Promjene u procesu gradnje i uloge pri provedbi BIM-a na primjeru zgrade javne namjene

Janjić, Ivan; Stober, Dina; Dolaček-Alduk, Zlata

Source / Izvornik: **e-Zbornik : ELEKTRONIČKI ZBORNIK RADOVA GRAĐEVINSKOG FAKULTETA, 2018, 8, 10 - 20**

Journal article, Published version
Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:133:419523

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI FAKULTET OSIJEK
Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository GrAFOS - Repository of Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Promjene u procesu gradnje i uloge pri provedbi BIM-a na primjeru zgrade javne namjene

Pregledni rad / Review paper
Primljen/Received: 18. 3. 2018.;
Prihvaćen/Accepted: 28. 3. 2018.

Ivan Janjić, mag.ing.aedif.
Građevinski fakultet Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku (student)
doc.dr.sc. Dina Stober, dipl.ing.arh.
Građevinski fakultet Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
izv.prof.dr.sc. Zlata Dolaček-Alduk, dipl.ing.građ.
Građevinski fakultet Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Sažetak: Zahtjevi za uštedama u projektima koji proizlaze iz globalne potrebe za uštedom resursa potiču inovacije u građevinarstvu, kako u području inovativnih materijala i proizvoda tako i u unaprjeđenju svih procesa gradnje. Promjene u projektu obilježene su rizicima te obično pretpostavljaju potrebu za dodatnim resursima - vremenom i novcem. Upravljanje promjenama razlikuje se za projekt koji se vodi tradicionalno na konsekutivan način od projektiranja do predaje projekta i za projekt koji je izrađen BIM pristupom koji nastoji procese postaviti u većoj mjeri simultano. U radu se donosi pregled literature koja definira razlike ova dva pristupa te se na osnovu teorijske podloge postavlja okvir za istraživanje mogućnosti za unaprjeđenje projekta složene zgrade izrađene i vođene tradicionalnim pristupom.

Ključne riječi: promjene u projektu, BIM pristup, zgrada javne namjene, Građevinski fakultet Osijek

Changes in the construction process and the roles in BIM implementation on the example of a public utility building

Abstract: Resource savings requirements in projects that result from the global resource-saving need stimulate innovation in construction, both in the field of innovative materials and products, and in the improvement of all construction processes. Changes in the project are marked by risks and usually assume the need for additional resources - time and money. Change management differs for a project that is traditionally conducted in a consecutive way from project design to project submission and to a project developed by the BIM approach that seeks to put processes more and more simultaneously. This paper presents a review of the literature that defines the differences between these two approaches and establishes a framework for exploring the possibilities for improving the complex building project created and managed by traditional approach based on the theoretical background.

Key words: changes in project, BIM approach, public utility building, Faculty of Civil Engineering Osijek

1. UVOD

Projekt je svaki jednokratni ljudski pothvat koji ima jasno određen cilj, a izvodi se po fazama unutar zadanog vremena, uz trošenje ili iskorištavanje velikog broja različitih i ograničeno raspoloživih resursa [1]. Za razliku od procesa, koji se provode u ciklusima i iteracijama, projekti su vremenski ograničeni i jedinstveni.

Ovisno o vrsti, a s obzirom na zadaće struka propisane posebnim zakonima, tehničko rješenje građevine može biti sadržano u arhitektonskom, građevinskom, elektrotehničkom, strojarskom i geodetskom projektu građevine. Projekt građevine sadrži međusobno usklađene projekte kojima se na razini razrade glavnog projekta daje tehničko rješenje i dokazuje ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu, a na razini razrade izvedbenog projekta detaljnije se razrađuje i usklađuje tehničko rješenje građevine dano glavnim projektom [2].

Građevinski projekti su često izloženi promjenama. Projekti češće odstupaju od svojih prvobitno izrađenih planova nego se ostvaruju prema njima. Upravljanje promjenama jedan je od segmenata upravljanja građevinskim projektima jer su promjene jedan od glavnih uzroka prekoračenja ugovorenih troškova i rokova [3]. Promjene se odnose na proces projektiranja, ugovaranja i građenja te upravljanje spektrom informacija različitim oblicima komunikacije i interdisciplinarne koordinacije [4]. U slučaju značajnog odstupanja u odnosu na početni plan promjene u fazi izvođenja zahtijevaju intervenciju, neophodno je stalno uspostavljati nove veze među aktivnostima i resursima te ažurirati dinamički plan građenja.

Direktivom 2014/24 Europski parlament ponudio je pravila za modernizaciju javne nabave EU preporučujući državama članicama upotrebu posebnih elektroničkih alata, poput virtualnih prikaza modela zgrade, softverskih alata kao što su informacijsko modeliranje građevina (Building Information Modelling - BIM) i slične za ugovore o javnim radovima i projektne natječaje s ciljem ostvarivanja integracije projektnih aktivnosti i koordinacije rada svih sudionika u svim fazama projekta [5]. Direktiva opravdava zagovaranje BIM-a u projektima javne nabave činjenicom da ovi alati osiguravaju točnije podatke, ažurirane podatke i uslijed toga štednju resursa. Autori [6] su istaknuli problematiku fragmentiranosti arhitektonske, inženjerske i građevinske industrije koja čini jednu od najvećih prepreka za prihvaćanje BIM-a i ostvarivanje njegovog punog potencijala, ističu ju kao veću nego svladavanje tehnoloških problema. Upravo ta fragmentiranosti i nedostatak iskustva u interdisciplinarnoj i istodobnoj suradnji bili su poticaj za interdisciplinarno istraživanje s ciljem ocjene iskoristivosti BIM alata i multidisciplinarne suradnje kod primjene BIM alata. Rezultati ukazuju da su inovacije u izobrazbi o BIM-u prijeko potrebne za napredak obrazovanja i prakse uz nužne promjene prilikom oblikovanja nastavnog programa koji mora uzeti u obzir razvoj potrebnih vještina, intenzivnije komunikacije i sposobnosti koordinacije tima.

1.1 Suradnja u tradicionalnom i BIM projektu

O dinamici širenja već razvijenog koncepta integriranog i višedimenzionalnog projektiranja izvješćuju publikacije McGraw-Hill Construction SmartMarket Reports koji nude analize za američko tržište i rast primjene BIM-a od 2007 do 2012 godine sve do 2015. godine. Izvješća pokazuju kretanja uporabe BIM-a, dobiti koji BIM donosi, indeks povrata investicije i investiranja povezana s BIM-om, sva ukazujući na njegovo prihvaćanje i utjecaj na tržištu. Koncepti koji su gurnuli tržište građevinarstva u BIM su interoperabilnost te kontinuirani i brzi protok informacija između sudionika projektiranja i građenja te se u skladu tim potrebama i razvija. Potreba za 3D modeliranjem u svrhu pridobivanja geometrijskih pokazatelja ili izrade 2D dokumentacije iz 3D modela dodatno je naglašena kod složenih građevina. Složenost građevine definira se kao dimenzija koja obuhvaća oblikovanje, infrastrukturu, tehnologiju izvedbe i slično.

Autori [7] pokazali su šest ključnih kategorija za kompleksnost projekta od najutjecajnije prema manje utjecajnoj: struktura i funkcija zgrade, način gradnje, tražena brzina izgradnje, veličina projekta, geološki uvjeti i okoliš projekta. Pri tome navode da složenost nije u velikoj mjeri povezana s veličinom već s navedenim komponentama. Projektiranje takvih zgrada te pridobivanje informacija i 2D projekcija uvelike je olakšano razvojem BIM-a.

Međunarodnim naporima implementacije BIM pristupa u projektima javne namjene pridružila se i Hrvatska komora inženjera građevinarstva u lipnju 2017. godine izradom i objavljivanjem Općih smjernica za BIM pristup u graditeljstvu s ciljem poticanja primjene BIM-a u Hrvatskoj [8]. BIM pristupom projekti se više ne isporučuju tradicionalnim modelom isporuke projekta već integriranim.

1.2 Promjene u projektu i dinamika promjena

Promjene se događaju zbog prirode projektiranja i građenja. Projekt karakterizira velik broj sudionika i karakterizira ga tehnologija izvršenja. Neočekivana promjena može utjecati direktno ili indirektno na skup aktivnosti, dok utjecaj na aktivnosti može izazvati lančanu reakciju i djelovati na sljedeći skup aktivnosti. Rezultat djelovanja može biti u razlici između planiranog i ostvarenog izvršenja. Varijable interakcije možemo navesti kao različito iskustvo sudionika, različita fizička obilježja angažiranih resursa, različite dostupnosti i nabavke resursa, strategije i načina upravljanja. Posljedice promjena u projektima uključuju vremensko i troškovno prekoračenje usprkos svim znanjima i iskustvima.

Upravljanje promjenama definira se kao dio procesa upravljanja integracijom praćenja i kontrole projekta. Svi procesi praćenja i kontrole projekta te mnogi procesi izvršenja stvaraju zahtjeve za promjenama. Zahtjevi za promjenama mogu zahtijevati akcije za popravke nastalih pogrešaka, akcije za povratak na plansko izvršenje ili preventivne akcije. Za uspjeh cijelog projekta nužno je da voditelj projekta ima sposobnost da upravlja i nadzire izmjenu elemenata projekta, a posebno opsegom čitavog projekta što je ključni pokazatelj izvedbe. Potrebno je slijediti ključna načela uspješnosti i shvatiti kako se izbjegavaju uobičajene pogreške. Izmjena projekta je promjena u nekom od kritičnih čimbenika uspješnosti (opseg, raspored, troškovi, kvaliteta i kriteriji za prihvaćanje projekta). Promjena u nekom od kritičnih čimbenika utječe i na druge čimbenike koji onda utječu na izvedbu projekta. Primjer povezane reakcije, povećanje opsega projekta povećava količinu poslova, samim time povećana količina poslova utječe na raspored projekta i na troškove projekta.

Povećanje opsega projekta na projektima s ugovornim obvezama utječe na sadržaj te izmjene ugovora. Kad dolazi do izmjene, projektu je potreban način na koji će prepoznati promjenu, ocijeniti utjecaj na projekt, obavijestiti sudionike u projektu i ažurirati tijek plana ukoliko je izmjena prihvaćena. Horine (2009) donosi podjelu na tipove izmjena u projektu [9]:

- povećanje ili smanjenje opsega projekta
- povećanje ili smanjenje svojstva proizvoda
- povećanje ili smanjenje zahtjeva radi izvedbe
- povećanje ili smanjenje zahtjeva radi kvalitete
- značajna promjena u ciljanim podacima za točke prekretnice
- pomak u primjeni ili strategiji razvitka
- povećanje troškova za izvore
- povećanje ili smanjenje u budžetu projekta
- promjena u bilo kojem od ciljeva projekta
- promjena u bilo kojem od završnih kriterija prihvaćanja, uključujući i povrat predviđenih uloga
- promjena u bilo kojoj od pretpostavki vezanih uz projekt, prepreka ili ovisnosti
- pomak u ulogama ili odgovornostima unutar projekta
- odluka o pomicanju osnovnih crta zbog takvih odstupanja u izvedbi projekta kakva se ne mogu ispraviti.

Autorica Nahod (2010) donosi pregled literature iz područja dinamičnosti promjena u projektu u fazi izgradnje i klasificira dinamiku promjene na namjernu i nenamjernu te dalje identificira šesnaest uzroka dinamike u promjenama. Dinamika planiranih aktivnosti je namjerna dinamika, direktni ishod aktivnih intervencija. Pozitivan utjecaj dinamike na projekt projicira se kao napredak prema ispunjenju ciljeva projekta. Suprotno, negativan utjecaj namjerne dinamike na projekt je sprečavanje napredovanja projekta i ispunjenja projektnih ciljeva. Nenamjerna dinamika ili slučajna dinamika sustava tiče se utjecaja izvan kontrole voditelja projekta. Ona također može imati pozitivne i negativne učinke na projekt. Nepredviđeni događaji mogu značajno utjecati na projektne procese. Tijekom vremena potrebno je praćenje promjena, koje se mora vršiti stalnim procjenjivanjem i vrednovanjem dinamičnosti u redovitim intervalima. Takvo postupanje omogućuje biranje primjerenijih odgovora u upravljanju promjenama.

2. PRIMJER SLUČAJA – ZGRADA GRAĐEVINSKOG FAKULTETA OSIJEK

U srpnju 2005. godine Građevinski fakultet Osijek raspisao je natječaj za izradu idejnog arhitektonskog rješenja u prostoru Kampusa, naslijedivši prostor nekadašnje vojarne. Natječaj je trajao do listopada 2005. godine do kada je pristiglo 16 radova koji su odgovorili na poziv projektiranja obrazovne građevine koja svojim karakteristikama i sama treba obrazovati i poticati. Formalni zahtjev za projektiranje obuhvatio je potrebu za 5.500,00 m^2 neto površine, na građevinskoj čestici pravilnog pravokutnog oblika, dimenzija 132,00 x 49,50 m, površine 6.519,00 m^2. Ocjenjivački sud odabrao je progresivni i ekspresivni rad arhitekata Dinka Peračića i Romana Šilje sa suradnicima. Oblikovanje građevine uvelike je promišljano kroz integrirano oblikovanje konstruktivnog sustava koji je predmet istraživanja ovog rada. Građevina je u svom konceptu promišljana kroz jednostavnu horizontalnu organizaciju funkcionalnih traktova dok je superponiranje nivoa u presjeku ostvarilo kvalitetu središnjeg „javnog“ trakta koje je postalo najdinamičniji i vizualno najsloženiji dio građevine. Oblikovanje pročelja „rezanjem“ alternirajućih nečetverokutnih otvora, pokret visokostijenih nosača po vertikalnoj osi smjestili su građevinu u grupu složenih građevina. Građevina je 2016. godine dobila uporabnu dozvolu te predana na korištenje Građevinskom fakultetu Osijek.

2.1 Metodologija istraživanja

U procesu od natječajnog rada do predaje zgrade na korištenje, građevina je u procesu projektiranja doživjela promjene. Uzdužni konstruktivni sustav čini pet visokostijenih armiranobetonskih nosača koji su u projektu označeni osima A, E, I, O, U. U ovom radu promatrane su i analizirane promjene za dva visokostijena nosača istočnog i zapadnog pročelja, A i U, kroz analizu tri skupa dokumentacije u tijeku projektiranja.

3D modeliranje kao sredstvo dobivanja podataka za analizu promjena odabran je uslijed složenosti i karakterističnog oblika zgrade (složena geometrija otvora te nagib nosača pročelja) što bi bilo otežano iz 2D dokumentacije koja je bila ključni grafički materijal projekta. Dokumentaciju su za potrebe ovoga rada ustupili projektanti i investitor.

2.2 Istraživačke metode – analiza količina i ispitivanje stavova

Usporedbom podataka generiranih pomoću računalnog programa ArchiCad uočeno je da su promjene ostvarene između natječajnog rada i idejnog projekta te idejnog i glavnog projekta. Geometrijske promjene izražene su kao promjene u dužini, visini i volumenu nosača, broju otvora u zidnom plaštu te promjene u udjelu otvora u punom zidnom plaštu.

Nakon analizirane geometrije i promjena na nosačima, provedeni su prethodni razgovori s investitorom, izvođačem, nadzorom i revidentom. Vođeni razgovori s ključnim sudionicima u projektu imali su za cilj dodatno okarakterizirati promjene i potvrditi sve ključne sudionike. Na osnovu provedenih prethodnih razgovora pripremljen je upitnik za prikupljanje stavova o promjenama u projektu, komunikaciji i alatima koji su korišteni.

Upitnik je polustrukturiran, dio je pitanja pripremljen s ponuđenim odgovorima i dio pitanja s otvorenim odgovorima. Upitnik se sastojao od tri dijela:

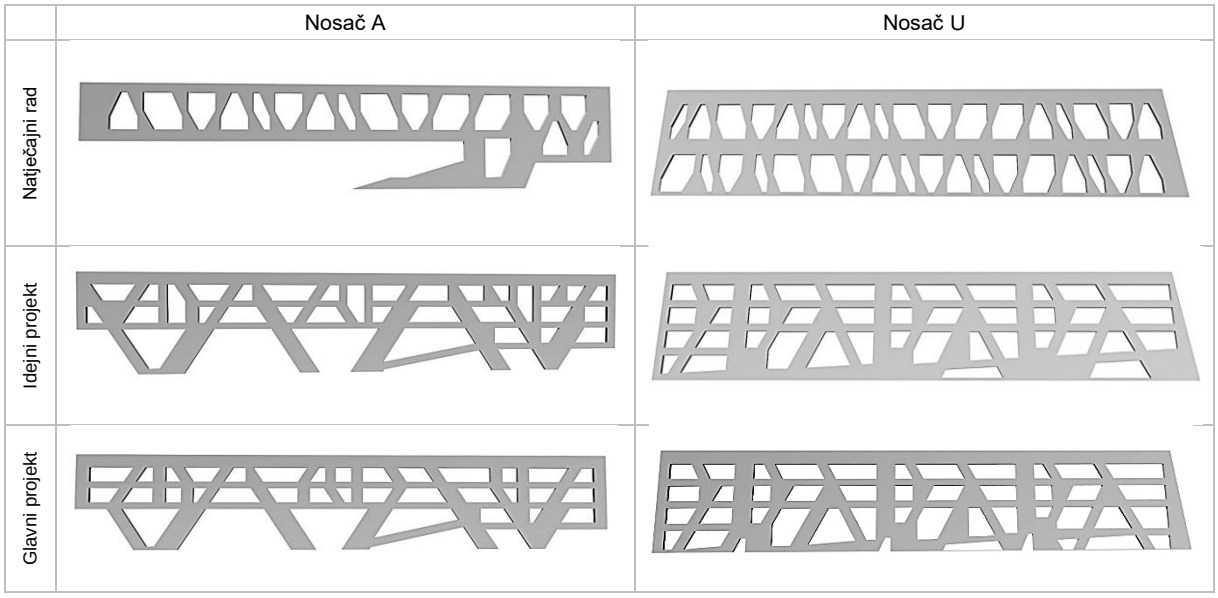
- pitanja o ulozi sudionika u projektu
- pitanja vezana za informacije o ulozi sudionika u promjenama identificiranim na pročeljima zgrade
- procjena pretpostavki u podijeli uloga i korištenja dokumentacije u različitim fazama projekta uključujući vlastite komentare sudionika o mogućnostima poboljšanja na navedenu temu.

Anketa je postavljena putem servisa Google Forms te je poslana sljedećim sudionicima: investitoru, revidentu statike i suradnicima, projektantima i suradnicima, predstavniku korisnika, nadzoru te voditelju projekta. Na anketu je odgovorilo 8 osoba.

3. REZULTATI

3.1 Promjene nosača A i U od natječajnog rada do glavnog projekta

Nosači A i U su modelirani u edukacijskim inačicama računalnih programa za BIM, Autodesk Revit i Graphisoft ArchiCAD prema natječajnom radu, idejnom projektu i glavnom projektu zgrade Građevinskog fakulteta Osijek (Slika 1).



Slika 1. Prikaz oblikovanja nosača A i U kroz faze projekta

Iz izrađenih modela su prikupljene informacije za usporedbu oblikovanja, udjela i rasporeda otvora, koji su izraženi kvantitativno, a promjene su pripisane klasifikaciji promjena u oblikovanju, funkciji, tehnologiji i količini (slika 2 do slika 4). Izrađeno je 6 modela, za svaki nosač 3 rješenja te su promjene klasificirane prema autoru Horine (2009).

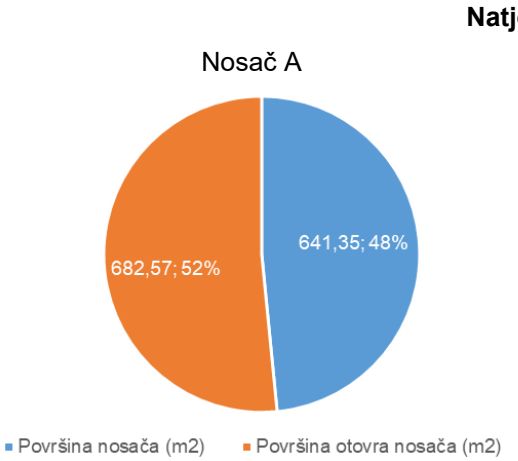
Anketnim upitnikom i intervjuima sudionika u projektu nastojalo se istražiti koje su zadaće sudionici percipirali, kojim alatima i koliko intenzivno su komunicirali te kako su ocijenili suradnju i alate koje su koristili.

Pregledom promjena uočava se da većina promjena pripada vrsti promjena koje su uzrokovane promjenom svojstava proizvoda, u slučaju promatrane građevine statičkih svojstava konstrukcije. Slijede promjene radi kvalitete koje možemo tumačiti kao promjene koje su posredno uzrokovane i prethodnim promjenama te promjene radi izvedbe i povećanja i smanjenja opsega projekta koji se dogodio u fazi između natječaja i izrade idejnog projekta.

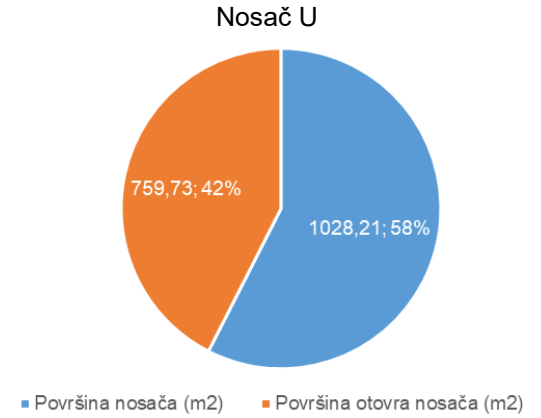
Prema klasifikaciji tipova izmjena projekta u prvom poglavlju ovog rada, promjene na visokostijenim nosačima Građevinskog fakulteta Osijek prikazane su u Tablici 1.

Table 1. Klasifikacija promjena na visokostijenim nosačima GFOS-a prema Horine [9]

Povećanje ili smanjenje opsega projekta	promjena dužine i visine nosača u cjelini promjena oblika, broja, rasporeda i veličine otvora promjena povećanje volumena betona
Povećanje ili smanjenje svojstva proizvoda	promjena statičkog sustava - promjena broja, veličine i mjesta oslanjanja nosača na podlogu promjena oblika, broja, rasporeda i veličine otvora promjena povećanje volumena betona promjena produljenje horizontalne grede duž cijele dužine zida promjena u vođenju stjenki nosača vertikalno i promjena širine stjenke nosača horizontalno (razmak od otvora do otvora) promjena broja i visine horizontalnih greda u odnosu na etaže
Povećanje ili smanjenje zahtjeva radi izvedbe	promjena rasporeda i površine otvora u odnosu na etaže promjena tehnologije izvedbe – ugradnja betona u oplatu promjena - mala izmjena nagiba pojedinih otvora i njihovog oblika
Povećanje ili smanjenje zahtjeva radi kvalitete	promjena statičkog sustava - promjena broja, veličine i mjesta oslanjanja nosača na podlogu promjena veličine slobodne (otvorene) površine promjena otvora, spajanje određenih otvora u cjelinu, razjedinjavanje određenih otvora promjena dodavanje novog broja otvora za prozore i vrata

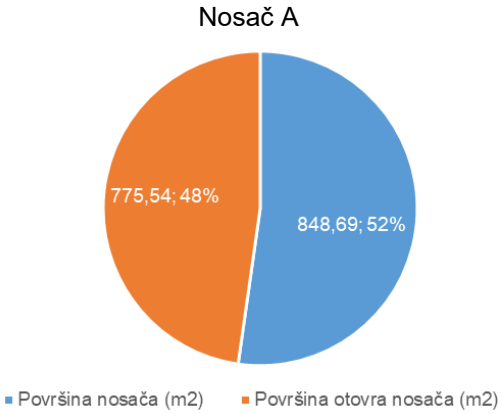


Slika 2a. Udio površina zida i otvora u ukupnoj površini nosača A

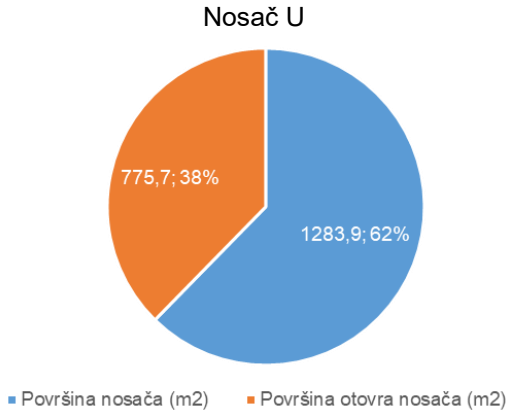


Slika 2b. Udio površina zida i otvora u ukupnoj površini nosača U

Idejni projekt

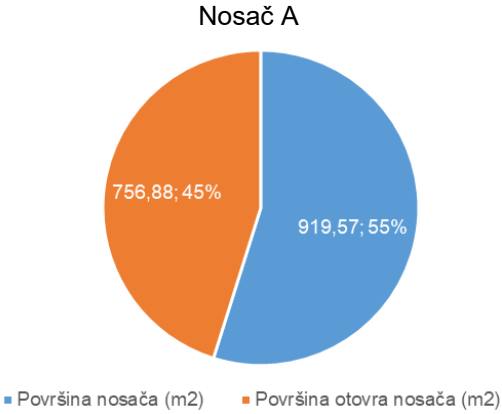


Slika 3a. Udio površina zida i otvora u ukupnoj površini nosača A

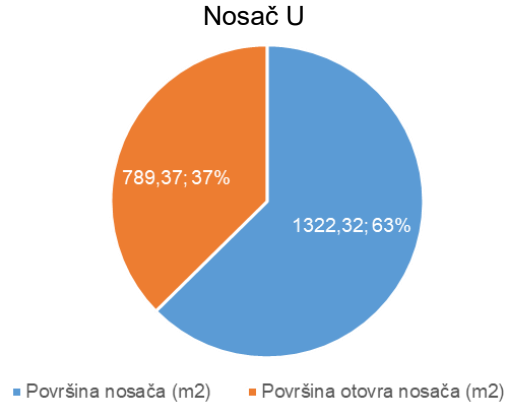


Slika 3b. Udio površina zida i otvora u ukupnoj površini nosača U

Glavni projekt



Slika 4a. Udio površina zida i otvora u ukupnoj površini nosača A



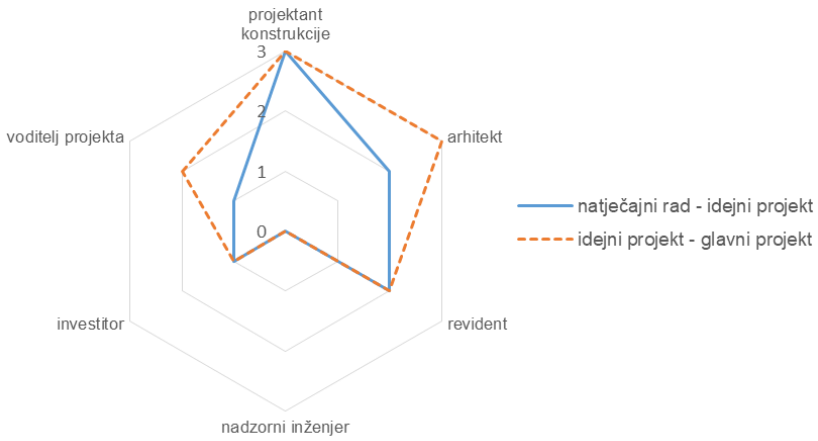
Slika 4b. Udio površina zida i otvora u ukupnoj površini nosača U

3.2 Rezultati anketnog upitnika – uloge, odgovornosti i komunikacija

U prvom pitanju anketnog upitnika bilo je potrebno opredijeliti se za jednu od tradicionalno korištenih naziva sudionika građenja. Odgovori ukazuju da je na anketu odgovorilo dva projektanta konstrukcije te po jedan arhitekt, investitor, revident, nadzorni inženjer te voditelj projekta. Iako se jedna osoba odredila kao voditelj projekta, u pitanju u kojemu se traži definicija zadaće koju su preuzeli nema odgovora o zadaćama voditelja projekta no investitor je naveo da je jedna od njegovih zadaća praćenje i kontrola projekta. U zadaćama koje su navedene od strane drugih sudionika, nitko nije opisao zadaću voditelja projekta.

Prema rezultatima ankete ispitanici koji su samostalni sudionici projekta su projektant konstrukcije i revident te predstavljaju manjinu; ostali koji predstavljaju većinu, dio su tima i redom su: predstavnik korisnika, nadzorni inženjer, arhitekt, voditelj projekta, investitor, suradnik revidenta. Prema odgovorima arhitekt je dio najvećeg tima u kojem određene zadaće ima 18 osoba. Najveću uključenost u fazi koja obuhvaća natječajni rad i idejni projekt imaju arhitekt i revident, dok veliku uključenost u idejni projekt ima još projektant konstrukcije. Kasniji odgovori pokazuju da je projektant konstrukcije imao veliku suradničku ulogu. U izradu glavnog projekta u potpunosti su uključeni projektant konstrukcije, revident, arhitekt i investitor.

U odnosu na BIM pristup koji zagovara sve sudionike od početka projekta, u razinu idejnog projekta bi trebali biti uključeni izvođači i voditelji projekta. Razliku između tradicionalnog i BIM pristupa pokazuju još i odgovori četiri sudionika vezano za natječajni rad i glavni projekt te tri sudionika vezano za idejni projekt koji ukazuju na to da nisu bili uključeni niti u jednu fazu izrade projekta.

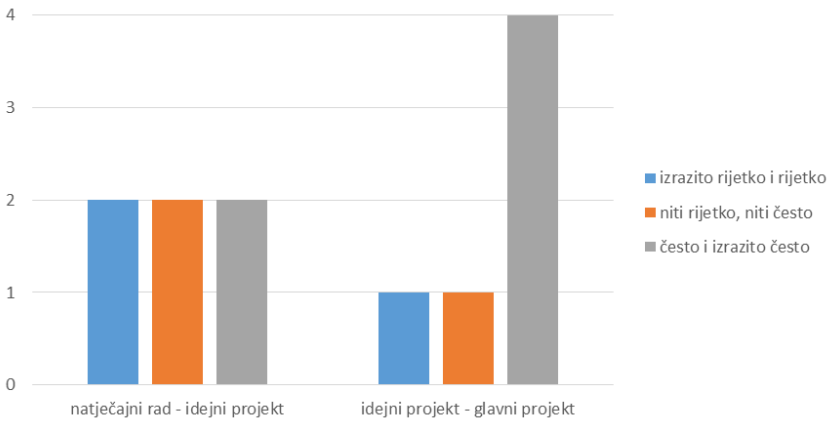


Slika 5. Usporedba uključenosti ispitanika u promjenama na pročelju

Odluke o promjenama na pročelju zgrade u fazi između natječajnog rada i idejnog projekta u najvećoj mjeri inicirali su revident i projektant konstrukcije zbog konstruktivnih razloga te su te promjene prema Horine [9] klasificirane kao *povećanje ili smanjenje svojstva proizvoda*, većina ostalih promjena posredne su promjene zbog izmjena konstruktivnog sustava te su o tom pitanju usko surađivali s arhitektom.

Četiri ispitanika bilo je uključeno u promjenu konstruktivnog sustava na pročelju, a po tri u oblikovanje otvora (Slika 6). U ovoj fazi nisu se razmatrale promjene koje se tiču količine i tehnologije izvođenja završnog sloja zida, a koje se nisu razmatrale niti u promjenama između idejnog i glavnog projekta.

U promjenama između idejnog i glavnog projekta po tri sudionika su bila uključena u promjene koje obuhvaćaju oblikovanje otvora, konstruktivnog sustava, količinu otvora te tehnologiju izvođenja konstruktivnog dijela zida i način povezivanja slojeva višeslojnog zida. Činjenica da izvođač nije bio uključen u ovim fazama projekta ogledala se kasnije u problemima prilikom izvođenja promatranih konstrukcija.



Slika 6. Procjena intenziteta komuniciranja o promjenama na pročelju

3.3 Rezultati otvorenih pitanja i komentari sudionika u projektu

Ispitanici su odgovarali na deset otvorenih pitanja koja su imala za cilj prikupiti stavove o podjeli uloga u projektu, načinima, medijima i intenzitetu komuniciranja u projektu te tijekom promjena. Komentari ispitanika na uloge u projektu upućuju na nedostatak dodatnih stručnjaka za sasvim specifična područja gradnje no i nedostatak voditelja projekta. Projektant konstrukcije navodi kako je potreban „*konkretniji projektni zadatak"* s uvjetima za izvedbu, „*kvalitetnije podloge"* od strane javnih tijela. Arhitekt navodi kako je u projektu nedostajala uloga „*tehnologa betona, eksperta za izvodljivost i održavanje, grafičkog dizajnera i umjetnika"*. Nadzorni inženjer napominje važnost uske suradnje arhitekta i projektanta konstrukcije „*već kod izrade idejnog rješenja".* Ukoliko ta suradnja izostane, redovno naknadno zbog konstruktivnih razloga dolazi do većih ili manjih izmjena u oblikovanju zgrade, što je bio slučaj i u primjeru zgrade Građevinskog fakulteta Osijek. Investitor vrlo jasno navodi i naglašava kako „*nedostaje vođenje projekta"* na višoj razini uz pravog voditelja projekta „*sa znanjima o ekonomiji, građevini, arhitekturi*."

Na pitanja o odgovornostima vezanim za promjene na pročelju, ispitanici nisu izrazili niti jednu sumnju o nedostatnim ulogama. Arhitekt navodi da su inicirane promjene uzrokovane „*detaljnostima razrade"* koje dolaze s detaljnošću tražene dokumentacije. Kao tim „*vodili su promjene i zajedno s projektantom konstrukcije donosili ključne odluke, na osnovi zahtjeva korisnika za unutrašnjim prostorima i informacija od strane projektanta zaštite od požara"*. Nadzor prema svojem iskustvu i svojoj upućenosti u projekt navodi kako su promjene na pročeljima rezultat razrade konstrukcije, sustava zaštite od požara i unutrašnjeg rasporeda prostorija prema dopunjenom projektnom zadatku od strane korisnika.

U fazi između idejnog i glavnog projekta težište promjena se pomiče prema promjenama vezanim za tehnologiju izvođenja no i dalje su promjene inicirane i u području oblikovanja, konstrukcije i količine koji se tiču otvora.

Arhitekt i revident koji su i glavni akteri, navode izvrsnu podjelu uloga tijekom izrade natječajnog rada, idejnog i glavnog projekta, projektant konstrukcije podjelu uloga smatra vrlo dobrom dok ostali sudionici nemaju jasan stav o tom pitanju. Kao jedan od problema navodi se problem udaljenosti arhitekata o mjesta izvođenja radova.

Po pitanju korištenja grafičkog materijala u komunikaciji arhitekt, projektant konstrukcije i revident smatraju ga vrlo dobrim dok ostali sudionici u projektu ne mogu dati ocjenu. Trajanje faza koncipiranja, definiranja i izvođenja projekta (od 2005. do 2016. godine) utjecala je na zastaru alata izrade. Također su izraženi problemi s promjenama u opremi zbog novije opreme u odnosu na starost projekta. Prisutan je komentar da vođenje zapisnika u početku izrade projekta nije bilo na zadovoljavajućoj razini te da bi „*projektima pomoglo primjenjivanje modela ugovora FIDIC"*. Moguća poboljšanja uz FIDIC ugovore pretpostavljena su da se pridonese kvaliteti projektne dokumentacije, umanji vjerojatnost grešaka i neusklađenosti u projektnoj dokumentaciji, ubrzanje rada i povećanje konkurentnosti.

Način komuniciranja u projektu su ispitanici opisali kao zadovoljavajući uz komentar negativnog vanjskog utjecaja na projekt „*dugo čekanje odluke Vlade RH o izmiještanju podzemnih vodova trafostanice".*

Na pitanja o važnosti ove teme, pet ispitanika je odgovorilo kako su pitanja kvalitetno oblikovana i u okviru teme, jedan ispitanik odgovorio je kako ne može procijeniti jer mu nije jasan fokus teme, te je jedan ispitanik tražio individualni razgovor o toj temi. Sedam ispitanika smatra kako je tema važna uz napomenu: „*ukoliko vodi nekom rješenju boljeg radnog procesa projektiranja*".

4. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

U prikazu slučaja projekta Građevinskog fakulteta Osijek dan je pregled promjena koje su iskazane za faze koncipiranja i definiranja projekta – izrada natječajnog rada, idejnog i

glavnog projekta. Promjene su iskazane izradom i analizom 3D modela. Pregledom promjena možemo utvrditi razlike između promjena na nosaču A i U. Nosač A imao je intenzivnije promjene – u većoj mjeri se dogodila promjena odnosa otvora i punog nosača gdje je u fazi idejnog projekta površina otvora bila veća od površine nosača no s trendom smanjenja te se broj otvora gotovo udvostručio – sa 17 na 31. Na nosaču A se udio otvora smanjio za 7% dok je na nosaču U smanjen za 5%. Velika konzola nosača A predviđena u natječajnom radu promijenjena je u drugi statički sustav što je uzrokovalo veće promjene koje su onda sagledane i u kontekstu funkcije. Ta je promjena uzrokovala i promjene u unutrašnjosti zgrade. Ove promjene mogle su biti riješene samo upravljačkim odlukama.

Nakon identifikacije promjena putem 3D modeliranja pridružene su vrste promjene sukladno raščlambi autora Horine [9]. Promjene radi kvalitete koja je u ovom slučaju kvaliteta statičkog sustava također upućuju na upravljačke odluke tijekom promjena na pročelju, kao i promjena opsega (dimenzija nosača i udio otvora u punom zidu) u svim koracima projekta. Slijed promjena prostorno planske dokumentacije koja obuhvaća prostor Kampusa u kojemu je lociran Građevinski fakultet Osijek prepoznajemo kao nenamjernu, vanjsku dinamiku koja je odluka mjerodavne vlasti [3]. Nenamjerna dinamika je problematična za projekt jer upravljanje i kontroliranje projekta postaje otežano.

U primjeru praćenja promjena na pročelju Građevinskog fakulteta Osijek na temelju prikupljenih informacija iz projektne dokumentacije, razgovora sa sudionicima i anketnog upitnika možemo zaključiti da su promjene na pročeljima namjerne te da je dinamika promatranih promjena bila vezana za procese odlučivanja i promjene tehnologije i tehnike.

Rezultati anketnog upitnika su pokazali u velikoj mjeri suradnju i podjelu odgovornosti između arhitekta, projektanta konstrukcije i revidenta. Komunikacija između struka nije bila putem 3D modela te se koristila 2D dokumentacija. Inicijatori promjena su bili revident i projektant konstrukcije zbog konstruktivnih razloga, te su te promjene posredno utjecale na daljnje promjene. Inicirane promjene uzrokovane su detaljnostima razrade dokumentacije. Naglašen je nedostatak uloga stručnjaka za specifična područja i nedostatak vođenja projekta na višoj razini.

Jasno je vidljivo da bi primjena BIM pristupa pomogla u efikasnijoj suradnji između struka, kvalitetnijoj i bržoj izradi i razmjeni dokumentacije, pregledu i kontroli projekta. Smanjila bi se vjerojatnost pojave izmjena projekta zbog uvida svih sudionika u kompletne informacije o modelu građevine koje su elektronski djeljive u zajedničkom okruženju te koje su tradicionalnim pristupom vođenja projekta fragmentirane. Nedostatak vođenja projekta na višoj razini pokrila bi uloga BIM menadžera koji bi imao vodeću ulogu u olakšavanju, vođenju i sudjelovanju u projektnim rješenjima, osobito u početnim fazama projekta.

LITERATURA

1. Radujković, M.: Voditelj projekta, Radujković, M.: Project manager, GRAĐEVINAR, 52 (2000) 3, pp. 143-151
2. Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17)
3. Nahod, M-M.: Upravljanje promjenama u fazi realizacije projekata visokogradnje, magistarski znanstveni rad, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagreb, Zagreb, 2010.
4. Park, M.; Peña-Mora, F.: Dynamic change management for construction: introducing the change cycle into model-based project management, System Dynamics Review, Volume 19, Issue 3, pages 213-242, https://doi.org/10.1002/sdr.273
5. Direktiva 2014/24/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 26. veljače 2014. o javnoj nabavi i o stavljanju izvan snage Direktive 2004/18/EZ (Službeni list Europske unije, L 094, 28. ožujka 2014., 65–242)
6. Kovacic, I., Filzmoser, M., Koesel, K., Oberwinter, L., Mahdavi, A.: BIM teaching as support to integrated design practice, GRAĐEVINAR, 67 (2015) 6, pp. 537-546, https://doi.org/10.14256/JCE.1163.2014

7. Bo Xia, B.; Chan, A.: Measuring complexity for building projects: a Delphi study, Engineering, Construction and Architectural Management, Volume 19 (2012), Issue: 1, pp. 7-24, https://doi.org/10.1108/09699981211192544
8. Jurčević, M., Pavlović, M., Šolman, H.: Opće smjernice za BIM pristup u graditeljstvu, Hrvatska komora inženjera građevinarstva, Zagreb, 2017.
9. Horine, G.M.: Vodič za upravljanje projektima: Od početka do kraja, Denona d.o.o., Zagreb, 2009.