

Zoran Stojadinović¹, Dušan Isailović², Diana Vranešević³

PRIMENA BIM-A U UPRAVLJANJU PROJEKTIMA - KAKO BOLJIM PROJEKTOVANJEM SMANJITI PROBLEME U IZVOĐENJU

Rezime:

Uspešno upravljanje projektima podrazumeva maksimalno ostvarenje ciljeva projekta uz minimalne probleme u realizaciji. Preduslov za prvo je kreativni, a za drugo tehnički kvalitet projektovanja. U radu su objašnjeni ciljevi koje treba ostvariti na svim nivoima projektovanja, kao i način upravljanja izradom projektne dokumentacije, tako da se postignu obe vrste kvaliteta. Naglasak je na ključnoj ulozi BIM-a u postizanju tehničkog kvaliteta projekta za izvođenje. Da bi BIM ispunio potencijal, neophodno je projektovanje organizovati na poseban način, imajući u vidu međuzavisan iterativni protok informacija između struka uz postepen razvoj detaljnosti pojedinačnih projekata.

Ključne reči: BIM, upravljanje projektima, kvalitet projektovanja

BIM ON CONSTRUCTION PROJECTS – HOW BETTER DESIGN REDUCES EXECUTION PROBLEMS

Summary:

Successful project management implies achieving maximum project goals with minimum implementation problems. The prerequisite is achieving the creative and technical quality of design. The paper explains the goals to be accomplished at all levels of design as well as the method of managing the design process, ensuring the achievement of both types of quality. The emphasis is on the key role of BIM in achieving the technical quality of detailed design. For BIM to fulfil its potential, it is necessary to organize the design process in a particular way, bearing in mind the interdependent iterative flow of information between design disciplines and the gradual development of the level of detail.

Key words: BIM, project management, design quality

¹ V. Prof, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija, joka@grf.bg.ac.rs

² docent, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbij, disailovic@grf.bg.ac.rs

³ asistent-student doktorskih studija, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija, dvranešević@grf.bg.ac.rs

1. UVOD

Procedura realizacije građevinskih projekata u Srbiji definisana je „Objedinjenom procedurom“, koja obuhvata izradu tri nivoa projektne dokumentacije: idejnog rešenja (IDR), projekta za građevinsku dozvolu (PGD) i projekta za izvođenje (PZI). U okviru dobro dokumentovane procedure objašnjeno je *šta* mora da se uradi da bi se, na osnovu priloženih projekata, ishodovali odgovarajući uslovi i dozvole kod nadležnog organa.

Informaciono modeliranje objekata (*Building Information Modeling* - BIM) je metodologija koja podržava realizaciju građevinskog projekta, virtuelnom razradom svih njegovih faza pre početka izvođenja. U centru tehnologije nalazi se geometrijski 3D model objekta. Međutim, BIM sadrži mnogo više od geometrije i istovremeno predstavlja digitalnu bazu podataka koja je osnov za donošenje upravljačkih odluka. Uprkos sveobuhvatnosti BIM-a, u aktuelnoj tranziciji sa tehnologije digitalnog crtanja (*Computer-aided design* – CAD) na BIM tehnologiju, akcenat je još uvek na modeliranju geometrije. Dodatno, literatura i praksa su trenutno pretežno orijentisane na tehnološki aspekt BIM-a koji se tiče projektovanja i odnosi se na proučavanje *kako* u tehničkom smislu proizvesti BIM model. Međutim, bez osvrta na vrstu i kvalitet informacija koje treba da se nađu u modelu, a tiču se upravljanja projektom, ne mogu se iskoristiti svi potencijali BIM-a kao metodologije. Zato ne čudi da korišćenje BIM-a danas često predstavlja trošak, umesto da donese uštedu.

Upravljanje projektima podrazumeva organizovanje svih poslova na projektu [1]. Uspešno upravljanje projektima predstavlja maksimalno ostvarivanje ciljeva projekta uz minimalne probleme u realizaciji. Preduslov u oba slučaja je kvalitet projektovanja na sva tri nivoa, u skladu sa objedinjenom procedurom. Nije slučajno da svuda u svetu postoje tri nivoa projektovanja jer svaki nivo ima potpuno različitu ulogu u ostvarivanju ciljeva projekta i specifičan cilj koji određuje *zašto* se projektuje.

Na slici 1 šematski je prikazana potreba da se na projektima povežu suština i forma projektovanja, u skladu sa novim tehnološkim mogućnostima BIM-a i zakonskom procedurom.



Slika 1 - Povezanost objedinjene procedure, projektovanja u BIM-u i upravljanja projektima

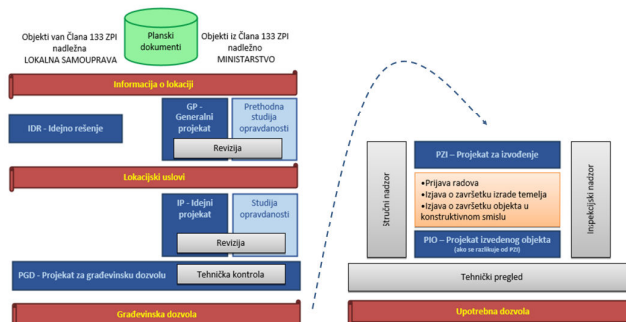
Tema ovog rada je povezivanje navedena tri aspekta projektovanja sa naglaskom na *zašto*. Odnosno, kako u skladu sa zakonskom procedurom na najbolji način iskoristiti mogućnosti BIM-a i ostvariti maksimalne ciljeve projekta pravilnim pristupom svakom od tri nivoa projektovanja. Posebno će biti objašnjena ključna uloga BIM-a u postizanju tehničkog kvaliteta projekta za izvođenje, kako bi u fazi izvođenja radova bilo što manje grešaka, problema i sporova. Da bi BIM ispunio potencijal, neophodno je projektovanje organizovati na poseban način imajući u vidu međuzavisan iterativni protok informacija između struka uz postepen razvoj detaljnosti pojedinačnih projekata.

2. PRIMENA BIM-A U UPRAVLJANJU PROJEKTIMA

Praksa pokazuje da građevinski projekti ne ispunjavaju ciljeve, kasne, prekoračuju budžete i obiluju sporovima. Uzroci su mnogobrojni i uglavnom se tiču objektivnih okolnosti, niskog kvaliteta obavljanja pojedinačnih poslova (najviše zbog fragmentacije) i lošeg upravljanja projektima: potcenjivanje značaja početnih faza projekta, zanemarivanje rizika, tenderi na bazi najmanje cene, način sprovođenja objedinjene procedure od strane nadležnog organa, loše planiranje, niska produktivnost na gradilištu, problematična kontrola realizacije itd. Jedan od najozbiljnijih uzroka problema je loš kvalitet projektne dokumentacije, i to na dva nivoa: suboptimalna projektantska rešenja na nivou IDR i PGD kao i nemogućnost da se radovi izvode nesmetano "po projektu" zbog lošeg tehničkog kvaliteta PZI. Postavlja se pitanje da li BIM može da pomogne? Hipoteze ovog rada su da se kvalitet IDR i PGD može postići optimizacijom projektantskih rešenja, a kvalitet PZI pravilnom i doslednom organizacijom projektovanja u BIM-u. Obe hipoteze su zapravo u domenu upravljanja projektima.

2.1 NIVOI PROJEKTOVANJA U OKVIRU OBJEDINJENE PROCEDURE

Objedinjena procedura je sastavni deo formalne procedure koja se sprovodi od strane nadležnog organa na građevinskim projektima u Srbiji od 2015. god. Sastavni deo procedure predstavlja izrada projektne dokumentacije u formi projekata različitih nivoa detaljnosti koji su neophodni za dobijanje odgovarajućih uslova i dozvola, što je prikazano na slici 2.



Slika 2 – Objedinjena procedura i nivoi projektovanja

U okviru objedinjene procedure predviđena su tri nivoa projektovanja [2]:

- Idejno rešenje (IDR) predstavlja prikaz planirane koncepcije objekta koje se izrađuje za potrebe pribavljanja lokacijskih uslova.
- Projekat za građevinsku dozvolu (PGD) se izrađuje na osnovu izdatih lokacijskih uslova, propisa iz relevantne oblasti, pravila struke i drugih zahteva koji su eventualno definisani elaboratima i studijama.
- Projekat za izvođenje (PZI) izrađuje se za potrebe izvođenja građevinskih, zanatskih, instalaterskih radova i drugih radova, odnosno za potrebe izgradnje objekta na gradilištu. Projekat za izvođenje se izrađuje na osnovu projekta za građevinsku dozvolu i predstavlja skup međusobno usaglašenih projekata kojim se utvrđuju karakteristike objekta i opreme (građevinske, tehnološke i eksploatacione) i rešenja za izgradnju (tehnološka i organizaciona).

Projekti se podnose nadležnom organu (opština, grad ili republika) na odobrenje. Nažalost, praksa u Srbiji pokazuje da nadležni organi pogrešno pristupaju ovom poslu, insistiranjem da ne bude izmena između sukcesivnih nivoa projektovanja. Ceo proces se onda svodi na prilaganje jednog istog projekta u odgovarajućoj formi progresivne detaljnosti. Na ovaj način se obesmišljava objedinjena procedura, jer nivoi projektovanja postoje da bi se postepeno ostvario kvalitet projektantskih rešenja (detaljnije u poglavlju 2.3).

2.2 PROJEKTOVANJE U BIM-U

Definicija BIM-a kao informacionog modela objekta glasi: „Digitalna reprezentacija fizičke i funkcionalne karakteristike objekta. Kao takva, služi kao zajednički izvor informacija formirajući pouzdanu i brzu bazu za donošenje odluka u okviru životnog ciklusa objekta, od ideje do rušenja objekta“ [3]. Iz definicije se može zaključiti da je BIM istovremeno projektovanje (zapravo modeliranje) i upravljanje projektima (baza za donošenje odluka), pa ga je potrebno tako i razmatrati.

Projektovanjem u CAD-u objekat se opisuje nezavisnim crtežima (osnove i preseci). Promene u jednom crtežu moraju se manuelno prenositi u druge, što stvara uslove za pravljenje grešaka prilikom razvoja detaljnosti u inoviranim verzijama u svim projektantskim strukama. Osim toga, crteži su sastavljeni od grafičkih entiteta kao što su linije, lukovi i kružnice, a objekat koji se projektuje je opisan samo svojom geometrijom. Sve druge informacije se razrađuju u posebnim projektima i elaboratima koristeći nezavisne softvere (projekat organizacije građenja, elaborat o energetske efikasnosti, projekat armature i sl.). U smislu upravljanja, izazov je organizovati razmenu informacija i pratiti sve promene koje se neprekidno javljaju tokom razrade projekata. Komunikacija je tipa “svako sa svakim” i ne postoji neki određen pristup organizovanju procesa projektovanja. Prečutno se podrazumeva se da će biti grešaka.

U BIM okruženju predmet projektovanja je definisan digitalnim objektima kao što su prostor, zidovi, grede i stubovi koji sadrže sve podatke o geometriji. Međutim, osim geometrije u BIM-u je moguće objektima pridružiti bilo koju informaciju, pa je moguće definisati i informacije vezane za planiranje (koštanje, vreme, norme itd.), tehnologiju, ugradnju ili održavanje. Ova ključna osobina BIM-a je stvorila mogućnost da se objekat sagledava sa aspekta čitavog životnog ciklusa projekta, što je prikazano na slici 3.



Slika 3 – Faze projekta koje je moguće istovremeno sagledati u BIM-u

3D model geometrije u BIM modelu proširio je horizont sagledavanja, što je višestruko podiglo mogućnosti za analizu varijantnih rešenja, po broju i sadržaju. U okviru potpuno razvijenog BIM modela, projektanti različitih struka rade na jednom modelu (ne svako na svojoj kopiji), pa je sinhronizacija automatska, a promene vidljive svima. Pojavila se mogućnost da se višestruki sadržaji sagledavaju istovremeno što stvara mogućnosti da se podigne kvalitet projektovanja, ali je istovremeno organizovanje procesa projektovanja postalo izuzetno složeno.

Dva osnovna ugovorna dokumenta koji služe za organizaciju projektovanja u BIM-u su:

- Plan sprovođenja BIM-a (*BIM execution plan - BEP*). BEP je dokument kojim se bliže definiše proces projektovanja: učesnici, prava i obaveze, razmena informacija, dinamika projektovanja i sl. Obično je organizovan po sekcijama. Na primer, prema [4], sekcije su sledeće: A-rezime (*executive summary*), B-osnovne informacije o projektu, C-kontakti, D-definisanje ciljeva projektovanja, E-najkompleksniji deo, plan realizacije sa podsekcijama koje se tiču strategije, sastanaka i razmene informacija, G-kontrola kvaliteta, H-BIM standardi i dodatne informacije.
- Matrica razvoja modela (*Model Progression Matrix - MPM*) predstavlja plan razrade nivoa detaljnosti (*Level of detail – LOD*) po nivoima projektovanja. MPM je dokument kojim se, za svaku projektantsku disciplinu ili vrstu rada, definiše nivo detaljnosti u skladu sa nivoom projektovanja, kao i odgovorni projektanti. Nivo detaljnosti se označava brojevima 100, 200, 300, 400 i 500 za koje je standardima [4] definisan sadržaj koji je za svaku oznaku neophodno postići, a u skladu sa nivoom projektovanja. Tako na primer LOD100 odgovara idejnom rešenju, a LOD400 i LOD500 projektu za izvođenje. Primer jedne LOD tabele prikazan je na slici 4.

Vrsta projekta (ASTM Uniformat II klasifikacija)				Nivo detaljnosti (Level of Detail - LOD)									
				Autor komponente modela (Model Component Author - MCA)									
				Projektovanje		Projektovanje		Projektovanje		Izgradnja			
				IDR	PGD	PZI	PZI -detalji						
				LOD	MCA	LOD	MCA	LOD	MCA	LOD	MCA		
A	PODZEMNA	A10	Temelji	A1010	Standardni temelji	100	AE	200	AE	300	GC	400/500	GC
	KONSTRUKCIJA			A1020	Specijalni temelji	100	AE	100	AE	300	GC	400/500	GC
				A1030	Ploča na tlu	100	AE	200	AE	300	GC	400/500	GC
		A20	Konstrukcija podruma	A2010	Skop za podrum	100	AE	200	AE	300	GC	300	GC
				A2020	Zidovi podruma	100	AE	200	AE	300	GC	400/500	GC
B	KONSTRUKCIJA	B10	Konstrukcija	B1010	Konstrukcija ploče	100	AE	200	AE	300	AE	300	GC
				B1020	Konstrukcija krova	100	AE	200	AE	300	AE	300	GC

A - Arhitekta
M - Mašinski inženjer
P - VK inženjer
E - Elektro inženjer
S - Statičar
AE - Arhitekta / Investitor
GC - Izvođač / dobavljač
SM - Scan & Modeling Team

Slika 4 – Izvod iz MPM, adaptirano iz [4]

Pored BEP i MPM/LOD u ugovorima se često koriste i BIM protokol (*BIM Protocol*) i Informacioni zahtevi investitora (*Employer's Information Requirements – EIR*) [1]. Korišćenje navedenih ili sličnih ugovornih dokumenata je potrebno, ali ne i dovoljno da se postigne tehnički kvalitet PZI. Upravljanje projektovanjem u BIM-u zahteva poseban pristup i dodatne planerske alate o čemu će biti reči u poglavlju 3.

2.3 PROJEKTOVANJE U OKVIRU UPRAVLJANJA PROJEKTIMA

Zadatak upravljanja projektima je da se odredi svrha projektovanja u kontekstu maksimalne realizacije ciljeva sa minimalnim problemima u toku realizacije. Na početku se treba podsetiti pomalo zaboravljene uloge različitih nivoa projektovanja. Svrha IDR i PGD je pronalaženje optimalne varijante projektantskih rešenja u kontekstu konkretne parcele i izabranog tipa objekta koji će se graditi, što bi se moglo nazvati kreativnim kvalitetom projektovanja. Na taj način se izvlači maksimum u ostvarivanju ciljeva projekta, pre svega u finansijskom smislu (troškovi, prihodi, profit i rizici različitih varijanti). Zadatak PZI projekta je sasvim drugačiji – potrebno je ostvariti tehnički kvalitet projektovanja u smislu da je moguće po tom projektu

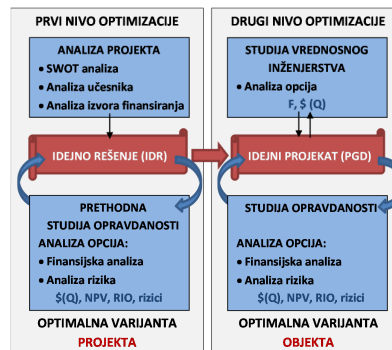
nesmetano izvoditi radove bez sporova oko nedostataka u projektnom dokumentaciji. Tehnički kvalitet PZI je preduslov za minimum problema u fazi realizacije. Iz ovako različitih ciljeva projektovanja proizilazi i odgovarajući pristup upravljanju izrade različitih nivoa projekata.

2.3.1 Kreativni kvalitet projektovanja na nivou IDR i PGD

Kreativni kvalitet se odnosi na pronalaženje optimalnih projektantskih rešenja u IDR i PGD, odnosno daje odgovore na pitanja: šta je najbolje graditi na određenoj lokaciji i koja je najbolja varijanta objekta u tom slučaju. Postiže se kroz dva kruga optimizacije koji su prikazani na slici 5. Na ovom mestu biće ukratko objašnjeni jer nisu u fokusu ovog rada, dok se detaljna procedura sa primerima može naći u [1].

Prvi krug optimizacije odnosi se na IDR i podrazumeva da se prvo izvrši analiza šireg konteksta projekta i definisanje ciljeva projekta, što omogućava poređenje varijanti projekta. Optimizacija se sprovodi kreiranjem više varijanti idejnih rešenja u smislu poslovne investicije, odnosno tipa objekta koji će se graditi na konkretnoj parceli, a u skladu sa „Informacijom o lokaciji“. Izbor optimalne varijante vrši se na osnovu finansijske analize i analize rizika u okviru prethodne studije opravdanosti.

Drugi krug optimizacije se sprovodi na nivou PGD u kombinaciji sa studijom opravdanosti i studijom vrednosnog inženjerstva. U ovom slučaju istražuju se varijantna rešenja objekta koji je izabran kao optimalna varijanta u prethodnom koraku na nivou IDR. Studija opravdanosti služi kao kriterijum za ocenu varijantnih rešenja koja se kreiraju u okviru izrade studije vrednosnog inženjerstva. Istraživanja pokazuju da na građevinskim projektima postoji 10-15% nepotrebnih troškova koji su ugrađeni u projekat. Studije vrednosnog inženjerstva služe kao alat za pronalaženje optimalnih projektantskih rešenja i eliminisanje nepotrebnih troškova.



Slika 5 – Dva kruga optimizacije za postizanje kreativnog kvaliteta

BIM i kreativni kvalitet. Suština projektovanja na nivou IDR i PGD je izbor optimalne varijante projekta i objekta. Nivo detaljnosti je nizak jer je suština donošenje odluke, a ne preciznost. U terminologiji BIM-a, nivo razrade projekata je LOD 100/200. Učestvuje mali broj projekatana pa je organizacija projektovanja neformalna, vreme izrade nije dugo, a važan je samo kvalitet projektantskih rešenja. Cilj je donošenje odluke o optimalnoj varijanti pa je ključno da varijante mogu da se uporede na objektivni način. U odnosu na CAD, mogućnosti BIM-a u ovoj fazi projektovanja su mnogo veće zato što se objektima mogu dodeliti informacije iz bilo koje faze životnog ciklusa objekta, ako predstavljaju kriterijum za izbor

između varijanti [5]. To mogu biti informacije vezane za energetska efikasnost, troškove održavanja itd. Pa je samim tim opseg varijantnih rešenja koja se mogu analizirati višestruko veći. Dakle, u odnosu na CAD, lakše je i bolje sa BIM-om.

Veza BIM-a i kreativnog kvaliteta je važna, ali nije glavna tema ovog rada zato što organizacija projektovanja nije komplikovana i nije mnogo različita od rada u CAD-u. Kod tehničkog kvaliteta to nije slučaj, pravilna organizacija projektovanja je neophodna za postizanje kvaliteta.

2.3.2 Tehnički kvalitet projektovanja na nivou PZI

Tehnički kvalitet podrazumeva da je projekat za izvođenje urađen na takvom nivou da prema njemu mogu nesmetano da se izvode radovi, bez dodatnog projektovanja i sporova oko tumačenja sadržaja. To podrazumeva da je projektna dokumentacija kompletna, precizna, jasna, tačna, nedvosmislena i sl. Problem je što se nedostatak tehničkog kvaliteta uočava tek u fazi gradnje kada nastanu problemi, zastoje i sporovi. Postavlja se pitanje kako proveriti da je postignut tehnički kvalitet dok je projektovanje u toku. Postoji nekoliko korisnih mehanizama koji služe toj svrsi:

- Sinhron plan predstavlja poseban set crteža na kojima se zajedno prikazuje više različitih projekata sa ciljem da se uoče prostorna preklapanja (na primer, sinhron plan instalacija). Izrada sinhron planova u 2D projektovanju je izazovan i kompleksan zadatak, koji se često izostavlja jer nije zakonski obavezan.
- Uzorni rad je mehanizam koji podrazumeva da se na gradilištu što pre fizički izvedu svi predviđeni radovi na manjoj prostornoj celini. Tipično, to može biti uzorna soba, uzorni prozor, uzorna deonica i sl. Cilj je uočiti prostorna preklapanja, greške u projektima, kao i nivo kvaliteta kako bi se postigla saglasnost pre izvođenja radova na širem frontu.
- Upravljački mehanizmi koji utiču na rano otkrivanje problema. To su nestandardni postupci kao što je: angažovanje eksperta za izvođenje radova da pregleda projekte i uoči greške (revizija izgradljivosti), motivisanje projektanata načinom plaćanja (deo plaćanja uslovljen završetkom izvođenja odgovarajućih radova) ili ugovaranje svrsishodnog projektantskog nadzora (ne načelno, već sa tačno definisanim obavezama prisustva na sastancima i rokovima za dostavljanje nedostajućih projektantskih informacija).

Nažalost, ovakvi i slični mehanizmi su na projektima sporadično prisutni iako mogu poboljšati tehnički kvalitet PZI. Vlada prećutni konsenzus da su greške u projektima koje će stvoriti probleme u fazi gradnje neizbežne.

BIM i tehnički kvalitet. Koliko god je u 2D CAD projektovanju objektivno teško ostvariti tehnički kvalitet, toliko je BIM idealan alat za to. Jedna od najvećih koristi od BIM-a je upravo mogućnost da se sinhron plan i uzorni rad urade automatski. To stvara mogućnost da se u projektima uoče i isprave greške dok su još u virtuelnom okruženju što je višestruko jeftinije nego kad se greške uoče na gradilištu.

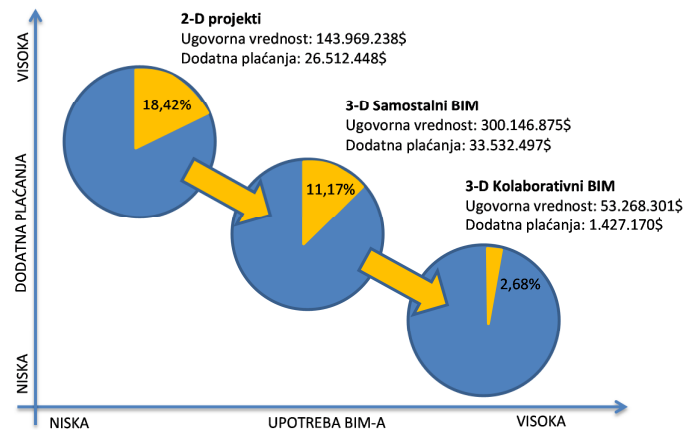
- Sinhron plan u BIM-u se kreira automatski jer se svi projekti nalaze u jednom modelu. Otkrivanje prostornih konflikata naziva se detekcija preklapanja (*clash detection*). S obzirom da su svi digitalni objekti u 3D modelu geometrijski definisani, BIM je u stanju da detektuje prostorna preklapanja različitih elemenata (instalacije, konstrukcija, oprema itd.) koje projektanti onda mogu da koriguju. BIM se praktično može isplatiti samo zbog ove korisne primene. Ali, potrebno je da postoji utvrđen hijerarhijski odnos između različitih vrsta projekata kako bi proces otklanjanja grešaka protekao bez nesuglasica.

- Uzorni rad je u BIM-u takođe automatska funkcija jer je 3D model u stvari virtuelna verzija budućeg objekta na kojoj se mogu probati varijante i uočiti greške na isti način kao da je uzorni rad fizički izveden. Ali, ponovo je potrebno da postoji utvrđena hijerarhijska procedura za usklađivanje rada projekatana različitih delova PZI.
- Što se tiče ugovaranja, iste mehanizme je moguće sprovesti i na projektima sa BIM-om. Treba pomenuti da postoje posebni ugovorni sistemi prikladni za primenu BIM-a na projektima koji u sebi poseduju mehanizme koji pospešuju kolaboraciju učesnika (*Integrated Project Delivery – IPD* ugovori). Ovi ugovori nisu direktno primenljivi u okviru objedinjene procedure pa se neće detaljnije objašnjavati na ovom mestu, više o njima u [6].

Najveća korist od BIM-a je smanjenje broja grešaka, sporova i drugih problema u fazi izvođenja radova. U tom smislu BIM ima „odloženo dejstvo“ jer podrazumeva komplikovanije, duže i skuplje projektovanje da bi izgradnja protekla sa minimumom problema. Ali, ovaj postupak nije lako organizovati i sprovesti.

Korist od BIM-a se najlakše može kvantifikovati posledicama lošeg tehničkog kvaliteta koje se materijalizuju zastojsima, izmenama u plaćanju (u odnosu na ugovor) i odgovarajućim sporovima. Zastoji direktno utiču na probijanje rokova, a izmene u plaćanju se odnose na ugovornu kaznu (penale), varijacije (izmene i naknadni radovi), predloge vrednosnog inženjerstva i odštetne zahteve. Sve nabrojane kategorije presudno utiču na uspeh projekta i ostvarenje ciljeva investitora i izvođača. Finansijske posledice mogu biti drastične [7]. Uloga tehničkog kvaliteta je da smanji sve navedeno na minimum. Što je tehnički kvalitet bolji, ukupni troškovi projekta (zbir ugovorne sume i dodatnih plaćanja) su manji.

Kao ilustracija može poslužiti istraživanje [8], sprovedeno u tu svrhu i prikazano na slici 6.



Slika 6 – Smanjenje dodatnih plaćanja sa većom upotrebom BIM-a (adaptirano iz [8])

Sa slike se vidi da je procenat dodatnih plaćanja pao sa 18,42% kod CAD projekata na 2,68% kod projekata sa kolaborativnom primenom BIM-a. Ovaj pad ukupnih troškova projekta najbolje ilustruje potencijalnu korist od primene BIM-a radi postizanja tehničkog kvaliteta PZI.

3. UPRAVLJANJE IZRADOM PROJEKTA ZA IZVOĐENJE U BIM-U

U prethodnom poglavlju objašnjen je značaj tehničkog kvaliteta i način na koji BIM omogućava njegovo postizanje (virtuelni uzorni rad, detekcija preklapanja). U ovom poglavlju biće više reči o nekim aspektima organizacije procesa projektovanja.

Projektovanje u BIM-u na nivou PZI je organizaciono izazovan zadatak zbog istovremenog rada na modelu od strane više projekatana. Projektovanje na nivou LOD 400/500 u BIM-u karakteriše niz važnih pitanja koje treba rešiti da bi se postigao tehnički kvalitet: projektovanje po strukama koje se ne sprovodi u kontinuitetu (*stop&go* režim rada), protok informacija u smislu ulazno-izlaznih podataka po strukama, hijerarhija projekata u pogledu rešavanja prostornih konflikta, finalni nivo detaljnosti (do kog nivoa se razrađuje u modelu, a šta se na kraju definiše na 2D crtežima?), regulisanje rizika odnosno odgovornosti za unošenje izmena u model itd.

U prethodnim poglavljima bilo je reči o BEP-u, LOD-u, detekciji preklapanja i virtuelnom uzornom radu. Sve ovo je neophodno primeniti, ali nije dovoljno, potrebni su dodatni organizacioni alati. Neki od njih biće opisani u ovom poglavlju.

Najosetljiviji deo organizacije projektovanja u okviru BEP-a je dinamički plan. Ne zato što je vreme izrade kritično već zato što je napredovanje razrade pojedinih projekata određeno iterativnom prirodnom razvojem projekata i razmenom ulazno-izlaznih informacija neophodnih za prelazak na sledeći nivo. Praktično, projektovanje u BIM-u podrazumeva da svi projektuju u *stop&go* režimu (projektanti daju ulazne podatke drugima, čekaju i dobijaju izlazne veličine od drugih projekata), odnosno svaki od projekata se radi do postizanja određenog među-cilja posle čega se čeka novi krug razrade.

Sve do samog kraja projektovanja, različiti tipovi projekata se nalaze na različitom stepenu detaljnosti razrade, u skladu sa logikom protoka informacija između vrsta projekata. U visokogradnji, arhitektura u početku najviše odmiče, ali se nakon više iteracije drugi projekti potpuno završe dok se u arhitekturi nastavlja rešavanje unutrašnjeg uređenje prostora. Na slici 7 prikazan je ilustrativni primer za dinamiku razrade detaljnosti za četiri vrste projekta. Ovaj tip matrice se razrađuje kao ugovorni planski dokument za svaki konkretan projekat.

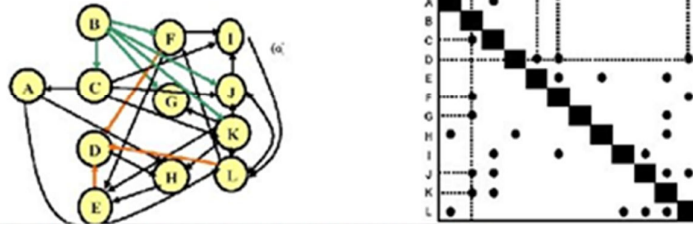
IDR	PGD	PZI				PROJEKAT
100	200	200	300	400		projekat organizacije građenja
		200		300	400	projekat konstrukcije
		200		300	400	projekat instalacija
		300		400	500	projekat arhitekture

Slika 7 – Različita dinamika projektovanja sa odgovarajućim nivoom detaljnosti (LOD)

Formiranje klasičnog dinamičkog plana po metodi kritičnog puta i u formi gantograma nije dovoljno da se jasno opiše napredovanje procesa projektovanja (zbog iterativne prirode projektovanja po strukama i povratnih veza, ilustrovano na slici 8 levo). Neophodno je dodati još jednu dimenziju u planove formiranjem još nekoliko planerskih dokumenata. To su dokumenti kojima se definišu ključne informacije za prekid/nastavak projektovanja i redosled rešavanja prostornih i tehnoloških konflikata.

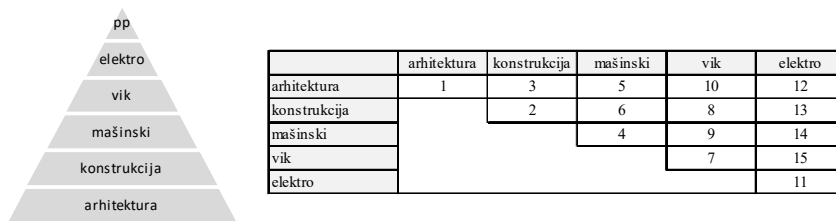
Pomoćni alat za sagledavanje tehnoloških zavisnosti između različitih vrsta projekata naziva se matrica projektovanja („*design matrix*“), prikazana šematski na slici 8 desno. To je kvadratna matrica u kojoj su u redovima i kolonama predstavljene vrste projekata sa tehnološkim zavisnostima, koje određuju protok informacija i dinamiku progressa projektovanja [9]. Presečne tačke u matrici definišu “ko-šta-od koga” čeka u pogledu ulazno-izlaznih

rezultata, što je neophodno jer bi inače došlo do zastoja u projektovanju zbog nesporazuma tipa „ko se čeka?“.



Slika 8 – Neizbežno konfuzni mrežni plan projektovanja i matrica projektovanja [9]

Drugi važan aspekt dinamike tiče se hijerarhija po kojoj se različite vrste projekata „sklanjaju“ jedni drugima u slučaju da se otkrije prostorno preklapanje. Logika je jednostavna – manji i fleksibilniji sistemi se prilagođavaju robustnijim (slika 9 levo, od dna ka vrhu piramide). Uobičajeno je da se hijerarhija prikaže u obliku kvadratne matrice u kojoj se brojevima definiše redosled (slika 9 desno).



Slika 9 – Redosled projektovanja (u razvoju detaljnosti i rešavanju prostornih konflikata)

Još jedan aspekt organizacije koji treba rešiti u okviru BEP-a su rizici, odnosno kontrola unosa podataka u model i odgovornost za greške. Preuzimanje odgovornosti nosi rizik, a karakteristične teme koje se ugovorno rešavaju su odricanje od odgovornosti, odštete, garancije i odgovornosti (*disclaimers, indemnities, warranties, liability*). Vreme potrebno za rad na kontroli čini dodatni trošak projektovanja. Integrisani i istovremeni pristup modelu od strane raznih projekatana zamagljuje odgovornost. U slučaju tužbe od strane investitora za grešku u projektu, ako nije rešeno drugačije, odgovorni projektant će biti kriv, ali će teško preneti krivicu na druge učesnike [10]. Najbolji način za bavljenje rizikom u ovom domenu je primena kolaborativnog modela ugovora pod nazivom „Integrisana isporuka projekta“ (*Integrating Project Delivery - IPD*) koji je baziran upravo na raspodeli nagrada i odgovornosti. Između ostalog, IPD ugovori predviđaju rezervnu sumu za nadoknadu štete na nivou cele ugovorne grupe (*čopora - pack*). Naše tržište nije zrelo za IPD ugovore, ali svakako moraju da se reše pitanja autorskih prava i vlasništva nad modelom (više o ovoj temi u [1]).

Problemi predstavljeni u ovom poglavlju ne mogu se rešiti „u opštem slučaju“, jer je svaki projekat unikatan. Ali neophodno je na svakom projektu, u fazi ugovaranja i prilikom razrade BEP-a, sve navedeno razraditi za konkretan slučaj i time stvoriti uslove da se dinamika izrade PZI odvija po logičnom redosledu, da se u svakom trenutku zna kod koga je odgovornost i da se može kontrolisati čitav proces. Upotrebom uobičajenih planerskih alata to nije moguće jer bi

došlo do zastoja, problema i sporova. Najvažnije, ostvario bi se lošiji tehnički kvalitet PZI, a smisao projektovanja u BIM-u je izbeći upravo to.

4. ZAKLJUČAK

Uspešno upravljanje projektima podrazumeva maksimalno ostvarenje ciljeva projekta uz minimalne probleme u realizaciji. Preduslov za prvo je kreativni, a za drugo tehnički kvalitet projektne dokumentacije. U radu su objašnjeni ciljevi koje treba ostvariti na sva tri nivoa projektovanja kao i način upravljanja izradom projektne dokumentacije tako da se postignu obe vrste kvaliteta. Optimizacijom projektantskih rešenja u okviru IDR i PGD, u kombinaciji sa izradom odgovarajućih studija, maksimalno se ostvaruje finansijski aspekt ciljeva projekta. Pravilnom primenom BIM-a u izradi PZI obezbeđuju se preduslovi za nesmetano izvođenje radova.

Da bi BIM ispunio svoj puni potencijal, neophodno je projektovanje organizovati na poseban način imajući u vidu međuzavisan iterativni protok informacija između struka uz postepen razvoj detaljnosti pojedinačnih projekata. Alati prikazani u poglavlju 3 omogućavaju poboljšanje tehničkog kvaliteta projekta za izvođenje i posledičnog smanjenja obima problema u fazi izvođenja radova, što je i cilj primene BIM-a.

Da bi se unapredila primena BIM-a na građevinskim projektima kako je opisano u ovom radu neophodno je da svi ključni učesnici pravilno shvate šta treba da se popravi:

- Projektantski biro mora da prošire svoje kapacitete u pogledu znanja i veština iz upravljanja izradom projektne dokumentacije, pogotovo na nivou primene BIM-a u izradi PZI. U suprotnom će izostati poboljšanje kvaliteta projektovanja, samo će se isti nivo kvaliteta postizati sa skupljim alatom.
- Investitori moraju da podignu svoj nivo znanja u ovoj oblasti kako bi prilikom ugovaranja projektovanja znali da zahtevaju i određeni nivo usluge u pogledu upravljanja izradom projektne dokumentacije na svim nivoima projektovanja da bi se, u njihovom interesu, značajno bolje ostvarili ciljevi projekta. Investitori moraju biti svesni da projektovanje u BIM-u mora biti duže i skuplje, ali da će ukupni finansijski efekti za njih biti povoljni.
- Organi nadležni za sprovođenje objedinjene procedure bi morali da promene svoju praksu da ne dozvoljavaju da se uočena poboljšanja ugrađuju u više nivoa projektovanja. Treba voditi računa da izmene budu u duhu lokacijskih uslova, a ne da projekti budu identični.

Za dalji razvoj primene BIM-a na građevinskim projektima, neophodno je opisani pristup primeniti na konkretnim projektima i usavršiti primenu upravljačkih i planerskih alata. Inače će projektanti, radeći po inerciji slično kao na CAD projektima, vrlo teško savladati organizacione prepreke projektovanja u BIM-u, pa će se pogrešno zaključiti da BIM ima minimalan uticaj na poboljšanje kvaliteta projektovanja.

LITERATURA

- [1] Ivković B, Popović Ž, Stojadinović Z. Upravljanje projektima u građevinarstvu - IV izmenjeno i dopunjeno izdanje, ISBN: 978-86-80996-24-0, CFP Apostrof, Beograd, 2021.
- [2] Čukić D, Vasiljević D. Vodič kroz dozvole za izgradnju: Od ideje do upotrebe objekta, Predstavništvo Cardno Emerging Markets USA Ltd, Beograd, 2015.

- [3] National Institute of Building Sciences. National BIM Guide for Owners. USA: National Institute of Building Sciences, 2017.
- [4] GSA - General Service Administration: Document Guides / Level of Detail / Model Progression Matrix, <https://www.gsa.gov/real-estate/design-and-construction/3d4d-building-information-modeling/bim-software-guidelines/document-guides/level-of-detail/model-progression-matrix>, pristupljeno 28. april 2022.
- [5] Azhar S, et al. Building information modeling (BIM): now and beyond, Australasian Journal of Construction, Economics and Building, 12 (4), 2012, 15-28.
- [6] Fischer M, et al. Integrating Project Delivery, John Wiley & Sons, Indianapolis, 2017.
- [7] Stojadinović Z. Claims on construction projects – quantification and prevention, Contemporary Construction Practice 2018, Serbia, ISBN 978-86-6022-041-9, 2018, 83-112.
- [8] Hardin B, McCool D. BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows 2nd Edition, John Wiley & Sons, Indianapolis, 2015.
- [9] Karniel A, Reich Y. Multi-level modelling and simulation of new product development processes. Journal of Engineering Design, 24(3), 185-210. <https://doi.org/10.1080/09544828.2012.720015>, 2013.
- [10] Azhar S. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry, Leadership and Management in Engineering, 11(3), 2011, 241-252.