

Analia primjene BIM standarda BIM Collaboration Format (BCF) na građevinskim projektima

Hajduk, Ante

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:237:814282>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-15**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Civil Engineering,
University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Ante Hajduk

**Analiza primjene BIM standarda BIM
Collaboration Format (BCF) na građevinskim
projektima**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2024



Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Ante Hajduk

**Analiza primjene BIM standarda BIM
Collaboration Format (BCF) na građevinskim
projektima**

DIPLOMSKI RAD

prof. dr. sc. Mladen Vukomanović

Zagreb, 2024



University of Zagreb

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Ante Hajduk

**Analysis of the application of the BIM
Collaboration Format (BCF) BIM standard on
construction projects**

MASTER THESIS

prof. dr. sc. Mladen Vukomanović

Zagreb, 2024

SAŽETAK

BIM Collaboration Format (BCF) predstavlja otvoreni format razvijen za olakšavanje komunikacije o nedostacima i problemima unutar građevinskih projekata temeljenih na Building Information Modeling (BIM). BCF omogućava sudionicima projekta da identificiraju, dokumentiraju i rješavaju probleme koristeći komentare, slike i druge relevantne informacije. Korištenje BCF-a moguće je u svim fazama građevinskog projekta. U prošlosti je bilo potrebno razmjenjivati datoteke, što nije nikako ubrzalo komunikaciju, ali razvojem BCF-a moguće je bez izmjene cijelih BIM datoteka komunicirati o novonastalim problemima. Ovaj format značajno poboljšava koordinaciju i suradnju među različitim disciplinama unutar sektora graditeljstva čime se povećava efikasnost projektnog tima i smanjuju rizici od pogrešaka, prekoračenja rokova i troškova. U ovom diplomskom radu se obrađuje teorijska pozadina BCF standarda te studija slučaja. Studija slučaja obuhvaća izradu 3D i 4D BIM modela te analizu korištenja BCF standarda kod softvera koji su se primjenjivali u studiji slučaja, a koji su Allplan Architecture, BIMcollab Nexus, Solibri Office, BIMcollab Zoom, Bexel Manager i Revit.

Ključne riječi: BIM Collaboration Format (BCF), BIM softveri, komunikacija, suradnja, koordinacija

SUMMARY

BIM Collaboration Format (BCF) is an open format designed to simplify communication about issues within construction projects based on Building Information Modeling (BIM). BCF enables project participants to identify, document, and resolve problems using comments, images, and other relevant information. The use of BCF is possible in all phases of a construction project. In the past, it was necessary to exchange the entire file, which did not speed up communication in any way. However, with the development of BCF, it is now possible to communicate about newly created problems without modifying entire BIM files. This format significantly improves coordination and collaboration among different disciplines, within the construction sector, thereby increasing the efficiency of the project team and reducing the risks of errors, deadlines, and costs. This thesis explores the theoretical background of the BCF standard as well as a case study. The case study involves the development of 3D and 4D BIM models and the analysis of the use of the BCF standard in the software applied in the case study, including Allplan Architecture, BIMcollab Nexus, Solibri Office, BIMcollab Zoom, Bexel Manager, and Revit.

Key words: BIM Collaboration Format (BCF), BIM software, communication, coordination, collaboration

SADRŽAJ

SAŽETAK	ii
SUMMARY	iii
SADRŽAJ	iv
1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	2
2.1. Definicija, razvoj i primjena BIM Collaboration Format-a	2
2.1.1. Definicija BCF-a	2
2.1.2. Razvoj BCF-a.....	3
2.1.3. Primjena kod suradnje, koordinacije i komunikacija	5
2.1.4. Pregled primjene kroz faze projekta	8
2.2. Struktura i komponente BCF-a	12
2.2.1. BCF API	16
2.2.2. bcfOWL	18
2.3. Softveri koji podržavaju BCF	20
2.3.1. Analiza funkcionalnosti BIMcollab softvera	22
2.3.2. Analiza funkcionalnosti Solibri softvera.....	24
2.3.3. Analiza funkcionalnosti Revit softvera	26
2.3.4. Analiza funkcionalnosti Bexel Manager softvera	27
2.3.5. Analiza funkcionalnosti Allplan Architecture softvera	28
2.4. Praktična primjena BCF-a.....	29
2.5. Prednosti, izazovi i ograničenja korištenja BCF-a	32
2.6. Veza s drugim standardima	33
2.6.1. Podatkovni standardi.....	33
2.6.2. Procesni standardi	39
3. ANALIZA STUDIJE SLUČAJA	46
4. REZULTATI	48
4.1. Definiranje osnovnog okruženja za rad – BIMcollab Nexus	48
4.2. Izrada 3D BIM modela – Allplan Architecture	55
4.3. Provjera 3D modela – Solibri Office.....	62
4.4. Provjera 3D modela – BIMcollab Zoom	66
4.5. Revizija 3D modela – Revit.....	68
4.6. Izrada 4D modela – Bexel Manager	70
4.7. Komunikacija između BIMcollab Nexus-a i Bexel Manager-a	73
5. ZAKLJUČAK	76
POPIS LITERATURE	77
POPIS SLIKA	81
POPIS TABLICA	83

PRILOZI.....84

1. UVOD

BIM Collaboration Format (BCF) predstavlja alat za učinkovitiju suradnju i koordinaciju između sudionika u BIM projektima. Razvijen je kao otvoreni format za razmjenu informacija o problemima unutar građevinskog projekta te omogućava detaljnu, pravovremenu i otvorenu komunikaciju o problemima na projektima bez potrebe za izmjenom cijelog BIM modela. BCF podržava razmjenu podataka u obliku komentara, slika i dodatnih informacija koje su povezane s određenim problemima na modelu, što pojednostavljuje i ubrzava komunikaciju među stručnjacima različitih građevinskih disciplina.

Korištenje BCF-a omogućuje uspostavu učinkovitijih radnih procesa unutar zajedničkog podatkovnog okruženja (eng. Common Data Environment - CDE), gdje svi sudionici mogu pristupiti relevantnim i pravovremenim informacijama o problemima, pratiti njihov status i ažuriranja te surađivati na rješavanju problema i izazova na projektu. BCF podržava openBIM standarde i interoperabilnost među različitim softverskim rješenjima te je kompatibilnim s raznim alatima za upravljanje projektima koji su temeljeni na principima informacijskog modeliranja gradnje (eng. Building Information Modeling – BIM). Povezivanjem BCF-a s CDE-om osigurava se transparentnost i točnost informacija, a BCF standardi podržavaju i omogućuju konstantnu razmjenu informacija kroz sve faze projekta.

Ovaj diplomski rad bavi se primjenom BCF-a u građevinskoj industriji i daje prikaz kako ovaj otvoreni format može unaprijediti rad na projektu kroz komunikaciju, suradnju i koordinaciju među sudionicima u BIM projektima. Rad je podijeljen u dva dijela. U prvom dijelu daje se pregled literature i objašnjenje teorijskih dijelova BCF-a, dok se u drugom dijelu rada prikazuje analiza slučaja u svrhu procjene funkcionalnosti BCF-a u stvarnim BIM projektima. U radu je prikazan pregled postojećih softverskih rješenja koja podržavaju ovaj format. Iako su prednosti implementacijom BCF-a na BIM projekte velike, rad se također bavi i izazovima i ograničenjima primjene BCF-a jer je građevinski sektor još uvijek tradicionalan i svi sudionici nisu spremni na promjene, a ovaj pristup ipak iziskuje svojevrsnu modernizaciju kroz korištenje digitalne tehnologije.

2. PREGLED LITERATURE

U građevinskoj industriji, pravovremena koordinacija i komunikacija među različitim sudionicima projekta ključni su faktori za uspješnu realizaciju građevinskih projekata. S razvojem tehnologije i sve većom primjenom BIM sustava, potreba za standardiziranim metodama razmjene informacija postala je sve izraženija. S obzirom da je komunikacija na projektima vrlo važna jedan od najznačajnijih otvorenih standarada je BCF, oblik otvorenog formata osmišljenog za olakšavanje komunikacije o nedostacima i problemima unutar BIM projekata.

BCF omogućava sudionicima BIM projekta da identificiraju, dokumentiraju i rješavaju probleme bez potrebe za izmjenom cijelih BIM datoteka. Dodavanjem komentara, slika i drugih relevantnih informacija vezanih uz problem, BCF pruža strukturiran način komunikacije koji poboljšava koordinaciju među različitim disciplinama na građevinskom projektu. Time se smanjuje potreba za stalnim uvozom i izvozom IFC datoteka, što značajno pojednostavljuje proces razmjene informacija i povećava efikasnost projektnog tima.

Uvođenje BCF-a na projekt u početnim fazama projekta donosi brojne prednosti, uključujući trajno bilježenje svih informacija koje su se dijelile između sudionika, što poboljšava transparentnost i omogućava praćenje povijesti problema i njihovih rješenja. Osim toga, BCF podržava openBIM procese, čineći ga kompatibilnim s velikim brojem BIM softvera, što dodatno olakšava suradnju i koordinaciju. Međutim, kao i svaki novi format, BCF ima svoje nedostatke. Tradicionalni građevinski sektor često se suočava s izazovima u prihvaćanju digitalnih alata, a visok trošak softvera može predstavljati problem za mnoga poduzeća. Također, nekonzistentnost u implementaciji standarda među različitim softverima može dovesti do gubitka informacija i smanjene interoperabilnosti.

2.1. Definicija, razvoj i primjena BIM Collaboration Format-a

2.1.1. Definicija BCF-a

BCF je oblik otvorenog formata pomoću kojega se lakše odvija komunikacija o nedostacima nastalima na građevinskom projektu (modelu), a odvija se između sudionika BIM projekta. BCF je razvijen kako bi se razmjena informacija o problemima i nedostacima unutar BIM projekta i među sudionicima projekta odvila bez potrebe za promjenom cijele BIM datoteke, nego uz dodavanje komentara, slika i drugih informacija vezanih uz problem. Dakle, to je oblik datoteke za komunikaciju o nedostacima unutar BIM modela koja funkcionira sama za sebe bez ovisnosti o 3D modelu (BIMcollab, BIMcollab, 2024a). Detaljnije, funkcioniranje BCF-a temelji se na prijenosu podataka u XML formatu. Ovaj format prikazuje konkretne podatke o nedostacima koji su definirani putem PNG datoteke (slike), IFC koordinatama i elementima

BIM modela kao što je navedeno putem IFC globalnog jedinstvenog identifikatora (eng. Globally Unique Identifier – GUID) (buildingSMART, 2024a).

Kako bi razmjena podataka korištenjem BCF-a bila moguća, prvo je potrebno podijeliti osnovne IFC modele svim sudionicima projekta. Implementacijom BCF-a na projekt smanjuje se potreba za čestim dijeljenjem novih verzija IFC datoteka. Bez integriranja BCF-a u proces komunikacije cijeli se model mora dijeliti između sudionika koji često nisu iz istih građevinskih disciplina (na primjer inženjer elektrotehnike i inženjer građevine), a surađuju na nekom projektu. Konstantan uvoz i izvoz IFC datoteka, iz faze u fazu projekta, radi komunikacije i označavanja problema previše je kompleksan posao. BCF olakšava i pojednostavljuje komunikaciju o specifičnim problemima na projektu. Umjesto dodavanja informacija na sami model jednostavnije je komunicirati samo s relevantnim informacijama o problemu i njih dijeliti između sudionika. Na taj način pojednostavljen je proces razmjene podataka te se poruke korištenjem BCF standarda šalju odgovarajućim sudionicima. Svaka poruka sadrži opis problema i poveznicu na element unutar modela gdje je problem identificiran (Linhard & Steinmann, 2015).

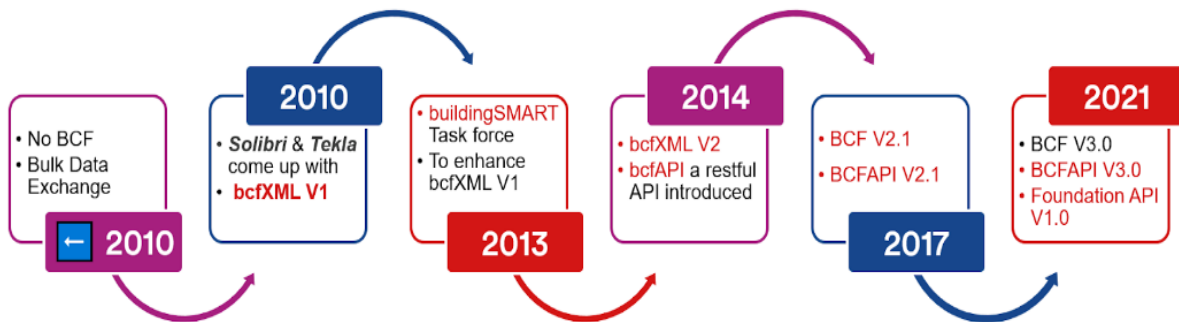
Danas se BCF može koristiti putem razmjene datoteka ili putem web servisa. Prvi način, razmjena datoteka, proces je koji većina ljudi zna i prilično je jednostavan. BCF datoteka (.bcfzip) dijeli se korisniku, uređuje i vraća se nazad do korisnika koji ju je poslao. Za razliku od IFC datoteka, BCF datoteke mogu kružiti među korisnicima sve dok je održan integritet zajedničke datoteke i dok ne kruže kopije napravljene nekoliko puta. Način komunikacije putem web servisa, RESTful, sadrži implementaciju BCF servera. Server pohranjuje sve podatke s BCF-a i omogućava sinkronizirano kreiranje, uređivanje i upravljanje BCF temama. Prednost ovog načina rada BCF-a je centralizirana lokacija svih podataka (buildingSMART, buildingSMART International, 2024a).

Korištenjem BCF-a sve informacije su zapisane, može se vidjeti povijest komentara i problema kao i sudionik koji je radio na otklanjanju problema i na taj način se poboljšava transparentnost podataka. Isto tako BCF-om se osigurava učinkovito upravljanje promjenama na projektu. Ovo se posebno ističe kod promjena koje zahvaćaju više građevinskih disciplina. Kontinuirana razmjena informacija i upravljanje problemima tijekom cijelog životnog ciklusa projekta omogućena je zbog integracije BCF u radne tokove (van Berlo & Krijnen, 2014). Komunikacija u projektima koji koriste BIM lakša je uz pomoć BCF-a. Korištenjem BCF-a komunikacija se odvaja od modela. Ovakav način komunikacije je uredan i učinkovit te je zbog toga komunikaciju puno lakše pratiti (teocomi, 2013).

2.1.2. Razvoj BCF-a

Razvijanjem BCF-a olakšana je komunikacija među sudionicima projekta, prije se također BIM model dijelio među sudionicima, a nastali problemi rješavali su se putem raznih elektroničkih medija, na primjer slanjem e-pošte.

Razvojem BCF-a ta komunikacija postala je jednostavnija i organiziranija. Razvoj BCF-a počinje 2009. godine od strane dva člana buildingSMART International Implementation Support Group (ISG), članova tvrtke Solibri i tvrtke Tekla, u suradnji s Institutom za primijenjenu informatiku u graditeljstvu na Sveučilištu u Münchenu (Njemačka) (buildingSMART, 2024a). Na Slici 1 prikazan je razvoj BCF-a i njegovi naziva kroz godine. Prikazuje početak razvoja 2009. godine i početnu verziju BCF 1.0 do 2021. godine i izdavanja zadnje verzije BCF 3.0.



Slika 1 Razvoj BCF-a kroz godine (Izvor: Storms, 2021)

Verziju BCF 1.0 razvili su Solibri i Tekla, to je zip datoteka koja je organizirana tako da jedna mapa sadrži jednu temu, odnosno problem. Svaki problem, tj. svaka mapa sadrži tri tipa datoteka, a naziv mape je GUID teme (Linhard, 2016).

- Prva datoteka je markup.bcf, to je XML datoteka koja prati markup.xsd shemu, tj. sadrži tekstualno informacije o problemu.
- Druga datoteka je viewpoint.bcf, to je XML datoteka koja prati visinfo.xsd shemu, tj. mapa koja sadrži jedan ili više pogleda na jedan ili više problema.
- Zadnja datoteka u mapi je snapshot.pgn, odnosno snimka zaslona (fotografija) povezana uz problem.

Unutar buildingSMART organizacije osnovana je radna skupina za daljnji razvoj BCF-a. Stvoren je BCF 2.0 koji je kompatibilan s BCF 1.0 verzijom i njegova je nadogradnja. Glavni cilj novije verzije BCF-a jest podržati još više informacija koje su vezane s procesom u BIM temama, a mogu biti strojno čitljive (Linhard & Steinmann, 2015). Kao i kod BCF 1.0 u BCF 2.0 nalazi se također mapa GUID teme koja sadrži datoteke, to je zip datoteka i isto je organizirana tako da jedna mapa jedna tema. Sadrži sve iste datoteke kao što je to bilo u prvoj verziji uz još jednu dodatnu datoteku. Naziv te datoteke je project.xml te prati project.xsd shemu, to je XML datoteka koja obrađuje sve informacije vezane uz projekt. U BCF 2.0 verziji kroz viewpoint.bcf datoteku moguće je više pregleda, a kroz snapshot.png datoteku moguće je prikvačiti više snimki zaslona za jednu temu (Linhard, 2016). Za markup.bcf datoteku postavljen je jedan važan dodatak, to je BIM-Snippet. BIM-Snippet (isječak) služi za razmjenu nepotpunih modela između dvije aplikacije te podržava sve vrste datoteka koje su navedene.

Razmjena datoteka unutar bcfzip datoteke uglavnom se odvija putem e-maila, što se kroz praksu ispostavilo kao veliki izazov zbog velikog broja problema i datoteka koje se moraju dijeliti, pa može doći do nesporazuma u komunikaciji. Kako bi se problem riješio stvorila se ideja o razmijeni poruka putem web usluge na način da se aplikacije automatski sinkroniziraju. Prva takva specifikacija je RESTful (eng. Representational State Transfer) koja je koristi standardizirane protokole za komunikaciju i da bi se ispunio traženi zahtjev klijent prema serveru mora uputiti sve tražene informacije kako bi server izvršio zadatak. S obzirom na to stvoren je BCF 2.0 RESTful API. Pored toga što služi za izmjenu BCF tema putem BCF datoteke, sadrži strukturu projekta, korisnička prava i uloge (Linhard & Steinmann, 2015).

Zadnja verzija BCF-a koja je objavljena je BFC 3.0. Glavna poboljšanja te verzije su konzistentna i dosljedna promjena gledišta, identifikatori koji su prilagođeni korisnicima, bolja povezanost teme i modela, bolja podrška za izvršitelje. Poboljšanja su vidljiva kroz pogled kamere koji je bolji jer uključuje omjere slike, detaljnije upute za provedbu, BCF teme su prepoznatljivije po GUID-u, greške koje se javljaju imaju standardizirane oznake, korisnici mogu vidjeti koji modeli na serveru su pridruženi uz njihov problem, poboljšana je definicija XML sheme (XSD), bolja kvaliteta primjera i testnih slučajeva koji se prilikom promijene automatski provjeravaju (buildingSMART, 2021).

2.1.3. Primjena kod suradnje, koordinacije i komunikacija

BCF-om se ostvaruje učinkovita komunikacija, koordinacija i suradnja među suradnicima na projektu (arhitekti, izvođači, inženjeri i ostali članovi tima). BCF korisnicima omogućava da stvore probleme za dokumentiranje sukoba, nedostatke u dizajnu i ostale nedostatke vezane uz koordinaciju, suradnju timova i komunikaciju sudionika tijekom svih faza projekta (HAMK, 2023).

Suradnja na BIM projektima je učinkovita ukoliko su informacije usklađene s razinom stručnosti i tehničkih znanja svakog sudionika projekta. Ovakvim načinom dijeljenja i protoka informacija se osigurava da svaki član tima razumije informaciju, odnosno problem i da sudjeluje u njegovom rješavanju. Kako bi informacije stigle do svih članova potrebno je organizirati redovite koordinacijske sastanke, gdje se spominju informacije kao što su nova tehnička rješenja ili vremenska ograničenja. Velik broj pitanja koji kruži na dnevnoj razini može biti izazovan za učinkovito rješavanje problema. Rješenja problema postaju skupa ukoliko se informacija ne dijeli na vrijeme ili se izgube informacije na putu do suradnika. Za upravljanje velikom količinom informacija, koje je često jednostavno i neučinkovito, potrebno je precizno definirati način dijeljenja informacija. Sustavi moraju biti bolje povezani radi neometanog tijeka radnih procesa i informacija. Na primjer podaci u softveru Solibri pohranjuju se u jednoj datoteci koja se dijeli sa svim suradnicima na projektu. Ta datoteka sadrži sve relevantne informacije o prijavljenim problemima, omogućujući suradnicima učinkovito rješavanje tih problema na temelju dostupnih podataka (Requejo, 2019).

Tijekom prve faze, faze projektiranja, dolazi do susreta velikog broja stručnjaka iz raznih područja građevinske industrije. Projektanti surađuju s drugim sudionicima i odgovaraju na probleme drugih sudionika koji u ranim fazama projekta imaju zahtjeve za promjenama. Radi realiziranja projekta moraju odgovarati na postavljene zahtjeve. Na primjer moraju pregledavati i provjeravati usklađenost elemenata s njihovim IFC atributima unutar modela. BCF pomaže prilikom suradnje na način da se odabirom elementa u modelu i povezivanjem problema s elementom pažnja usmjeri na željeni element u modelu. Problem se dodjeljuje odgovornom članu tima koji ga je zatim dužan izmijeniti. Proces olakšava BCF koji nudi mogućnost odgovornoj osobi da izmijeni pogled na problem kako bi lakše vizualizirao i donio što bolje rješenje. Suradnju svih sudionika projekta dodatno olakšava konstantna dostupnost i vidljivost svih djelovanja, aktivnosti i promjena zbog toga što to omogućava server. Sudionici projekta u raspravi se mogu služiti dodavanjem komentara, dokumenata i postavljanjem dodatnih oznaka na mjestu problema. Nakon rješavanja problema cijela nova verzija modela postavi se na centralizirani sustav. Na taj način su svi potrebni sudionici dobili obavijest da je problem riješen te mogu pratiti status i brzinu napretka u rješavanju problema (Sylvain, 2019).

Koordinacija projekata tijekom svih faza projekta iznimno je bitna. Korištenjem BCF-a sve informacije ostaju trajno zabilježene i kronološki poredane. BCF značajno poboljšava koordinaciju u odnosu na kreiranje izvještaja putem PDF-a, slanja e-pošte. Tok informacija u koordinaciji je sljedeći (Majcher, 2020):

- BIM tehničar (osoba koja izrađuje, uređuje i održava BIM modele prema tehničkim zahtjevima i standardima projekta) šalje model od različitih građevinskih disciplina u IFC formatu BIM koordinatoru ili ga postavlja na server,
- BIM koordinator spaja modele i provodi kontrolu kolizija,
- BIM koordinator šalje BCF datoteke na centralizirano sučelje, uključujući IFC modele,
- osobe odgovorne za unošenje promjena automatski se obavještavaju o novom događaju, uz označavanje prioriteta događaja,
- naručitelj ili izvođač također imaju pristup i mogućnost kreiranja pojedinačnih BCF-ova i komentara bez potrebe za instaliranjem softvera – jednostavno putem web preglednika,
- BIM tehničar može uvesti BCF u svoj softver i modificirati ga prema komentarima.

BIM koordinator provjerava i usklađuje sve projektne discipline uključene u izradu građevinskog projekta. Uglavnom je to glavni projektant koji je odgovoran za koordinaciju projektnog tima i svih aktivnosti vezanih uz projektiranje. BIM koordinator tijekom projekta konstantno komunicira sa stručnjacima iz svih struka uključenih u projekt, izvođačima, naručiteljem i drugim članovima tima. Tijekom komunikacije razmjenjuju teme, probleme i rješenja vezana uz projekt. Proces koordinacije vrlo je složen u današnjoj građevinskoj industriji. Kontinuirano se mijenjaju i stvaraju podaci, a sve je potrebno ispratiti, objavljivati i rješavati. Koordinacija uključuje jako velik broj ljudi, što rezultira golemim protokom podataka. Kako bi koordinacija bila lakša BIM koordinator ima ulogu u olakšavanju razmjene informacija

između svih sudionika na projektu. Zadaća mu je dijeliti informacije na učinkovit i pravilan način, a ima važnu ulogu i zbog određivanja načina izmjene informacija koji je bitan za uspjeh, odnosno neuspjeh cijelog projekta. Informacije moraju biti razumljive na svim razinama. Njihovu važnost jednako moraju razumjeti svi sudionici, izvođači, vlasnik i klijenti, što često predstavlja izazov jer nisu svi jednako tehnički osposobljeni za razumijevanje informacija (Requejo, 2019). Prednost korištenja BCF-a kod koordinacija vidljiva je i kod praćenja napretka. Svaki sudionik na koordinacijskom sastanku dobiva izvještaj s vidljivim napretkom. Kod projekata s integriranim BCF-om izvještaj može sadržavati postotak izvršenih zadataka u određenom vremenskom razdoblju. Svaki problem promatran unutar BCF-a registrira se s jedinstvenim identifikatorom. Isto tako postoji mogućnost stvaranja raznih analiza problema u modelu (projektu). Neki od njih su broj problema u tjednu, vrijeme potrebno za rješavanje jednog problema ili profesija kod koje se najveći broj problema generira (Majcher, 2020). Primjena koordinacije u tijeku rada temeljene na modelu funkcionira u tri koraka (buildingSMART, 2022):

1. Definiranje – koji je problem?
2. Određivanje – koji je izvorni uzrok problema?
3. Delegiranje – koje je rješenje za problem i kome se dodjeljuje?

BCF olakšava komunikaciju između različitih građevinskih djelatnosti i smanjuje nesporazume. Svaka BCF poruka pruža jasno definiranu točku komunikacije s vezama na specifične elemente unutar modela, što pomaže u preciznom lociranju problema i brzom rješavanju bez dugotrajnih konzultacija ili dodatnih sastanaka. Komunikacija koja se oslanja na model može osim tekstualnih poruka koristiti slike zaslona, priložiti kut pogleda iz kojeg pošiljatelj sagledava problem te na taj način potpuno dočarati problem onome koji ga treba riješiti (buildingSMART, 2024a). Za uspješnu komunikaciju važan je timski rad. BCF pomaže kod usklađivanja problema i očekivanja u radnom okruženju temeljenom na modelu. Postoji niz dodanih vrijednosti koje BCF potiče implementacijom u projekt. Neke od njih su (buildingSMART, 2022):

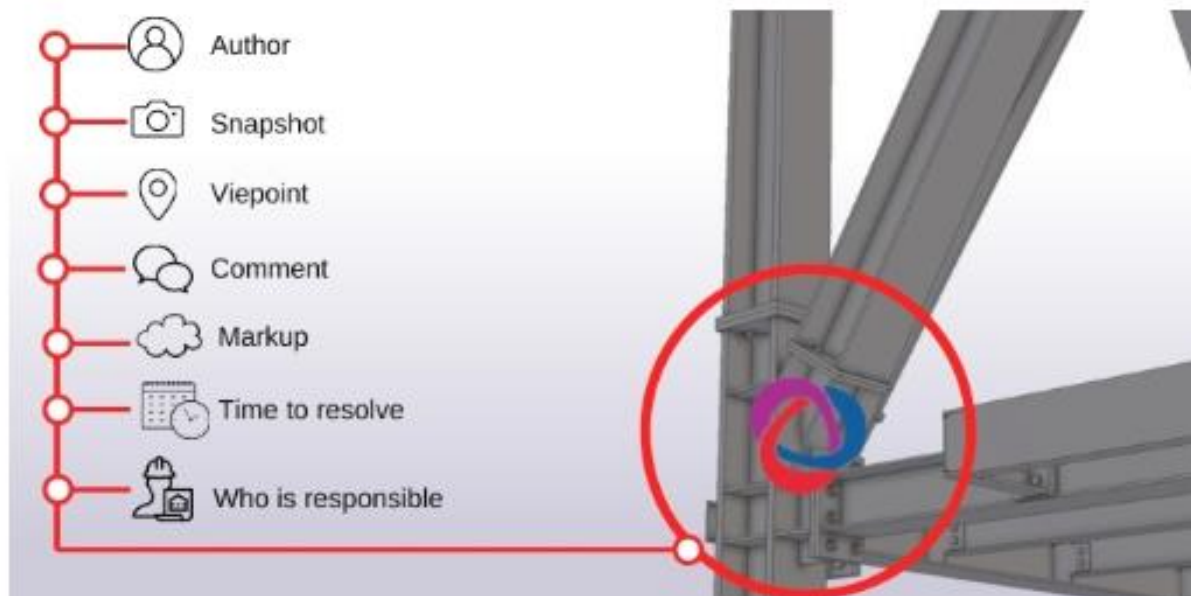
- niži troškovi učinjenih grešaka zbog učinkovite koordinacije (pravovremena komunikacija),
- dostupna je povijest komunikacije, pa su svi tijekovi rada zabilježeni i predvidljivi,
- jasni dogovori i standardi omogućuju pouzdanu komunikaciju i koordinaciju,
- poboljšana jasnoća komunikacije utječe na kraće vrijeme realizacije,
- osigurana odgovornost zbog visoke razine transparentnosti pri raspodjeli zadataka u timu.

Postavljanje problema na modelu sastoji se od nekoliko polja koja treba popuniti na jasan i potpun način kako bi prava informacija otišla do drugih sudionika te kako bi odgovor bio što bolji. Postoji nekoliko koraka definiranja problema (buildingSMART, 2022):

- NAZIV – problemi moraju imati jedinstvene nazive kako ne bi došlo do nesporazuma,

- OPIS – potrebno je opisati problem ili zadatak te opis mora biti jasan,
- STATUS – za lakše praćenje potrebno je problemu dodati status (otvoreno/zatvoreno),
- ODGOVORNOSTI – problem se povezuje s osobom koja je odgovorna za njegovo rješavanje, najbolje je dodijeliti jednu osobu za jedan problem,
- OBJEKTI – dodavati probleme na relevantne i vidljive objekte, također osobi kojoj je dodijeljen problem omogućiti pristup IFC podacima,
- SLIKE – treba konkretno predstavljati problem, može se dodati više slika, ali svaku sliku treba objasniti (ne samo jednu),
- KOMENTARI – slike mogu upotpuniti komentare, komentar je proizvoljan, može se dodati, a i ne mora, svakako uz postavljanje komentara očekivano je da će se problem bolje shvatiti i ubrzati njegovo rješavanje.

Na Slici 2 prikazani su svi elementi komunikacije. To su autor, slika, točka gledanja, komentar, obilježje, vrijeme do rješavanja problema i tko je odgovoran za rješavanje problema.



Slika 2 Prikaz svih elemenata komunikacije (Izvor: Majcher, 2020)

2.1.4. Pregled primjene kroz faze projekta

Radni tokovi i digitalni procesi uz pomoć BCF-a poboljšavaju komunikaciju, suradnju i prikazuju cjeloživotni ciklus zgrade. Ovakva praksa stvara učinkovitiju i održiviju izgradnju i održavanje. Radni tokovi BCF-a i digitalni procesi imaju jako važnu ulogu u fazama koordinacije, izgradnje i održavanja građevine (HAMK, 2023).

Postoji niz primjera gdje radni tokovi s podrškom za BCF mogu pružiti značajne koristi, posebno kada se informacije izvlače iz BIM modela i povezuju natrag s istim radi specifičnih podataka o objektima. Takvi primjeri uključuju sljedeće faze (buildingSMART, 2024a):

- Faza projektiranja: dokumentiranje stavki vezanih za osiguranje i kontrolu kvalitete (QA/QC) unutar BIM modela, prepoznavanje problema u koordinaciji dizajna, poput detekcije kolizija između različitih domena BIM modela, bilježenje opcija dizajna, zamjene objekata i odabira materijala.
- Faza nabave: koordinacija stavki i pojašnjenja tijekom procesa nadmetanja, pružanje informacija o cijenama i dobavljačima za pojedinačne objekte, sklopove ili sustave.
- Faza građenja: vođenje zapisnika o osiguranju kvalitete (QA/QC) instalacija u usporedbi s BIM modelima, praćenje dostupnosti materijala i objekata te koordinacija njihovih zamjena, prikupljanje završnih informacija za predaju vlasniku ili korisniku.
- Faza korištenja i održavanja: bilježenje izmjena na modelima prilikom prijenosa vlasništva, kako bi se obuhvatile promjene na objektima i njihovim elementima tijekom korištenja, bilješke vlasnika o potrebnim poboljšanjima objekta.

BCF se tijekom faze projektiranja najčešće koristi zbog detekcije kolizija na modelu. Ukoliko dođe do pogreške, sukoba ili problema između različitih struka na projektu, izrađuje se izvješće. To izvješće ima temu (eng. topic) i izviješće se može izraditi pomoću softvera kao što je Solibri. Problem se svrstava prema težini i prema tome koje su sve struke uključene u problem. Status takvog, tek zadanog problema je „u tijeku“. Nakon toga tema se dodjeljuje relevantnim strukama koje sudjeluju prilikom popravljavanja, odnosno rješavanja problema. Projektni timovi, voditelj tima zajedno s ostalim članovima, rade na pronalaženju najadekvatnijeg rješenja. Rješenje problema se šalje u obliku ažuriranog modela. BIM koordinator pregledava rješenje i ako je problem riješen, ako ga on odobri, status problema mijenja se u „riješeno“. Postoji i treći atribut za temu, a to je „zatvoreno“, ako se ispostavi da je tema nerelevantna u trenutku prijave (Requejo, 2019).

Osim pronalaska kolizija, BCF u fazi projektiranja pomaže i u koordinaciji sudionika na projektu. Pomaže i kod drugih aktivnosti vezanih uz proces u arhitektonskim, inženjerskim i građevinskim (AEC) projektima, uključujući upravljanje ugovorima, rizicima, koordinaciji sučelja. Zahtjevi za upravljanje zadacima temeljeni su na projektiranju objekta, funkcija BCF-a je obuhvatiti što više informacija o procesima i podržati upravljanje zadacima. Zahtjevi su grupirani u sljedeće kategorije: opći zahtjevi, zahtjevi za informacijama koje trebaju biti prenesene, zahtjevi za načinom upravljanja radnim procesima (eng. workflow) te zahtjevi za način definiranja i povezivanja zadataka.

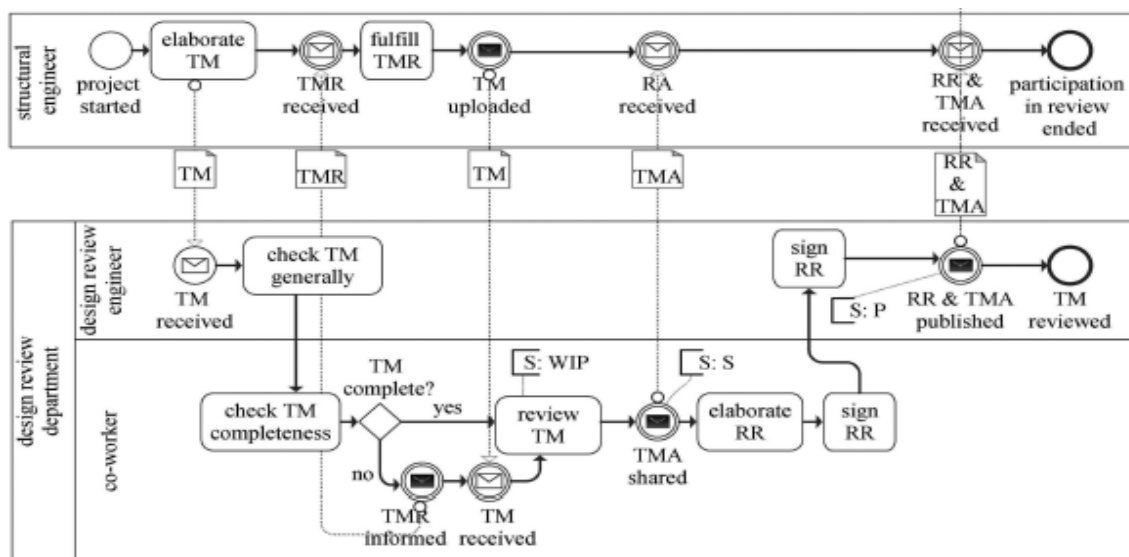
- Od općih zahtjeva to su poboljšanje razumijevanja projektnih odluka, povećana transparentnost, osigurani pregled povijesti i pristup s bilo kojeg računala, poboljšano upravljanje podacima, jednostavnije korištenje, koordinacija u BIM modelu, kontinuirana podrška sustavu i razvoju, integracija s drugim alatima.
- Zahtjevi za informacijama koje trebaju biti prenesene su upravljanje odlukama suradnika i komentarima suradnika te komentarima o dizajnu drugih disciplina, dokumentiranje dogovora i upravljanje zadacima u dogovoru s klijentom, upravljanje izvještajima o odstupanju, vizualizacija i upozorenje na negativne utjecaje, upravljanje komunikacijom na temelju BIM modela.

- Zahtjevi za načinom upravljanja radnim procesima su upravljanje ulogama i odgovornostima, omogućiti strukturirani tijek rada te prilagodbu tijekom rada, osigurati podršku za kvalitetu, dogovaranje procesa koji prihvaćaju potrebe svake discipline, podrška automatiziranom tijeku rada.
- Zahtjevi za način definiranja i povezivanja zadataka su sposobnost definiranja kategorija zadataka, prioriteta i sposobnost povezivanja rokova s fazama, podrška boljoj organizaciji pri rasporedu dizajna, upravljanje odgovornostima vezanim na BIM informacije. Pregledom je istaknuta važnost u upravljanju zadacima putem bilježenja i spremanja povijesti odluka, dogovora, komentara i pitanja. Zadaci bi trebali biti povezani s rokovima, fazama i/ili rasporedima, povezani s BIM modelom, podržavati upravljanje podacima i omogućavati povezivanje s drugim alatima. Alat za upravljanje treba omogućiti referenciranje na probleme u dokumentima ili specifičnim točkama na modelu, podržavati strukturirane, ali i fleksibilne tijekom rada, automatizirati aktivnosti upravljanja te omogućiti kategorizaciju zadataka. Alat za upravljanje zadacima također mora biti pristupačan, jednostavan za korištenje i stalno podržavan te razvijan kako bi podržavao sve vrste projekata. Radi procjene implementacije BCF-a među alate za upravljanje zadacima u slijedećoj tablici analizirano je koji su se sve parametri prenijeli prilikom importiranja BCF XML datoteke unutar softvera (Tredal i dr., 2016).

Tablica 1 Prikaz prenesenih atributa prilikom uvoza u softvere (Tredal i dr., 2016)

Softver	BIMcollab	Solibri
Dokument: bcf.version	Elementi i atributi podržani u skladu s BCFXML-om	Elementi i atributi podržani u skladu s BCFXML-om
Dokument: project.bcfp	Nije eksportirano	Nije eksportirano
Dokument: markup.bcf	elementi i atributi podržani u skladu s BCFXML-om	elementi i atributi podržani u skladu s BCFXML-om
Zaglavlje	Neki opcionalni atributi nisu podržani	Neki opcionalni atributi nisu podržani – datum, referenca
Tema	Neki opcionalni atributi nisu podržani – link reference i oznake	Neki opcionalni atributi nisu podržani - link reference, prioritet i oznake
Komentar	Nekonzistentnost u prenošenju jednog ili više atributa	Nekonzistentnost u prenošenju jednog ili više atributa
Točka gledanja	Elementi i atributi podržani u skladu s BCFXML-om	Elementi i atributi podržani u skladu s BCFXML-om

Osim navedenih primjera u fazi projektiranja gdje se BCF može koristiti za pregled kolizija i u koordinaciji sudionika na projektu, može se koristiti i prilikom izdavanja građevinskih dozvola. Izdavanje građevinskih dozvola isto iziskuje suradnju i koordinaciju sudionika u samom procesu. Pregledan je način korištenja BIM-a u postupku pregleda projektne dokumentacije kao dio procesa izdavanja građevinske dozvole u Njemačkoj. Iako je BIM široko rasprostranjen u građevinskoj industriji, radi kompleksnosti postupka i visoke razine sigurnosti koja je potrebna prilikom ovog postupka, u proces nije do kraja integriran BIM sustav. U Njemačkoj je proces pregleda tehničke dokumentacije, kao što su statička analiza i zaštita od požara, obavezan za veliki broj javnih objekata. BIM se koristi tijekom faze projektiranja i gradnje u velikoj mjeri, a u primjeru će biti prikazan digitalizirani način pregleda statičke analize, odnosno tijekom komunikacije i dokumentacije. Prijelaz s papirnatog u digitalni oblik pregleda dokumentacije poboljšava suradnju između sudionika projekta, omogućava učinkovitiju i sigurniju razmjenu informacija tijekom cijelog životnog vijeka građevine. Za izvršavanje pregleda statičke analize potrebno je imati model građevine u digitalnom obliku. Statička analiza jedan je od uvjeta za projektiranje konstruktivnih elemenata i odgovarajućih nacrtu za fazu izvođenja. Statička analiza može se provjeriti i komentirati te se dostaviti koristeći BCF, ali je za izdavanje dozvole jako bitan pravno valjani potpis, a dokumentaciju je moguće potpisati putem elektroničkog potpisa. Postupak pregleda dokumenata prikazan je na sljedećoj slici (Achenbach i dr., 2023).



Slika 3 Postupak pregleda dizajna temeljen na BIM-u (Achenbach i dr., 2023)

Skraćenice za postupak pregleda projektne dokumentacije temeljene na BIM-u koje se nalaze na slici su sljedeće: ispravljeni BIM model (CTM), pregled bilješki (RA), izvješće o pregledu (RR), pregledani BIM model (RTM), BIM model (TM), anotacije (bilješke) BIM modela (TMA), zahtjevi za BIM model (TMR).

Na prikazanoj slici (Slika 3) vidljiva je suradnja između tri sudionika na projektu te tijekom informacija prilikom procesa pregledavanja BIM modela. Proces izdavanja građevinskih dozvola u Njemačkoj je digitaliziran. S obzirom da je statička analiza potrebna za ishođenje građevinske dozvole, proces pregleda konstrukcije na modelu može se odvijati u softverima koji podržavaju korištenje BCF-a. Cijela komunikacija i suradnja u procesu provjere modela odvija se putem BCF-a, kao i dodavanje potrebnih dokumenata koji ako su dostavljeni posebno mogu se zaštititi i enkriptirati kako bi proces bio sigurniji. Proces pregleda tehničke dokumentacije započinje postavljanjem zajedničkog tijeka rada u CDE-u. Prve korake provjere izvršava inženjer za provjeru konstrukcije i njegov pomoćnik radi potvrđivanja upotpunjenosti modela, jesu li uključeni svi dijelovi za pregled i je li zadovoljena tražena razina detaljnosti. U slučaju da je prijava nepotpuna, ažurirani model mora ponovno proći proces pregleda. Ukoliko su pregledavani model ili njegovi dijelovi potpuni i zadovoljavaju razinu detaljnosti, status pregledavane dokumentacije mijenja se u „u tijeku“. Bilješke se dijele unutar BCF-a. Nakon završetka pregleda, sve je spremno za izvještaj. Izvješće o pregledu mora biti potpisano i navoditi predani BIM model, to uključuje datum, naziv datoteke i jedinstveni identifikator. Bilješke o modelu sadržane su unutar BCF datoteke, a ona se objavljuje zajedno s modelom. Izvještaj se učitava, a status dodijeljeno mu daje inženjer za provjeru konstrukcije. Dobro je primijetiti da se bilješke u ovako ranoj fazi projekta bilježene unutar BCF-a mogu koristiti i biti dobra podloga za ostale faze projekta (Achenbach i dr., 2023).

Tijekom faze građenja samog objekta komunikacija putem BCF-a postaje još vrijednija. Svi sudionici imaju koristi od apliciranja BCF-a na projekt. Izvođači tijekom građenja objekta mogu koristiti BCF za komunikaciju o promjenama u arhitekturi, za rješavanje problema na terenu te koordinaciju s drugim sudionicima gradnje a ponajviše s podizvođačima. Tijekom građenja objekta u nekoliko navrata može doći do revizije projekta. Postavljanjem zadnje verzije projekta na server postoji opasnost da inženjeri ne vide promjene. Korištenje BCF-a omogućava da se svi sudionici obavijeste na vrijeme i rade s najnovijim inačicama projekta. Ovime se sprječavaju greške i eventualno ponavljanje radova (HAMK, 2023).

U fazi održavanja BCF ostaje relevantan za upravljanje održavanjem građevina. Problemi nastali tijekom faze građenja mogu se dokumentirati i koristiti tijekom faze održavanja. Ti dijelovi se mogu detaljnije pratiti zbog eventualne potrebe za popravcima ili zamjenom. Digitalni model objekta daje upravitelju objekta mogućnost pristupa BIM modelu i ostalim podacima vezanim na objekt. BIM model u tom slučaju pomaže pri praćenju, planiranju i pravljenju rasporeda za buduća održavanja (HAMK, 2023).

2.2. Struktura i komponente BCF-a

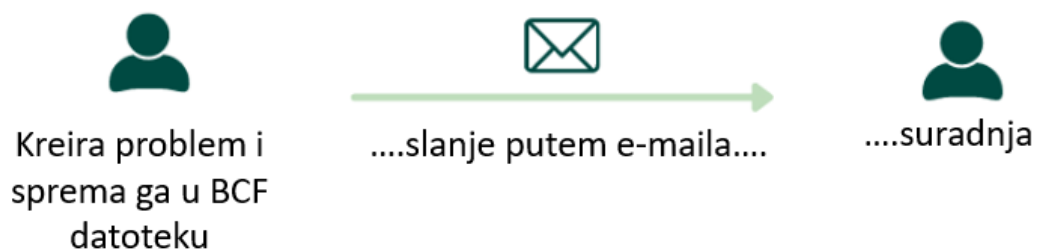
BCF format sastoji se od komponenti kao što su opis, autor, osoba kojoj je dodijeljen zadatak, status, vrsta, datum stvaranja problema, rok za izvršenje zadatka, GUID, komentari (Slika 4). Također se sastoji od vizualnih elemenata kao što su točka gledanja (IFC koordinate), snimke

zaslona, snimke i oznake (eng. markup). Reference u BCF-u vezane su uz 3D model, elemente u 3D modelu, dokumente i druge probleme (Catenda, 2021).



Slika 4 Prikaz komponenti BCF-a (Izvor: Catenda, 2021)

Unutar BCF-a postoje dvije vrste tijeka rada. Prvi tijek rada je razmjena temeljena na datotekama. Sastoji se od stvaranja problema, spremanja u obliku BCF datoteke i slanja putem e-maila (Slika 5). Drugi tijek rada oslanja se na BCF server koji automatski pohranjuje i upravlja problemima i BCF podacima smještenim na zajedničkoj bazi. Ovaj način je transparentniji jer se problem ne duplicira i dodjeljuje se pravom članu tima te svaki suradnik ima pristup informacijama o problemu (Slika 6) (Catenda, 2021).

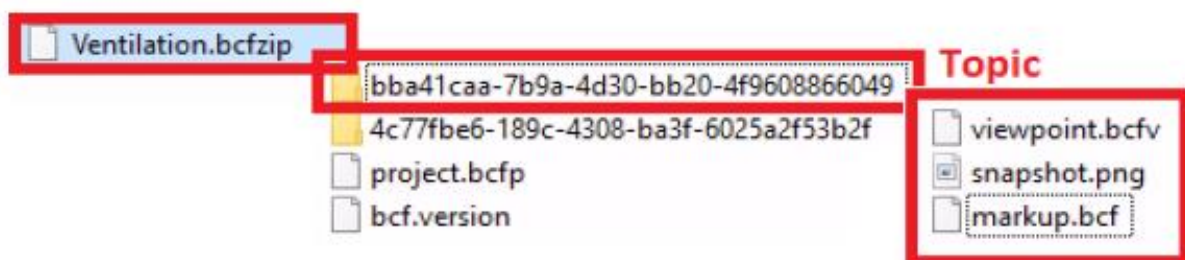


Slika 5 Prijenos podataka slanjem BCF datoteke (Izvor: Catenda, 2021)



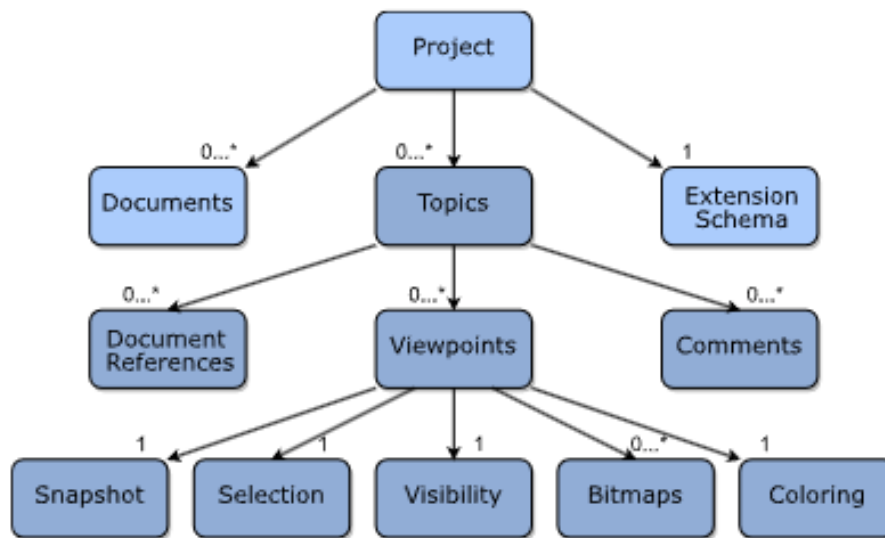
Slika 6 Prijenos podataka pohranjivanjem na server (Izvor: Catenda, 2021)

Kod prvog načina tijeka rada datoteke se mogu iz softvera izvoziti u obliku BCFZIP datoteke ili BCF XML datoteke, s time da svaka ZIP datoteka sastoji od XML datoteka. BCFZIP je format koji koristi datoteke prilikom razmjene podataka korištenjem BCF-a. Tijekom godina razvijao se BCF te se povećao broj komponenti koje opisuju problem. Spomenuta struktura BCF 1.0 u poglavlju 2.1.2. Razvoj BCF-a, razlikuje se od strukture BCFZIP datoteke u BCF 2.1. verziji. Unutar mape s GUID-om teme (na Slici 7 mapa s imenom bba41caa-7b9a-4d30-bb20-4f9608866049) nalaze se datoteke sa informacijama vezanim uz probleme, komunikacija, točke gledanja, komentari i drugi podaci potrebni za suradnju na projektu. BCFZIP datoteke koriste se za slanje informacija o problemu putem e-maila ili nekog sličnog web sustava. Svaka BCFZIP datoteka sastoji se od jedne mape za svaki zabilježeni problem i četiri datoteke u XML formatu. To su datoteka koja definira dodatke (extensions.xml), datoteka koja definira detalje projekta (project.bcfp), datoteka koja nosi podatke o dokumentima projekta (documents.xml) i datoteka sa svim potrebnim informacijama o BCF shemi (bcf.version). Pored tih datoteka unutar ZIP datoteke nalaze se i mape. Svaka ta mapa predstavlja jednu temu o problemu na projektu. Naziv mape s problemom je GUID teme te je obavezno da ime datoteke mora biti napisano malim slovima. Unutar svake te mape nalaze se tri datoteke (Slika 7), to su markup.bcf datoteka, viewpoint datoteka i snapshot datoteka (Lourenzi & Geiger, 2022).



Slika 7 Struktura BCFZIP datoteke (Lourenzi & Geiger, 2022)

Točka gledanja unutar svoje sheme sadrži informacije o dijelovima vezanim uz temu, postavke kamere i može imati informacije o označavanju i izrezivanju. Komponente sadrže podatke o odabiru, vidljivosti (koje komponente su vidljive, a koje ne) i bojanju (specificiranje boja komponenti). Snapshot datoteke sastoje se od slika u PNG ili JPG obliku koje su povezane s objektom (Lourenzi & Geiger, 2022). Unutar markup.bcf datoteke informacije su podijeljene na čvorove. Čvorovi su Zaglavlje (eng. Header), Tema (eng. Topic), Komentar (eng. Comment) i Točka gledanja (eng. Viewpoint) (Lourenzi & Geiger, 2022). Na sljedećoj slici prikazana je opća struktura BCF XML datoteke.



Slika 8 Struktura BCF XML datoteke

Kombinacija čvorova Tema, Komentar i Točka gledanja često se naziva problem (eng. Issue). Problem se odnosi na Temu, ali je vezan s elementima Točke gledanja i Komentara. Svaki od navedenih čvorova sastoji se od:

- Točka gledanja uspostavlja prostornu vezu s BIM modelom i prenosi informacije koji su elementi objekta vidljivi ili odabrani u prikazanom položaju kamere. Položaj i rotacija kamere definirani su u Kartezijevom koordinatnom sustavu vektorima (X – Y – Z) (Schulz i dr., 2021). Za jedan komentar može biti priloženo više točaka gledanja, te također sadrži GUID atribut radi lakšeg identificiranja. One se ne mogu mijenjati, stoga se stvara nova točka gledanja kako bi bila bolja vizualizacija problema (Kulbak, 2023).
- U čvoru zaglavlja pohranjene su sve informacije o IFC datotekama koje su vezane uz temu (van Berlo & Krijnen, 2014).
- Čvor Teme ima jedan obavezan atribut, a to je GUID te taj čvor ima sve informacije vezane uz temu. Pored GUID-a ima još atributa koji su važni za ovaj čvor, a to su Vrsta teme (eng. TopicType) i Status teme (eng. TopicStatus). Uz navedeno čvor Tema unutar sebe ima još neke obavezne dijelove kao što su naslov teme, datum stvaranja teme i ime korisnika koji stvorio temu. U čvoru Tema postoji još manjih čvorova koji su proizvoljni a odnose se na prioritet, opis, datum do kojega nešto treba izvršiti, faza

kojoj tema pripada, datum kad je tema mijenjana i ime onoga tko je promijenio temu (Kulbak, 2023). Prioritet teme može biti nizak, umjeren, visok i vrlo visok ovisno o tome koliko je važna tema. Za atribut TopicStatus ideja je koristiti nazive otvoreno ili zatvoreno kako bi sudionicima bilo lakše vidjeti koji je dio završen a koji je još u obradi (van Berlo & Krijnen, 2014).

- Komentari su dio markup.bcf datoteke koji sadrži tekstualne zapise vezane uz temu, svrha mu je pratiti i bilježiti konverzaciju između različitih strana koje sudjeluju u raspravi. GUID atribut je u sastavu svakog komentara kako bi se lakše identificirao. Komentar kao obavezne čvorove unutar datoteke ima datum i autora komentara, a od neobaveznih tu je točka gledišta koja može biti unutar komentara navedena za bolje snalaženje i konkretniju raspravu kroz komentare (Kulbak, 2023).

2.2.1. BCF API

U prijašnjim verzijama BCF-a koristio se BCF XML format kojim se BCF izvozi u ZIP datoteku te se takva datoteka šalje e-poštom. Već je takav način komunikacije donio puno pogodnosti, smanjio se broj nejasnoća, postrožio se način gledanja na probleme u projektu. Iako se ovim načinom već ubrzala komunikacija na projektu radni procesi i tokovi komunikacije i dalje su oduzimali vrijeme jer se svaka ta datoteka morala poslati e-poštom ili nekim drugim medijem za slanje dokumenata. S obzirom na taj nedostatak razvijen je BCF API koji služi razmjeni datoteka u digitalnom okruženju putem servera. BCF API je sučelje za programiranje koje automatiziranim načinom rada vrši razmjenu podataka. Server omogućuje komunikaciju s aplikacijama drugih sudionika na projektu putem RESTful API-a. Podaci se ne šalju XML formatom, nego se šalju JSON formatom. Ovakav pristup omogućava interoperabilnost u stvarnom vremenu na način da se podaci automatski razmjenjuju između različitih softvera (Schulz i dr., 2021).

JavaScript Object Notation (JSON) je standardizirani oblik podataka lako čitljiv ljudima, neovisan o jeziku. Koristi se za asinkronu komunikaciju između preglednika i servera. Format JSON namijenjen je za formatiranje podataka, za razliku od XML-a ne odvajava podatke od metapodataka i koristi mapiranje ključ-vrijednost (eng. Key-value) kod pristupa informacijama. JSON format je otvoreni standar i podržavaju ga softveri, lako je čitljiv i lako ga je validirati, može prihvatiti bilo koju vrstu podataka, prirodni je jezik za web servise, prihvaća i međunarodne znakove kao što su njemačka slova s ablautom ili nordijska slova. Prevođenje izvornog programa, XML-a, za oblikovanje JSON dokumenata jednostavan je proces nakon što su informacijski elementi prepoznati unutar BCF datoteke. Ovaj format uzima attribute i parametre iz BCF-a i pretvara ih i šalje na ekvivalentnu mapu u JSON formatu prema teoriji ključ-vrijednost. Ovo pojednostavljuje proces jer se slijede standardne definicije a struktura se mijenja, tj. mijenja se način na koji se predstavljaju informacije, a ne dira se njihova definicija. BCF-API koristi definiciju za prepoznavanje projekta putem web servisa, koju standardizirani radnik tok predlaže kao [project_id] i [name] (Requejo, 2019).

Glavni dio JSON formata sastoji se od vremenski ograničenih radnji, a svaka ta radnja predstavlja interakciju s temom i komentarima. Svaka radnja se sastoji od popisa Događaja koji pokazuje koji atribut Teme je dobio novu vrijednost. Postoje tri različita tipa događaja, kreirani, ažurirani i izbrisani događaj. Obradeni Događaj sadrži informacije o autoru i datumu te prikazuje koje su promjene napravljene na parametrima. Pri svakom stvaranju ili uređivanju Teme uključuje se server koji omogućuje da je svaka promjena odmah vidljiva. Iz tog razloga je potrebno povezati Događaje s Temom. Teme su centralni koncept problema, a sadrže attribute statusa, autora i roka. Komentari su vidljivi kao poruke unutar modela, a koriste se za komunikaciju s drugim sudionicima na projektu. Svaki puta kada se kreiraju novi zapisi vezani uz temu ili se zapisi uređuju, server podrazumijeva da se dogodila promijena na temi. BCF API odgovore vraća u obliku JSON formata. U BCF API-u, Događaji ne postoje bez Tema i Komentara. Ova pretpostavka temeljena je na činjenici da BCF standard ne opisuje način na koji se standardi pohranjuju, nego način komunikacije sa sudionicima projekta (Oraskari i dr., 2022).

S obzirom na sve navedene karakteristike za oba načina razmijene datoteka unutar BCF sustava na slijedećoj tablici vidljiv je kratki pregled glavnih pogodnosti BCF ZIP-a, BCF XML-a i BCF API-ja. Podaci u tablici navedeni su prema referencama koje su korištene u poglavljima vezanim uz BCF ZIP, BCF XML i BCF API.

Tablica 2 Usporedba karakteristika BCF API-a, BCF XML-a i BCFZIP-a

KARAKTERISTIKE	BCF API	BCF XML	BCFZIP
NAMJENA	Razmjena podataka preko web servisa u stvarnom vremenu	Datoteka za pohranu podataka o problemima	Komprimirana datoteka sa svim informacijama o problemu za razmijenu podataka
FORMAT PODATAKA	JSON	XML	ZIP - mape problema i XML datoteke
KORIŠTENJE	Između BIM softverskih programa	Razmijena podataka o problemima slanjem XML datoteke	Razmijena relevantnih informacija o problemima slanjem ZIP datoteke (komprimirani paket)
DIJELJENJE PODATAKA	Online, putem web servisa	Ručno, na primjer e-poštom	Ručno, na primjer e-poštom

PRIMJERI UPORABE	Postavkom problema unutar softvera sustav omogućuje automatsko pohranjivanje problema na serveru i sinkroniziranje s drugim softverima, te mogućnost pregleda problema	Izvoz XML datoteke iz softvera i slanje putem e-pošte drugom korisniku, te uvoz u softver i pregledavanje problema	Izvoz ZIP datoteke iz softvera i slanje putem e-pošte drugom korisniku, te uvoz u softver i pregledavanje problema
AUTOMATIZACIJA	Visoka – u trenutku postavljanja	Niska – drugi sudionik nema pristup problemu dok nije podijeljen s njim	Niska – drugi sudionik nema pristup problemu dok nije podijeljen s njim
UPORABA NA VELIKIM PROJEKTIMA	Prikladan	Nije prikladan	Prikladan – svaki problem ima mapu s informacijama o tom problemu
ADRESIRANJE	„ključ u ruke“	Putem čvorova	Putem XML datoteka unutar ZIP datoteke

2.2.2. bcfOWL

BIM Collaboration Format Ontology (bcfOWL) je ontologija koja omogućava komunikaciju između BCF problema i povezanih podataka (Linked Data), s ciljem proširenja na povezane podatke u objektima (Linked Building Data). BcfOWL može se promatrati kao međujezik za povezivanje sustava različitih domena. Spominjani format nije prijevod BCF API-a ili BCF XML-a, nego je prilagođen potrebama u kontekstu povezanih podataka. Istovremeno omogućava kompatibilnost s drugim već postojećim formatima kako bi se izbjegli problemi (Werbrouck, i dr., 2023).

Struktura Događaja bcfOWL-a sačinjena je od podatkovnog formata (eng. Resource Description Framework - RDF) i SPARQL jezika upita (eng. Protocol and RDF Query Language) za dijeljenje informacija iz i prema grafičkom dijelu. Događaj je opisan razredom „bcfOWL: TopicsEvent“ koji navodi status, datum kreiranja i kojoj Temi pripada Događaj. Vrsta elementa, opisana s „bcfOWL: hasEventOperation“, povezuje Događaju s različitim radnjama koje se izvode. Ovisno o radnjama koje se izvode bilježi se radi li se o ažuriranju, stvaranju ili brisanju Događaja. Pristup događaju navodi se s prikazom cjelokupne strukture bcfOWL-a. Svaka promijena vezana uz BCF mora biti definirana kroz Događaje (Oraskari i dr., 2022).

BcfOWL dozvoljava fleksibilnije postavljanje upita i povezivanje podataka vezanih uz probleme unutar BIM-a s drugim softverima i sustavima, što uključuje i podatke vezane uz objekte. Koristi se za lociranje fotografija temeljno na planovima i modelima objekta, te za označavanje problema i zadataka u BIM modelima (Schulz i dr., 2023). Kako ne bi kompatibilnost s drugim formatima bila ugrožena, potrebno je zadovoljiti neke kriterije (Schulz i dr., 2021):

- složenost klasa unutar ontologije mora biti jednostavna kako bi ontologiju mogli upotrebljavati implementatori i sistemski programeri, to se postiže odabirom klasa koje sadrže stvarne podatke,
- potrebno je obratiti pažnju na objavljivanje vokabulara na internetu, postoje metode detekcije,
- postoji alat na internetu pomoću kojega se vrši validacija bcfOWL-a,
- najbolje prakse za dizajniranje bcfOWL-a definira Svjetski konzorcij za mrežu (World Wide Web Consortium – W3C).

BCF format postoji u dva pristupa, može biti zasnovan na datotekama i na poslužitelju. Pristup bcfOWL smješten je između te dvije varijante i koristi obje varijante. BcfOWL sadrži osnovne koncepte BCF formata koje se odnose na upravljanje problemima (Schulz i dr., 2021).

Za sve elemente koji se prenose između softvera i sudionika na bilo koji način postoji poveznica elementa i načina razmjene podataka. Elementi su Projekt, Dodatak, Teme, Komentari, Točke gledišta, Problemi i Snimke zaslona.

Poveznica na Projekt ostvaruje se (Schulz i dr., 2021):

- BCF API – putem URL-a u kojem je naveden GUID projekta,
- BCF XML format – Projekt je određen po datoteci te nema daljnje dodjele,
- bcfOWL – resursi nisu pretraživani putem parametara u URL-u, poveznica s Projektom mora biti osigurana u nekom od elemenata teme, komentara i točke gledanja.

Dodaci se u BCF-u koriste za stvaranje svojstvenih parametara za projekt prilikom unosa Problema. Parametri kao što su status, oznaka ili korisnik već su unaprijed definirani u Dodacima, dok se za Naslove i Komentar koristi proizvoljan tekst za popunjavanje tog polja. Kod BCF API-ja točni parametri upravljaju se putem poslužitelja tijekom učitavanja u softver samo ako su podaci mapirani u odjeljku Dodaci Projektu. BcfOWL isto omogućava definiranje ovih parametara kako bi sudionici u projektu imali mogućnost koristiti ih (Schulz i dr., 2021).

Teme, Komentari i Točke gledišta moraju biti međusobno povezani kako bi se prenio upotpunjeni Problem (Schulz i dr., 2021):

- BCF API – veze se ostvaruju putem URL parametara,
- BCF XML – veza se ostvaruje putem markup datoteke,
- bcfOWL – veze se ostvaruju odgovarajućim klasama Komentara i Točke gledišta kao svojstva objekta koja su povezana s Temom.

Primjetno je da su kod BCF API-a i bcfOWL-a izostavljene markup datoteke što pojednostavljuje ontologiju. Svi problemi unutar BCF-a uglavnom su potkrijepljeni snimkom zaslona (Schulz i dr., 2021):

- BCF XML – slike su pohranjene u PNG ili JPEG obliku u podmapi s markup-om, povezane su s točkom gledišta pomoću GUID-a,
- BCF API – kreiranjem snimke zaslona ona se prenosi u base64 formatu i uključena je u JSON. Prilikom zahtjeva za snimkom zaslona, slika se prenosi u binarnom obliku s BCF servera,
- bcfOWL – lokacija slike povezana je s modelom putem URL-a. Zbog bolje kompatibilnosti URL je isti kao u BCF API pristupu. Prijenos i preuzimanje snimaka zaslona može se izvršiti naredbama „get“ i „post“

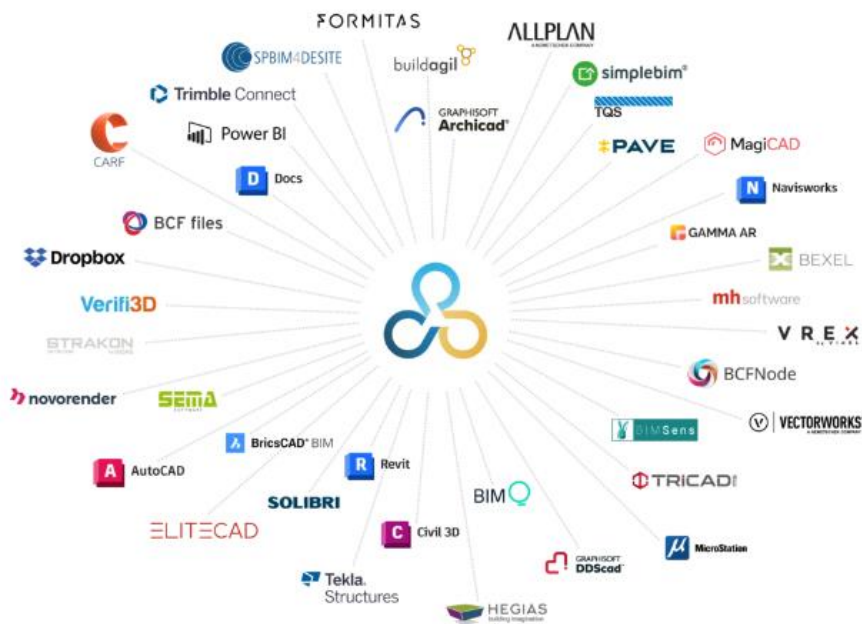
2.3. Softveri koji podržavaju BCF

Veliki broj softvera koji podržavaju uvoz i izvoz IFC datoteka i koji podržavaju samostalno BCF usluge, podržavaju i BCF u oba oblika (razmjena datoteka i REST oblik) (buildingSMART, 2024a). Prema podacima sa buildingSMART (2024b) stranice popis softvera s integriranim BCF-om broji čak 117 različitih softvera. Softverske implementacije, odnosno softverski alati koji podržavaju openBIM standarde i usluge, prema stranici buildingSMART (2024c) broji 458 različitih softvera.

Postoje softveri koji imaju ugrađenu BCF podršku bez potrebe za integracijom softverskog priključka na softver. To su softveri koji omogućuju korisnicima izravnu komunikaciju i praćenje problema unutar aplikacije. Primjer takvih softvera su BIMcollab Zoom i Bexel Manager koji dolaze s ugrađenim funkcijama koje podržavaju rad s BCF datotekama i omogućuju razmjenu informacija s drugim BIM softverima te imaju od strane proizvođača razvijen CDE za arhiviranje podataka. Ovakvi softveri omogućavaju lakše i brže upravljanje problemima i koordinaciju između sudionika na projektu tijekom različitih faza projekta.

S druge strane postoje i softveri koji nemaju BCF podršku, već je potrebno preuzeti softverski priključak koji se integrira u sustav softvera i tek tada omogućuju rad u BCF sustavu. Primjer takvog softvera su Autodesk Revit ili ArchiCAD. Primjer softverskog priključka je BCF Manager. Kako bi svi softveri mogli surađivati zajedno BIMcollab stvorio je softverski dodatak kojim se omogućuje integracija jednog softvera u drugi. BIMcollab je otvorena platforma koja podržava razne standardizirane API-je, a jedan od njih je i BCF API, to omogućava suradnje ne samo između raznih sudionika nego i između različitih softvera. BCF Manageri su softverski priključci dostupni za velik broj poznatih BIM alata, neki od njih su Solibri Office, Navisworks, Revit, Archicad. Ovaj dodatak omogućava kreiranje, uređivanje, filtriranje, komentiranje i pretraživanje zadataka ili problema unutar BIM alata koji se koristi na projektu. Iz tog razloga nije potrebno prebacivanje, izvoz i uvoz podataka, iz jedne u drugu aplikaciju nego je sve na jednome mjestu. Zadaci se zadaju putem BIMcollab Nexus platforme, a zbog ugrađenog

odatka BCF Managera korisnicima drugih platformi zadatci će biti vidljivi. Na slijedećoj slici vidljive su oznake svih softvera koji podržavaju dodatak BCF Manager (BIMcollab, 2024f).



Slika 9 Prikaz softvera koji mogu integrirati BCF Manager (Izvor: BIMcollab, 2024f)

Za primjenu BCF standarda kroz razne softvere bitno je da softveri podržavaju openBIM standarde. Potom je potrebno odrediti način razmijene IFC datoteka, osobe odgovorne za određeno područje gradnje i razinu detaljnosti (BIMcollab, 2024b). Mnogi softveri nemaju mogućnost provođenja komunikacije. Primjer softverskog rješenja koje pomaže softverima prilikom prijenosa informacija korištenjem BCF-a je BCF Manager. BCF je osmišljen tako da bude neovisan o softveru, ali uz pomoć nekih od ovih alata lakša je vizualizacija problema i dokumentiranje.

U ovom poglavlju analizirat će se funkcionalnosti sljedećih softvera obzirom da će se isti koristiti u studiji slučaja: Allplan Architecture, BIMcollab Nexus, BIMcollab Zoom, Solibri Office, Bexel Manager i Revit. Dijelovi kojima se promatra funkcionalnost, odnosno kvaliteta prijenosa podataka iz jednog u drugi softver su:

1. Podrška za BCF format i integracija s BCF alatima – mogućnost direktnog povezivanja softvera s platformom za pohranjivanje BCF-a, mogućnost softvera da pohranjuje BCF datoteku nakon integriranja softverskog priključka ili se komunikacija odvija dijeljenjem datoteka.
2. Upravljanje problemima – analizirani softver dozvoljava kreiranje problema, omogućava unutar softvera pregled informacija o problemu (komentar, status, slika, točka gledanja), unutar softvera moguće je uređivanje postojećih problema, unutar softvera moguće je pratiti status problema, moguće je dodavati komentare unutar softvera.

3. Vizualizacija problema u modelu – problem je vidljiv na 3D modelu, specifične elemente na modelu softver ističe drugom bojom.
4. Prioriteti i oznake – softver omogućuje dodjeljivanje prioriteta problemima, radi lakšeg filtriranja moguće je dodijeliti oznake za zadani problem.
5. Pretraživanje i filtriranje problema – problemi unutar popisa problema mogu se pretraživati prema ključnoj riječi, dostupno je filtriranje problema prema statusu, prioritetu, području modela.
6. Sinkronizacija podataka i obavijesti – softver omogućava automatsko slanje notifikacija sudioniku kojemu je komentar dodijeljen, podaci se sinkroniziraju u stvarnom vremenu.

2.3.1. Analiza funkcionalnosti BIMcollab softvera

BIMcollab je skup rješenja tako napravljenih da olakšaju stvaranje i razmjenu podataka unutar građevinskih projekata temeljenih na BIM principima. Suradnja na projektu temelji se na modelu uz pomoć platforme za koordinaciju provedbe projekta u BIM okruženju, provjeru modela, upravljanje problemima, izračune količina, upravljanje dokumentima i upravljanje imovinom. BIMcollab razvio je tri različita alata koja pomažu pri izradi i razmijeni podataka, to su BIMcollab Twin, BIMcollab Nexus i BIMcollab Zoom (BIMcollab, 2024c).

BIMcollab Nexus razvija suradnju temeljenu na modelu centraliziranjem zahtjeva za BIM, suradnjom, upravljanjem problemima, izračunom količina i naprednom analitikom na rada u oblaku. Rješenje je temeljeno na prihvaćenim otvorenim standardima IFC, BCF i IDS za čiji je razvoj zadužena organizacija buildingSMART. Velika prednost ovog alata je unaprjeđenje svih procesa suradnje u fazi projektiranja. Alat omogućuje korisnicima otvaranje i pregledavanje BIM modela vrlo brzo bez obzira na veličinu projekta zbog novo razvijenog WebViewer-a s tehnologijom neprekidnog prijenosa. Voditelj vrlo lako dodaje sudionike projekta i potiče suradnju među njima počevši od najranijih faza projekta. Također, omogućava prikazivanje točno određenih informacija svakom sudioniku, što znači da voditelj projekta može filtrirati količinu i vrstu informacija namijenjenu različitim dionicima. Svi dijeljeni problemi ostaju na jednom mjestu, centralizirani sustav, jasan i ažuran pregled problema s vidljivom oznakom kojem je sudioniku problem dodijeljen (BIMcollab, 2024d).

Analiza funkcionalnosti za BIMcollab Nexus softver:

1. Podrška za BCF format i integracija s BCF alatima – Ovaj softver predstavlja centralizirani sustav za pohranjivanje svih problema, unutar njega moguće je uvesti i izvesti BCF datoteke, BIMcollab Nexus direktno je povezan s BIMcollab Zoom softverom jer dolaze od istog dobavljača, s drugim softverima nije direktno povezan ali uz pomoć BIMcollab BCF Managera moguće je integrirati BIMcollab sustav unutar drugih softvera obuhvaćenih analizom funkcionalnosti u ovom poglavlju, softver veže probleme za elemente direktno (nakon odabira elementa se dodaje problem kako bi problem bio vezan za točno određeni element).

2. Upravljanje problemima – Unutar softvera moguće je kreirati probleme, omogućava pregled svih informacija o problemu i ima opciju za uređivanje već postojećih problema, ovo je softver na kojem se stvara projekt pa su sve informacije o problemima definirane unutar softvera, unutar softvera za svaki problem može se pratiti status, unutar softvera može se dodati komentar na već postojeći komentar.
3. Vizualizacija problema u modelu – Problem je vidljiv na 3D modelu, a element na koji je vezan problem obojan je u tirkiznu boju, te se odabirom problema (klikom na sliku) automatski postavlja točka gledanja koju je autor komentara postavio.
4. Prioriteti i oznake – Svakom problemu moguće je dodati prioritet i može se dodati oznaka na svaki prioritet.
5. Pretraživanje i filtriranje problema – Pretraživanje problema moguće je filtriranjem svih parametara postavljenih prilikom definiranja projekta na BIMcollab Nexus platformi.
6. Sinkronizacija podataka i obavijesti – Komentari se na već postojeće probleme mogu dodavati i obavijest se šalje sudioniku projekta kojega odabere osoba koja postavlja komentar (to može biti i više osoba), podaci se automatski sinkroniziraju.

BIMcollab Zoom predstavlja platformu koja nudi provjeru modela koji je direktno povezan sa softverom za koordinaciju, BIMcollab Nexus-om. Korisnicima omogućuje pronalazak problema, komuniciranje tih problem i predlaganje rješenja problema te dijeljenje prikaza s drugim sudionicima projekta, ovisno o tome kojem sudioniku je problem namijenjen. Omogućava klasifikaciju i restrukturiranje BIM podataka prema potrebama autora. U ranim fazama projekta pomoću pametnih podataka ubrzava proces pronalaska kolizija na modelu. Neke od glavnih prednosti BIMcollab Zoom alata su neometana navigacija, vrlo brza detekcija kolizija, pametni problemi (sprječava dvostruko izvještavanje ukoliko dva ili više člana ukažu na isti problem), izvlačenje relevantnih podataka iz modela, dijeljenje problema pomoću „drag & drop“ funkcije (povuci i ispusti) (BIMcollab, 2024e). Na sljedećoj slici nalazi se shematski prikaz povezanosti dva softvera, BIMcollab Zoom-a i BIMcollab Nexus-a.



Slika 10 Shematski prikaz povezanosti (Izvor: BIMcollab, 2024e)

Analiza funkcionalnosti za BIMcollab Zoom softver:

1. Podrška za BCF format i integracija s BCF alatima – BIMcollab Zoom direktno je povezan s BIMcollab Nexus softverom te se uvoz i izvoz BCF-a odvija automatski povezivanjem ova dva softvera, nije potrebna integracija softverskog priključka jer se radi o dva softvera istog proizvođača, s drugim softverima nije direktno povezan ali uz pomoć BIMcollab BCF Managera moguće je slati informacije između drugih gore navedenih softvera, softver veže probleme za elemente direktno (nakon odabira elementa se dodaje problem kako bi problem bio vezan za točno određeni element).
2. Upravljanje problemima – Unutar softvera moguće je kreirati probleme, omogućava pregled svih informacija o problemu, unutar softvera za svaki problem može se pratiti status, komentari se na već postojeće probleme mogu dodavati i obavijest se šalje sudioniku projekta kojega odabere osoba koja postavlja komentar (to može biti i više osoba), softver ima mogućnost koordinacije i promijene statusa problema.
3. Vizualizacija problema u modelu – Problem je vidljiv na 3D modelu, a element na koji je vezan problem obojan je u tirkiznu boju, te se odabirom problema (klikom na sliku) automatski postavlja točka gledanja koju je autor komentara postavio.
4. Prioriteti i oznake – Svakom problemu moguće je dodati prioritet i može se dodati oznaka na svaki prioritet.
5. Pretraživanje i filtriranje problema – Pretraživanje problema moguće je filtriranjem svih oznaka koje su dodijeljene prilikom dodavanja nedostataka.
6. Sinkronizacija podataka i obavijesti – Komentari se na već postojeće probleme mogu dodavati i obavijest se šalje sudioniku projekta kojega odabere osoba koja postavlja komentar (to može biti i više osoba), podaci se automatski sinkroniziraju, a mogu se i ručno sinkronizirati nakon postavljanja problema.

2.3.2. Analiza funkcionalnosti Solibri softvera

Softver Solibri Office razvijen je od strane Nemetschek kompanije. Služi za pregledavanje modela i koordinaciju. Pomoću njega korisnici kontroliraju i osiguravaju kvalitetu gradnje. Uvozi modele iz drugih BIM softvera putem standardiziranog IFC sučelja. Podržavanjem openBIM standarda te stručnošću u kontroli kvalitete, osigurava da projekti teku bez napora, eliminirajući skupe pogreške i potičući suradnju među dionicima. Solibri Office omogućava pregledavanje kolizija tijekom cijelog životnog vijeka projekta uz pomoć naredbe „Check Mate“. Pomoću ove naredbe provode se napredne provjere modela u svakoj fazi građevinskog projekta, prilagođavajući skupove pravila za provjeru nedostataka, propisa ili čak potreba za održivošću. Provjera i geometrije i podataka federiranog modela u odnosu na zahtjeve omogućava vam pronalaženje i ispravljanje pogrešaka rano u procesu. Već u ranim fazama pomaže u identifikaciji problema. Zadovoljava najviše zahtjeve kvalitete te nudi organizaciju i vizualizaciju podataka vezanih uz model putem opcija filtriranja i klasifikacije. Može izvlačiti količine i podatke putem već postojećih predložaka u Excel tablici. Isto tako integracijom drugih softvera omogućuje poboljšanu komunikaciju i suradnju na projektu. Kako bi razmjena

podataka između Solibri Office-a i drugih softvera bila što jednostavnija, ovaj softver podržava veliki broj softverskih dodataka za integraciju (Slika 12). Solibri Office temelji se na openBIM standardima te tako ostvaruje transparentnu suradnju između sudionika na projektu. Ključne prednosti ovog softvera su ušteda troškova i vremena jer omogućava dobru preglednost čime se stvaraju uvjeti za rano identificiranje problema, smanjenje rizika i otpada točnim izvlačenjem količina sa modela i povećana interoperabilnost i suradnja (Solibri, 2024).



Slika 11 Softverski dodaci koje podržava Solibri Office

Sa Slike 11 je vidljivo da je Solibri Office kompatibilan sa softverima kao što su Aconex, ArchiCAD, BIMcollab, BIMPLUS od Allplan-a, Catendom, Trimble Connectom i mnogim drugima.

Analiza funkcionalnosti za Solibri Office softver:

1. Podrška za BCF format i integracija s BCF alatima – Softver može uvoziti i izvoziti BCF datoteke te komunicirati i razmjenu datoteka, ali Solibri Office ima mogućnost vezanja na velik broj različitih BIM servera, na primjer povezan je s BIMcollab Nexus softverom uz pomoć BIMcollab BCF Managera, moguće je slati informacije između drugih gore navedenih softvera pomoću softverskog priključka, softver veže probleme za elemente direktno (nakon odabira elementa se dodaje problem kako bi problem bio vezan za točno određeni element).
2. Upravljanje problemima – Unutar softvera moguće je kreirati probleme, omogućava pregled svih informacija o problemu, unutar softvera za svaki problem može se pratiti status, komentari se na već postojeće probleme mogu dodavati i obavijest se šalje sudioniku projekta kojega odabere osoba koja postavlja komentar (to može biti i više osoba), softver ima mogućnost koordinacije i promijene statusa problema.
3. Vizualizacija problema u modelu – Problem je vidljiv na 3D modelu, a element na koji je vezan problem obojan je u tirkiznu boju ali se to ne prikazuje na 3D modelu već na slici unutar problema, problemi stvoreni unutar softvera prikazuju se zelenom bojom

odmah pri odabiru problema, odabirom problema (klikom na sliku) automatski se postavlja točka gledanja koju je autor komentara postavio.

4. Prioriteti i oznake – Svakom problemu moguće je dodati prioritet i može se dodati oznaka na svaki prioritet.
5. Pretraživanje i filtriranje problema – Pretraživanje problema moguće je filtriranje filtriranjem, filtrirati se može prema vrsti, dodijeljenom članu, području, prioritetu, razini, roku završetka.
6. Sinkronizacija podataka i obavijesti – Komentari se na već postojeće probleme mogu dodavati i obavijest se šalje sudioniku projekta koji je postavio problem, podaci se automatski sinkroniziraju, a mogu se i ručno sinkronizirati nakon postavljanja problema.

2.3.3. Analiza funkcionalnosti Revit softvera

Softver Revit dio je Autodesk grupacije proizvoda. Njegovi korisnici su uglavnom arhitekti i inženjeri koji se profesionalno bave modeliranjem 3D oblika, struktura i sustava s velikom razinom preciznosti i točnosti. Zbog mogućnosti trenutnog ažuriranja nacrt, vizualizacije i iskaza količina omogućuje jednostavnije upravljanje projektima. Uz pomoć tehnologije rada u oblaku i BIM suradnje dozvoljava vrlo učinkovitu suradnju timova, neovisno radi li se o gradilištu ili o radu u uredu. Ovaj softver posjeduje alate za skiciranje, planiranje, vizualizaciju i dijeljenje te na taj način omogućava suradnju između više struka koje sudjeluju u stvaranju jednog građevinskog objekta. Isto tako tijekom cijelog projekta osigurava na taj način točne rezultate i učestalu koordinaciju (Autodesk, 2024).

Analiza funkcionalnosti za softver Revit:

1. Podrška za BCF format i integracija s BCF alatima – Revit je moguće povezati sa softverskim priključcima radi mogućnosti dijeljenja informacija o problemima između softvera obuhvaćenih analizom funkcionalnosti, softver veže probleme za elemente direktno (nakon odabira elementa se dodaje problem kako bi problem bio vezan za točno određeni element).
2. Upravljanje problemima – Unutar softvera moguće je kreirati probleme, omogućava pregled svih informacija o problemu, unutar softvera za svaki problem može se pratiti status, komentari se na već postojeće probleme mogu dodavati i obavijest se šalje sudioniku projekta kojega odabere osoba koja postavlja komentar (to može biti i više osoba), softver ima mogućnost koordinacije i promijene statusa problema.
3. Vizualizacija problema u modelu – Problem je vidljiv na 3D modelu, a element na koji je vezan problem obojan je u tirkiznu boju, te se odabirom problema (klikom na sliku) automatski postavlja točka gledanja koju je autor komentara postavio.
4. Prioriteti i oznake – Svakom problemu moguće je dodati prioritet i može se dodati oznaka na svaki prioritet.

5. Pretraživanje i filtriranje problema – Pretraživanje problema moguće je filtriranje filtriranjem, filtrirati se može prema vrsti, dodijeljenom članu, području, prioritetu, razini, roku završetka.
6. Sinkronizacija podataka i obavijesti – Komentari se na već postojeće probleme mogu dodavati i obavijest se šalje sudioniku projekta koji je postavio problem, podaci se automatski sinkroniziraju na centralizirano sučelje, a mogu se i ručno sinkronizirati nakon postavljanja problema.

2.3.4. Analiza funkcionalnosti Bexel Manager softvera

Sljedeći softver je Bexel Manager koji predstavlja BIM rješenja za naprednu 3D vizualizaciju, upravljanje podacima vezanim uz model, otkrivanje preklapanja, upravljanje troškovima, pametno planiranje i praćenje napretka. Korisnici koji se koriste njime uz opsežne analize podataka i izvještaje mogu donositi kvalitetne odluke temeljene na podacima koji su dobiveni iz modela. Uz rješavanje sukoba u ranim fazama projekta uz pomoć svih značajki Bexel Manager softvera, faza izgradnje odvija se neometano. Automatiziran način provjere temeljen na već unaprijed definiranim pravilima provjere uvelike doprinosi kvaliteti BIM modela te je osnova za kvalitetne analize, simulacije i zadatke upravljanja. Isto tako unutar softvera integriran je automatizirani način upravljanja vremenom koji pomaže korisnicima pri stvaranju 4D modela. Algoritam pronalazi optimalno rješenje u smislu minimalnih troškova izgradnje i ujednačavanja vremena i resursa. Osim integriranja 4D mehanizma, integriran je i 5D mehanizam za upravljanje troškovima. Omogućuje korisnicima napredne analize kao procjenu troškova temeljenu na modelu, optimizacija i stvaranje rasporeda, praćenje napretka izgradnje i analiza utjecaja rasporeda. Upravljanje troškova na način koji se to odvija unutar Bexel Manager softvera poboljšava se kontrola projekta. To se postiže spajanjem prostornih i vremenskih dimenzija s podacima o troškovima projekta.

Analiza funkcionalnosti za Bexel Manager softver:

1. Podrška za BCF format i integracija s BCF alatima – Softver može automatski pohranjivati podatke na Bexel CDE, Bexel Manager moguće je povezati s drugim softverskim rješenjima za dijeljenje informacija, na primjer povezan je s BIMcollab Nexus proizvodima uz pomoć BIMcollab BCF Managera, moguće je slati informacije između softvera obuhvaćenih analizom funkcionalnosti pomoću softverskog priključka, softver veže probleme za elemente direktno (nakon odabira elementa se dodaje problem kako bi problem bio vezan za točno određeni element).
2. Upravljanje problemima – Unutar softvera moguće je kreirati probleme, omogućava pregled svih informacija o problemu, unutar softvera za svaki problem može se pratiti status, komentari se na već postojeće probleme mogu dodavati i obavijest se šalje sudioniku projekta kojega odabere osoba koja postavlja komentar (to može biti i više osoba), softver ima mogućnost koordinacije i promijene statusa problema.

3. Vizualizacija problema u modelu – Problem je vidljiv na 3D modelu, a element na koji je vezan problem je obojan te se odabirom problema (klikom na sliku) automatski postavlja točka gledanja koju je autor komentara postavio.
4. Prioriteti i oznake – Svakom problemu moguće je dodati prioritet i može se dodati oznaka na svaki prioritet.
5. Pretraživanje i filtriranje problema – Pretraživanje problema moguće je filtriranjem filtriranjem, filtrirati se može prema vrsti, dodijeljenom članu, području, prioritetu, razini, roku završetka.
6. Sinkronizacija podataka i obavijesti – Komentari se na već postojeće probleme mogu dodavati i obavijest se šalje sudioniku projekta koji je postavio problem, podaci se automatski sinkroniziraju na centralizirano sučelje, a mogu se i ručno sinkronizirati nakon postavljanja problema.

2.3.5. Analiza funkcionalnosti Allplan Architecture softvera

Softver Allplan Architecture nudi BIM rješenja za arhitekturu koja pokrivaju sve faze izvođenja projekta. Omogućuje povećanu preciznost i veću produktivnost tijekom cijelog životnog ciklusa projekta zbog suradnje s ostalim softverskim rješenjima. Pomoću Allplan-a moguće je jednostavno kreiranje i vizualiziranje koncepata, brza razrada različitih projektnih varijanti, upravljanje promjenama i brzo generiranje dokumentacije s točnim količinama. Allplan nudi brojne mogućnosti kao što su produktivna suradnja zbog integriranog sučelja za pohranu podataka, podržava openBIM što omogućava jednostavnu razmjenu podataka i uvoz i izvoz IFC datoteka, ima veliku kvalitetu isporuke različitih informacija zbog precizno generiranih planova, crteža i izvještaja iz 3D modela, te poboljšava komunikaciju na projektu zbog mogućnosti korištenja centraliziranog sučelja za pohranu informacija dostupne svim sudionicima projekta. Mogućnost povezivanja Allplan Architecture-a sa softverskim rješenjima za upravljanje problemima olakšava upravljanje BIM projektom i koordinaciju na projektu. Na primjer za provjeru modela i kontrolu kvalitete razvijeno je sučelje od Bimplusa prema Solibriju. Omogućava jednostavan, automatizirani prijenos problema iz Solibri-ja u Bimplus (Allplan, 2024).

Analiza funkcionalnosti za Allplan Architecture softver:

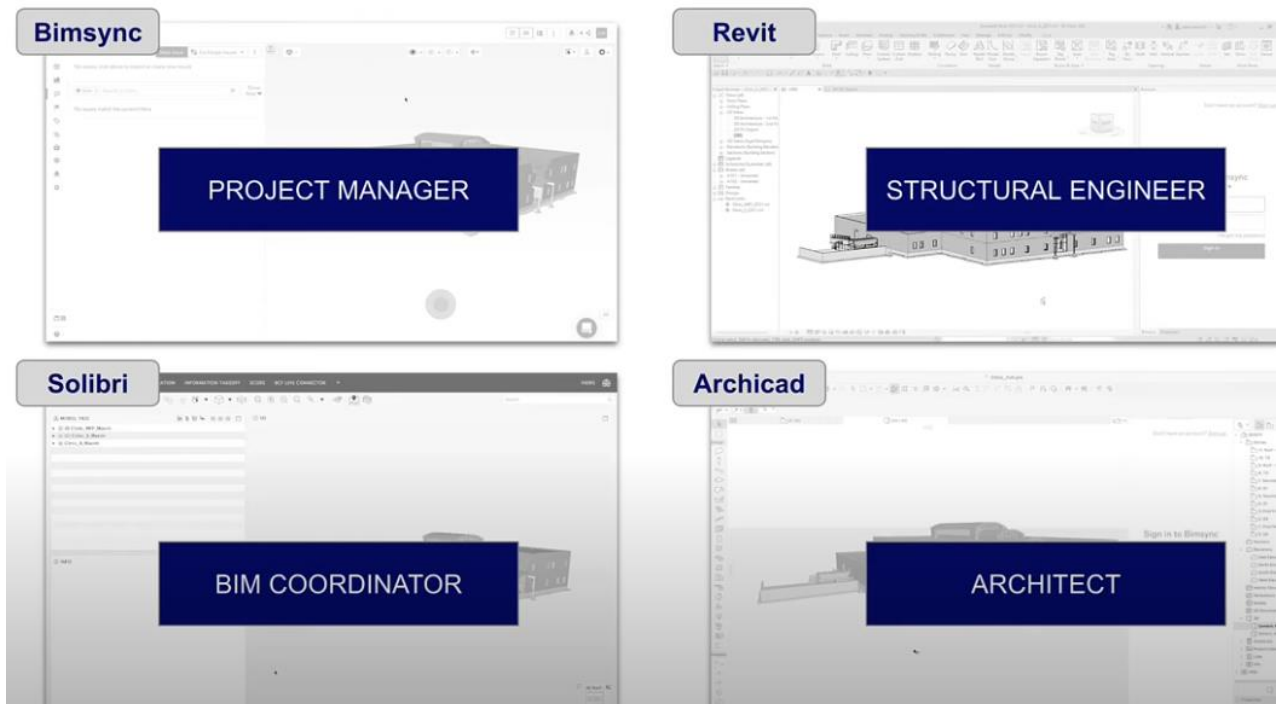
1. Podrška za BCF format i integracija s BCF alatima – Softver je moguće povezati s Bimplus platformom za centralizirano upravljanje informacijama, ali ta platforma podržana je samo unutar softverske kompanije koja je razvila Allplan, isto tako ima mogućnost integracije softverskog priključka ovisno o tome koji softver se koristi za pohranu podataka, na primjer povezan je s BIMcollab proizvodima uz pomoć BIMcollab BCF Managera, moguće je slati informacije između drugih gore navedenih softvera pomoću softverskog priključka, softver veže probleme za elemente direktno (nakon odabira elementa se dodaje problem kako bi problem bio vezan za točno određeni element).

2. Upravljanje problemima – Unutar softvera moguće je kreirati probleme, omogućava pregled svih informacija o problemu, unutar softvera za svaki problem može se pratiti status, komentari se na već postojeće probleme mogu dodavati i obavijest se šalje sudioniku projekta kojega odabere osoba koja postavlja komentar (to može biti i više osoba), softver ima mogućnost promijene statusa problema.
3. Vizualizacija problema u modelu – Problem je vidljiv na 3D modelu, a element na koji je vezan problem je obojan te se odabirom problema (klikom na sliku) automatski postavlja točka gledanja koju je autor komentara postavio.
4. Prioriteti i oznake – Svakom problemu moguće je dodati prioritet i može se dodati oznaka na svaki prioritet.
5. Pretraživanje i filtriranje problema – Pretraživanje problema moguće je filtriranjem, filtrirati se može prema vrsti, dodijeljenom članu, području, prioritetu, razini, roku završetka.
6. Sinkronizacija podataka i obavijesti – Komentari se na već postojeće probleme mogu dodavati i obavijest se šalje sudioniku projekta koji je postavio problem, podaci se sinkroniziraju ručno na centralizirano sučelje nakon postavljanja problema.

2.4. Praktična primjena BCF-a

U ovom poglavlju obradit će se tri primjera praktične primjene BCF-a na projektu. Prvi i drugi primjer odnose se na fazu projektiranja, a treći primjer na fazu održavanja objekta. Primjer broj 1 prikazuje prenošenje informacija od sudionika do sudionika kroz četiri različita softvera. Primjer 2 opisuje kako je moguće detektirati kolizije a pritom koristiti BCF. Zadnji primjer prikazuje koliko je bitno u svim fazama projekta voditi bilješke kako bi se znao izvor problema ako dođe do njega u kasnijim fazama projekta.

Primjer 1 prikazat će kako se problem (eng. issue) implementira u BCF. U primjeru se koriste četiri softvera, a to su Bimsync, Solibri, Revit i ArchiCAD koji su povezani s ulogama na projektu (Slika 12).



Slika 12 Tijek rada i funkcije sudionika vezane za softver (Izvor: Catenda, 2021)

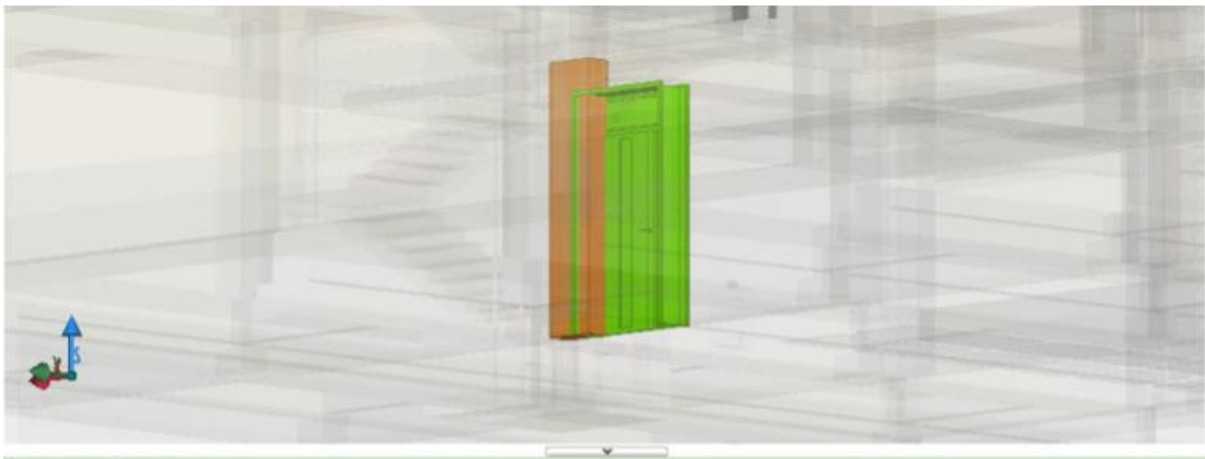
Sa slike je vidljivo koja uloga na projektu je vezana uz koji softver:

- Bimsync u primjeru služi kao glavna platforma za suradnju i dijeljenje problema. Voditelj projekta pomoću Bimsync softvera nadgleda što se događa na projektu i pokreće temu koju želi uključiti u konverzaciju.
- Solibri je direktno povezan s upravljanjem problema unutar Bimsync platforme. Softver Solibri u ovom primjeru olakšava BIM koordinadoru upravljanje procesima na projektu.
- Korištenjem Revit-a inženjer građevine ima uvid u komentare koji su mu dodijeljeni i može sam dodavati komentare
- ArchiCAD se u primjeru koristi kao softver pomoću kojega projektant dobiva informacije o problemima i koristi ga za komunikaciju sa drugim sudionicima projekta

Voditelj projekta pregledava 3D model unutar Bimsync-a, želi provjeriti s ostalim sudionicima položaj i strukturu nekog od elemenata objekta. BCF ovdje pomaže u komunikaciji s drugim sudionicima na projektu. Pregledavanjem modela u fazi projektiranja pronalazi se element na modelu za koji voditelj projekta želi saznati neke informacije. Zadaje problem i dodjeljuje ga odgovornim osobama. Prvo se stvara problem, zatim se definira tema problema. Poslije toga postavlja se status otvoreno i tip problema koordinacijsko upozorenje (eng. Coordination warning). Također prilikom određivanja problema može se postaviti lokacija na modelu koja se postavlja na 2D modelu. Postavlja se i datum završetka. Također, uz pomoć oznaka kao što su statika, koordinacija i arhitektura naposljetku je lakše pretraživati zadani problem. U ovom primjeru proces slanja problema prema drugim korisnicima je automatiziran, jer su softveri međusobno povezani. Otvaranjem problema unutar drugih softvera otvara se točka gledišta

koju je voditelj projekta postavio. Na komentar se odgovara unutar softvera Solibri od strane BIM koordinatora. Nakon postavljanja komentara sustav šalje obavijest osobi odgovornoj za rješavanje problema. Integracijom Bimsync softvera u softvere Revit i ArchiCAD ova dva softvera povezuju se s cijeli projektom. Potrebna je prijava kako bi problem postao vidljiv te kako bi se mogli dodavati komentari i sudjelovati u komunikaciji na projektu. U Bimsync softveru voditelj projekta nakon svih predanih komentara može označiti da su svi sudionici shvatili i vidjeli problem. Mijenja se status iz otvorenog u zatvoreno (Catenda, 2021).

Primjer 2 prikazuje korištenje BCF-a kod detekcije kolizija na projektu tijekom faze projektiranja. Na primjer stup koji utječe na fasadu objekta jer izlazi kroz jedan od otvora (Slika 13). Kod tradicionalnog praćenja faze projektiranja to bi podrazumijevalo komunikaciju i razmjenu podataka između dva sudionika gradnje. Njihova razmjena podataka odvijala bi se uživo ili putem e-pošte razmjenu bilješki ili fotografija i razgovorom uživo. Razvojem tehnologije postalo je moguće putem softvera koji podržavaju BIM detektirati kolizije. Primjer takvog softvera je BIMcollab Zoom. Moguće je stvoriti izvještaj direktno putem BCF datoteke izravno iz BIM modela. Potrebno je postaviti pravila po kojima će se kolizija na modelu tražiti, te je moguće svaku koliziju dodijeliti željenom sudioniku projekta. Datoteka izvještaja sadrži bilješke i PNG slike kolizije, te je povezana s određenim elementom projekta (BibLus, 2020).



Slika 13 Kolizija u fazi projektiranja (Izvor: BibLus, 2020)

Na primjeru 3 prikazana je primjena BCF-a u fazi održavanja. Iz perspektive vlasnika zgrade i sektora za održavanje objekata korištenje BCF-a prilikom upravljanja problemima može uvelike pridonijeti u razumijevanju problema. Imati 3D model zgrade kojom se upravlja olakšava navigaciju kroz probleme (lokacija, položaj i sl.). Osim ovoga, BCF se može koristiti za prikupljanje dokumentacije, testiranje nepropusnosti zraka, predaje objekta. Ideja prilikom ovakvog korištenja BCF-a je imati izvorni model objekta, onaj prilikom primopredaje. Platforma za upravljanje problemima u tom trenutku preuzima ulogu dokumentiranja svih dinamičnih promjena na objektu (popravci, održavanje i sl.) za koje će se pokretati BCF-a. Pronalaženje problema ovim načinom vlasniku objekta pomaže kod lociranja problema, ukoliko je više korisnika u objektu mjesto nastanka problema automatski dodjeljuje i

odgovornu osobu za nastanak problema. Izazov prilikom lociranja problema je nedostatna točnost internih navigacijskih metoda (Bekboliev & Ouellette, 2023).

2.5. Prednosti, izazovi i ograničenja korištenja BCF-a

Stvaranjem BCF-a kao otvorenog formata mnoge stvari postale su prihvatljivije i jednostavnije, no kao novi format ima i nedostataka koji se svakom novom verzijom sustava pokušavaju unaprijediti. BCF olakšava izmjenu podataka radi bolje koordinacije između velikog broja proizvođača na projektu. Omogućuje razmjenu informacija i radne tokove između velikog broja sudionika na građevinskom projektu. Njegovim korištenjem na projektu sve informacije koje su se dijelile između sudionika ostaju trajno zabilježene. Samim time i podaci koji se upisuju i od kojih se BCF sastoji jako su bitni. Unutar projekta navode se status, pozicija, prikaz, element, napomena, korisnika, vrijeme i mnogi drugi bitni podaci. BCF standard ima podršku velikog broja CAD alat i alata za validaciju te omogućava otvorenu razmjenu podataka. Starije verzije su podatke prenosile putem datoteka, ali razvojem se to unaprijedilo, pa se sada informacije mogu razmjenjivati putem web servisa (buildingSMART, 2021). BCF je jednostavan za korištenje i kompatibilan s velikim brojem BIM softvera, podržava openBIM procese i poboljšava komunikaciju. BCF se može koristiti u svim fazama projekta što je također velika prednost tijekom cjeloživotnog ciklusa projekta. Također, BCF omogućava razmjenu informacija između različitih članova tima bez izmjena BIM modela (Smetankova i dr., 2023).

Građevinski inženjeri kao i voditelji projekata i arhitekti te mnogi drugi sudionici projekta susreću se s problemima koji su u načelu rješivi u okruženju koje je temeljeno na modelu. Kvalitetna komunikacija uglavnom je rezultat dobrog timskog rada. BCF pomaže pri usklađivanju problema i očekivanja i ima dodane vrijednosti kao što su (buildingSMART, 2022):

- dobra koordinacija i komunikacija temeljene na jasnim dogovorima i standardima,
- zbog poboljšane jasnoće kraće je vrijeme provedbe projekata,
- niži troškovi procesa gradnje zbog manje pogrešaka sve je dokumentirano i koordinirano,
- shvatljivi radni procesi zbog dostupnosti prijašnjih razgovora,
- osigurana odgovornost zbog dodavanja tema problema odgovornim sudionicima.

BIM model i BCF format povezani su pomoću dva parametra. Prvo su prostorno problemi povezani s modelom putem lokacije i točke gledanja. Drugo komponente se mogu vezati na građevinski element putem jedinstvenog identifikatora (GUID). Implementacija BCF-a u svakodnevnu praksu pokazalo je da (Linhart & Steinmann, 2015):

- suradnja u BIM modelima je transparentna i shvatljiva te ju je lako implementirati na projekt,
- obuka nije duga i teška, a prijelaz na BIM model i komunikacija BCF-om potiču i suradnike na ovaj način rada,

- transparentno praćenje svih problema, kolizija i njihova rješenja, kroz sve verzije modela i softvera,
- BIM modeli koji koriste ovaj način komunikacije imaju olakšan prijelaz s linearnih na kolaborativne procese,
- ekonomske uštede koje su mjerljive zbog poboljšane suradnje na projektu.

Bez obzira na sve prednosti ovaj standard ima i nedostataka. Građevinski sektor je tradicionalan, a korištenje BCF-a traži modernizaciju sustava. Nisu svi sudionici projekta spremni na promjene i ne znaju se svi koristiti digitalnom tehnologijom. Mnoga poduzeća, uvođenje BIM-a na projekt i samim time korištenje BCF-a, smatraju to kao trošak, a ne kao prednost zbog softvera koji često nisu jeftini. Razmjena informacija korištenjem 3D modela zahtjeva da svaka osoba ima vlastito računalo preko kojega može imati uvid u probleme. Neki od nedostataka su (Requejo, 2019):

- stvara se velik broj verzija BCF datoteke za svaku struku na projektu, to otežava suradnju i povećava radni napor što može uzrokovati kašnjenjem i dodatnim troškovima,
- informacijama se može lako manipulirati, brisati ili mijenjati, što bez odgovornog upravljanja otežava praćenje odgovornosti,
- ne proizvode se dodatni metapodaci za projekt, bez obzira šta se problemi prate,
- pri završetku projekta BCF datoteka uglavnom ostaje neiskorištena, a može se koristiti za daljnje poboljšanje poslovnih procesa.

BCF također ne podržava geometrijske podatke već samo komentare, opise i slike vezane uz problem. Za pregled problema često je potrebno implementirati novi softver u aplikaciju kako bi se točka gledanja otvorila i problem postao i vizualno vidljiv (BibLus, 2020). Veliki nedostatak je što se samo na platformama koje podržavaju BCF format mogu učitati datoteke što ograničava fleksibilnost u radu (Smetankova i dr., 2023). Nekonzistentnost prilikom implementacije stvara nesigurnost prilikom razmjene informacija jer različiti alati interpretiraju BCF datoteke na različite načine. U gotovo svim slučajevima, kruženje BCF datoteke kroz više od jednog alata ili suradnika također dovodi do gubitka informacija zbog nekonzistentne implementacije (Tredal i dr., 2016).

2.6. Veza s drugim standardima

2.6.1. Podatkovni standardi

OpenBIM je proces suradnje koji je neutralan prema dobavljačima, a može se definirati kao proces za razmjenu projektnih informacija i nesmetanu suradnju za sve sudionike. Omogućuje interoperabilnost koja obogaćuje projekte i građevine tijekom cijelog vijeka trajanja. OpenBIM unapređuje dostupnost, upotrebljivost, upravljanje i održivost digitalnih podataka kod izgrađenih objekata. Poduzeća koja usvajaju openBIM pristup razvijaju suradnju

među svim sudionicima, poboljšanu komunikaciju i metodologije razmjene temeljene na industrijskim standardima. To rezultira boljim ishodima projekata, većom predvidljivošću, poboljšanom izvedbom i povećanom sigurnošću uz smanjen rizik. OpenBIM i nesmetani digitalni tijekovi rada omogućuju pristup kritičnim projektnim informacijama sudionicima pravovremeno, kako bi podržali donošenje odluka kroz različite faze projekta, od početka do kraja projekta. OpenBIM proširuje upotrebu BIM-a stvarajući zajedničko usklađivanje i jezik (buildingSMART, 2024d). Prepoznatljiva načela openBIM-a su (buildingSMART, 2024d):

- Interoperabilnost je ključ digitalne transformacije u sektoru graditeljstva.
- Otvoreni i neutralni standardi trebaju biti razvijeni kako bi se olakšala interoperabilnost.
- Pouzdana razmjena podataka ovisi o neovisnim mjerilima kvalitete.
- Suradnički tokovi rada poboljšani su otvorenim i prilagodljivim formatima podataka.
- Fleksibilnost u odabiru tehnologije stvara veću vrijednost za sve sudionike.
- Održivost je zaštićena dugoročnim interoperabilnim podatkovnim standardima.

Promicanje openBIM-a primarni je cilj buildingSMART International organizacije, a da bi se taj cilj ostvario stvorena je IFC shema koja predstavlja primarni tehnički proizvod upravo te organizacije. IFC shema standardizirani je podatkovni model koji šifrira slijedeće (Smetankova i dr., 2023):

- identitet i semantiku (ime, strojno prepoznatljiv jedinstveni identifikacijski broj, tip objekta ili funkcija),
- svojstva (materijal, boja, na primjer beton, armirani beton, opeka i sl.),
- odnose (lokacija, povezanost),
- objekte (definicija strukturnih elemenata, na primjer stupovi, ploča i sl.),
- apstraktne pojmove (rad, troškovi),
- procese (instalacija, rad),
- ljude (investitor, projektant, dobavljači i sl.).

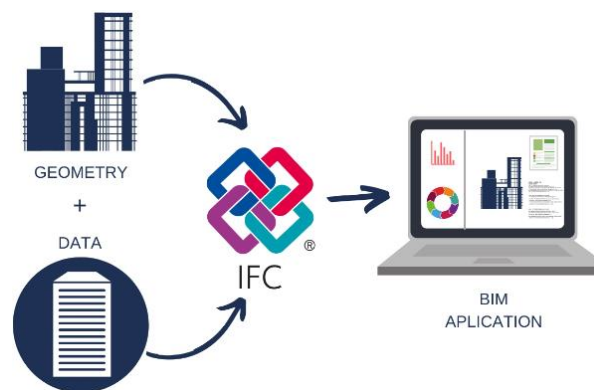
Tehnička srž buildingSMART-a temeljena je na Industry Foundation Classes (IFC) standardu, kojeg je Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO - International Organization for Standardization) certificirala 2013. godine. IFC je općenito standardizirani digitalni opis izgrađenog okruženja, uključujući zgrade i građevinsku infrastrukturu. Standard je namijenjen da bude neutralan prema dobavljačima i korišten na velikom broju hardverskih uređaja i softverskih platformi. IFC specifikacijska shema temeljna je tehnička isporuka buildingSMART Internationala u ispunjavanju svojeg cilja, a to je promicanje openBIM standarda. Konkretnije IFC shema je standardizirani podatkovni model koji na logičan način kodira (buildingSMART, 2024f):

- identitet i semantiku (ime, strojno čitljiv jedinstveni identifikator, tip objekta),
- karakteristike ili atribute (kao što su materijal, boja),
- odnose (uključujući lokacije, veze i vlasništvo),
- objekte (poput stupova ili ploča),

- procese (instalacije, operacije),
- ljudi (vlasnici, dizajneri, izvođači, dobavljači).

Na stotine softverskih aplikacija koje koriste različiti sudionici na projektu mogu slati i primati IFC podatke. Od 1997. godine, IFC je testiran i ispitivan kroz mnoge iteracije, stječući svjetsko povjerenje kao sredstvo za isporuku projekata iz cijelog svijeta.

Može se upotrebljavati kao sredstvo arhiviranja informacija o projektu kao što su projektiranje, postupak nabave ili gradnje, ažurirani skup informacija potreban za zaštitu objekata na dugoročnoj razini. Isto tako može se koristiti za razmjenu informacija između sudionika projekta (Slika 14).



Slika 14 Industry Foundation Classes (IFC)

Šifriranje datoteka moguće je u formatima kao što su XML, JSON i STEP. Prijenos datoteka moguć je putem web usluga, uvoženjem i izvoženjem informacija u softvere (Smetankova i dr., 2023). Pokretanje projekta i korištenja BCF-a na projektu započinje uvozom IFC datoteke. BCF i IFC surađuju na projektu preko elemenata. U BCF-u elementima se pridružuju komentari, a u IFC-u svaki element ima svoj jedinstveni identifikator te ovakvom suradnjom prenošenjem između softvera ne dolazi do razdvajanja komentara od odgovarajućih elemenata. BCF olakšava komunikaciju o problemima identificiranim u IFC modelu, omogućujući timovima da izravno razgovaraju o specifičnim komponentama i promjenama koje treba izvršiti, dok IFC osigurava cjelovitost i integritet podataka o modelu.

Model View Definition (MVD) je podskup ukupne IFC sheme koji definira koje specifične informacije iz BIM modela treba razmijeniti u određenom kontekstu ili za određeni cilj. MVD dokumentacija u okviru različitih projekata i softverskih rješenja omogućuje ponavljanje i osigurava dosljednost i predvidljivost. IFC shema je konfigurirana tako da se prilagođava mnogim konfiguracijama i razinama detaljnosti radi podrške velikom broju softvera i područja zbog BIM interoperabilnosti. Na primjer zid se može prikazati (buildingSMART, 2024g):

- kao segment linije (ili zakrivljenog segmenta) između dvije točke,
- kao jedan od mnogih tipova 3D geometrije za vizualizaciju i analizu,
- kao jednostavan oblik ili oblik s posebnim građevinskim detaljima (hvatajući pojedinačne stupove, priključke cijevi itd.),
- kao određenu konfiguraciju prostorne dekompozicije,

- zajedno s podacima poput inženjerskih svojstava, odgovorne strane, rasporeda i informacija o troškovima.

Budući da MVD implementiraju proizvođači softvera, MVD-ovi su osnova prema kojoj se odvija certifikacija IFC standarda temeljena na primjeru upotrebe (eng. use case). Postoje tri (osnovna) MVD-a koja su osnovne razine implementacije softvera za IFC:

- pogled koordinacije (eng. Coordination view),
- postavljeni pogled (eng. Reference View),
- pogled poravnanja (eng. Alignment View).

Za ove (osnovne) MVD-ove mogu se definirati zahtjevi za razmjenu što povećava interoperabilnost između različitih domena. MVD se može upotrebljavati za sažimanje specifičnih podataka, pri čemu je potrebno obratiti pažnju na točnost i dosljednost podataka. Podaci koji su izvezeni iz aplikacija mogu se provjeriti, radi razmjene, putem raznih BIM usluga i alata (Smetankova i dr., 2023). MVD definira koji će se podaci razmijeniti između BIM softverskih alata, dok BCF omogućava komunikaciju o specifičnim problemima koji se pojave u tim podacima ili modelu. Još jedan primjer suradnje BCF-a i MVD-a jest suradnja prilikom provjera kolizije elemenata na modelu. MVD definira zahtjeve za provjeru kolizije a putem BCF-a se komuniciraju ti zahtjevi i njihova provedba.

S obzirom na sve navedene informacije slijedi usporedba IFC-a, BCF-a i MVD-a koja je prikazana u sljedećoj tablici.

Tablica 3 Analiza primjene BCF-a, IFC-a i MVD-a (Smetankova i dr., 2023)

FUNKCIJA	IFC (Industry Foundation Class)	MVD (Model View Definition)	BCF (BIM Collaboration Format)
NAMJENA I FUNKCIONALNOST	- razmjena informacija o modelu građevine - interoperabilnost između različitih softvera - prijenos modela u BIM formatu što olakšava razmjenu geometrijskih i ostalih podataka o građevini	- koristi se za specifične zadatke i tijekove rada - filtriranje informacija u dvije kategorije – korisnici i discipline	- razmjena problema, komentara i bilješki između članova tima na BIM projektu - olakšavanje komunikacije i bilježenje problema u različitim fazama projekta bez potrebe za izmjenom modela
UPOTREBA U PROJEKTU	- razmjena cijelih modela i njihovih informacija	- izvoz i filtriranje IFC modela	- praćenje i komunikaciju u

	- ključan za interoperabilnost i prijenos svih podataka o elementima objekta	- definiranje točnih podataka potrebnih za različite faze projekta i zadatke unutar samog projekta	projektu o problemima uz koordinaciju - bilješke o arhitekturi i primopredaji
--	------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------

Information Delivery Manual (IDM) razvijen je od strane buildingSMART-a kako bi imao metodologiju za prihvaćanje i specificiranje procesa i toka informacija tijekom životnog ciklusa objekta. Dio je standarda ISO 29481-1:2010 "Informacijsko modeliranje gradnje – dostava informacija – Dio 1: Metodologija i format". Ovaj dio ISO 29481 specificira:

- metodologiju koja povezuje tijek građevinskih procesa sa specifikacijom informacija potrebnih za taj tijek,
- oblik u kojem se informacije trebaju specificirati,
- odgovarajući način mapiranja i opisivanja procesa informacija unutar životnog ciklusa građevine.

Ovaj standard se može koristiti za dokumentiranje postojećih ili novih procesa i opisivanje povezanih informacija koje se moraju razmijeniti između sudionika projekta. Rezultat standarda kasnije se može koristiti za specificiranje detaljnije specifikacije koja, ako je potrebno, može poslužiti kao osnova za proces razvoja softvera. IDM je preteča, tj. izvor zahtjeva za razmjenu podataka koji će biti prevedeni u MVD. Tranzicija s IDM-a na MVD uključuje analizu i interpretaciju zahtjeva definiranih u IDM dokumentaciji kako bi se kreirali precizni i kompatibilni standardi koji omogućavaju efikasnu razmjenu podataka između različitih softverskih alata i platformi. IDM osigurava da svi relevantni procesi i informacije budu pravilno dokumentirani i specificirani. S druge strane, MVD omogućava tehničku implementaciju tih zahtjeva kroz definiranje jasnih i konzistentnih pravila za razmjenu podataka (buildingSMART, 2024h).

Važno je napomenuti da bi standard za dostavu informacija bio operativan, mora biti podržan softverom. Glavna svrha je osigurati da se relevantni podaci komuniciraju na način koji se može interpretirati od strane softvera na strani primatelja. IDM i BCF imaju zajedničkih karakteristika. Međutim, IDM uključuje dodatne funkcionalnosti koje nisu prisutne u BCF formatu, poput unaprijed definiranih radnih tokova, korisničkih prava, uloga i organizacijskih struktura. Ove značajke omogućavaju preciznije i strukturiranije upravljanje komunikacijskim procesima, što je posebno korisno u dokumentiranju ugovornih obveza i formalnih dogovora, u skladu sa standardom ISO 29481-1:2010 koji regulira metodologiju i format informacijske dostave. IDM koristi prošireni shematski model za definiranje unaprijed dogovorenih poruka i transkripata, čime se osigurava strože definiranje komunikacijskih procesa tijekom informiranja sudionika projekta. Ovakav pristup pridonosi većoj transparentnosti i

dosljednosti u razmjeni informacija, ali nosi rizik prevelike složenosti od korištenja u svakodnevnim operativnim zadacima. S druge strane, BCF fokusira se na jednostavniju i fleksibilniju razmjenu informacija o problemima bez potrebe za izmjenom cijelih BIM datoteka, omogućavajući dodavanje komentara, slika i drugih relevantnih podataka vezanih uz problem. IDM standard opisuje koje se informacije trebaju razmjenjivati između sudionika na projektu te koje je zadaće potrebno izvršiti za ispunjenje zahtjeva projekta. IDM prikazuje informacije tko, kada i na koji način treba predati informaciju, koje informacije su potrebne za određenu fazu projekta te uloge sudionika i njihovu odgovornost prilikom izvođenja zadataka (Tredal i dr., 2016). IDM i BCF surađuju i prilikom prenošenja informacija. U BCF-u se prilikom zadavanja problema moraju popuniti polja kao što su vremensko ograničenje za izvršenje zadatka, odgovorna osoba, a upravo to je zadaća IDM-a da definira procese i tok informacija. U Tablici 4 prikazana je većina funkcija BCF-a i IDM-a i usporedba koji od formata koristi i ima razvijenu određenu funkciju.

Tablica 4 Usporedba funkcija BCF-a i IDM-a (Tredal i dr., 2016)

FUNKCIJA	bcfXML v2	IDM
Identifikacija	Koristi GUID-ove	Koristi prilagođene ID-ove
Proširenja sheme	Tip teme, status teme, oznaku teme, prioritete, korisnike i vrste isječaka	Opsežna shema za cijelu specifikaciju uključujući enumeracije, radne tokove, korisnike, uloge, uvjete itd.
Upravljanje korisnicima	Upravljanje po imenima	Jedinstveni korisnici povezani s ulogama i organizacijama
Definicija teme	ID, naslov, opis, reference, prioritete, oznake	Slično kao i BCF, ali bez mogućnosti dijeljenja prioriteta i oznaka
Radni tokovi	Definiran samo dodijeljeni korisnik	Unaprijed se mogu definirati fiksni radni tokovi, statusi, uvjeti, uloge i odgovornosti
Odnosi zadataka	Jednostavni odnosi	Hijerarhijski odnosi
Status	Jednostavan status i vremenska oznaka	Status, stanje, zapis o slanju i primanju te vremenska oznaka
Komentari i obavijesti	Samo komentari	Komentari podržani kao elementi, a obavijesti kao dodatna oznaka

Podrška za dokumente	Podrška za upravljanje dokumentima interno ili eksterno	Podrška za upravljanje dokumentima eksterno, bogatiji metapodaci u odnosu na BCF
Podrška za razmjenu podataka	Mogu se izmjenjivati dijelovi strukturiranih podataka	Podrška za dokumente
Podrška za BIM i točke gledanja	Izravna povezanost s IFC modelima i IFC objektima, podrška za točke gledišta	Nije podržano

Information Delivery Specification (IDS) je standard koji definira zahtjeve za razmjenu kroz BIM model. Definira način na koji objekti, klasifikacije, svojstva, pa čak i vrijednosti i jedinice trebaju biti dostavljene i razmijenjene. Ovaj standard definira razine potrebnih informacija (eng. Level of Information Need – LOIN), informacije koje trebaju biti isporučene i uključene u BIM model. IDS omogućava validaciju IFC-a za suradnike i softverske alate koji provode (automatizirane) analize. IDS na različitim projektima dozvoljava izradu jedinstvenih zahtjeva (buildingSMART, 2024e). IDS i BCF se nadopunjuju u provjeri i komunikaciji. IDS razmatra koje informacije moraju biti isporučene, a BCF omogućuje komunikaciju za određene informacije o elementima zašto ne ispunjavaju tražene specifikacije. BCF i u ovom slučaju koristi za dokumentiranje i praćenje problema ili promjena u modelu.

2.6.2. Procesni standardi

ISO 19650 je međunarodni ISO standard koji regulira upravljanje informacijama u građevinskim projektima korištenjem BIM-a. Razvijen je kako bi smanjio rizik od gubitka podataka i olakšao suradnju među različitim građevinskim disciplinama. Glavna zadaća mu je unaprjeđenje učinkovitosti i usklađenost informacija tijekom cijelog životnog vijeka projekta. Upotreba zajedničkog podatkovnog okruženja označava mjesto za organizaciju, pohranu i razmjenu informacija o projektu. Uspostavom CDE-a omogućen je pristup, unos i ažuriranje informacija svim sudionicima projekta. Pomoću CDE-a osigurana je transparentnost, veća odgovornost i manji rizik prilikom upravljanja projektom. Povezivanjem BCF-a i CDE-a, sudionici projekta uvijek su informirani, mogu dodavati i pratiti komentare i pitanja unutar zajedničkog podatkovnog okruženja. Također, sudionici imaju pristup ažuriranim informacijama i njihovom statusu. Tako se unaprjeđuje suradnja i smanjuje često slanje BIM modela između različitih softvera. BCF i ISO 19650 standard međusobno se nadopunjuju. BCF se bavi specifičnim problemima tijekom projekta i omogućava trenutnu razmjenu informacija među sudionicima projekta, dok ISO 19650 zadaje okvir za upravljanjem informacijama i suradnju na BIM projektima. Isto tako ISO 19650 postavlja smjernice za praćenje promjena tijekom BIM projekta, a BCF pomaže kod bilježenja problema i prikazu kronološkog slijeda problema na projektu (Insausti, 2024).

ISO 19650 je procesni standard. Odnosi se na Organizaciju i digitalizaciju informacija o zgradama i inženjerskim građevinama uključujući informacijsko modeliranje gradnje (BIM). Podijeljen je u 5 dijelova (Vukomanović, 2022):

- ISO 19650-1 - Koncepti i načela upravljanja informacijama,
- ISO 19650-2 - Faza isporuke imovine,
- ISO 19650-3 - Operativna faza imovine,
- ISO 19650-4 - Razmjena podataka u CDE-u,
- ISO 19650-5 - Sigurnosni pristup upravljanju informacijama.

Serijski standard ISO 19650-1:2019 opisuje koncepte i principe za upravljanje informacijama, pruža preporuke okvira za upravljanje informacijama, uključujući razmjenu, bilježenje i organiziranje za sve sudionike. Ova verzija standarda primjenjiva je na cijeli životni ciklus bilo kojeg izgrađenog objekta, uključujući strateško planiranje, početni dizajn, inženjering, razvoj, dokumentaciju i izgradnju, svakodnevno poslovanje, održavanje, obnovu, popravke i kraj životnog vijeka. Prilagodljiv je na objektima ili projektima bilo koje veličine i složenosti. ISO 19650-1 definira CDE, a predstavlja sredstvo za osiguravanje kvalitete razmijenjenih informacija. Korištenjem i isporukom informacijskog modela projekta (eng. Project Information Model - PIM) i informacijskog modela imovine (eng. Asset Information Model - AIM) procesi definirani u ovoj seriji standarda omogućavaju odlične poslovne rezultate, manji rizik i manje troškove. Koncepti i principi koje ova serija standarda nudi omogućuju u procesu kolaborativne isporuke informacija sprječavanje prekoračenja rokova ukoliko dođe do nekoordiniranosti prilikom korištenja informacija. ISO 19650-1 daje okvire za upravljanje informacijama te isto tako predlaže koncepte i principe za upravljanjem informacijama u BIM-u, a to uključuje razmjenu, pohranjivanje, organiziranje i verzioniranje informacija od svih sudionika na projektu. Prilikom razmijene informacija potrebno je postaviti zahtjev za isporukom informacija od strane koja imenuje i od imenovanih strana. Ovaj standard ne definira konkretne uloge. U građevinskim projektima postoji potreba za reguliranjem razmijene informacija i definiranjem ciklusa isporuke informacija tijekom faze isporuke imovine i faze održavanja imovine. Iz tog razloga ovaj standard definira i CDE, koje se može shvatiti kao koncept digitalnog i tehničkog rješenja, ali i kao proces. CDE predstavlja dogovoreni izvor informacija za svaki projekt ili imovinu, omogućujući prikupljanje, upravljanje i širenje informacija kroz upravljane procese. Ovo osigurava kvalitetu razmijenjenih informacija organiziranih kroz tzv. spremnike informacija. Spremnici informacija sastoji od nekoliko područja kroz koja informacije prolaze tijekom svog razvoja (International Organization for Standardization, 2019a):

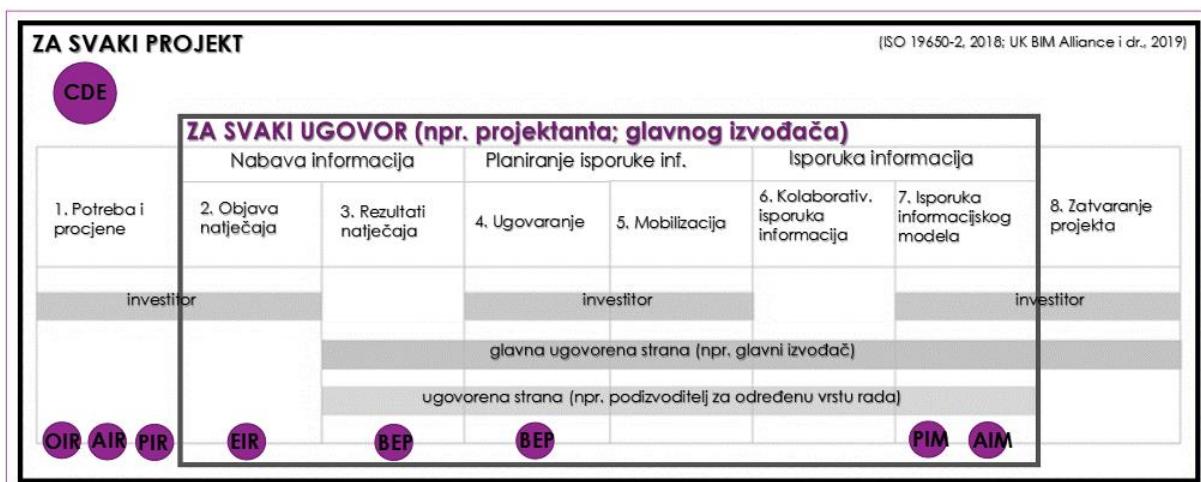
- Područje za rad u tijeku (eng. Work in Progress) - Ovo je okruženje u kojem radni timovi razvijaju strukturirane i nestrukturirane informacije. Podaci su zaštićeni i drugi sudionici nemaju pristup spremnicima informacija na kojima timovi rade.
- Područje za dijeljenje (eng. Shared Area) - Nakon provjere i odobrenja od strane izvornog radnog tima, informacije prelaze u ovo područje. Ovdje su spremnici podataka svih radnih timova dostupni za pregled, ali ne i za uređivanje. To omogućuje

usklađivanje podataka među timovima. Ako se otkriju neusklađenosti, informacije se vraćaju u područje za rad u tijeku radi dorade.

- Područje za objavljivanje (eng. Published Area) - Prije prelaska u ovo područje, informacije prolaze dodatnu provjeru i autorizaciju. Ovdje se nalaze informacije odobrene za upotrebu u fazi izvođenja radova ili tijekom održavanja građevine. Informacijski modeli projekta (PIM) i imovine (AIM) sadrže samo informacije iz ovog područja. Neodobrene informacije vraćaju se u područje za rad u tijeku na ispravak.
- Područje za arhiviranje (eng. Archived Area) – Ovo područje služi kao revizijski trag ili povijesni dnevnik podataka. U njemu se pohranjuju spremnici podataka koji su prošli kroz područja za dijeljenje i objavljivanje.

Kako bi tijek informacija kroz sve faze projekta bio konzistentan i kako bi se informacije spremale na centralizirano sučelje na početku projekta potrebno je odabrati CDE. BCF se koristi tijekom definiranja procesa komunikacije te za centralizirano mjesto za spremanje svih podataka o komunikaciji zbog čega omogućava dostupnost svih informacija o komunikaciji na projektu. Prilikom postavljanja projekta na CDE u BCF-u se definiraju sve glavne oznake za opis problema te tijekom komunikacije i kolaboracije na CDE platformi (International Organization for Standardization, 2019a).

Serijski standard ISO 19650-2:2019 specificira zahtjeve za upravljanje informacijama, u obliku upravljačkog procesa, unutar konteksta faze isporuke objekata i razmjene informacija unutar nje, koristeći informacijsko modeliranje gradnje (BIM). Također, može se primijeniti na sve vrste objekata i od strane svih vrsta i veličina organizacija, bez obzira na odabranu strategiju nabave. Druga inačica standarda ISO 19650 izrađena je u svrhu olakšavanja postavljanja zahtjeva za informacijama strani koja imenuje tijekom faze isporuke imovine. Na slijedećoj slici vidljiv je proces upravljanja informacijama tijekom faze isporuke imovine s podfazama (International Organization for Standardization, 2019b).



Slika 15 Nabava i isporuka informacija prema ISO 19650-2 (Izvor: Vukomanović, 2022)

Sa slike je vidljivo da se sve faze odnose na cijeli projekt, a da se faze 2 do 7 odnose na svaku ugovorenu stranu zasebno, odnosno za svaku fazu projekta (Vukomanović, 2022).

- Kod prve faze potrebe i procjena definiraju se zahtjevi za informacijama i uspostavljaju se informacijski okviri za projekt. Uspostavljaju se zahtjevi za informacijama na razini organizacije (eng. Organizational Information Requirements - OIR), na razini projekta (eng. Project Information Requirements - PIR) i na razini imovine (eng. Asset Information Requirements - AIR). Za potrebe isporuke projekta postavlja se CDE, koji predstavlja centralizirani izvor informacija, a koristi se kod sakupljanja, upravljanja i razmijene elemenata modela.
- Za fazu objave natječaja izrađuje se dokumentacija za nadmetanje te se definiraju zahtjevi za razmjenu informacija (eng. Exchange Information Requirements - EIR) koji se izrađuje na temelju PIR-a, a propisuje isporuke koje je imenovana strana obavezna ispuniti tijekom trajanja projekta.
- Treća faza je nadmetanje i rezultati natječaja, a tijekom te faze svi zainteresirani podnose ponudu, te se objavljuju rezultati natječaja. Definira BIM plan izvršenja (eng. BIM Execution Plan - BEP) koji se izrađuje na temelju EIR-a. Njime se objašnjava način na koji će osoba koja se javlja na natječaj ispuniti tražene zahtjeve BIM projekta. Kroz BEP se određuju procesi na temelju kojih se izrađuje informacijski model, definiraju standardi modeliranja, protokoli razmjene podataka i zadaće sudionika na projektu.
- U četvrtoj fazi, fazi ugovaranja ugovorene strane postižu dogovor te se ugovara isporuka informacija. Uspostavlja se matrica odgovornosti, prikazuje se detaljno rješenje na koji način će ugovorena strana isporučiti BIM projekt. Definiraju se zahtjevi za informacijama prema podizvođačima. Glavni plan isporuke opisuje isporuku informacija projekta te isto tako određuje rokove i postupak pripreme informacija o projektu. Plan aktivnosti isporuke informacija predstavlja interni dokument kojim se služe različiti članovi tima kako bi izradili vlastiti plan izvršenja aktivnosti.
- Faza mobilizacije služi za pripremu svih sudionika projekta za isporuku projekta. Mobiliziraju se svi resursi potrebni prilikom isporuke informacija, tražene informacijske tehnologije za provedbu projekta te se istražuju metode i postupci koji se koriste za proizvodnju informacija projekta.
- Kolaborativna isporuka informacija je šesta faza isporuke informacija. Temelji se na aktivnostima koje se izvršavaju i na razmjeni informacija. U ovoj fazi se provjerava dostupnost potrebnih informacija i resursa te se usklađuje informacijski model.
- Sedma faza je faza isporuke informacijskog modela. Provodi se detaljan pregled informacijskog modela te ako je sve u redu finalna verzija modela predaje se investitoru koji ju zatim treba odobriti i prihvatiti. Informacijski modela projekta koji se kroz faze informiranja, koncipiranja, definiranja, projektiranja, izvođenja i zatvaranja razvija i prihvaća isporuku projekta. Informacijski model imovine proizlazi iz nadogradnje PIM-a kroz navedene faze i koristi se za faze održavanja i korištenja objekta. PIM i AIM sadrže geometrijske i negeometrijske podatke.

- Zadnja faza je faza zatvaranja projekta i ona predstavlja završetak projekta i zaključno s njom se analizira cijeli projekt te se zapisuju eventualni nedostaci na trenutnom projektu kako se ne bi ponavljali na slijedećim projektima.

Korištenje BCF-a jako je važno definirati kroz ovu verziju standarda. Kroz EIR naručitelj mora definirati standarde za komunikaciju, ukoliko ih ne definira osoba koja se javlja na natječaj nije dužna implementirati BCF u projekt. Isto tako naručitelj mora definirati i dati prijedlog platformi koje će se koristiti na projektu. BEP-om se odgovara na zahtjeve koji su navedeni u EIR-u, na primjer zadano je da se moraju koristiti neki od softvera koji podržavaju openBIM standarde. U BEP-u odgovara na traženi zahtjev i navodi se koji će se softveri koristiti za kolaboraciju i komunikaciju na projektu. Nakon što se odgovorilo na sve procese iz BEP-a svi ti procesi moraju biti prikazani u PIM-u, znači stvarno na projektu moraju biti implementirani odabrani softveri i procesi (Vukomanović, 2022).

Verzija 19650-3:2020 ista je kao i serija 19650-2 samo se koristi za fazu održavanja objekta. Specificira zahtjeve za upravljanje informacijama, u obliku upravljačkog procesa, unutar konteksta operativne faze objekata i razmjene informacija unutar nje, koristeći informacijsko modeliranje gradnje. Omogućuje vlasniku imovine da uspostavi svoje zahtjeve za informacijama tijekom faze korištenja imovine. Ova verzija standarda napravljena je kao dodatak na ISO 19650-2 verziju, koriste istu terminologiju i veliki broj točaka je sličan. U fazi održavanja imovine BCF se može koristiti isto tako u komunikaciji, ali na način da dokaže koji od sudionika je odgovoran za novonastali problem. Na modelu se mogu naznačiti svi elementi kojima je potrebna obnova te upravitelj objekta s poduzećem za sanaciju može komunicirati, odnosno dogovoriti posao koristeći BCF (International Organization for Standardization, 2020a).

Serija 19650-4:2022 specificira detaljan proces i kriterije za donošenje odluka prilikom procesa izvođenja razmjene informacija kako je navedeno u ISO 19650 seriji, s ciljem osiguranja kvalitete konačnog informacijskog modela projekta ili informacijskog modela imovine. Zahtjevi u ovom dokumentu trebaju se primjenjivati na način koji odgovara veličini i složenosti objekta, a primjenjiv je na objekte svih veličina i svih razina složenosti. U ISO 19650-4 seriji informacije prelaze u tri područja. To su radovi u tijeku, dijeljenje i objavljivanje. Ovim standardom definirane su tri ključne strane uključene u proces razmijene informacija. Te osobe su isporučitelj informacija (eng. Information Provider), primatelj informacija (eng. Information Reciever) i recenzent informacija (eng. Information Reviewer). Isporučitelj informacija kreira informacije te zatim te informacije provjerava recenzent prije nego što dođu do krajnjeg korisnika, primatelja informacija. ISO 19650-4 definira šest kriterija za ocjenu kvalitete razmijenjenih informacija kako bi se osigurala njihova korisnost i očuvala vrijednost informacijskog modela projekta ili imovine. Pregled ovih kriterija minimizira rizik od nesuglasica i kontradikcija te podržava proces razmjene informacija. Ključni kriteriji su (International Organization for Standardization, 2022):

- CDE – Provjera usklađenosti s pravilima imenovanja i metapodacima u CDE-u.

- Usklađenost – Provjera podataka prema shemama razmjene i formatima.
- Kontinuitet – Osiguranje konverzacije s prethodnim verzijama, statusima i fazama isporuke.
- Komunikacija – Provjera potencijalnih gubitaka ili degradacije informacija tijekom razmjene podataka.
- Dosljednost – Provjera dosljednosti u sastavljanju podataka, prostornom smještaju i atributima.
- Potpunost – Osiguranje da su sve potrebne i adekvatne informacije isporučene.

U BCF-u se kriteriji mogu prenijeti na status problema. Dakle, ako je problem postavljen i nije riješen on je aktivan, ako se riješi status mu se mijenja u riješeno. Isto tako ISO definira tri sudionika uključena u projekt, osobu koja isporučuje informacije, osobu koja prima informacije i osobu koja daje recenziju informacijama. Također, prilikom postavljanja BCF-a na projekt potrebno je definirati koju će ulogu sudionici na projektu imati, hoće li moći upravljati informacijama, prepravljati informacije, recenzirati informacije ili samo vidjeti informacije (International Organization for Standardization, 2022).

Serija 19650-5:2020 specificira principe i zahtjeve za sigurnosno upravljanje informacijama koje se dobivaju, kreiraju, obrađuju i pohranjuju kao dio ili u vezi s bilo kojom drugom inicijativom, projektom, imovinom, proizvodom ili uslugom. Obrađuju se koraci potrebni za stvaranje i njegovanje odgovarajućeg i proporcionalnog sigurnosnog načina razmišljanja i kulture unutar organizacija koje imaju pristup osjetljivim informacijama, uključujući potrebu za praćenjem i revizijom usklađenosti. Pristup koji je opisan primjenjiv je tijekom cijelog životnog ciklusa objekta, projekta, imovine, proizvoda ili usluge, bilo da je planiran ili postojeći, gdje se osjetljive informacije dobivaju, kreiraju, obrađuju i/ili pohranjuju. Ovaj dokument namijenjen je za upotrebu u bilo kojoj organizaciji koja je uključena u upravljanje informacijama i tehnologijama u svim fazama projekta i korištenja objekta. Također, primjena standarda je značajna i za one organizacije koje žele zaštititi svoje komercijalne informacije, osobne informacije i intelektualno vlasništvo. ISO 19650-5 standard definira detaljan proces uspostavljanja sigurnosnog pristupa informacijama u građevinskim projektima, podijeljen u šest ključnih faza (International Organization for Standardization, 2020b):

- Procjena osjetljivosti - U ovoj fazi organizacije procjenjuju je li potreban sigurnosno orijentirani pristup za zaštitu informacija. To uključuje identifikaciju sigurnosnih rizika i određivanje koje informacije su osjetljive. Proces sigurnosne trijaže pomaže u odlučivanju koje informacije zahtijevaju zaštitu, a koje ne, temeljem njihove osjetljivosti.
- Sigurnosna strategija - Ako je potreban sigurnosno orijentirani pristup, razvija se sigurnosna strategija koja uključuje procjene rizika i definiranje akcija za ublažavanje tih rizika. Strategija također uspostavlja okvir za upravljanje odgovornostima i nadležnostima unutar organizacije.

- Plan upravljanja sigurnošću - Ova faza uključuje definiranje pravila i procesa za implementaciju sigurnosnih mjera unutar organizacije i projektnih timova. Plan upravljanja sigurnošću dokumentira dogovorene mjere za zaštitu osjetljivih informacija.
- Ugovaranje - Sigurnosni zahtjevi definirani u prethodnim fazama komuniciraju se između organizacija prije, tijekom i nakon ugovaranja. Ovo osigurava da sve strane razumiju i implementiraju sigurnosne mjere u skladu s dogovorenim fazama projekta.

Svaki projekt korištenjem BCF-a može imati različito definirane postavke, znači da je svaki projekt jedinstven. Korištenjem BCF-a informacije se dodjeljuju točno određenom sudioniku i nema opasnosti da će informacije doći do neželjenog sudionika. Također, nakon dodjeljivanja problema sudioniku taj sudionik biti će obaviješten. Sve informacije dijeljene BCF-om ostaju trajno zapisane kao dokaz o komunikaciji (International Organization for Standardization, 2020b).

3. ANALIZA STUDIJE SLUČAJA

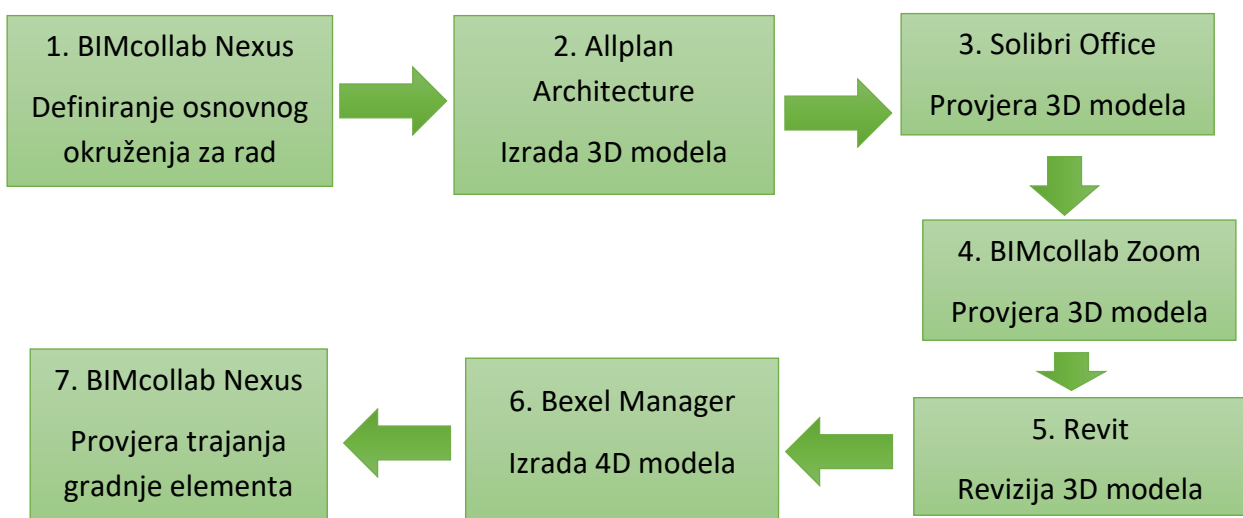
Kroz ovo poglavlje prikazan je tehnički opis projekta koji se obrađivao u sklopu studije slučaja u ovom radu. U poglavlju je također prikazana primjena softvera i procesna mapa toka informacija od softvera do softvera.

Građevina koja će se analizirati u ovoj studiji slučaja je industrijska građevina katnosti je P+1 (prizemlje i kat). Vanjski gabariti građevine su 13,9 x 13,9 m. Objekt je temeljen AB temeljnom pločom debljine 30 cm. Visina etaže prizemlja je 3,39 m, dok je visina prvog kata 3.0 m. Vanjski nosivi zidovi su armiranobetonski, debljine 25 cm, dok su unutarnji nosivi zidovi od opeke, debljine 25 cm i 15 cm. AB nadvoji nad prozorima i vratima dimenzija su, u presjeku, 25 x 25 cm. AB vertikalni serklaži također su dimenzija, u presjeku, 25 x 25 cm. Međukatna i krovna AB ploča debljine su 16 cm. Pregradni zidovi od opeke debljine su 25 cm i 15 cm i nalaze se na obje etaže objekta. Objekt ima jedno dvokrako stepenište s među podestom.

Primjena BCF-a na modelu primjenjuje se i prikazuje kroz fazu izvođenja. Na modelu će biti prikazana komunikacija između različitih softvera. Provjerit će se točnost prijenosa informacija te nedostaci i prednosti određenih softvera. U studiji slučaja koristit će se slijedeći softveri:

- Allplan Architecture,
- BIMcollab Nexus,
- BIMcollab Zoom,
- Solibri Office,
- Revit,
- Bexel Manager.

Uloga ovih softvera vidljiva je na slijedećoj slici koja predstavlja procesnu kartu za ovu studiju slučaja.



Slika 16 Prikaz procesne karte za studiju slučaja

U nastavku su objašnjeni koraci koji su se provodili u ovoj studiji slučaja:

- U prvom koraku postaviti će se okruženje za rad na ovoj studiji slučaja na platformi BIMcollab Nexus.
- Za izradu 3D modela u drugom koraku koristio se softver Allplan Architecture, model je izrađen prema prethodno opisanom tehničkom opisu.
- U trećem koraku provjeravat će se izrađeni 3D model te će se za provjeru atributa koristiti Solibri Office.
- U četvrtom koraku provjeravat će se izrađeni 3D model te će se za provjeru koristiti BIMcollab Zoom.
- Nakon pregleda slijedeći korak je revizija 3D modela prema greškama uočenim prilikom pregleda modela, a revizija će se odvijati u softveru Revit.
- Nakon konačne verzije 3D modela izrađuje se 4D model u softveru Bixel Manager.
- U zadnjem koraku provjerava se tijekom gradnje nekog od elemenata na 3D modelu u softveru BIMcollab Nexus.

Za izradu 4D modela potreban je terminski plan koji je izrađen u softveru GALA isključivo kao ulazni podatak za izradu 4D modela. GALA je softver koji nema ugrađen BCF niti mogućnost integracije BCF-a, što znači da ne postoji mogućnost komunikacije unutar samog softvera stoga se samo spominje kao pomoćni softver. Trajanje izgradnje objekta je 44 dana. Radovi započinju dovozom materijala, a završavaju završnim radovima, odnosno odvozom alata i materijala. Radovi koji se izvode su betonski, tesarski, armirački i zidarski. Vremenski plan nalazi se u Prilogu 1 te će se u .xml formatu uvoziti u softver Bixel Manager kod izrade 4D modela.

4. REZULTATI

Kroz ovo poglavlje prikazat će se rezultati studije slučaja.

4.1. Definiranje osnovnog okruženja za rad – BIMcollab Nexus

Prvi korak je pokretanje projekta na platformi BIMcollab Nexus. Potrebno je kreirati projekt (Slika 17) nakon čega se otvara prikaz s raznim karticama za definiranje projekta. Ime projekta je Diplomski rad.

Slika 17 Pokretanje projekta

Prva kartica koja se popunjava je kartica „Općenito“, koja je vidljiva na Slici 18.

Slika 18 Prikaz padajućeg izbornika za zatvaranje problema

Potrebno je popuniti podatke o projektu kao što su ID projekta, ime projekta, opis projekta, početak i kraj projekta. Isto tako odabire se je li projekt aktivan ili nije i može se postaviti slika projekta radi lakšeg vizualnog snalaženja ukoliko osoba radi na više projekata odjednom. U drugom dijelu ispunjavaju se informacije o tijeku rada kao što su ime vlasnika projekta, određuje se koji sve sudionici projekta mogu zatvoriti problem te koja su obavezna polja prilikom sastavljanja i prijavljivanja problema. Problem može biti zatvoren od strane (Slika 18):

- svih sudionika (eng. *Everybody*),

- voditelja projekta (eng. *Project leaders only*),
- voditelja projekta i kreatora problema (eng. *Project leaders and creator of issue*),
- od strane zaposlenika BIMcollab Nexus stranice (eng. *Employees of bimcollab.com*).

Obavezna polja odnose se na:

- područje nastalog problema (eng. *Areas*),
- dodjeljivanje određenom sudioniku (eng. *Assigned to*),
- prilagođeno polje (eng. *Custom list field*),
- prilagođeni tekst (eng. *Custom text field*),
- rokove izvršenja (eng. *Deadline*),
- oznake (eng. *Labels*),
- prekretnice (eng. *Milestone*),
- prioritet (eng. *Priority*),
- vrstu (eng. *Type*).

Na Slici 19 se vide podaci koji su odabrani za ovaj projekt. Obavezna polja koja su odabrana su dodjeljivanje određenoj osobi, proizvoljan tekst, prioritet i vrsta.

Project information

Project ID: 0082061969 Project name: Diplomski rad

Description: Start date: 13-10-2024 End date: 11-12-2024

Department: Not set

Active (project can be accessed and edited) Don't allow administrators to access project

Workflow

Project owner: Ante Hajduk Issue can be closed by: Everybody

Only allow to assign issues to members of the team member's usergroup(s) Use approval workflow Use custom list field 1 Allow visibility for issue creators Use custom list field 2

Mandatory fields: Multiple (4) ×

- Area
- Assigned to
- Custom list field 1
- Custom list field 2
- Custom text field 1
- Custom text field 2
- Deadline
- Labels
- Milestone
- Priority
- Type

Slika 19 Općeniti podaci o projektu

Druga kartica odnosi se na dodavanje članova tima (Slika 20) i prava koja ti članovi tima imaju. Prikazan je popis njihovih podataka kao što su e-mail adresa, kojem poduzeću pripadaju, koja im je uloga u timu, kojoj grupi pripadaju, te je li im moguće dodijeliti problem, mogu li raditi promijene unutar BIMcollab Zoom platforme i broj problema koji im je dodijeljen.

First name	Last name	Email	Company	Last login	Team role	Group(s)	Assignable	Can import	ZOOM editor	Subteam (company)	Issues
Korisnik	2	matikdoo@gmail.com			Editor	Tim za rješavanje probl...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0
Korisnik	1	apartmanimatovina.vir...			Editor	Tim za provjeru atributa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0
Ante	Hajduk	antehajduk58@gmail.c...	anteh.bimcollab.com	09-11-2024	Project leader	Koordinacijski tim, Tim ...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0

Slika 20 Popis članova tima

Za potrebe ove studije slučaja dodana su tri člana tima kako bi se prikazalo dodjeljivanje problema različitim sudionicima projekta. Jedan član tima je dio gradilišnog tima, jedan je član tima za provjeru atributa i zadnji član je član tima za provjeru kvalitete i koordinacijskog tima.

Dodavanje člana tima izvodi se putem znaka plus u gornjem desnom kutu. Zatim se otvara kartica na kojoj je potrebno definirati člana tim. Imenovati člana, dodijeliti mu grupu i dodijeliti mu ulogu na projektu, te označiti koja prava ima (Slika 21).

Add team member

Select users:

Member of group(s):

Team member role:

Assignable
 Allowed to import BCF files

Has ZOOM edit rights (Smart views, Clash rules, Lists, Smart Properties)
 Can only assign issues within company

Allowed to upload and modify files in the WebViewer

Slika 21 Dodavanje člana tima

Članovi tima (Slika 22) mogu biti voditelj projekta (eng. *Project leader*), urednik (eng. *Editor*), recenzent (eng. *Reviewer*), nadzor (eng. *Viewer*). U ovoj studiji slučaja jedan od korisnika je voditelj projekta a dvama korisnicima je dodijeljena uloga urednika.

Team member role:

Editor

Project leader

Editor

Reviewer

Viewer

Slika 22 Uloga u timu

Na slici 23 prikazana je kartica koja označava popis prekretnica na projektu, to na primjer mogu biti faze projekta s datumom početka i datumom kraja faze.

BIMcollab project

General Team members Milestones Areas Labels Types Priorities Groups Custom

Integration My settings Show removed milestones +

Name	Start date	Completion date	Creator	Assignable	Issues
01. Design phase			Ante Hajduk	<input type="checkbox"/>	0
02. Engineering phase			Ante Hajduk	<input type="checkbox"/>	0
03. Construction phase			Ante Hajduk	<input type="checkbox"/>	0

Slika 23 Prekretnice projekta

Kartica područja sastoji se od popisa svih karakterističnih dijelova modela te se za svaki projekt mogu koristiti drugačiji nazivi područja, a koristi se kako bi se filtrirali podaci pri pronalasku problema, pogotovo kod velikih projekata koji se sastoje od velikog broja slojeva. Prikaz kartice nalazi se na slijedećoj slici, a u ovoj studiji slučaja područja su podijeljena na zidove, ploče i stubište.

Name	Area owner	Creator	Issues
Ploče	Ante Hajduk	Ante Hajduk	0
Stubište	Ante Hajduk	Ante Hajduk	0
Zidovi	Ante Hajduk	Ante Hajduk	0

Slika 24 Područja modela

Na slijedećoj slici nalazi se prikaz kartice s oznakama na kojoj su navedene sve struke koje sudjeluju na projektu. Na ovom projektu oznake su podijeljene na arhitekturu, elektroinstalacije, konstrukciju, specifikacije, strukturu i tehnologiju.

Label name	Issues
Arhitektura	0
Elektroinstalacije	0
Konstrukcija	0
Specifikacije	0
Struktura	0
Tehnologija	0

Slika 25 Popis različitih struka projekta

Vrsta problema može biti podijeljena prema tome je li označena stavka na modelu kolizija, greška, napomena, problem, upit, zahtjev (Slika 26).

Type name	Issues	Default
Greška	0	<input type="checkbox"/>
Kolizija	0	<input type="checkbox"/>
Napomena	0	<input type="checkbox"/>
Problem	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Upit	0	<input type="checkbox"/>
Zahtjev	0	<input type="checkbox"/>

Slika 26 Vrsta problema

Problemi prema prioritetu mogu biti podijeljeni na nekoliko razina, to su problemi na čekanju, mali, normalni, veliki i kritični problemi što se može vidjeti na slijedećoj slici.

Nr	Priority name	Issues
1	Kritično	0
2	Veliko	0
3	Normalno (default)	0
4	Minimalno	0
5	Na čekanju	0

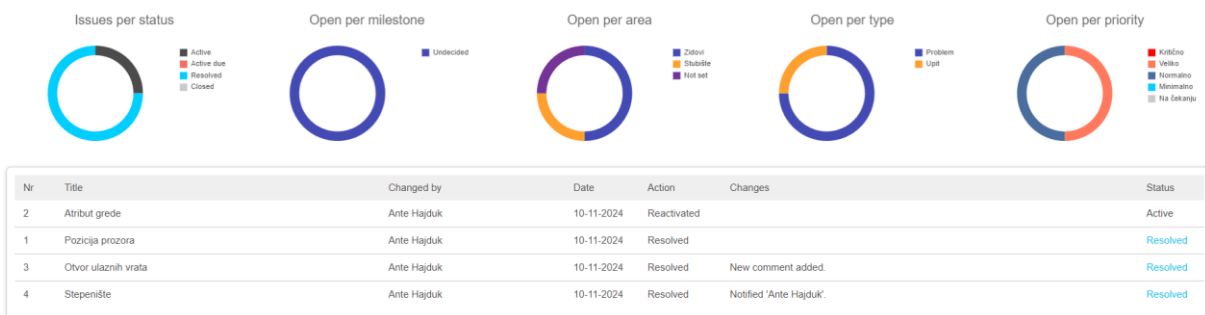
Slika 27 Problemi prema stupnju prioriteta

Na kartica naziva grupe nalazi se popis timova podijeljenih u grupe s obzirom na domenu u kojoj obavljaju posao na projektu. Te grupe mogu biti na primjer za koordinaciju, tim za provjeru atributa, gradilišni tim, tim za provjeru kvalitete i tim za rješavanje problema. Prikaz te kartica nalazi s popisom grupa na ovom projektu nalazi se na slijedećoj slici.

Group name	Issues
Gradilišni tim	0
Koordinacijski tim	0
Tim za provjeru atributa	0
Tim za provjeru kvalitete	0
Tim za rješavanje problema	0

Slika 28 Grupe sudionika prema timovima

Sami izgled BIMcollab Nexus-a podijeljen je na 5 glavnih kartica. Prva od njih je kartica nadzorna ploča (eng. *Dashboard*) na kojoj se nalazi grafički sažetak svih problema koji su postavljeni na model (Slika 29). Na kartici s problemima nalazi se popis svih problema s ključnim podacima (kome je problem dodijeljen, područje, prekretnica, prioritet, status i sl.). Primjer jedne takve kartice prikazan je na Slici 30.



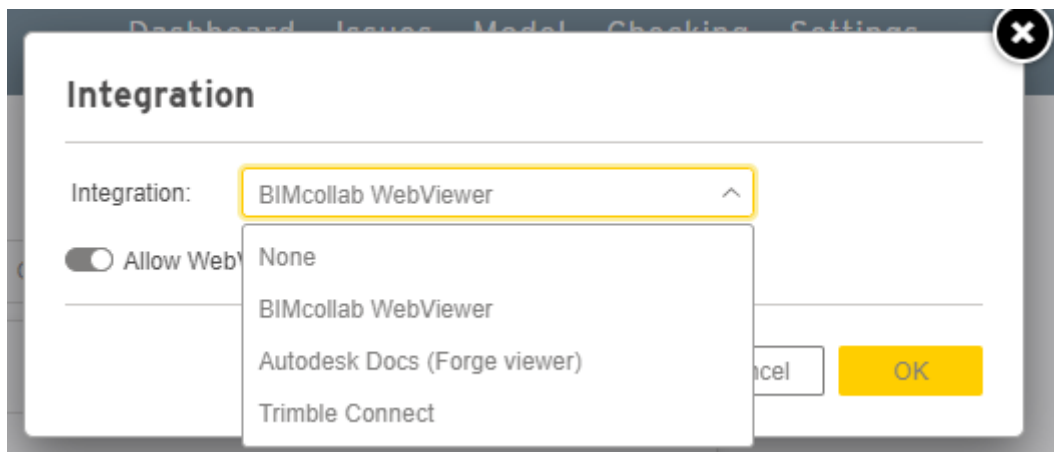
Slika 29 Grafički prikaz problema

Sa Slike 30 vidljivo je da postoji ukupno četiri problema. Radi lakšeg snalaženja i vizualne preglednosti u ovom softveru postoji grafički prikaz koji pobliže opisuje probleme. Iz grafičkog prikaza vidljivi su status, faza projekta, područje, vrsta i prioritet problema. Osim i ovakvog grafičkog prikaza na Slici 30 vidljiv je popis svih problema s njegovim oznakama.

Snapshot	Nr ▲	Title	Assigned to	Area	Milestone	Deadline	Labels	Approval	Priority	Type	Status
	1	Pozicija prozora	Korisnik 2	Zidovi	Undecided				Normalno	Problem	Closed
	2	Atribut grede	Korisnik 1		Undecided		Specifikacije		Normalno	Problem	Active
	3	Otvor ulaznih vrata	Korisnik 2	Zidovi	Undecided				Veliko	Upit	Resolved
	4	Stepenište	Ante Hajduk	Stubište	Undecided		Konstrukcija		Veliko	Problem	Resolved

Slika 30 prikaz postavljenog problema s njegovim podacima

Prilikom integracije BIMcollab Nexus-a s nekim od ponuđenih softvera (Slika 31) u kartica modela prikazuje se 3D objekt.



Slika 31 Prikaz softvera za integraciju s platformom BIMcollab Nexus

Nakon što je model vidljiv, preko BIMcollab Nexus platforme moguće je formirati problem. Odabirom elementa na modelu prikazuju se značajke tog elementa. Kako bi se prenijeli svi elementi komunikacije prilikom stvaranja problema potrebno je kliknuti na element za koji se problem prijavljuje. Zatim se popunjavaju svi podaci o problemu vezani uz taj element, upravo oni podaci koji su definirani prilikom postavljanja projekta da su obavezni (Slika 32). Prilikom stvaranja nedostatka upisan je naslov nedostatka te kraći opis nedostatka. Osoba kojoj je dodijeljen problem je Korisnik 2, vrsta nedostatka je problem, područje na kojem se nalazi nedostatak su zidovi, normalnog prioriteta za rješavanje problema. Obavijest se ne šalje automatski korisniku koji je dodijeljen na problem nego je potrebno odabrati kojeg sudionika će se obavijestiti o problemu. Također je postavljena točka gledanja i slika zaslona problema.

0082061969. Diplomski rad

Title: Pozicija prozora

Description: Potrebno je otvor prozora smjestiti na sredinu zida

Assigned: Korisnik 2 Area: Zidovi

Milestone: Undecided Deadline:

Label(s): Select label(s) Type: Problem Priority: Normalno

Custom 1: Not set Custom 2: Not set Visible for: All

Custom 3: Custom 4: Approval: Select users to approve

Comment:

Notify: Korisnik...

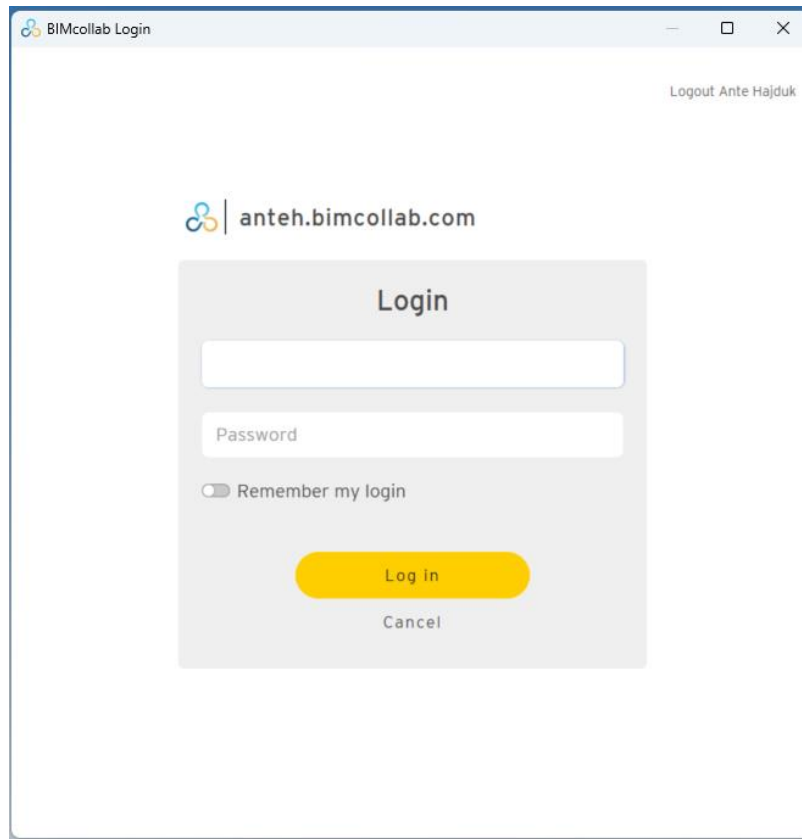
Components in viewpoint: Visible

Save selection as selected components:

Slika 32 Prikaz prijave problema

S obzirom da je problem vidljiv u drugim softverima koji se koriste u ovom radu, da se prenijela točka gledanja i da je sudionik kojemu je dodijeljen problem dobio obavijest o problemu možemo zaključiti da softver BIMcollab Nexus podržava korištenje BCF-a.

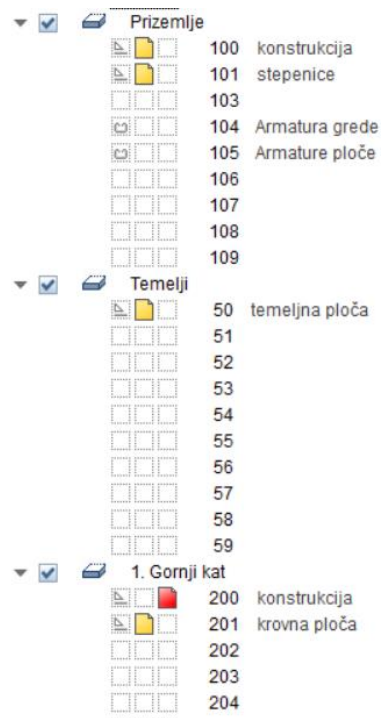
Kako bi komunikacija bila vidljiva na svakom od softvera, potrebno je spojiti softver s BIMcollab Nexus platformom. Stvaranjem korisničkog računa na BIMcollab platformi i upisivanjem imena i povezivanjem otvara se prozor za prijavu i nakon prijave postaju vidljive sve komponente komunikacije (Slika 33). Softverima kojima je potreban softverski priključak su Revit, Bexel Manager i Revit. Dodatak koji se koristi u ovoj studiji slučaja je BIMcollab BCF Manager. On omogućuje u softverima koji nemaju integriran BCF korištenje BCF-a. Dakle, softveri koji nemaju predviđeno korištenje komunikacije uz ovaj softverski priključak taj nedostatak se uklanja.



Slika 33 Povezivanje s BIMcollab sustavom

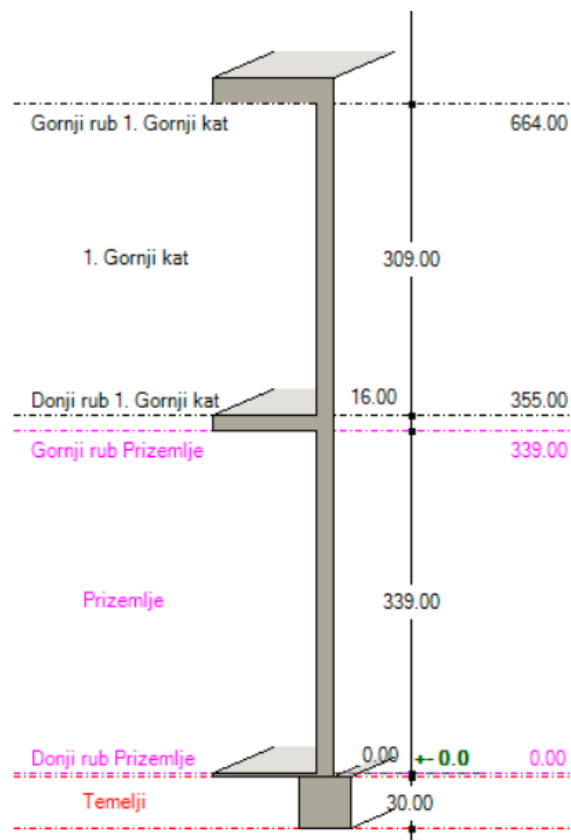
4.2. Izrada 3D BIM modela – Allplan Architecture

Allplan Architecture koristi se za izradu 3D modela, rezultat izrade nalazi se u Prilogu 2. Na početku modeliranja objekta potrebno je definirati slojeve. Slojevi se definiraju kako bi bilo lakše filtrirati elemente modela i kako bi mogli uključivati i isključivati slojeve prilikom modeliranja drugih elemenata. Prikaz slojeva na ovom projektu vidljiv je na sljedećoj slici (Slika 34), a raspoređeni su prema katnosti. To su temelji, prizemlje i 1. kat. Na slici su žutom bojom označeni vidljivi slojevi, a crvenom bojom sloj u kojem se trenutno nalazimo. Kada crtamo novi element važno je obratiti pažnju na to u kojem se sloju nalazimo i u kojem sloju modeliramo kako na primjer ne bi crtali ploču prizemlja u sloju gornjeg kata.



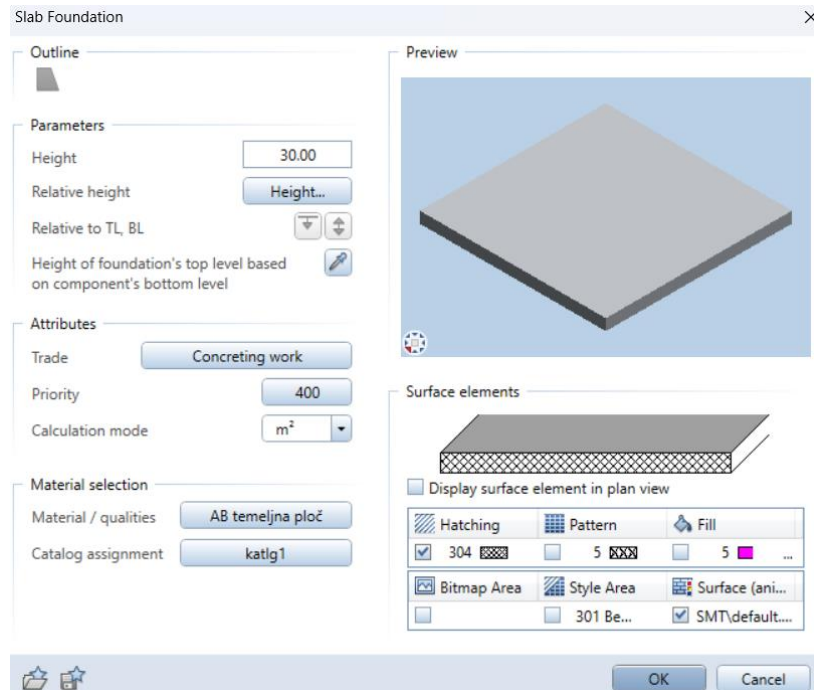
Slika 34 Slojevi projekta

Nakon postavljanja slojeva za svaku razinu potrebno je odrediti visinu kata, odnosno donju i gornju granicu svake ploče. Na slijedećoj slici nalazi se prikaz visine katova i debljine ploča za ovaj projekt.



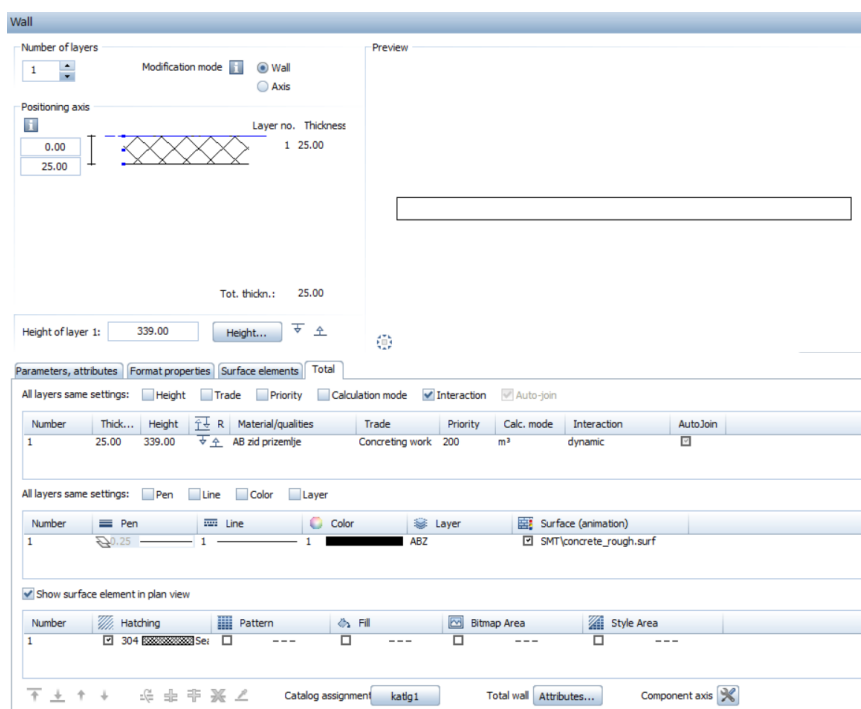
Slika 35 Visina katova i debljina ploča

Nakon postavljanja osnovnih parametara slijedi modeliranje. Započinjemo s crtanjem ploče temelja. Na slijedećoj slici vidljiv je prikaz izbornika s definiranim parametrima za temeljnu ploču. Debljina ploče je 30 centimetara, materijal je beton i za pregled elementa u 2D i 3D obliku postavljena su ispunjenja.



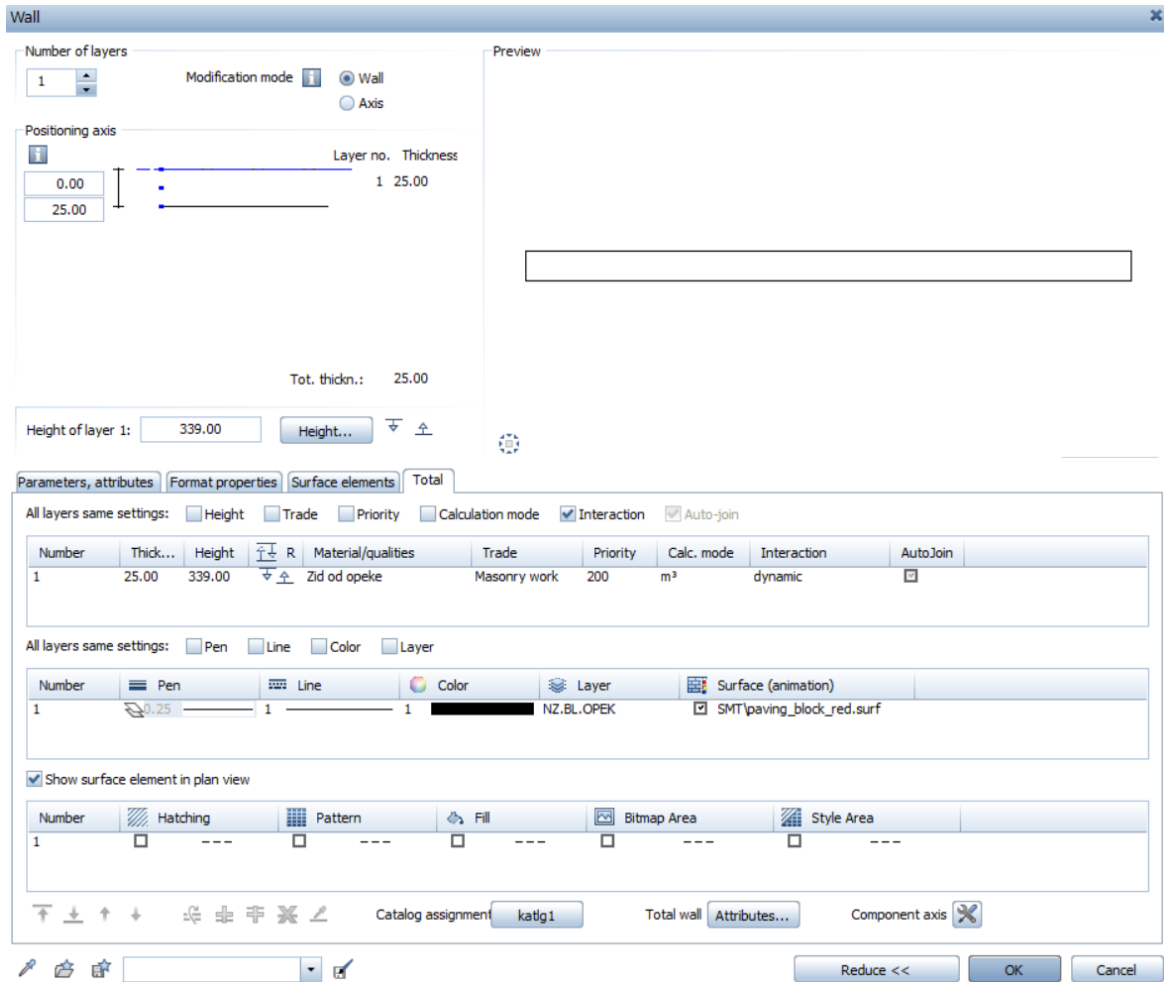
Slika 36 Definiranje temeljne ploče

Nakon toga crtamo nosive zidove, debljina zida je 25 centimetara, visina je 339 centimetara, materijal je beton te se također definira izgled elemenata u 2D i 3D modelu (Slika 37).



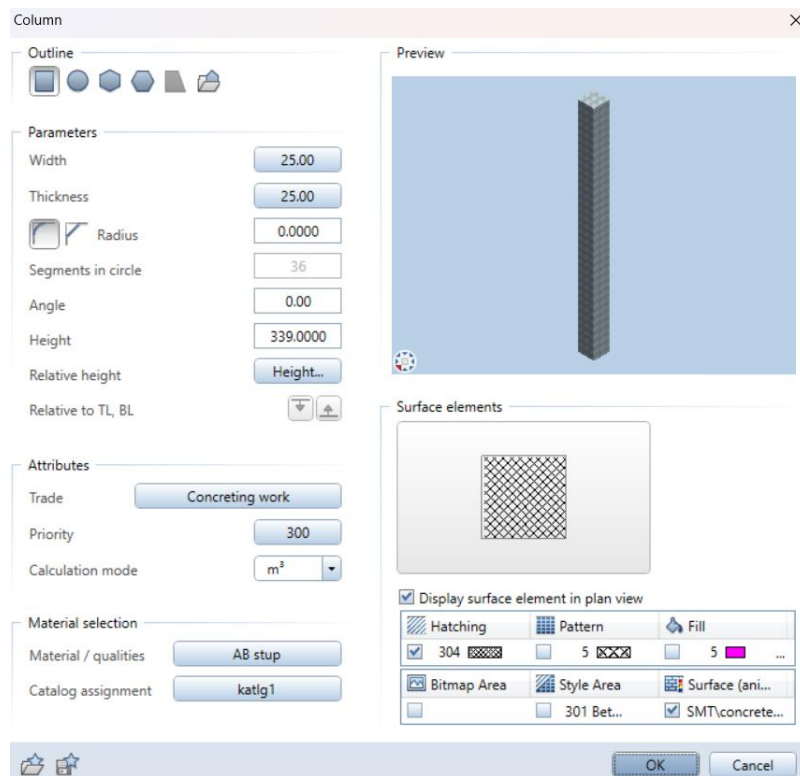
Slika 37 Definiranje nosivih zidova

Nakon nosivih zidova postavljaju se pregradni zidovi i svi konstrukcijski elementi potrebni za zidanje pregradnih zidova od opeke. Na slijedećoj slici nalazi se opis pregradnih zidova. Debljine su 25 centimetara, visina je jednaka visini prizemlja i iznosi 339 centimetara, u tlocrtnom obliku prazna im je ispunjena.



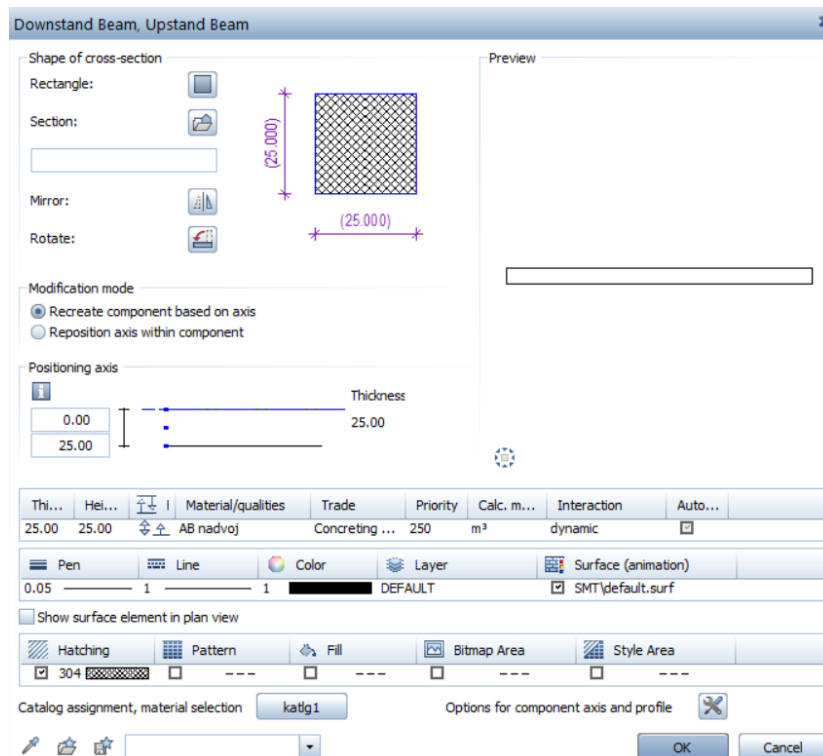
Slika 38 Definiranje pregradnih zidova

Na spoj dva pregradna zida potrebno je postaviti vertikalne serklaže. Materijal od kojih se izvode je beton, presjeka 25x25 centimetara, visine prizemlja, na slici je prikazan i u 3D modelu te je prikazana ispunjena koja je vidljiva u 2D modelu.



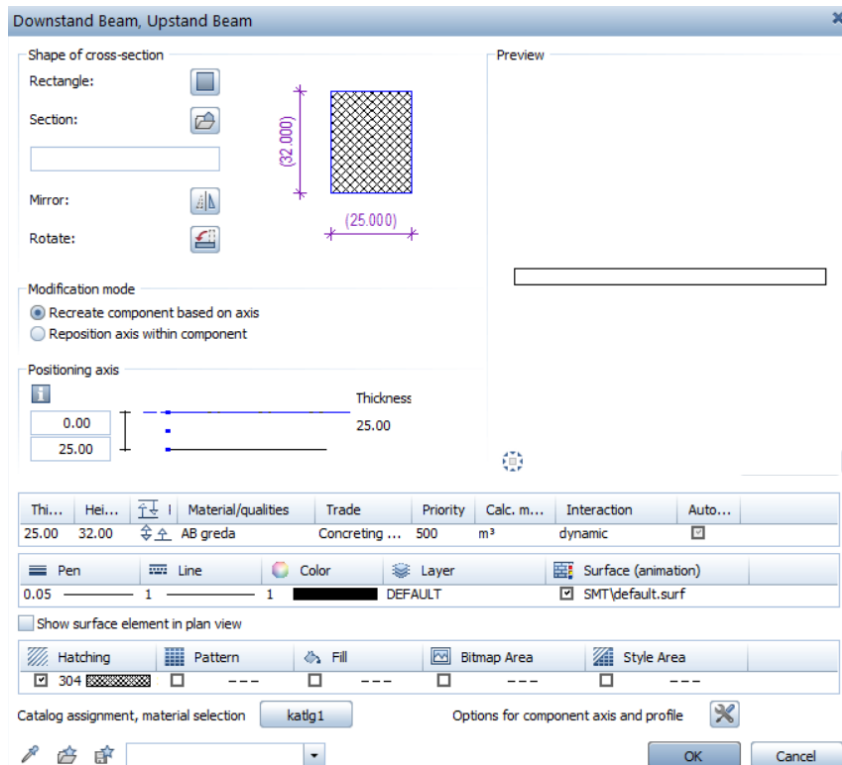
Slika 39 Definiranje vertikalnih serklaži

Iznad otvora pregradnih zidova postavljeni su nadvoji. Debljine su 25 centimetara, materijal od kojih su napravljeni je beton, a na slijedećoj slici vidljivi su i ostali detalji prilikom definiranja nadvoja.



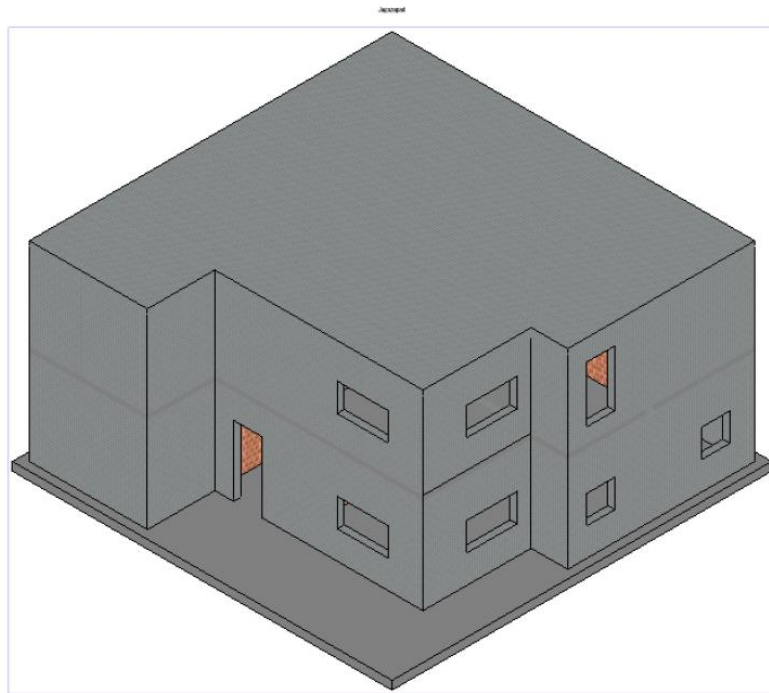
Slika 40 Definiranje nadvoji

Na modelu su sveukupno četiri grede. Dimenzije presjeka greda su 25x32 centimetara, materijal od kojeg su izvedene je beton (Slika 41).

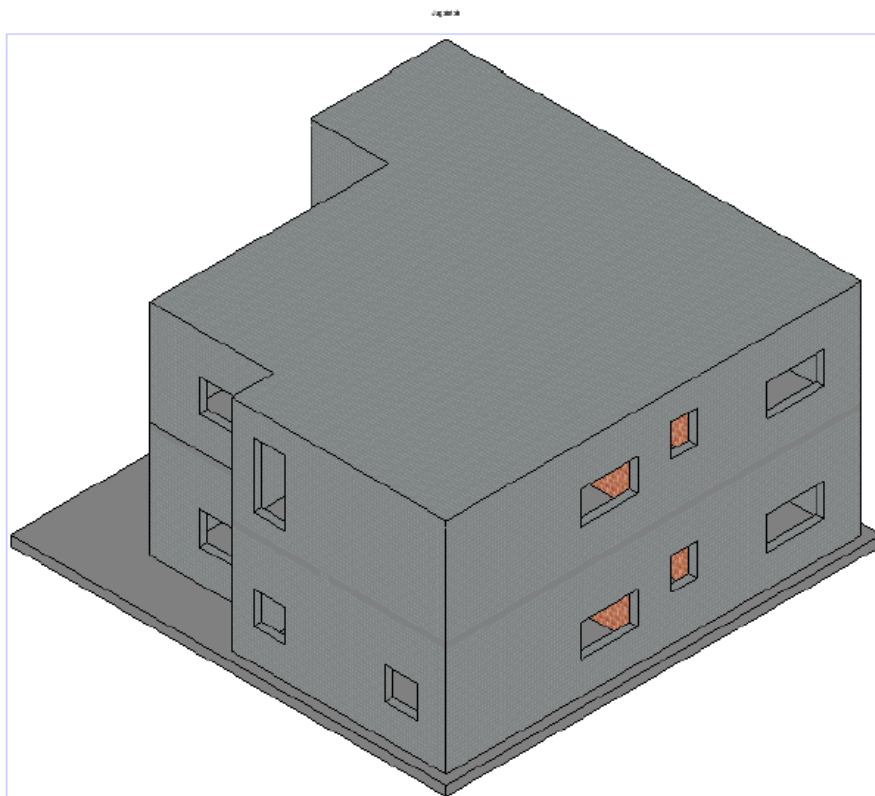


Slika 41 Definiranje greda

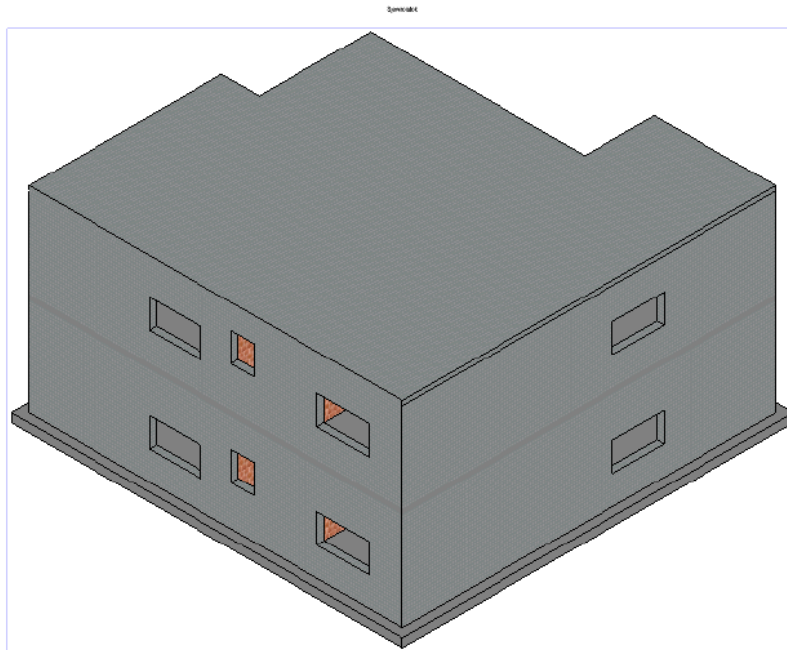
Svi ovi koraci primjenjuju se i na gornjem katu ovog modela. Na slijedećim slikama nalazi se prikaz izrađenog modela u Allplan Architecture softveru koji će se koristiti u ovom projektu. Za korištenje modela na projektu potrebno je stvoriti IFC datoteku u Allplan Architecture softveru koja se kasnije uvozi u softveru.



Slika 42 3D model objekta



Slika 43 3D model objekta

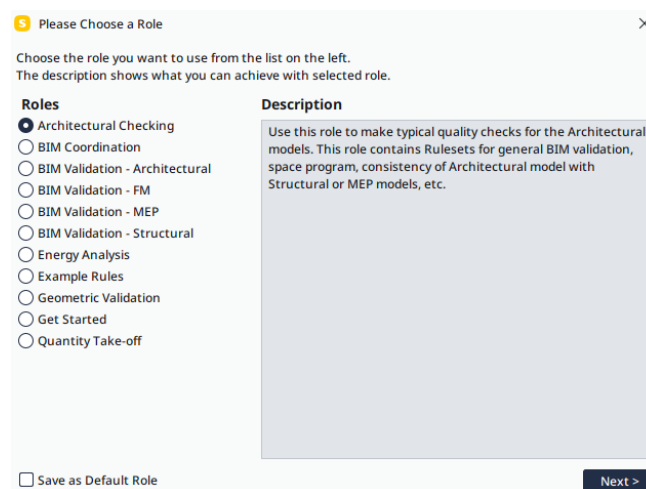


Slika 44 3D model objekta

Prilikom prvog korištenja svakog od softvera spomenutih u studiji slučaja potrebno je prvo uvesti u program zadnju inačicu IFC modela kako bi se prikazao 3D model. Uvoženjem IFC datoteke omogućuje se i vizualni prikaz modela i točka gledanja. Nakon uvoženja IFC datoteke prikazan je model projekta.

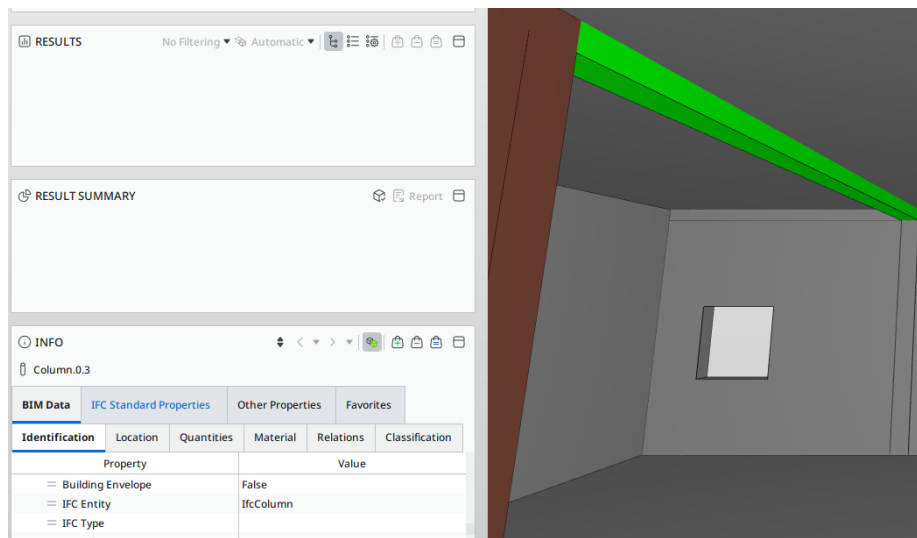
4.3. Provjera 3D modela – Solibri Office

Softverom Solibri Office provjeravaju se IFC atributi na modelu. Rezultati pregleda su jedan krivo postavljeni IFC atribut. Za gredu prizemlja postavljen je krivi atribut, trebao bi glasiti IfcBeam, a pregledom je primijećeno da je atribut te grede IfcColumn. Pregled atributa se izvodi preko kartice Provjera (eng. Checking) što je vidljivo na slijedećoj slici.



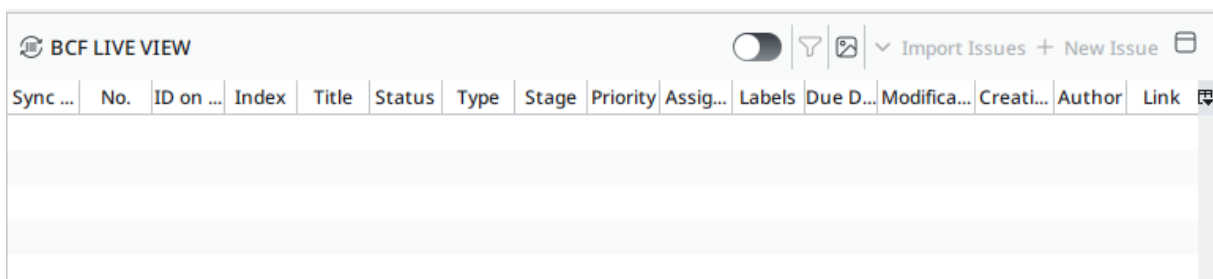
Slika 45 Provjera modela

Problem je vidljiv na slijedećoj slici.



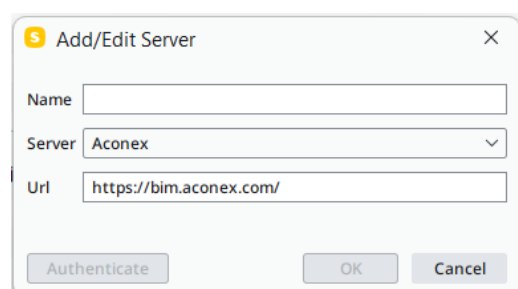
Slika 46 Prikaz pronađenog problema nakon pregleda 3D modela

Solibri Office softver već ima ugrađen softverski priključak za povezivanje s drugim softverima koji podržavaju BCF. Na slijedećoj slici prikazan je prozor unutar softvera koji omogućava direktno spajanje s BIMcollab platformom.



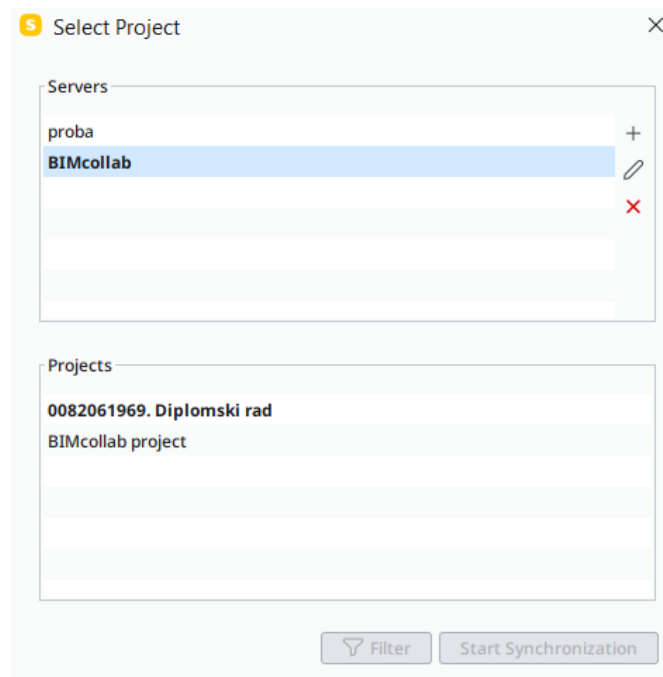
Slika 47 Povezivanje s BCF-om u softveru Solibri Office

Povezivanje softvera Solibri Office sa platformom BIMcollab odvija se preko kartice BCF Live Connector. Prilikom prvog ulaska potrebno je stvoriti projekt s nazivom projekta, serverom koji se koristi i linkom servera kako bi se korisnici prijavili i imali sve informacije o problemima na modelu dostupne (Slika 48).



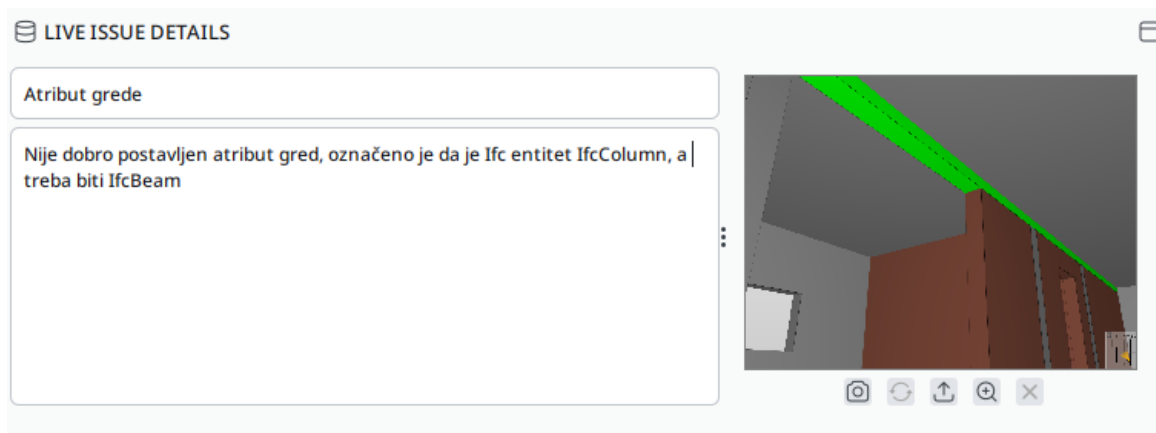
Slika 48 Stvaranje projekta u Solibri Office softveru

Odabiranjem softvera preko kojega se omogućava korištenje BCF-a, prikazuju se svi projekti otvoreni na BIMcollab platformi. Odabirom projekta Diplomski rad i opcijom sinkroniziraj sveukupan tijek informacija postaje vidljiv unutar softvera Solibri Office (Slika 49).



Slika 49 Otvaranje BCF-a u softveru Solibri Office

Kako bi komunicirali i vizualno i tekstualno prvo je potrebno postaviti točku gledišta na modelu, zatim dodati i opisati problem te ga dodijeliti odgovornoj osobi. Svi navedeni elementi vidljivi su na slijedećoj slici.



Slika 50 Opis problema u softveru Solibri Office

Poslije opisivanja problema potrebno je u odjeljku koordinacije unutar softvera popuniti obavezna polja. Na Slici 51 vidljivo je da je status problema aktivan, vrsta nedostatka je problem, normalnog prioriteta te oznake problema specifikacije. Nakon dodavanja problema nije potrebno sinkronizirati projekt već se automatski problem sprema na sve softvere.

LIVE ISSUE DETAILS

Coordination | Comments | Components

Status: **Active** | Closed | Resolved

Type: Greška | Kolizija | Napomena | **Problem** | Upit | Zahtjev

Stage: Design phase

Priority: Kritično | Minimalno | Na čekanju | **Normalno** | Veliko

Due Date:

Assigned To: antehajduk... | **AV** | matikdoo

Labels: Arhitektura | Elektroinstalacije | Konstrukcija | **Specifikacije** | Struktura | Tehnologija

Slika 51 Definiranje problema u softveru Solibri Office

Nakon postavljanja problema komunikacija među sudionicima na projektu se odvijala putem različitih softvera. Na sljedećoj slici vidljivo je informiranje članova tima putem komentara da je problem riješen nakon revizije 3D modela.

LIVE ISSUE DETAILS

Coordination | **Comments** | Components

ahajduk

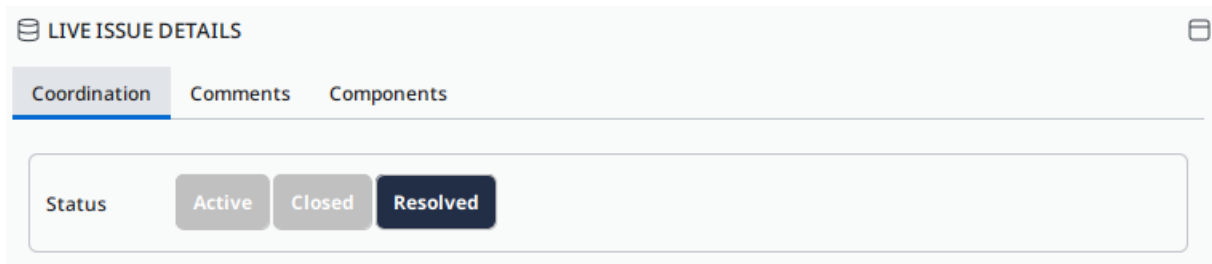
antehajduk... Atribut je promijenjen, potrebno je provjeriti u Solibri Office-u, ako je vidljiva promijena potrebno je zatvoriti

antehajduk... Problem je riješen

1

Slika 52 Komentari o problemu

Ako je problem riješen status problema mora se promijeniti iz aktivno u riješeno. Unutar odjeljka koordinacija moguće je promijeniti status što je prikazano na sljedećoj slici.

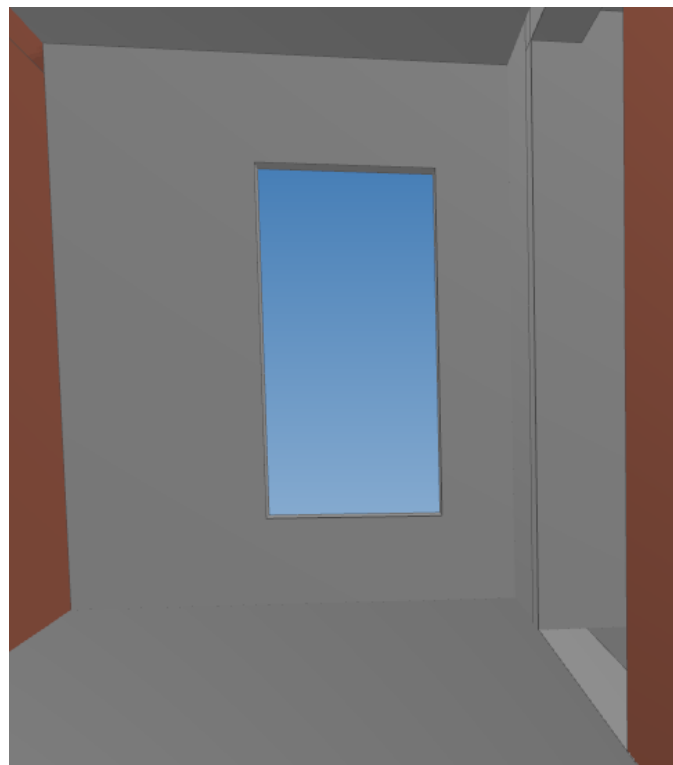


Slika 53 Promjena statusa problema

Promjenom statusa problema automatski je promijenjen status u svim softverima na projektu. Za softver Solibri Office prikazano je dodavanje novog problema, opisivanje problema i dodjeljivanje oznaka problemu. Uspješno su dodani komentari te su informacije uspješno izmijenjene između svih korištenih softvera. Dodatno se nakon rješavanja problema uspješno promijenio status problema. Iz navedenog se zaključuje da softver Solibri Office uspješno provodi komunikaciju i omogućava korištenje BCF-a.

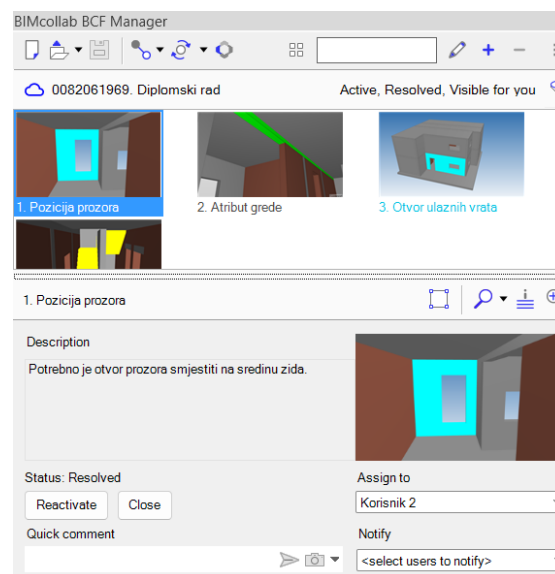
4.4. Provjera 3D modela – BIMcollab Zoom

U softveru BIMcollab Zoom pregledavan je vizualni oblik modela i podudarnost modela s tehničkim opisom. Pregledom je utvrđeno da otvor prozora nije na sredini zida te da je potrebno napraviti korekciju otvora. Prikaz položaja otvora prozora nalazi se na slijedećoj slici.



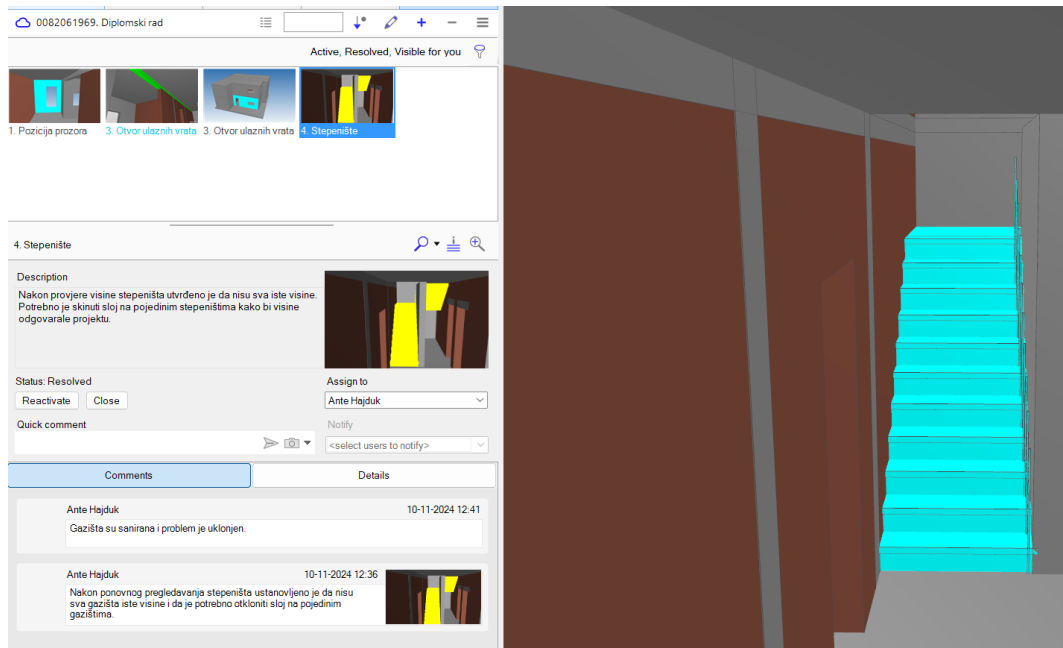
Slika 54 Prikaz pproblema nakon vizualnog pregleda 3D modela

Softver BIMcollab Zoom automatski je spojen s platformom BIMcollab Nexus jer su proizvedeni od istog proizvođača. Konekcijom s projektom Diplomski rad automatski se prenose svi komentari i tijekom informacija na projektu. Vidljivi su svi problemi navedeni na projektu te je moguće dodavati nove nedostatke. Prilikom dodavanja nedostatka potrebno je označiti i namjestiti točku gledanja na modelu kako bi se uključio i vizualni dio problema u komunikaciju. U ovom radu BIMcollab Zoom softver koristi kao pomoć pri vizualnom pregledu modela i za sudjelovanje u komunikaciji. U softveru će se nakon pregleda 3D modela postaviti problem. Potrebno je na 3D modelu otvor prozora pomaknuti na sredinu označenog zida (Slika 55). Komentar je moguće dodati u prozoru predviđenom za pisanje komentara te je uz komentar moguće dodati sliku i točku gledanja. Kako bi se prenijela točka gledanja koja omogućuje drugim sudionicima da razumiju problem potrebno je na modelu prije dodavanja komentara namjestiti kut gledanja.



Slika 55 Komentari o problemu u softveru BIMcollab Zoom

Također za svaki navedeni problem vidljiva je komunikacija o problemu. Nakon provjere da je problem riješen unutar softvera moguće je odabrati opciju riješeno. Isto tako dvoklikom na sliku problema automatski se na modelu prikazuje točka gledišta koju je stvoritelj problema postavio i ukoliko je bio označen element na koji je nadodan problem onda je taj element drugačije boje (Slika 56). Vidljivo je na slici da je za problem o stubištu element na modelu istaknut plavom bojom.



Slika 56 Isticanje elemenata na modelu

Svaki riješeni problem ističe se od aktivnog po drugačijoj boji slova u naslovu problema (Slika 57). Vidljivo je da su problemi vezani za poziciju prozora i otvor ulaznih vrata i dalje aktivni, a da su problemi vezani za otvor ulaznih vrata i stepenište riješeni problemi.

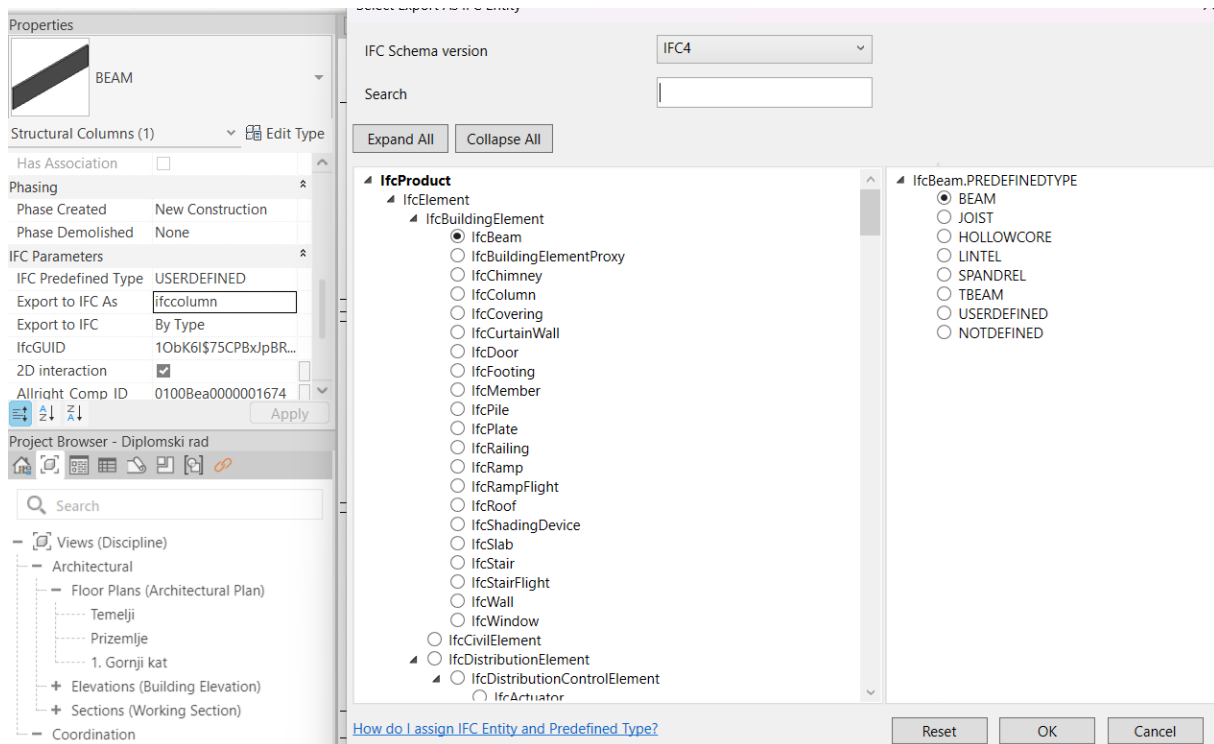


Slika 57 Razlika u aktivnim i riješenim problemima

Prikazom navedenih elemenata komunikacije potvrđuje se da softver BIMcollab Zoom omogućava korištenje BCF-a. Svi softveri koji su navedeni u studiji slučaja mogu očitati probleme postavljene kroz softver BIMcollab Zoom te također softver BIMcollab Zoom može očitati sve elemente komunikacije iz drugih, u ovom radu navedenih, softvera.

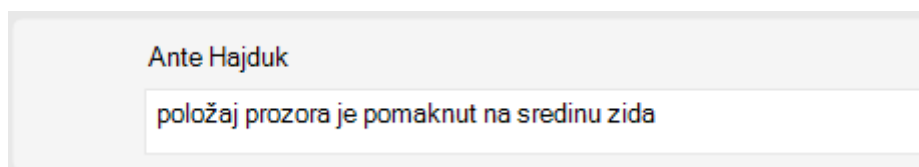
4.5. Revizija 3D modela – Revit

Korištenje softvera Revit u ovoj studiji slučaja služi za reviziju na 3D modelu. Problemi identificirani u softverima Solibri Office i BIMcollab Zoom su zabilježeni i ispravit će se u Softveru Revit. Na slijedećoj slici prikazano je rješavanje problema IFC atributa u softveru Revit. Rezultat prepravljenih problema je točan 3D model u obliku IFC datoteke koja se nalazi u Prilogu 3 te koja je temelj za izradu 4D modela u slijedećem koraku.



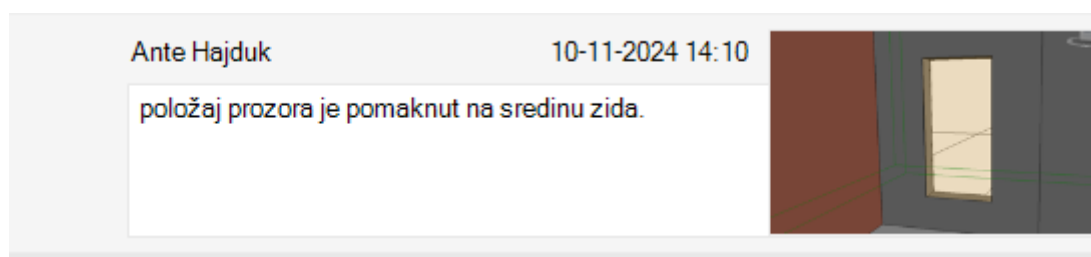
Slika 58 Ispravljanje problema u softveru Revit

Prilikom komunikacije s drugim sudionicima svaka promjena na konstrukciji građevina mora se mijenjati i na 3D modelu kako bi svi sudionici imali valjanu verziju stvarnog projekta. Za problem vezan uz poziciju prozora potrebno je pomaknuti otvor prozora na sredinu zida. Nakon uređivanja u softveru Revit komunicira se prema ostalim sudionicima promjena na modelu i status se iz aktivnog mijenja u riješeni. Na slici 59 je vidljiv prikaz komentara o izvršenom zadatku. Komentar je samo tekstualan i ne prati ga vizualni dokaz.



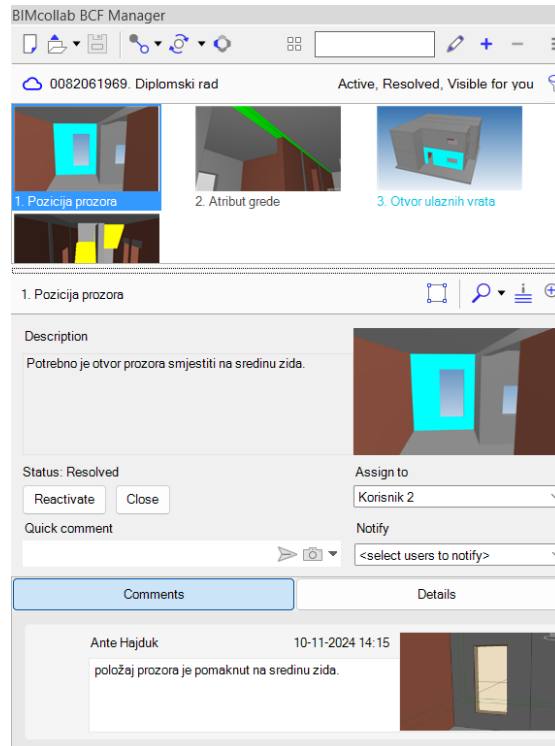
Slika 59 Tekstualni komentar u softveru Revit

Za razliku od prethodnog komentara na slijedećoj slici je prikazan komentar koji je potkrijepljen s vizualnim dokazom. Prilikom dodavanja komentara namješten je kut gledanja i slika koja će se prikazivati prilikom pregleda komentara o specifičnom problemu.



Slika 60 Tekstualni komentar potkrijepljen vizualnim dokazom

U ovom softveru je nakon dodavanja ili bilo kakve promijene vezane za komunikaciju ili dodavanje problema potrebno sinkronizirati projekt na BIMcollab Nexus platformu. Na slijedećoj slici prikazan je prozor integriranog BCF Managera u softveru Revit. U prvom dijelu su alati za otvaranje, spajanje i sinkronizaciju problema, filtriranje i dodavanje problema. Zatim slijedi prikaz svih problema sa slikom. Na popisu problema vidljivo je da su nazivi aktivnih problema označeni slovima crne boje, a da su riješeni problemi označeni slovima plave boje.

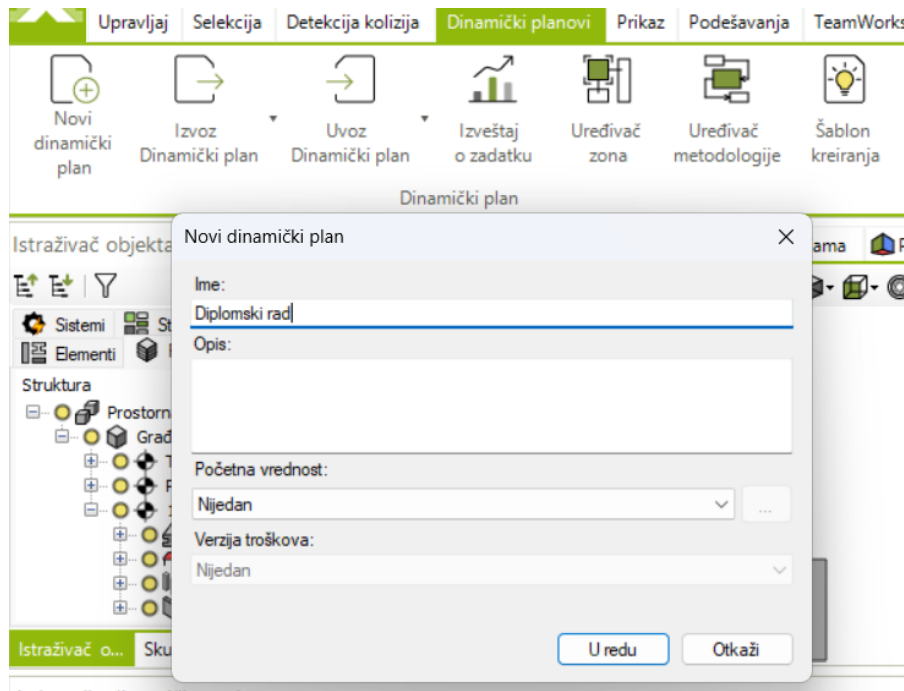


Slika 61 BIMcollab BCF Manager sučelje u softveru Revit

Iz prikazanih svojstava vidljivo je da softver Revit podržava korištenje BCF-a na projektu. Točka gledanja, slika, unošenje novog problema i novog komentara, zatvaranje problema uspješno su dijeljeni između svih navedenih softvera koji se koriste u ovoj studiji slučaja. Nakon revizije 3D modela potrebno je izvesti iz softvera najnoviju verziju IFC datoteke za slijedeći korak, a to je izrada 4D modela.

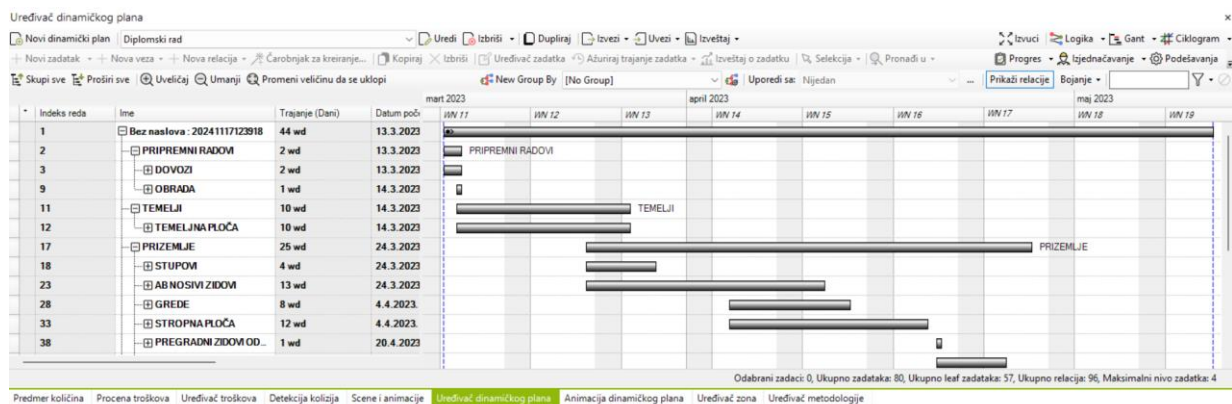
4.6. Izrada 4D modela – Bexel Manager

Pomoću softvera Bexel Manager i MS Project-a izradit će se 4D model. Terminski plan izrađen je u MS Project-u. Prilikom uvoženja terminskog plana u softver Bexel manager potrebno je prvo stvoriti novi terminski plan u kartici Dinamički planovi (Slika 62). Gotov 4D model nalazi se u Prilogu 4.



Slika 62 Stvaranje dinamičkog plana u softveru Bexel Manager

Pošto već imamo gotov terminski plan nije ga potrebno kreirati u softveru Bexel Manager, već se terminski plan uvozi u softver. Nakon integriranja terminskog plana u softver u prozoru za dinamički plan bit će vidljiv naš, već izrađeni plan (Slika 63).



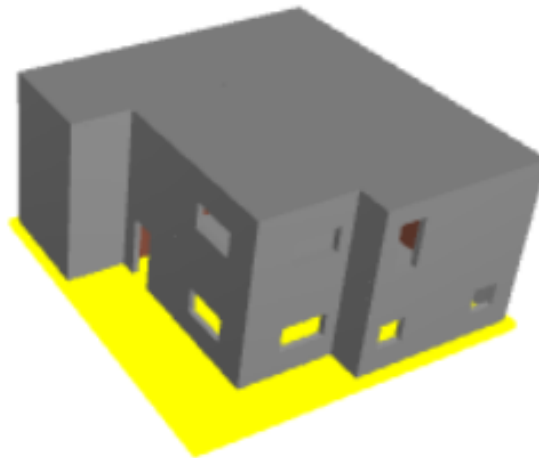
Slika 63 Prikaz vremenskog plana u softveru Bexel manager

Za spajanje terminskog plana s elementima na 3D modelu potrebno je odabrati sve aktivnosti iz vremenskog plana koje se spajaju na element (Slika 64).

* Indeks reda	Ime	Trajanje (Dani)	Datum poč.
11	[-] TEMELJI	10 wd	14.3.2023
12	[+] TEMELJNA PLOČA	10 wd	14.3.2023
17	[-] PRIZEMLJE	25 wd	24.3.2023
18	[+] STUPOVI	4 wd	24.3.2023
23	[-] AB NOSIVI ZIDOV	13 wd	24.3.2023
24	... Armiranje nosivih zidova p...	4 wd	24.3.2023
25	... Montaža oplate nosivih zid...	5 wd	24.3.2023
26	... Dvoz gotovog betona i b...	2 wd	31.3.2023
27	... Demontaža oplate nosivih...	3 wd	7.4.2023. 0
28	[+] GREDE	8 wd	4.4.2023.
33	[+] STROPNA PLOČA	12 wd	4.4.2023.
38	[+] PREGRADNI ZIDOV OD...	1 wd	20.4.2023

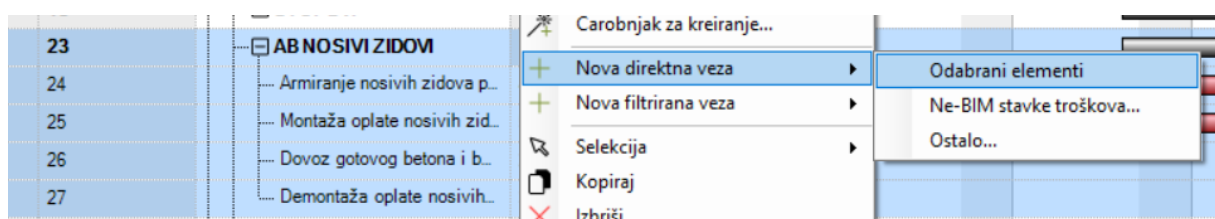
Slika 64 Odabrane aktivnosti

Nakon odabira aktivnosti potrebno je odabrati na modelu element ili više njih na koji želim povezati aktivnosti. U našem slučaju to je temeljna ploča pa ćemo na 3D modelu odabrati temeljnu ploču (Slika 65).



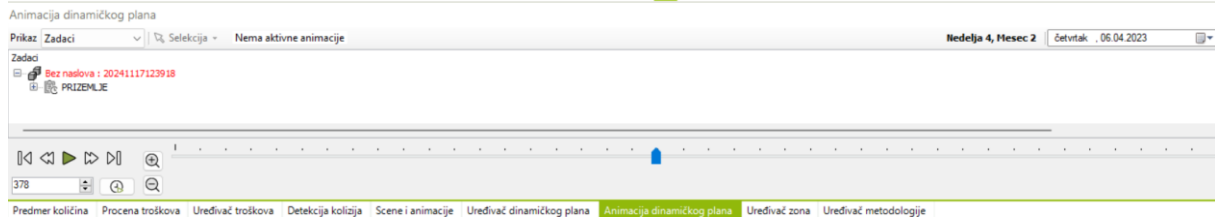
Slika 65 Odabrani element na 3D modelu

Zatim je potrebno u padajućem izborniku odabrati opciju Nova direktna veza te ju vezati na Odabrane elemente (Slika 66).



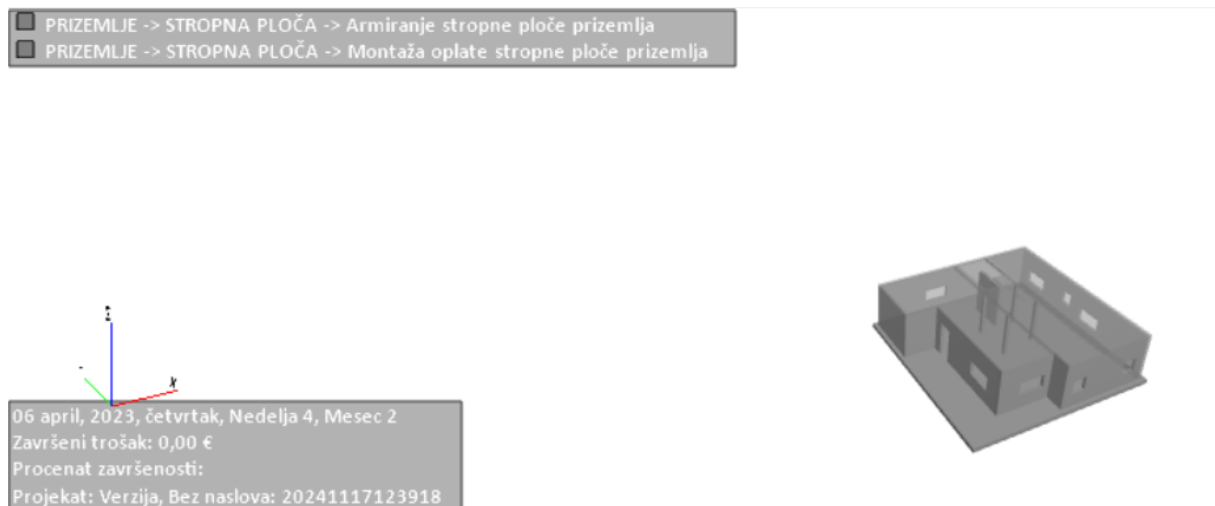
Slika 66 Povezivanje elementa I aktivnosti

Ovaj postupak potrebno je napraviti za sve elemente na 3D modelu. Nakon povezivanja aktivnosti terminskog plana s elementima moguć je prikaz animacije terminskog plana. Na kartici Animacija dinamičnog plana moguće je vidjeti vizualni prikaz tijeka gradnje, pratiti tjedne i mjesece izvođenja projekta (Slika 67).



Slika 67 Animacija dinamičnog plana

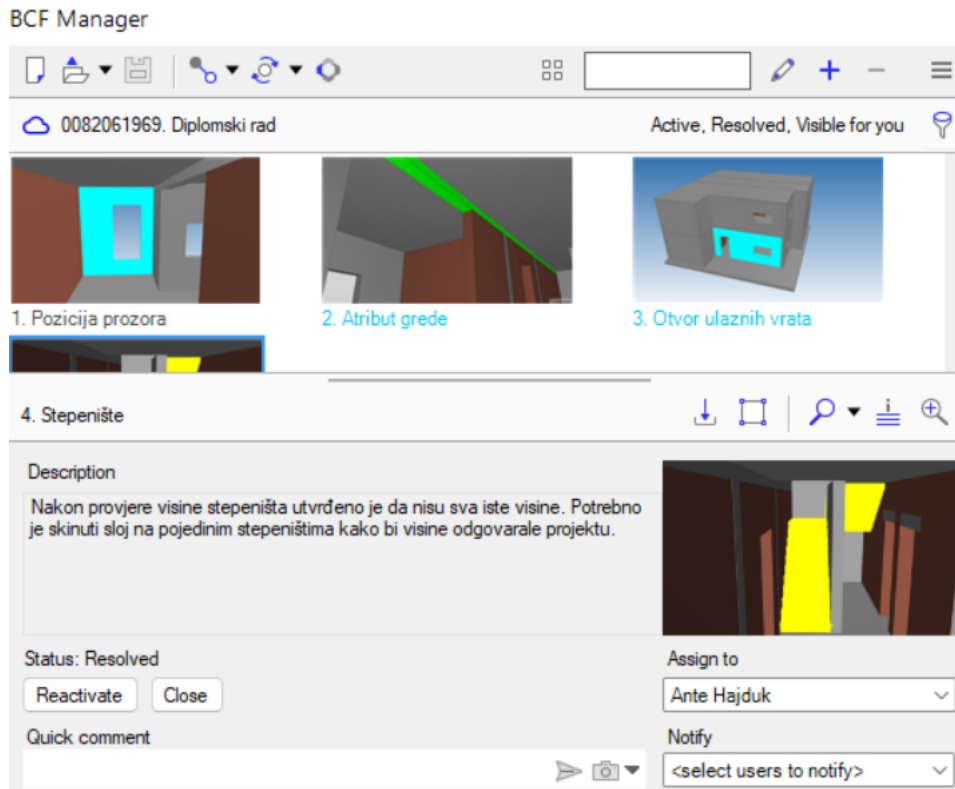
Moguće je vizualno vidjeti kada se koji element izvodi, na slijedećoj slici prikazan je trenutak u kojem se izvodi armiranje i montaža oplata stropne ploče prizemlja.



Slika 68 Vizualno praćenje terminskog plana

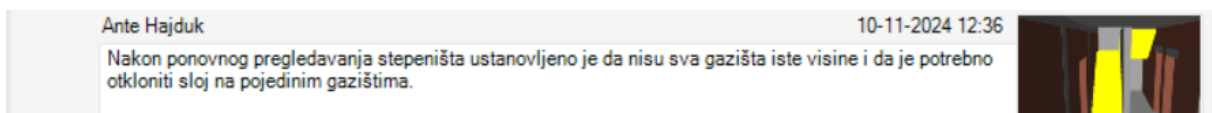
4.7. Komunikacija između BIMcollab Nexus-a i Bexel Manager-a

Softver Bexel Manager za komunikaciju tijekom projekta mora imati integriran softverski priključak. Pošto se prati faza izvođenja, informacije koje su se dijelile ovim softverom vezane su za gradilišni tim. Problem je nastao na stubištu, neka od gazišta nisu bila zadovoljavajuće visine. Nakon obavještanja gradilišnog tima, problem je uklonjen te je sva komunikacija o problemu bila putem softvera korištenjem BCF-a. Nakon uklanjanja problema vršila se provjera kvalitete saniranih gazišta te je također cjelokupna komunikacija o problemu bila putem softvera. Na slijedećoj slici vidljiv je prikaz problema unutar Bexel manager softvera u otvorenoj kartici softverskog priključka BCF Manager.



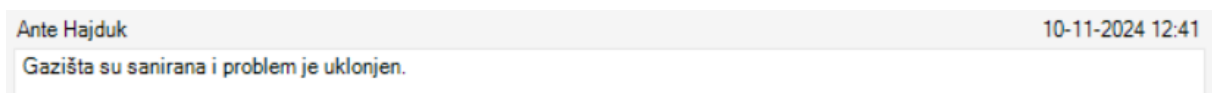
Slika 69 Prikaz problema u softveru Bexel Manager

Komentari su dijeljeni dodavani putem opcije brzih komentara unutar softverskog priključka. Kod ostalih softvera koji imaju softverski priključak, sučelje dodatka izgleda identično u svakom od tih softvera. Tako i u Bexel Manager-u se komentari dodaju te ih se može dodijeliti odgovornoj osobi i obavijestiti željenog sudionika projekta. Ako je potrebno uz komentar radi lakšeg snalaženja u modelu i vizualnog dočaravanja problema moguće je postaviti točku gledanja i sliku. Komentar s tokom gledanja prikazan je na slijedećoj slici.



Slika 70 Prikaz komentara s dodijeljenom točkom gledanja

Komentar kao što je prikazan na slijedećoj slici a obavještava o završenoj radnji može se postaviti bez kuta gledanja na problem i slike.



Slika 71 Prikaz komentara bez dodijeljene točke gledanja

Postavljeni problem vidljiv je na BIMcollab Nexus platformi te se na njoj dodaju svi komentari potrebni za rješavanje problema. Komunikacija o problemu, odnosno postavljanje komentara na već postojeći problem vidljivo je na slijedećoj slici.

5. Active

Title: Stepenište

Description: Nakon provjere visine stepeništa utvrđeno je da sva gazišta nisu iste visine. Potrebno je skinuti sloj gazišta kako bi visine odgovarale projektu

Assign to: Ante Hajduk

Area: Not set

Milestone: Undecided

Deadline:

Label(s):

Type: Issue

Priority: Normal

Comment: Nakon ponovnog pregledavanja stepeništa ustanovljeno je da nisu sva gazišta iste visine i da je potrebno otkloniti sloj na pojedinim gazištima!

Notify:

Slika 72 Postavljanje komentara o zadanom problemu

Na slijedećoj slici vidljiv je tijek komunikacije na platformi BIMcollab Nexus.

Comments and latest activities

A Edited by Ante Hajduk 19-11-2024 13:00
Notified 'Ante Hajduk'. Edit

Gazišta su sanirana

A Edited by Ante Hajduk 19-11-2024 13:00 Edit

Nakon ponovnog pregledavanja stepeništa ustanovljeno je da nisu sva gazišta iste visine i da je potrebno otkloniti sloj na pojedinim gazištima.

A Created by Ante Hajduk 19-11-2024 12:57 Edit

Title set to 'Stepenište'. Type set to 'Issue'. Assigned to 'Ante Hajduk'. Description set to 'Nakon provjere visine stepeništa utvrđeno je da sva gazišta nisu iste visine. Potrebno je skinuti sloj gazišta kako bi visine odgovarale projektu'.

Slika 73 Tijek komunikacije o problemu

Ovaj softver ima mogućnost korištenja BCF-a uz pomoć softverskog priključka. Sve informacije na projektu zadane u Bexel Manager softveru uspješno su podijeljene sa svim drugim softverima. Isto tako sve informacije koje su definirane u nekom od drugih softvera korištenih u ovom radu uspješno su učitane i otvorene u softveru Bexel Manager.

5. ZAKLJUČAK

Ovaj diplomski rad proučava korištenje BIM Collaboration Format-a na građevinskim projektima. BCF, kao otvoreni standard razvijen je od strane buildingSMART-a, predstavlja ključni alat za poboljšanje komunikacije, suradnje i koordinacije među različitim sudionicima u BIM okruženju tijekom cijelog životnog vijeka projekta. Korištenjem BCF-a, svi sudionici projekta mogu lako identificirati, dokumentirati i pratiti probleme unutar BIM modela bez potrebe za razmjenom cijelog modela, već dodavanjem komentara, slika i drugih informacija vezanih uz problem. To omogućava bržu detekciju kolizija, učinkovitije rješavanje problema i smanjenje rizika od nesporazuma. Osim toga, BCF podržava transparentnost i preglednost projekta, što je ključno za praćenje napretka i donošenje informiranih odluka.

Unatoč brojnim prednostima koje korištenje BCF-a donosi na građevinske projekte postoje i nedostaci. Tradicionalni građevinski sektor često nije spreman na digitalizaciju, a visoki troškovi softvera predstavljaju prepreku za mnoga poduzeća. BCF ne podržava geometrijske podatke, što zahtijeva dodatne alate za vizualizaciju problema. Nekonzistentna implementacija standarda u različitim softverima može rezultirati gubitkom informacija, što ograničava fleksibilnost i učinkovitost u razmjeni podataka između sudionika na projektu.

Analiza funkcionalnosti softvera poput Allplan Architecture, BIMcollab Nexus, BIMcollab Zoom, Solibri Office, Revit i Bexel Manager pokazuje da svi ovi alati podržavaju ključne elemente BCF-a uključujući upravljanje problemima, integraciju s BIM modelima, vizualizaciju problema u 3D modelima, dodjeljivanje prioriteta i oznaka, pretraživanje i filtriranje problema te sinkronizaciju podataka i obavijesti.

Rezultati studije slučaja pokazali su da BCF značajno doprinosi poboljšanju komunikacije i koordinacije između različitih sudionika u BIM projektima. Korištenjem BCF-a, članovi tima mogu učinkovitije identificirati, dokumentirati i pratiti probleme unutar BIM modela. Glavna prednost praćenja informacija i njihovog bilježenja je smanjenje nesporazuma i povećanje efikasnosti rješavanja kolizija i drugih problema. Analiza primjene BCF formata u različitim softverskim alatima otkrila je da mnogi popularni BIM alati kao što su Allplan Architecture, Solibri, Autodesk Revit, Navisworks i Archicad nude podršku za BCF. Postoje softveri koji nemaju integriran BCF u svoj sustav, ali razvijanjem tehnologije takvi softveri uz pomoć softverskog priključka proširuju mogućnosti korištenja i na komunikaciju.

U radu su analizirana četiri softvera koja podržavaju BCF, postoji velik broj drugih softvera koji podržavaju BCF, a nisu analizirani u ovom radu. Daljnja istraživanja trebala bi uključiti kompleksnije projekte, veći broj softvera s obzirom da se različiti softveri koriste na različitim projektima i trebala bi uključivati korištenje BCF-a na projektima kroz više faza projekta.

POPIS LITERATURE

- Achenbach, M., Rivas, P., & Weber, B. (2023). Application of BIM in design review processes for buildings. *Life-Cycle of Structures and Infrastructure Systems – Biondini & Frangopol*.
- Allplan. (2024). Preuzeto 15. listopada 2024 iz FOR ARCHITECTS WHO DEMAND MORE.: <https://www.allplan.com/industry-solutions/architecture-software/>
- Autodesk. (2024). Preuzeto 15. listopada 2024 iz Revit: <https://www.autodesk.com/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
- Bekboliev, M., & Ouellette, J. (16. ožujak 2023). *UCM*. Preuzeto 24. listopada 2024 iz BCF & Issue management from Building Owners and Sustainability Consultants Perspective: <https://ucm.buildingsmart.org/use-case-details/2518/en>
- BibLus. (25. svibanj 2020). *BibLus*. Preuzeto 7. rujana 2024 iz Open BCF format: how to optimize communication in BIM processes: <https://biblus.accasoftware.com/en/bim-collaboration-format-bcf-everything-you-should-know/>
- BIMcollab. (2024a). *BIMcollab*. Preuzeto 31. kolovoza 2024. iz About BCF, The little brother of IFC: <https://www.bimcollab.com/en/resources/openbim/about-bcf/>
- BIMcollab. (2024b). *BIMcollab*. Preuzeto 10. rujana 2024 iz About BIMcollab: <https://www.bimcollab.com/en/about/about-bimcollab/>
- BIMcollab. (2024c). Preuzeto 15. listopada 2024 iz Driving model-based collaboration: <https://www.bimcollab.com/en/>
- BIMcollab. (2024d). Preuzeto 15. listopada 2024 iz Collaborative design with powerful BIM coordination: <https://www.bimcollab.com/en/products/bimcollab-nexus/>
- BIMcollab. (2024e). Preuzeto 15. listopada 2024 iz Model checking that gets issues solved: <https://www.bimcollab.com/en/products/bimcollab-zoom/>
- BIMcollab. (2024f). Preuzeto 15. listopada 2024 iz Connect to your favorite BIM software: <https://www.bimcollab.com/en/products/bimcollab-nexus/bcf-managers/>
- buildingSMART. (2021). *buildingSMART International*. Preuzeto 1. rujana 2024 iz BIM Collaboration Format (BCF) 3.0: <https://www.buildingsmart.org/bim-collaboration-format-bcf-3-0/>
- buildingSMART. (29. srpanj 2022). *buildingSMART International*. Preuzeto 31. kolovoza 2024 iz BIM Communication with BCF: <https://user.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2022/07/BIM-Communication-with-BCF-English.pdf>

- buildingSMART. (2024a). *buildingSMART International*. Preuzeto 1. rujan 2024 iz BIM Collaboration Format (BCF): <https://technical.buildingsmart.org/standards/bcf/>
- buildingSMART. (2024b). *buildingSMART International*. Preuzeto 15. listopada 2024 iz List of BCF software integrations: https://technical.buildingsmart.org/bcf-software-implementations/?pagenum=4&sort%5B3%5D=asc&gv_search&mode=any
- buildingSMART. (2024c). *buildingSMART International*. Preuzeto 15. listopada 2024 iz Software Implementations: <https://technical.buildingsmart.org/resources/software-implementations/>
- buildingSMART. (2024d). *buildingSMART International*. Preuzeto 3. studeni 2024 iz What is openBIM?: <https://www.buildingsmart.org/about/openbim/openbim-definition/>
- buildingSMART. (2024e). *buildingSMART International*. Preuzeto 3. studeni 2024 iz Information Delivery Specification IDS: <https://technical.buildingsmart.org/projects/information-delivery-specification-ids/>
- buildingSMART. (2024f). *buildingSMART International*. Preuzeto 11. studeni 2024 iz Industry Foundation Classes (IFC): <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>
- buildingSMART. (2024g). Preuzeto 11. studeni 2024 iz Model View Definition (MVD) - An Introduction: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/mvd/>
- buildingSMART. (2024h). Preuzeto 11. studeni 2024 iz Information Delivery Manual (IDM): <https://technical.buildingsmart.org/standards/information-delivery-manual/>
- Catenda. (30. srpanj 2021). *Catenda*. Preuzeto 6. rujan 2024 iz BCF (BIM Collaboration Format): <https://catenda.com/glossary/bcf-bim-collaboration-format/>
- HAMK. (2023). *HAMK*. Preuzeto 6. rujan 2024 iz BCF workflow and digital processes (coordination, construction, maintenance): <https://learn.hamk.fi/mod/book/view.php?id=574084&chapterid=35647>
- Insausti, J. (21. svibanj 2024). *Zigurat Institute of technology*. Dohvaćeno iz Understanding ISO 19650: Guide for BIM Management in Construction: <https://www.e-zigurat.com/en/blog/understanding-iso-19650-guide/>
- International Organization for Standardization. (2019a). Hrvatski normativni dokument. *Organizacija i digitalizacija informacija o zgradama i inženjerskim građevinama uključujući modeliranje informacija o građevinama (BIM) -- Upravljanje informacijama modeliranjem informacija o građevinama -- 1. dio: Koncepti i načela (ISO 19650-1:2018; EN*.
- International Organization for Standardization. (2019b). Hrvatski normativni dokument. *Organizacija i digitalizacija informacija o zgradama i inženjerskim građevinama uključujući modeliranje informacija o građevinama (BIM) -- Upravljanje informacijama modeliranjem informacija o građevinama -- 2. dio: Faza isporuke imovine (ISO 19650-2:2018;*

- International Organization for Standardization. (2020a). Hrvatski normativni dokument. *Organizacija i digitalizacija informacija o zgradama i inženjerskim građevinama uključujući modeliranje informacija o građevinama (BIM) -- Upravljanje informacijama modeliranjem informacija o građevinama -- 3. dio: Operativna faza imovine (ISO 19650-3:202).*
- International Organization for Standardization. (2020b). Hrvatski normativni dokument. *Organizacija i digitalizacija informacija o zgradama i inženjerskim građevinama uključujući modeliranje informacija o građevinama (BIM) -- Upravljanje informacijama modeliranjem informacija o građevinama -- 5. dio: Sigurnosni pristup upravljanju informaciji.*
- International Organization for Standardization. (2022). Hrvatski normativni dokument. *Organizacija i digitalizacija informacija o zgradama i inženjerskim građevinama uključujući modeliranje informacija o građevinama (BIM) -- Upravljanje informacijama modeliranjem informacija o građevinama -- 4. dio: Razmjena podataka (ISO 19650-4:2022; EN. Dohvaćeno iz Organizacija i digitalizacija informacija o zgradama i inženjerskim građevinama uključujući modeliranje informacija o građevinama (BIM) -- Upravljanje informacijama modeliranjem informacija o građevinama -- 4. dio: Razmjena podataka (ISO 19650-4:2022; EN.*
- Kulbak, Y. (2023). *github*. Preuzeto 4. rujan 2024 iz buildingSMART/BCF-XML: https://github.com/BuildingSMART/BCF-XML/tree/release_3_0/Documentation#viewpoints
- Linhard. (2016). *github*. Preuzeto 1. rujan 2024 iz <https://github.com/linhard/BCF/blob/master/Documentation/README.md>
- Linhard, K., & Steinmann, R. (2015). BIM-collaboration processes - from fuzziness to practical implementation. U M. i. Martens, *eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction* (str. 27-31). London: Taylor & Francis Group.
- Lourenzi, F., & Geiger, A. (2022). BCFViewer – BIM Collaboration Format tool. Karlsruhe Institute for Technology, Njemačka.
- Majcher, J. (8. listopada 2020). *BIM Corner*. Preuzeto 2. rujan 2024 iz BIM Collaboration Format – Whatsapp of BIM: <https://bimcorner.com/bim-collaboration-format-whatsapp-of-bim/>
- Omran, S. O. (3. travanj 2023). *Linked-in*. Preuzeto 8. rujan 2024 iz Understanding of IFC, IDM, IFD, MVD, and BCF: <https://www.linkedin.com/pulse/understanding-ifc-idm-ifd-mvd-bcf-dr-salah-omar-omran/>
- Oraskari, J., Schulz, O., & Beetz, J. (29. svibanj 2022). Towards describing version history of BCF data in the. *10th Linked Data in Architecture and Construction Workshop*,. Hersentssos.
- Requejo, A. R. (2019). *Automated BCF Data Extraction For BIM QC Communication*. Helsinki, Finska: Arcada University of Applied Sciences.

- Schulz, O., Oraskari, J., & Beetz, J. (2021). bcfOWL: A BIM collaboration ontology. *Linked Data in Architecture and Construction Workshop*. Aachen.
- Schulz, O., Oraskari, J., & Beetz, J. (2023). Lessons Learned from Designing and Using bcfOWL. *LDAC2023 - Linked Data in Architecture and Construction Week*. Matera.
- Smetankova, J., Duriš, A., Ručinsky, R., Mesaroš, P., & Zemanova, L. (2023). Construction proceedings in the Slovak Republic: An overview of tools for efficient exchange and management of information in the BIM environment. *2023 21st International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)*, (str. 456-462). Kosice. Preuzeto 21. listopada 2024 iz <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=10344248>
- Solibri. (2024). Preuzeto 15. listopada 2024 iz Solibri Office: <https://www.solibri.com/solibri-office>
- Storms, C. (21. prosinac 2021). *BIM Track*. Preuzeto 2024 iz <https://bimtrack.co/blog/blog-posts/five-takeaways-from-2021-a-bim-geek-s-recap>
- Sylvain, M. (11. prosinac 2019). *Catenda*. Preuzeto 1. rujana 2024 iz Slash 80% of your emails with the BIM Collaboration Format (BCF): <https://catenda.com/blog/news/slash-80-of-your-emails-with-the-bim-collaboration-format-bcf/>
- teocomi. (3. lipanj 2013). *teocomi*. Preuzeto 4. rujana 2024 iz BIM Collaboration Format (BCF): <https://teocomi.com/bim-collaboration-format/>
- Treldal, N., Parsianfar, H., & Karlshøj, J. (2016). USING BCF AS A MEDIATOR FOR TASK MANAGEMENT IN. *International RILEM Conference on Materials, Systems and Structures in Civil Engineering* (str. 48-59). Lyngby: Technical University of Denmark.
- Treldal, N., Parsianfar, H., & Karlshøj, J. (2016). *Using BCF as a mediator for task management in building design*. Lyngby: Proceedings of the International RILEM Conference Materials, Systems and Structures in Civil Engineering 2016.
- van Berlo, L., & Krijnen, T. (2014). Using the BIM Collaboration Format in a server based workflow. U *12th International Conference on Design and Decision Support Systems in Architecture and Urban* (str. 325-332).
- Vukomanović, M. (2022). Nastavni materijali za kolegij Informacijsko modeliranje gradnje. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu - Građevinski fakultet.
- Werbrouck, J., Schulz, O., Oraskari, J., Mannens, E., Pauwels, P., & Beetz, J. (22. kolovoz 2023). A generic framework for federated CDEs applied to Issue Management. *Advanced Engineering Informatics*(vol. 58). Preuzeto 22. listopada 2024 iz <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1474034623002641?via%3Dihub>

POPIS SLIKA

Slika 1 Razvoj BCF-a kroz godine (Izvor: Storms, 2021)	4
Slika 2 Prikaz svih elemenata komunikacije (Izvor: Majcher, 2020)	8
Slika 3 Postupak pregleda dizajna temeljen na BIM-u (Achenbach i dr., 2023)	11
Slika 4 Prikaz komponenti BCF-a (Izvor: Catenda, 2021)	13
Slika 5 Prijenos podataka slanjem BCF datoteke (Izvor: Catenda, 2021).....	13
Slika 6 Prijenos podataka pohranjivanjem na server (Izvor: Catenda, 2021)	14
Slika 7 Struktura BCFZIP datoteke (Lourenzi & Geiger, 2022)	14
Slika 8 Struktura BCF XML datoteke	15
Slika 9 Prikaz softvera koji mogu integrirati BCF Manager (Izvor: BIMcollab, 2024f).....	21
Slika 10 Shematski prikaz povezanosti (Izvor: BIMcollab, 2024e)	23
Slika 11 Softverski dodaci koje podržava Solibri Office.....	25
Slika 12 Tijek rada i funkcije sudionika vezane za softver (Izvor: Catenda, 2021)	30
Slika 13 Kolizija u fazi projektiranja (Izvor: BibLus, 2020)	31
Slika 14 Industry Foundation Classes (IFC).....	35
Slika 15 Nabava i isporuka informacija prema ISO 19650-2 (Izvor: Vukomanović, 2022)	41
Slika 16 Prikaz procesne karte za studiju slučaja	46
Slika 17 Pokretanje projekta	48
Slika 18 Prikaz padajućeg izbornika za zatvaranje problema.....	48
Slika 19 Općeniti podaci o projektu	49
Slika 20 Popis članova tima	50
Slika 21 Dodavanje člana tima.....	50
Slika 22 Uloga u timu.....	50
Slika 23 Prekretnice projekta	51
Slika 24 Područja modela	51
Slika 25 Popis različitih struka projekta.....	51
Slika 26 Vrsta problema.....	51
Slika 27 Problemi prema stupnju prioriteta	52
Slika 28 Grupe sudionika prema timovima	52
Slika 29 Grafički prikaz problema	52
Slika 30 prikaz postavljenog problema s njegovim podacima	53
Slika 31 Prikaz softvera za integraciju s platformom BIMcollab Nexus	53
Slika 32 Prikaz prijave problema	54
Slika 33 Povezivanje s BIMcollab sustavom	55
Slika 34 Slojevi projekta.....	56
Slika 35 Visina katova i debljina ploča.....	56
Slika 36 Definiranje temeljne ploče.....	57
Slika 37 Definiranje nosivih zidova	57
Slika 38 Definiranje pregradnih zidova.....	58

Slika 39 Definiranje vertikalnih serklaži.....	59
Slika 40 Definiranje nadvoji.....	59
Slika 41 Definiranje grede	60
Slika 42 3D model objekta.....	61
Slika 43 3D model objekta.....	61
Slika 44 3D model objekta.....	62
Slika 45 Provjera modela.....	62
Slika 46 Prikaz pronađenog problema nakon pregleda 3D modela.....	63
Slika 47 Povezivanje s BCF-om u softveru Solibri Office	63
Slika 48 Stvaranje projekta u Solibri Office softveru.....	63
Slika 49 Otvaranje BCF-a u softveru Solibri Office	64
Slika 50 Opis problema u softveru Solibri Office.....	64
Slika 51 Definiranje problema u softveru Solibri Office	65
Slika 52 Komentari o problemu.....	65
Slika 53 Promjena statusa problema.....	66
Slika 54 Prikaz pproblema nakon vizualnog pregleda 3D modela	66
Slika 55 Komentari o problemu u softveru BIMcollab Zoom	67
Slika 56 Isticanje elemenata na modelu.....	68
Slika 57 Razlika u aktivnim i riješenim problemima	68
Slika 58 Ispravljanje problema u softveru Revit.....	69
Slika 59 Tekstualni komentar u softveru Revit.....	69
Slika 60 Tekstualni komentar potkrijepljen vizualnim dokazom.....	69
Slika 61 BIMcollab BCF Manager sučelje u softveru Revit	70
Slika 62 Stvaranje dinamičkog plana u softveru Bexel Manager	71
Slika 63 Prikaz vremenskog plana u softveru Bexel manager	71
Slika 64 Odabrane aktivnosti.....	72
Slika 65 Odabrani element na 3D modelu	72
Slika 66 Povezivanje elementa I aktivnosti	72
Slika 67 Animacija dinamičkog plana	73
Slika 68 Vizualno praćenje terminskog plana.....	73
Slika 69 Prikaz problema u softveru Bexel Manager.....	74
Slika 70 Prikaz komentara s dodijeljenom točkom gledanja.....	74
Slika 71 Prikaz komentara bez dodijeljene točke gledanja	74
Slika 72 Postavljanje komentara o zadanom problemu.....	75
Slika 73 Tijek komunikacije o problemu.....	75

POPIS TABLICA

Tablica 1 Prikaz prenesenih atributa prilikom uvoza u softvere (Tredal i dr., 2016)	10
Tablica 2 Usporedba karakteristika BCF API-a, BCF XML-a i BCFZIP-a	17
Tablica 3 Analiza primjene BCF-a, IFC-a i MVD-a (Smetankova i dr., 2023).....	36
Tablica 4 Usporedba funkcija BCF-a i IDM-a (Tredal i dr., 2016)	38

PRILOZI

Prilog 1 – Terminski plan.pdf

Prilog 2 – 3D model.ifc

Prilog 3 – Revizija 3D modela.ifc

Prilog 4 – 4D model.bxf