi tveganj in reševanjem morebitnih sporov v primeru neupoštevanja sklenjenih dogovorov
pomanjkanje jasnih smernic in standardov za vzpostavitev sodelovalnega BIM okolja	•	•	•	udeleženci niso pogodbeno zavezani k uporabi platforme in hkrati ne nosijo odškodninske odgovornosti
pomanjkanje jasnih smernic in standardov za vzpostavitev sodelovalnega BIM okolja	•	•	•	pomanjkanje povpraševanja naročnikov ali izvajalskih podjetij za uporabo CDE/BIM tehnologij na projektih
ni zakonskih predpisov, ki bi podpirali uporabo CDE, tako kot to na primer že velja v nekaterih tujih državah za javne projekte v BIM	•	•	•	ni standardnega pogodbenega dokumenta, ki bi lahko pomagal vzpostaviti soglasje o razporeditvi tveganj in reševanjem morebitnih sporov v primeru neupoštevanja sklenjenih dogovorov
ni zakonskih predpisov, ki bi podpirali uporabo CDE, tako kot to na primer že velja v nekaterih tujih državah za javne projekte v BIM	•	•	•	udeleženci niso pogodbeno zavezani k uporabi platforme in hkrati ne nosijo odškodninske odgovornosti
ni zakonskih predpisov, ki bi podpirali uporabo CDE, tako kot to na primer že velja v nekaterih tujih državah za javne projekte v BIM	•	•	•	pomanjkanje povpraševanja naročnikov ali izvajalskih podjetij za uporabo CDE/BIM tehnologij na projektih
ni standardnega pogodbenega dokumenta, ki bi lahko pomagal vzpostaviti soglasje o razporeditvi tveganj in reševanjem morebitnih sporov v primeru neupoštevanja sklenjenih dogovorov	•	•	•	udeleženci niso pogodbeno zavezani k uporabi platforme in hkrati ne nosijo odškodninske odgovornosti
ni standardnega pogodbenega dokumenta, ki bi lahko pomagal vzpostaviti soglasje o razporeditvi tveganj in reševanjem morebitnih sporov v primeru neupoštevanja sklenjenih dogovorov	•	•	•	pomanjkanje povpraševanja naročnikov ali izvajalskih podjetij za uporabo CDE/BIM tehnologij na projektih
udeleženci niso pogodbeno zavezani k uporabi platforme in hkrati ne nosijo odškodninske odgovornosti	•	•	•	pomanjkanje povpraševanja naročnikov ali izvajalskih podjetij za uporabo CDE/BIM tehnologij na projektih

Ocenite razlog za slabo implementacijo CDE | kategorija: UPRAVLJANJE

(V tabeli medsebojno primerjajte navedene razloge. Če se vam razloga zdita enakovredna, izberite srednjo možnost.)

	bolj se strinjam s trditvijo na levi	obe trditvi sta enakovredni	bolj se strinjam s trditvijo na desni	
pomanjkanje strokovnjakov za CDE/BIM tehnologijo	•	•	•	uporaba novih tehnologij zahteva korenite spremembe trenutnega poteka dela in uveljavljenih praks
pomanjkanje strokovnjakov za CDE/BIM tehnologijo	•	•	•	kljub vzpostavitvi CDE okolja, je še vedno uporabljenih preveč drugih načinov komunikacije (e-mail, klici, sporočila,...)
pomanjkanje strokovnjakov za CDE/BIM tehnologijo	•	•	•	pomanjkanje kulture, skupne vizije in pripadnosti zaposlenih v podjetjih
pomanjkanje strokovnjakov za CDE/BIM tehnologijo	•	•	•	nezadostna zavezanost vodstva pri implementaciji novih tehnologij
uporaba novih tehnologij zahteva korenite spremembe trenutnega poteka dela in uveljavljenih praks	•	•	•	kljub vzpostavitvi CDE okolja, je še vedno uporabljenih preveč drugih načinov komunikacije (e-mail, klici, sporočila,...)
uporaba novih tehnologij zahteva korenite spremembe trenutnega poteka dela in uveljavljenih praks	•	•	•	pomanjkanje kulture, skupne vizije in pripadnosti zaposlenih v podjetjih
uporaba novih tehnologij zahteva korenite spremembe trenutnega poteka dela in uveljavljenih praks	•	•	•	nezadostna zavezanost vodstva pri implementaciji novih tehnologij
kljub vzpostavitvi CDE okolja, je še vedno uporabljenih preveč drugih načinov komunikacije (e-mail, klici, sporočila,...)	•	•	•	pomanjkanje kulture, skupne vizije in pripadnosti zaposlenih v podjetjih
kljub vzpostavitvi CDE okolja, je še vedno uporabljenih preveč drugih načinov komunikacije (e-mail, klici, sporočila,...)	•	•	•	nezadostna zavezanost vodstva pri implementaciji novih tehnologij
pomanjkanje kulture, skupne vizije in pripadnosti zaposlenih v podjetjih	•	•	•	nezadostna zavezanost vodstva pri implementaciji novih tehnologij

Ocenite razlog za slabo implementacijo CDE | kategorija: OPREMA

(V tabeli medsebojno primerjajte navedene razloge. Če se vam razloga zdita enakovredna, izberite srednjo možnost.)

	bolj se strinjam s trditvijo na levi	obe trditvi sta enakovredni	bolj se strinjam s trditvijo na desni	
zastarela infrastruktura v podjetjih (računalniška programska/strojna oprema)	•	•	•	na trgu ni na voljo univerzalne CDE platforme, ki bi zajemala vse funkcije potrebne za učinkovito delo
zastarela infrastruktura v podjetjih (računalniška programska/strojna oprema)	•	•	•	programska oprema ni prijazna uporabniku
zastarela infrastruktura v podjetjih (računalniška programska/strojna oprema)	•	•	•	nekatera orodja za sodelovanje, uporabljena v industriji, niso združljiva z odprtimi formati BIM, kot sta IFC in BCF
zastarela infrastruktura v podjetjih (računalniška programska/strojna oprema)	•	•	•	programska oprema samo v tujem jezik
na trgu ni na voljo univerzalne CDE platforme, ki bi zajemala vse funkcije potrebne za učinkovito delo	•	•	•	programska oprema ni prijazna uporabniku
na trgu ni na voljo univerzalne CDE platforme, ki bi zajemala vse funkcije potrebne za učinkovito delo	•	•	•	nekatera orodja za sodelovanje, uporabljena v industriji, niso združljiva z odprtimi formati BIM, kot sta IFC in BCF
na trgu ni na voljo univerzalne CDE platforme, ki bi zajemala vse funkcije potrebne za učinkovito delo	•	•	•	programska oprema samo v tujem jezik
programska oprema ni prijazna uporabniku	•	•	•	nekatera orodja za sodelovanje, uporabljena v industriji, niso združljiva z odprtimi formati BIM, kot sta IFC in BCF
programska oprema ni prijazna uporabniku	•	•	•	programska oprema samo v tujem jezik
nekatera orodja za sodelovanje, uporabljena v industriji, niso združljiva z odprtimi formati BIM, kot sta IFC in BCF	•	•	•	programska oprema samo v tujem jezik

Ocenite pomembnost posamezne kategorije:

(**FINANCE**: npr. stroški najema, stroški usposabljanja zaposlenih, subvencije **METODA**: npr. dobro definirane smernice in standardi, pogodbeni zavezanost deležnikov **UPRAVLJANJE**: npr. ustrezni strokovnjaki za vzpostavitev sistema, pripadnost zaposlenih, zavezanost vodstva **OPREMA**: npr. prijazna uporabniku, univerzalna, združljiva z odprtimi formati (IFC, BCF) **LJUDJE**: npr. ustrezne veščine končnih uporabnikov, pripravljenost na nove spremembe, visoka raven ozaveščenosti)

	bolj se strinjam s trditvijo na levi	obe trditvi sta enakovredni	bolj se strinjam s trditvijo na desni	
LJUDJE	•	•	•	FINANCE
LJUDJE	•	•	•	METODA
LJUDJE	•	•	•	UPRAVLJANJE
LJUDJE	•	•	•	RAČUNALNIŠKA OPREMA
FINANCE	•	•	•	METODA
FINANCE	•	•	•	UPRAVLJANJE
FINANCE	•	•	•	RAČUNALNIŠKA OPREMA
METODA	•	•	•	UPRAVLJANJE
METODA	•	•	•	RAČUNALNIŠKA OPREMA
UPRAVLJANJE	•	•	•	RAČUNALNIŠKA OPREMA

4. SKLOP: IZKUŠNJE, USPEŠNOST, IZBOLJŠAVE IN PRIČAKOVANJA UPORABNIKOV

Ste pred to raziskavo že kdaj slišali za pojem CDE (skupno podatkovno okolje)?

- Da
- Ne

Ali veste kaj predstavlja pojem CDE (skupno podatkovno okolje)?

- Da
- Ne
- Približno

Ste kdaj v preteklosti že uporabljali CDE platformo, kot je npr. Dalux (<https://www.dalux.com/>)?

- Da
- Ne

V kateri fazi gradbenega projekta ste jo uporabljali? (Možnih je več odgovorov.)

- Planiranje
- Gradnja
- Upravljanje in vzdrževanje
- Drugo: _____

Katero CDE platformo ste uporabljali?

- Odgovor: _____

Ali aktivno sodelujete na projektu Cargo - 2.faza?

- Da
- Ne

Ste zadovoljni z načinom komunikacije preko Dalux platforme?

- Da
- Ne

Ste zadovoljni z načinom upravljanja dokumentacije preko Dalux platforme?

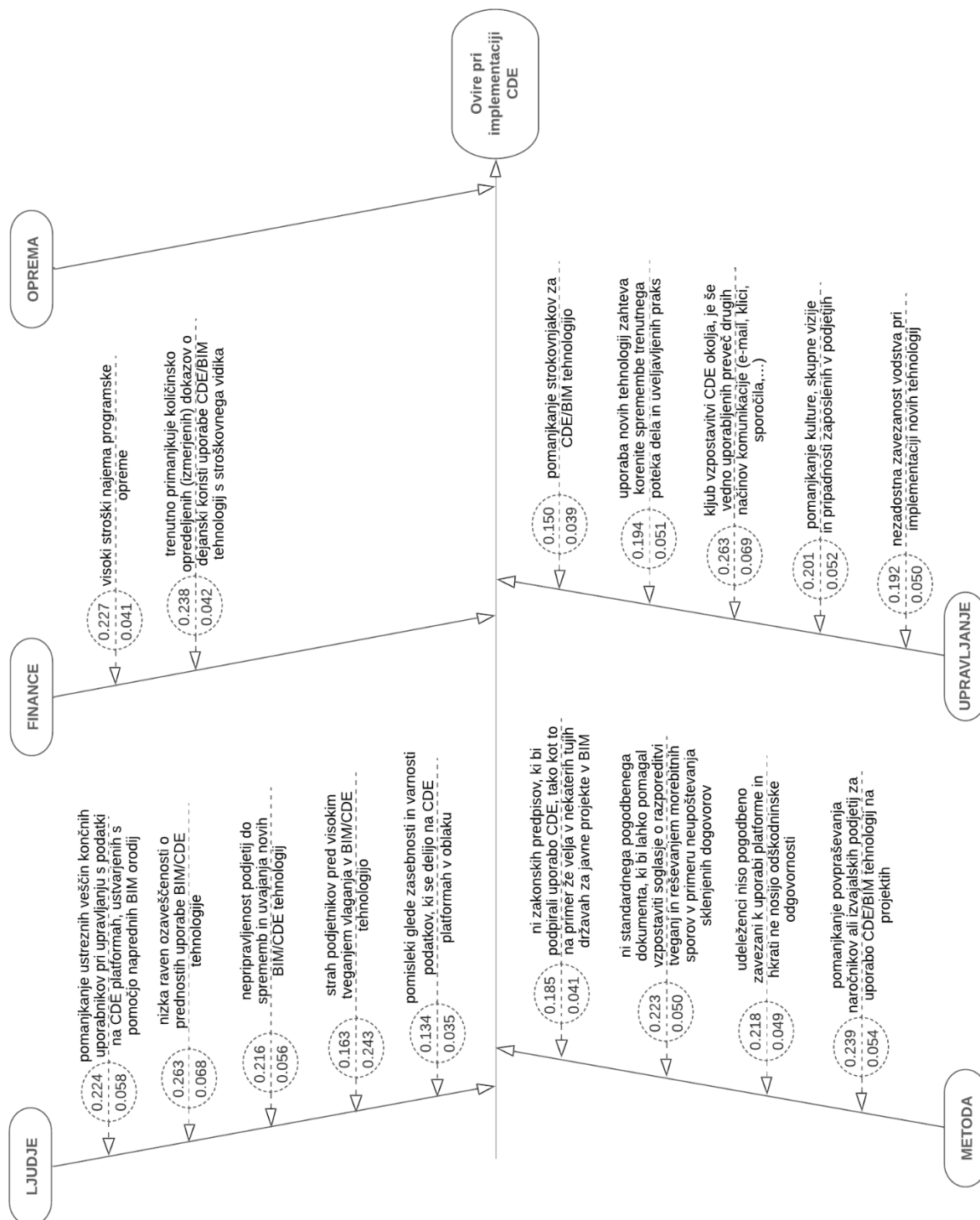
- Da
- Ne

Nameravate v podjetju vztrajati pri uporabi CDE platform na bodočih projektih?

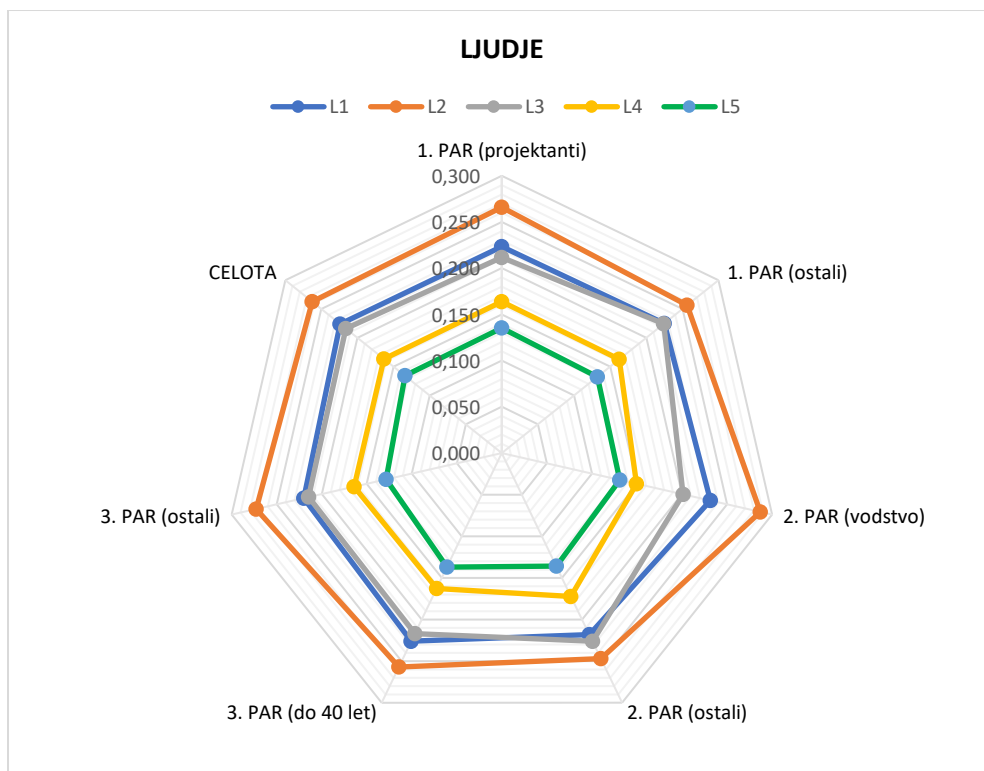
- Da
- Ne

PRILOGA B: RAZISKAVA O RABI CDE V FAZI GRADNJE – rezultati

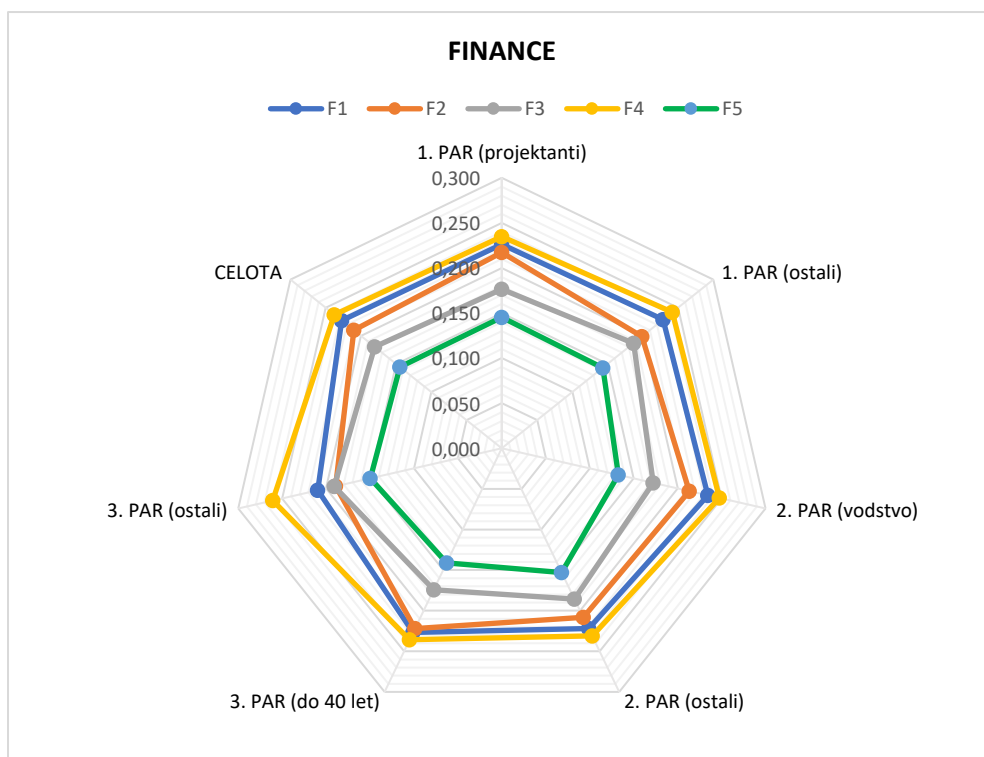
SKLOP: OVIRE IN IZZIVI PRI IMPLEMENTACIJI CDE



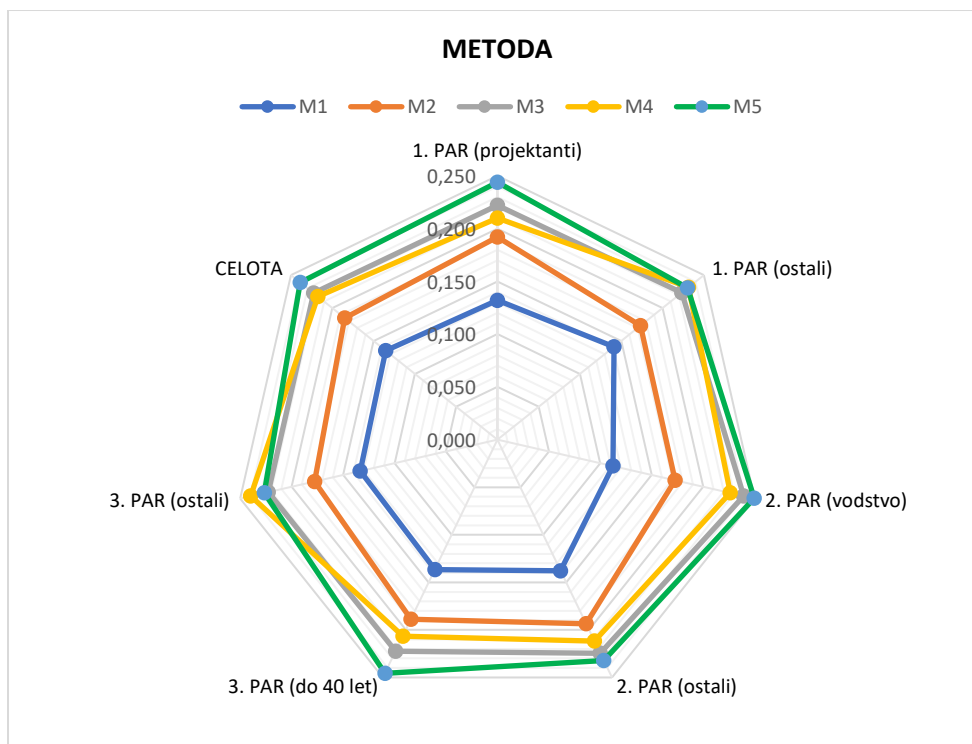
Slika B- 1: Ishikawa diagram: izpostavljene ovire pri vzpostavitvi CDE



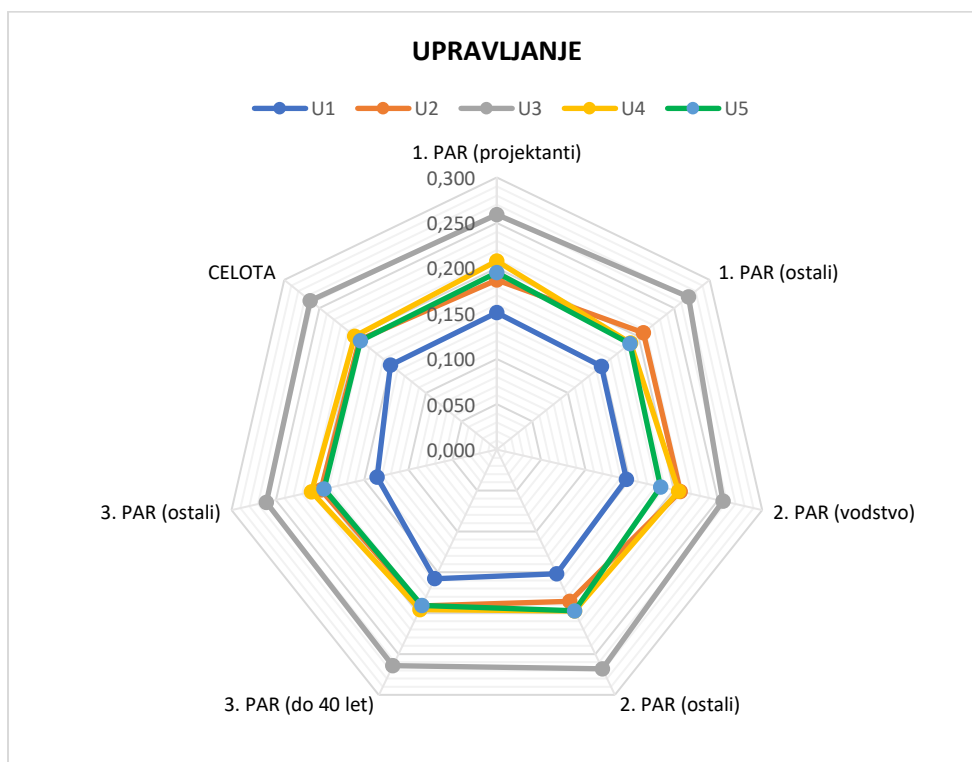
Grafikon B- 1: Odziv primerjalnih parov, kategorija: »ljudje«



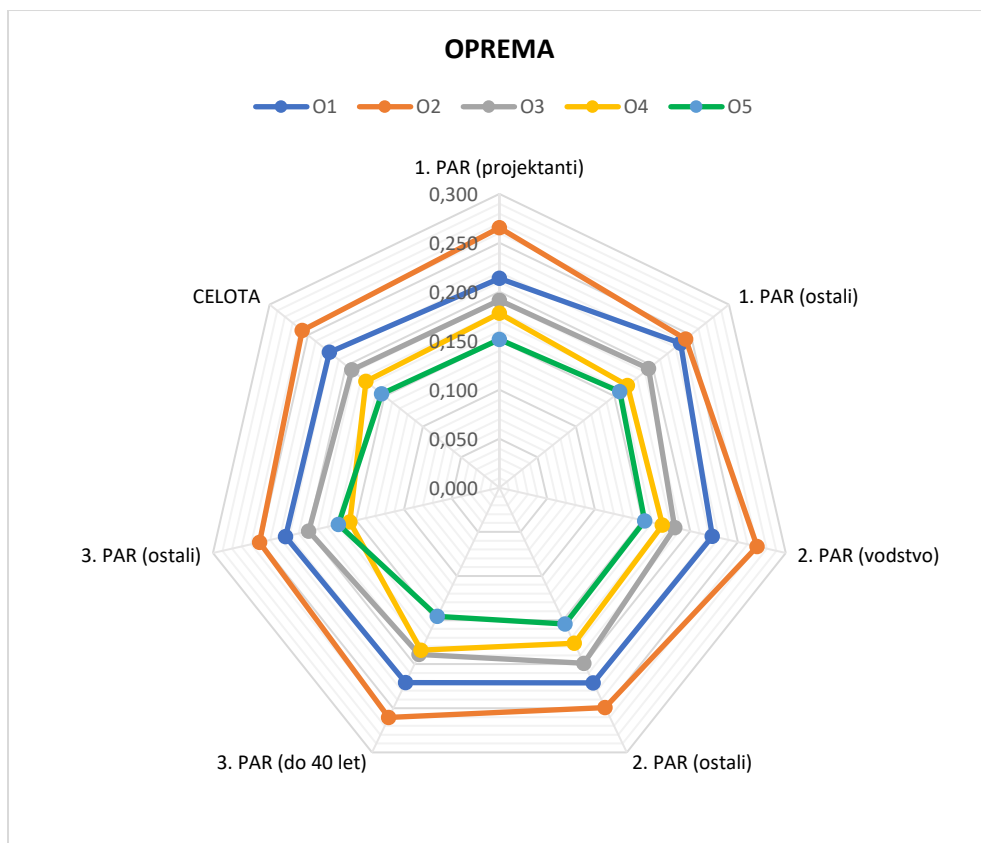
Grafikon B- 2: Odziv primerjalnih parov, kategorija: »finance«



Grafikon B- 3: Odziv primerjalnih parov, kategorija: »metoda«



Grafikon B- 4: Odziv primerjalnih parov, kategorija: »upravljanje«



Grafikon B- 5: Odziv primerjalnih parov, kategorija: »oprema«