

Analiza vremenskog odstupanja početnog plana građenja na studiji slučaja: Izvođenje armiranobetonskih radova na projektu izgradnje škole u Republici Hrvatskoj

Ksenija Tijanić Štrok

Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet, dr. sc., ksenija.tijanic@uniri.hr

Diana Car-Pušić

Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet, prof. dr. sc., diana.car.pusic@uniri.hr

Filip Marfan

Studio Marić d.o.o., filip.marfan@hotmail.com

Sažetak: U radu je na studiji slučaja provedena analiza vremenskog aspekta početnog plana građenja za izvođenje armiranobetonskih radova. Studija slučaja obuhvaća gradnju javne škole na području Republike Hrvatske koja je završena 2023. godine. Analizom početnog plana građenja utvrđeno je da ima nedostatke te da trajanja aktivnosti nisu u korelaciji s onim stvarno ostvarenima. Plan je u odnosu na početnih 86 radnih dana u stvarnosti trajao 272 radna dana što je prekoračenje od 216,28%. Prepoznati su glavni uzroci prekoračenja po pojedinim aktivnostima, a kao jedan od posebno učestalih pokazao se manjak komunikacije između projektnih sudionika. Dale su se preporuke za kvalitetnije vremensko planiranje te za smanjivanje odstupanja od planiranih trajanja, a koje mogu poboljšati procese upravljanja vremenom i projektom općenito.

Ključne riječi: škola, armiranobetonski radovi, početni plan, prekoračenje roka, preporuke

Time deviation analysis of the baseline plan on the case study: Implementation of reinforced concrete works on a school construction project in the Republic of Croatia

Abstract: In the paper, an analysis of the time aspect of the baseline plan for the execution of reinforced concrete works was carried out on a case study. The case study covers the construction of a public school in the Republic of Croatia, which was completed in 2023. By analyzing the baseline plan, it was determined that it has shortcomings and that the duration of the activities does not correlate with those actually achieved. Compared to the initial 86 working days, the baseline plan actually lasted 272 working days, which is an overrun of 216.28%. The leading causes of overruns in individual activities were identified, and lack of communication between project participants proved to be one of the particularly frequent ones. Recommendations were given for better time planning and for reducing deviations from planned durations, which can improve the processes of time management and project management in general.

Key words: school, reinforced concrete works, baseline plan, exceeding the deadline, recommendations

Tijanić Štok, K., Car-Pušić, D., Marfan, F.

**Analiza vremenskog odstupanja početnog plana građenja na studiji slučaja:
Izvođenje armiranobetonskih radova na projektu izgradnje škole u Republici Hrvatskoj**

1. UVOD

Građevinski projekt je kompleksan pothvat izgradnje građevine zadanih karakteristika i namjene sa zasebnim vremenskim, financijskim i tehničkim izvedbenim ciljevima [1], [2]. U svrhu ispunjenja navedenih ciljeva i uspjeha projekta primjenjuju se tehnike upravljanja projektima. Upravljanje projektima definira se kao primjena znanja, vještina, alata i tehnika na projektne aktivnosti u svrhu ostvarenja projektnih zahtjeva/ciljeva [3]. Bitan kriterij uspjeha građevinskog projekta je završetak unutar planiranog roka građenja [1], [4], međutim, upravo se kod vremenskog aspekta javljaju velike devijacije [5]. Razlog za to često leži u činjenici da se vremenski rokovi u ranim fazama planiranja određuju paušalno [6], ne vodeći računa o stvarnim potrebama i mogućnostima izvođača radova te zanemarujući brojne neizvjesnosti, ograničenja i rizike [7]. Vremenski rok izvođenja sastavni je dio ugovora o građenju [8] i predstavlja važan parametar za donošenje odluka u ranim fazama građenja [9], stoga bi njegovom planiranju trebalo pristupiti posebno pažljivo. Podloge koje nastaju kao rezultat planiranja nužni su alati upravljanja projektom stoga je što realniji vremenski plan od iznimne važnosti [4], [10]. Pokazalo se da iskustvo i znanje iz završenih građevinskih projekata može pomoći u sprječavanju grešaka i povećanju šansi za uspjeh budućih projekata [11]. Realnije vremensko planiranje budućih projekata zahtjeva prikupljanje informacija o završenim projektima [12] te dubinsku obradu i analizu takvih podataka kako bi se uočili trendovi i problemi, a sa svrhom davanja preporuka i mjera za planiranje i veću vremensku učinkovitost.

Cilj ovog rada je upravo na primjeru završenog građevinskog projekta koji je po prirodi kompleksan, s mnoštvom dionika i zahtjeva, analizirati i utvrditi vremenska prekoračenja u fazi građenja. Projektom je obuhvaćena izgradnja javne škole na području Republike Hrvatske. Osnovni ciljevi ovog rada uključuju analizu početnog plana građenja, identifikaciju uzroka nastalih vremenskih prekoračenja te predlaganje mogućih načina eliminiranja ili minimiziranja istih u budućim projektima sličnih karakteristika. Zbog složenosti i udjela armiranobetonskih radova u planu, te dostupnosti podataka, na predmetnom projektu izgradnje škole obrađivat će se samo aspekti tih radova. Istraživanje je provedeno po metodi studije slučaja.

Rad započinje uvodnim dijelom u kojem su istaknuti promatrana problematika i cilj istraživanja. U drugom odjeljku je dan sažeti prikaz istraživanja slične problematike s područja Republike Hrvatske te Bosne i Hercegovine, u zadnjih 30-tak godina. Odjeljak tri prikazuje način na koji je provedeno istraživanje te koje su metode pri tom korištene. U četvrtom odjeljku je opisana obrađivana studija slučaja te je provedena analiza, obrada i diskusija dobivenih rezultata. Peto poglavlje daje preporuke za bolje upravljanje vremenskom komponentom pri građenju građevinskih projekata. Zadnje poglavlje uključuje zaključke.

2. PREGLED PRETHODNIH ISTRAŽIVANJA PREKORAČENJA VREMENA U GRAĐEVINSKIM PROJEKTIMA S PODRUČJA HRVATSKE I BOSNE I HERCEGOVINE

Planiranje je postupak predviđanja događaja i aktivnosti budućih projekata gdje se na osnovu poznatih podataka i podloga izrađuju planovi izvršenja [1]. Početni plan predstavlja prvi prihvaćeni plan izvršenja projekta s definiranim slijedom događaja, dodijeljenim resursima i prihvatljivim datumima za ključne prekretnice, od kojih se posebno ističe rok završetka građenja. Početni plan temelj je za planiranje novčanog toka, upravljanje resursima, mjerenje napretka, identificiranje trendova i promjena u smislu troškova i vremena, predviđanje budućih vrijednosti te izvješćivanja o napretku projekta [13]. U upravljanju vremenom u građevinskim projektima početni planovi su od iznimne važnosti [14]. Upravljanje vremenom ponajprije znači osiguravati održavanje planiranih rokova za izvršavanje radova, tj. osigurati dovršenje projekta unutar planiranog vremenskog roka. Građevinarstvo načelno ima lošu reputaciju u odnosu na

Tijanić Štrok, K., Car-Pušić, D., Marfan, F.

**Analiza vremenskog odstupanja početnog plana građenja na studiji slučaja:
Izvođenje armiranobetonskih radova na projektu izgradnje škole u Republici Hrvatskoj**

prekoračenje početno planiranih rokova (vremena) u projektu [4]. Prekoračenje vremena predstavlja situaciju u kojoj se projekti ne uspiju dovršiti u ugovorenom roku [15]. Može ga uzrokovati bilo koja strana u ugovoru te može biti izravna posljedica jedne ili više okolnosti [16]. Prekoračenje vremena sa sobom često nosi i druge probleme kao što su prekoračenja troškova, sporovi, zastoji i ponekad potpuno odustajanje od projekta [17-19]. U praksi, prekoračenja se javljaju u gotovo svakom projektu izgradnje, a veličina tih prekoračenja znatno oscilira od projekta do projekta i zemlje do zemlje [20]. U nastavku će se prikazati neka od istaknutih istraživanja na temu vremenskih prekoračenja u građevinskim projektima s područja Republike Hrvatske i Bosne i Hercegovine.

U Hrvatskoj je široku studiju na temu vremenskih i troškovnih prekoračenja proveo Radujković [5]. Studijom je obuhvatio 333 projekta, a rezultati su pokazali prekoračenje roka građenja kod njih 78%. Utvrđeno je da su prekoračenja vremena zastupljena kod gotovo svih projekata s dužim rokom građenja. Kao najvažniji uzroci prekoračenja identificirani su sljedeći aspekti: promjene tehničke dokumentacije, klimatski uvjeti, uvjeti financiranja, pribavljanje dozvola i suglasnosti. Slično istraživanje provela je i Car-Pušić [21] koja je na temelju 107 projekata zaključila da su najčešći uzroci prekoračenja vremena građenja neadekvatno rukovođenje i propusti u organizaciji radova. Tijanić i Car-Pušić [4] su na temelju studije više slučaja obradile 12 različitih građevinskih projekata i utvrdile da su svi imali prekoračenja ugovorenih rokova, a prosječno prekoračenje iznosi 28.16%. Najčešći uzroci prekoračenja u predmetnim projektima su vremenski uvjeti i nepredviđeni radovi.

U Bosni i Hercegovini se promatranom problematikom bavila Žujo [22] koja je u svojoj doktorskoj disertaciji obradila 177 projekata. Rezultati su pokazali da ugovoreni rok nije ostvaren u njih 51,40%. Iz iste baze podataka izdvojeno je 29 projekata novogradnje i 24 rekonstrukcije. Pokazalo se da su vremenska prekoračenja kod novogradnje 12.80%, a kod rekonstrukcija 22,51%. Na prekoračenje ugovorenog roka najviše utječu rizični faktori koji se odnose na nepotpunu i netočnu tehničku dokumentaciju, lošu klimu, dozvole i suglasnosti te nerealno određen ugovoreni rok [6]. Petruševa i sur. [23] su na temelju studije gdje se proučavalo 75 projekata evidentirali da je kod 55 (73%) bilo prekoračenja roka građenja. Maksimalno prekoračenje ugovorenog roka bilo je 100%, dok je prosječno prekoračenje ugovorenog roka iznosilo 11,55%. Istaknuto je pet različitih razloga zbog kojih se pojavljuju neusklađenosti, a to su: suglasnosti i dozvole, klima, nepotpuna i neprecizna tehnička dokumentacija, isporuka materijala i uvjeti financiranja. Žujo i sur. [24] su na 40 projekata vodoopskrbnih sustava evidentirali nepoštivanje ugovorenog roka kod njih 28 (70%). Maksimalno prekoračenje ugovorenog roka je 150%, dok je prosječno prekoračenje ugovorenog roka 27,93%

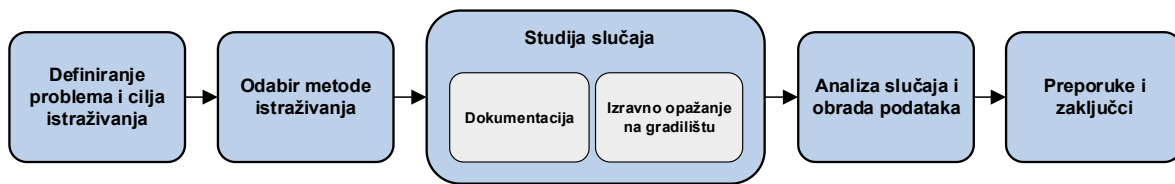
Vidljivo je da je u obje zemlje problematika prekoračenja planiranih vremenskih rokova građenja bila tema istraživačkih studija, no u njihovoj građevinskoj praksi pojava navedenih prekoračenja i dalje nije rijetka pojava, što se pokazalo i unutar ovog rada. Znanja i iskustva stečena na završenim projektima vrijedan su ulazni podatak za uspjeh nekih budućih projekata [11], stoga istraživanja ove problematike ne treba zanemariti, jer se iz svakog projekta može naučiti nešto novo što potencijalno može poboljšati procese upravljanja vremenom i projektom općenito.

3. METODOLOGIJA RADA

Metodologija rada prikazana je hodogramom na Slici 1.

Tijanić Štrok, K., Car-Pušić, D., Marfan, F.

Analiza vremenskog odstupanja početnog plana građenja na studiji slučaja: Izvođenje armiranobetonskih radova na projektu izgradnje škole u Republici Hrvatskoj



Slika 1. Hodogram rada

Rad započinje prepoznavanjem definiranog problema i cilja istraživanja, nakon čega slijedi odabir metode kojom će se istraživanje provesti, u ovom slučaju radi se o studiji slučaja koja je provedena na temelju podataka iz dva izvora, a to su projektna dokumentacija i izravno opažanje jednog od sudionika građenja na gradilištu. Obradom i analizom podataka predmetne studije slučaja proizašli su zaključci i preporuke za smanjenje vremenskog prekoračenja u budućim sličnim građevinskim projektima.

Metoda studije slučaja je kvalitativna istraživačka metoda kojom se nastoje zabilježiti obuhvatne informacije o slučaju određene skupine ili kategorije pojava te se na temelju njih donose zaključci o drugim slučajevima iste kategorije [4]. Prema Creswellu [25], studija slučaja primjenjuje se kada se proučava stvarni život, jedan ograničeni sustav (slučaj) ili više njih (slučajevi) tijekom vremena, a na temelju detaljnih podataka iz nekoliko izvora informacija. Pri provedbi studije slučaja preporučuje se dakle korištenje više izvora podataka, dva ili više, kao što su izravna detaljna opažanja, intervjui i dokumenti [26]. U ovom istraživanju kao izvor podataka korištena je projektna dokumentacija te izravno opažanje podizvođača armiranobetonskih radova na gradilištu. Pri provedbi studije slučaja, nakon odabira reprezentativnog slučaja i prikupljanja podataka, podaci se analiziraju i obrađuju sa svrhom donošenja zaključaka i modifikacija, odnosno poboljšanja postojećeg sustava u obliku smjernica, preporuka ili mjera.

Studija slučaja ocijenjena je kao prikladna metoda za provođenje ovog rada zbog kompleksnosti istraživanog slučaja čije značajke i probleme vrlo često dijele i drugi građevinski projekti, te će se zaključci i preporuke dobivene na temelju ovog istraživanja moći i primijeniti na projektima van ovog slučaja, što će potencijalno dovesti do smanjenja vremenskih prekoračenja u budućim projektima.

4. STUDIJA SLUČAJA – ARMIRANOBETONSKI RADOVI NA ŠKOLI U REPUBLICI HRVATSKOJ

4.1 Karakteristike studije slučaja

Odabrana studija slučaja predstavlja izgradnju javnog objekta školske ustanove na području Republike Hrvatske.

Predmetna školska ustanova predstavlja javni projekt od društvenog značaja kojeg financira javna uprava. Natječaj za izvođača proveden je putem javne nabave. Izgradnja škole završena je tijekom 2023. godine, a trajala je oko 4 godine. Izgradnja samog objekta procijenjena je na oko 4 000 000 eura.

Površina objekta prostire se na preko 2900 m², na nekoliko etaža s ravnim neprohodnim krovom. Etaže uključuju prizemlje, 1. kat i 2. kat. Komunikacija između etaža osigurana je stepeništima i jednim dizalom. Cijela nosiva konstrukcija je izvedena od armiranog betona, a sastoji se od temelja, nadtemelja, ploča, zidova, stupova, greda i stepeništa. Za armiranje elemenata primjenjivao se betonski čelik B500B. Dovož betona je bio osiguran iz obližnje betonare kamionima mikserima, a ugradnja betona se vršila betonskim mobilnim pumpama. Osnovnu nosivu konstrukciju građevine čine armiranobetonski zidovi koji su se izvodili u glatkoj

Tijanić Štok, K., Car-Pušić, D., Marfan, F.

Analiza vremenskog odstupanja početnog plana građenja na studiji slučaja: Izvođenje armiranobetonskih radova na projektu izgradnje škole u Republici Hrvatskoj

široko plošnoj oplati, armirani su u dvije zone armaturnim mrežama te su betonirani betonom razreda tlačne čvrstoće C25/30. Postavljanje oplata vršilo se toranjskim dizalicama [27].

Kao područje interesa na predmetnom projektu gradnje škole odabrani su armiranobetonski radovi zbog njihove važnosti za cijeli objekt, složenost obavljanja tih radova, kao i njihove količine te procijenjenih trajanja i troškova gradnje koji čine značajan udio na promatranom objektu. Također, unutar njih su primijećeni problemi koji su uzrokovali velika vremenska odstupanja.

Armiranobetonske radove na građevini izvodio je podizvođač radova, angažiran od strane glavnog izvođača radova. Prema saznanjima autora ovog rada, unutar projekta nije bio angažiran voditelj projekta (*engl. Project Manager*).

Detaljnije informacije o samom projektu nisu dane u ovom radu zbog zaštite podataka i ne otkrivanja identiteta pravnih osoba uključenih u izvedbu. Detaljnije informacije mogu se dobiti na upit i odobrenje od autora ovog rada.

4.2 Analiza plana i razlozi odstupanja

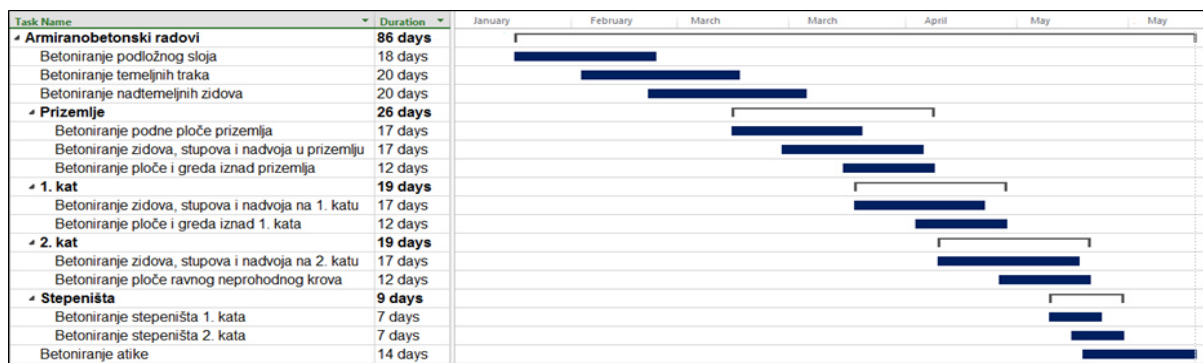
Početni plan građenja pripremio je glavni izvođač radova. Armiranobetonske radove konkretno u ovom slučaju izvodio je podizvođač radova.

Predmetni armiranobetonski radovi obuhvaćaju aktivnosti izrade oplata, armiranja i samog betoniranja pojedinog konstrukcijskog elementa. Ukupna količina (cca) pojedinih radova prema troškovniku je sljedeća: oplata 12 500 m², armatura 270 t, beton 2 000 m³. Svaki od ovih radova ima svoje zahtjeve izvedbe i kvalitete. Važnost armiranobetonskih radova za ovaj projekt je neupitna budući da je cijela nosiva konstrukcija predviđena od armiranobetonskih elemenata, stoga u izvođenju ne smiju nastati propusti. Svi elementi moraju se izvoditi prema statičkom proračunu, prema nacrtima, prema projektu betona, te moraju ispunjavati temeljne zahtjeve za građevinu koji su u Republici Hrvatskoj definirani Zakonom o gradnji [28].

Prije početka izvođenja radova potrebno je bilo izraditi početni plan građenja kojim se definiraju potrebni resursi, potrebne aktivnosti, njihov vremenski raspored i redoslijed kao i međusobni odnosi, a sa svrhom dobivanja realističnog roka građenja. Adekvatno planiranje omogućuje bolju kontrolu nad projektom, smanjuje kašnjenja, poboljšava kvalitetu i racionalizira troškove.

Uvidom u početni plan građenja za armiranobetonske radove otkrili su se određeni njegovi nedostaci koji su utjecali na uspješno izvršenje plana.

Početni plan građenja pripremljen prema informacijama od glavnog izvođača prikazan je na Slici 2.



Slika 2. Početni plan građenja za armiranobetonske radove

Tijanić Štok, K., Car-Pušić, D., Marfan, F.

**Analiza vremenskog odstupanja početnog plana građenja na studiji slučaja:
Izvođenje armiranobetonskih radova na projektu izgradnje škole u Republici Hrvatskoj**

Prema planu sa Slike 2, ukupno trajanje radova je 86 radnih dana, gdje je početak izvođenja radova predviđen početkom 2020. godine, a datum završetka sredinom iste godine. Plan se sastoji od 13 aktivnosti.

Planom nije adekvatno i detaljno razrađena hijerarhijska struktura aktivnosti što se u građevinskim projektima uobičajeno izvodi putem strukturne raščlambe projekta ili WBS-a (*engl. Work Breakdown Structure*). Pri izradi plana važno je dobro razumjeti sadržaj projekta i taj sadržaj pomoću strukture prikazati u planu. Struktura je bitna kako bi se olakšao i unaprijedio proces planiranja, praćenja i kontrole [1]. Zadatak WBS-a je povezano definirati i raščlaniti projekt do elemenata koje se mogu pojedinačno organizirano izvršiti, tj. u ovom slučaju planirati i proračunati kako bi se izradio projektni plan. Ovakvom strukturom je potrebno obuhvatiti sav opseg, odnosno posao koji je potrebno obaviti kako bio ovaj dio projekta bio završen. Unutar prikazanog plana nema numeričkih oznaka razina WBS-a, promatrani dio projekta je mogao biti detaljnije razrađen i podijeljen na više podprojekata (npr. uz postojeće dodati temelje i nadtemelje, krov), određene aktivnosti su spojene u jednu grupnu aktivnost što otežava upravljanje takvim aktivnostima (npr. betoniranje zidova, stupova i nadvoja), također, iz plana je izostavljena aktivnost izvedbe betona na ravnom krovu, a koja je projektom bila predviđena.

Unutar plana nisu istaknute veze među aktivnostima koje naglašavaju njihovu međusobnu ovisnost. Na ovaj način otežana je provjera točnosti plana kao i njegovo korištenje. Teško je shvatiti logiku kojom je određena dinamika rada i ukupno trajanje plana. Iz plana nije jasno koje su aktivnosti kritične niti koji su iznosi vremenskih rezervi po pojedinim aktivnostima [1]. Uvidom u vremenske rezerve jasno je koliko se određene aktivnosti mogu pomaknuti ili odužiti, a da se ne utječe na krajnji rok projekta.

Dubljim uvidom u problematiku plana je utvrđeno da su trajanja radova određena aproksimativno ne uzimajući u obzir normative radova. Normativi ukazuju na količinu utroška materijala, vremena, pogonske energije i radne snage na osnovu koje se izrađuju planovi, odnosno proračunavaju trajanja pojedinih aktivnosti. Često se primjenjuju javni i svima dostupni normativi građevinskih radova [29], [30]. Građevinska poduzeća također mogu koristiti vlastite interne normative, specifične za njih s obzirom na način rada i dostupne resurse. Budući da u predmetnoj studiji slučaja nisu primjenjivani normativi, trajanja većine radova su bila podcijenjena.

Prema svemu prikazanom može se zaključiti da je ovdje prikazani plan izrađen neutemeljenim i površnim metodama ne slijedeći teorijska i stručna pravila za izradu istog.

Uz početnu istaknutu problematiku izrađenog plana, pojavile su se i dodatne otežavajuće vanjske okolnosti. Naime, tijekom predviđenog perioda izvođenja predmetnih radova svijet se suočio s epidemijom bolesti COVID 19, što je poremetilo nesmetan tijek obavljanja građevinskih radova prvenstveno u pravovremenoj dostavi potrebnog materijala. Jedan od problema je također bila lokacija samog gradilišta koji se nalazi u zoni gusto naseljenih područja s dodatno pojačanim prometom u tijeku ljetnih mjeseci te je promet na gradilište zbog navedenih razloga bio otežan. Iako vrlo bitne, ove dvije okolnosti nisu bile glavni izvor prekoračenja trajanja radova, niti se na njih moglo olako utjecati.

U stvarnosti su se radovi izvodili ukupno 272 radna dana, u odnosu na početnih planiranih 86, što predstavlja ukupno prekoračenje plana od 216,28%. Glavni razlozi odstupanja pojedinih radova prikazani su unutar Tablice 1.

Tijanić Štrok, K., Car-Pušić, D., Marfan, F.

**Analiza vremenskog odstupanja početnog plana građenja na studiji slučaja:
Izvođenje armiranobetonskih radova na projektu izgradnje škole u Republici Hrvatskoj**

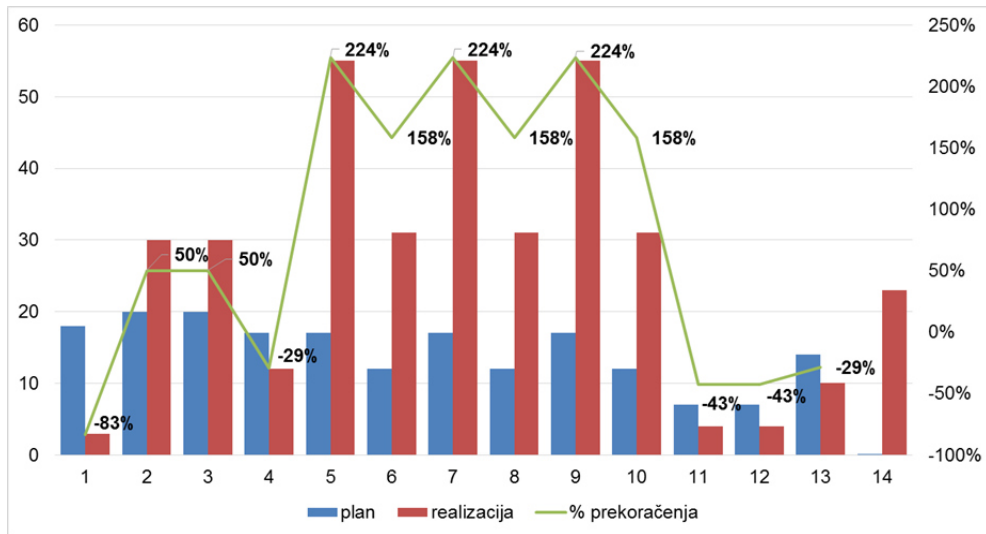
Tablica 1. Odstupanja planiranih trajanja aktivnosti i razlozi odstupanja

R. br.	Aktivnost	Plan (dani)	Izvedba (dani, cca.)	Razlozi odstupanja
1	Betoniranje podložnog sloja	18	3	Krivo proračunate ulazne količine za procjenu trajanja rada
2	Betoniranje temeljnih traka	20	30	Neusklađenost i manjak komunikacije između izvođača i podizvođača, izvođenje armature je bilo zahtjevnije nego očekivano (primjena armaturnih šipki većih promjera, RA Ø20-25)
3	Betoniranje nadtemeljnih zidova	20	30	Neusklađenost i manjak komunikacije između izvođača i podizvođača, izvođenje armature je bilo zahtjevnije nego očekivano (primjena armaturnih šipki većih promjera, RA Ø20-25)
4	Betoniranje podne ploče prizemlja	17	12	Izvođenje oplata je bilo jednostavnije nego očekivano
5	Betoniranje zidova, stupova i nadvoja u prizemlju	17	55	Neusklađenost i manjak komunikacije između izvođača i podizvođača, radnici podizvođača nisu imali prethodno iskustvo u radu s velikoplošnom oplatom
6	Betoniranje ploče i greda iznad prizemlja	12	31	Neusklađenost i manjak komunikacije između izvođača i podizvođača, izvođenje armature je bilo zahtjevnije nego očekivano (primjena armaturnih šipki većih promjera, RA Ø20-25)
7	Betoniranje zidova, stupova, nadvoja na 1. katu	17	55	Neusklađenost i manjak komunikacije između izvođača i podizvođača, radnici podizvođača nisu imali prethodno iskustvo u radu s velikoplošnom oplatom
8	Betoniranje ploče i greda iznad 1. kata	12	31	Neusklađenost i manjak komunikacije između izvođača i podizvođača, izvođenje armature je bilo zahtjevnije nego očekivano (primjena armaturnih šipki većih promjera, RA Ø20-25)
9	Betoniranje zidova, stupova i nadvoja na 2. katu	17	55	Neusklađenost i manjak komunikacije između izvođača i podizvođača, radnici podizvođača nisu imali prethodno iskustvo u radu s velikoplošnom oplatom
10	Betoniranje ploče ravnog neprohodnog krova	12	31	Neusklađenost i manjak komunikacije između izvođača i podizvođača, izvođenje armature je bilo zahtjevnije nego očekivano (primjena armaturnih šipki većih promjera, RA Ø20-25)
11	Betoniranje stepeništa 1. kata	7	4	Promjena u dizajnu stubišta
12	Betoniranje stepeništa 2. kata	7	4	Promjena u dizajnu stubišta
13	Betoniranje atike	14	10	Smanjena planirana visina atike
14	Izrada betona za pad ravnog neprohodnog krova	0	23	Stavka nije predviđena početnim planom

Grafički su veličine vremenskog odstupanja pojedinih aktivnosti prikazane na Slici 3.

Tijanić Štok, K., Car-Pušić, D., Marfan, F.

Analiza vremenskog odstupanja početnog plana građenja na studiji slučaja: Izvođenje armiranobetonskih radova na projektu izgradnje škole u Republici Hrvatskoj



Slika 3. Veličine vremenskih odstupanja pojedinih aktivnosti od planiranog

Prosječna razlika između planiranog i stvarnog trajanja pojedinih aktivnosti je oko 113%. Uz predviđenih 13 aktivnosti prilikom stvarne realizacije radova, pojavila se dodatna aktivnost koja uključuje izradu betona za pad ravnog neprohodnog krova, a koja početnim planom građenja uopće nije bila predviđena. Četiri aktivnosti su obavljene brže nego li je planirano, dok su sve ostale trajale duže.

Kao jedan od velikih problema na gradilištu pokazala se neusklađenost radova i manjak komunikacije između glavnog izvođača i podizvođača radova. Izvođač je definirao vrlo kratke rokove, zanemario je zahtjevnost posla i predvidio određene načine isporuke radova koje podizvođač s obzirom na dostupne resurse i iskustvo nije mogao pravodobno ispuniti, te su se radovi produžili uslijed otežanog obavljanja radova. Istaknuti sudionici trebali su i mogli su poboljšati međusobnu komunikaciju, uskladiti se i formulirati potrebno vrijeme za obavljanje pojedinih radova te tako dobiti realniji plan građenja. Ovo se moglo postići primjenom internih normativa podizvođača koji je s obzirom na svoje mogućnosti i iskustvo mogao točnije odrediti tehnike i metode obavljanja radova, odnosno trajanje i slijed obavljanja pojedinih aktivnosti, što bi rezultiralo preciznijom procjenom rokova. Izradom kvalitetnog početnog plana dobila bi se adekvatna osnova za daljnje planiranje i predviđanje građenja. Početni plan građenja je zatim potrebno kontinuirano pratiti, kontrolirati i ažurirati kako bi se imale pravodobne i adekvatne informacije o izvršenjima i budućem planu. Na ovaj način bi se dobila pravovaljana informacija za upravljanje resursima i organizaciju poslova. Ostalim podizvođačima na konkretnom gradilištu bi se dala adekvatna informacija o završetku predmetnih radova, odnosno moglo bi se na vrijeme rezervirati termin započinjanja ostalih radova koji slijede nakon armiranobetonskih kao i rezervirati, angažirati, nabaviti i dopremiti potrebne resurse. Također, investitor bi u ovom slučaju dobio točniji uvid u rok završetka, što je za njega uz troškove najvažnija informacija.

5. PREPORUKE ZA SMANJENJE VREMENSKIH PREKORAČENJA U GRAĐEVINSKIM PROJEKTIMA

Prema obrađenoj studiji slučaja i dobivenim rezultatima preporučuju se sljedeće mjere koje potencijalno mogu pridonijeti smanjenju vremenskih prekoračenja u fazi građenja projekta.

Tijanić Štrok, K., Car-Pušić, D., Marfan, F.

**Analiza vremenskog odstupanja početnog plana građenja na studiji slučaja:
Izvođenje armiranobetonskih radova na projektu izgradnje škole u Republici Hrvatskoj**

- Prije početka planiranja radova, važno je detaljno analizirati projektnu dokumentaciju, uvjete na gradilištu i identificirati sve zahtjeve, opsege i ciljeve projekta kako bi se planom uzele u obzir sve okolnosti te smanjila pojava neplaniranih radova ili nepotrebnih izmjena projekta.
- Izradi plana treba pristupiti ozbiljno, pridržavajući se svih teorijskih i stručnih znanja. Plan se treba temeljiti na ispravnim tehnološkim procesima, uvjetima izvođenja, tehničkim uputama, relevantnim odredbama zakonske regulative, uz provedbu mjera sigurnosti na radu, primjenu najboljih praksi i standarda i pravila struke. Preporučuje se za izračun trajanja radova koristiti relevantne građevinske normative ili interne normative pravne osobe koja sudjeluje u gradnji. Plan treba biti jasan, precizan, realan, nedvosmislen. Treba biti jasno strukturiran, s definiranim potrebnim resursima i odgovornim osobama, te treba biti jasan odnos između pojedinih aktivnosti. Plan treba biti izrađen sofisticiranim računalnim alatima.
- U plan treba uključiti faktor neizvjesnosti, odnosno aktiviranja rizičnih faktora, na način da se u početni plan građenja adekvatno rasporedi dovoljna količina vremenskih rezervi koje služe za apsorpciju negativnog utjecaja neizvjesnih djelovanja kao što su npr. nedostupnost materijala, zastoji uslijed vanjskih okolnosti, kvarovi građevinske mehanizacije, nepovoljni vremenski uvjeti, i sl.
- Nakon što je planiranje radova provedeno, važno je pratiti napredak projekta i redovito pregledavati plan kako bi se identificirali mogući problemi i napravile prilagodbe ako je potrebno. Kontinuirano praćenje i revizija plana omogućit će fleksibilnost i adekvatan odgovor na promjene koje se mogu pojaviti tijekom izvođenja projekta. Kada se detektiraju kašnjenja, potrebno je definirati i analizirati njihove uzroke te odrediti adekvatne metode za približavanje prvobitnim rokovima. To može uključivati preraspodjelu resursa, ubrzanje obavljanja aktivnosti angažiranjem dodatnih resursa ili preraspoređivanje aktivnosti, a sve kako bi se smanjio utjecaj zakašnjenja na ukupni vremenski rok projekta.
- Preporuča se korištenje sustava praćenja i izvješćivanja o stanju projekta. Navedeno će osigurati transparentnost u upravljanju vremenom projekta. Sustav će olakšati i ubrzati proces donošenja odluka koje će se temeljiti na stvarnim podacima i pružit će pravodobne informacije o napretku i stanju projekta svim projektnim sudionicima. U ove se svrhe mogu koristiti suvremeni alati za praćenje i kontrolu poput metode ostvarene vrijednosti (*engl. Earned Value Analysis*) koja uz stanje vremena prati i ostvarene troškove. Prijedlog mjera uključuje praćenje raspoloživih resursa, identifikaciju njihove dostupnosti i usklađivanje s potrebama projekta.
- Upravljanje vremenskom komponentom projekta zahtijeva kvalitetnu i pravodobnu komunikaciju i suradnju unutar projekta sa svim njegovim sudionicima. Glavni sudionici projekta su: investitor, projektant, građevinski nadzor i izvođač radova. Uz njih u projektima često sudjeluju voditelji projekta, podizvođači i dobavljači. Kontinuirano komuniciranje omogućuje praćenje progressa projekta, rano otkrivanje problematičnih aspekata i pravovremenu reakciju na poteškoće vezane uz rokove i vrijeme. Suradnja s projektnim sudionicima ključna je za pridržavanje vremenskih rokova jer omogućuje usklađeno i koordinirano obavljanje aktivnosti. Treba biti obveza minimalno jednom tjedno održavati sastanke sa svim projektnim sudionicima, a na kojima će se rješavati sva problematična pitanja. U slučaju potrebe, sastanci se trebaju održavati i češće. Za kvalitetnu i efikasnu komunikaciju na projektu preporučuje se također korištenje komunikacijskih računalnih platformi. Danas na tržištu postoje specijalizirane platforme za komunikaciju i upravljanje građevinskim projektima koje omogućavaju laku i brzu razmjenu informacija, sigurnost podataka, uštedu vremena, smanjenje rizika i troškova kroz cijeli životni ciklus građevine (npr. PlanRadar, VOLUM3). Na ovaj se

Tijanić Štrok, K., Car-Pušić, D., Marfan, F.

Analiza vremenskog odstupanja početnog plana građenja na studiji slučaja: Izvođenje armiranobetonskih radova na projektu izgradnje škole u Republici Hrvatskoj

način transparentno upravlja rokovima, zadacima i odgovornostima pojedinih sudionika na projektu.

- Procjenu vremena u početnim fazama projekta opravdano je provesti i potvrditi korištenjem baza podataka završenih projekata sličnih karakteristika. Na temelju takvih baza moguće je razvijati znanstveno utemeljene matematičke modele procjene koji dodatno mogu poboljšati preciznost početnih vremenskih planova. Buduća istraživanja trebaju ići u ovom smjeru.
- U provedbu projekata od javnog interesa važno je uključiti voditelja projekta (*engl. Project Manager*) koji će u njega biti uključen od najranijih faza pa sve do kraja projekta te će omogućiti i provesti sve gore navedene mjere. U Republici Hrvatskoj obveza imenovanja voditelja projekta pri gradnji zgrada javne namjene odnosi se na investicije samo preko 4,645,300.00 eura bez PDV-a [31]. Voditelj projekta je stručnjak koji će usmjeravati, nadzirati i voditi projekte i timove. On je taj koji koordinira ostale sudionike i uspostavlja kvalitetnu komunikaciju između svih strana. Kvalitetan voditelj projekta mora posjedovati tehničko-stručna znanja iz građevinarstva, specijalistička znanja iz teorije upravljanja projektom, skup temeljnih interdisciplinarnih znanja iz organizacije, prava i ekonomije kao i opća znanja o ljudskom ponašanju, sociologiji i psihologiji [32]. Voditelj projekta je kao operativni menadžer odgovoran za ostvarenje ciljeva projekata, odgovoran je za planiranje i organiziranje posla na projektu, komunikaciju s višim menadžmentom i ostalim projektnim sudionicima, upravljanje aktivnostima te isporučivanje građevinskog projekta investitoru/naručitelju u okvirima predviđene kvalitete, troškova i vremena [33].

Projekt obrađen u ovom radu je složeni projekt od društvenog interesa u koji je uključena javna vlast, mnoštvo dionika kao što su lokalna zajednica, roditelji, učenici, projektni sudionici i sl. Škole su jedne od najbitnijih ustanova u društvenoj zajednici zbog svoje odgojne i obrazovne uloge. Svako produženje roka građenja škole odgađa početak pružanje javne usluge i povećava potrošnju javnog novca.

Problemi navedeni u ovom radu mogu se dogoditi u svim građevinskim projektima stoga su ovdje donesene mjere široke i korisne za sve projekte.

6. ZAKLJUČAK

Dovršenje projekta u ugovorenom vremenu jedan je od glavnih pokazatelja njegove uspješne realizacije. Kašnjenje za sobom povlači brojne druge probleme od kojih je posebno kritično povećanje troškova, stoga je važno planiranju vremena pristupiti vrlo pažljivo. Tijekom samog izvođenja radova važno je pratiti, nadzirati i kontrolirati realizaciju te poduzeti sve potrebne mjere u svrhu regulacije prekoračenja.

U ovom je radu na primjeru projekta izgradnje javne škole analiziran vremenski aspekt izvođenja armiranobetonskih radova. Najprije je analiziran početni plan građenja za koji se utvrdilo da je izrađen paušalno, ne služeći se strukturom, normativima, ne postoje vremenske rezerve niti je poznat odnos između pojedinih aktivnosti. Uz navedene manjkavosti početnog plana, pojavili su se i problemi u izvedbi koji su dodatno pomakli vremenske rokove. Najveća problematika uočena je u nedostatku komunikacije između sudionika projekta, a koja je osnova za uspješno upravljanje projektom. Glavna preporuka za rješavanje problema nedostatka komunikacije ide u smjeru poboljšanja suradničkih veza kroz obvezne redovne sastanke i korištenje računalnih platformi za upravljanje projektima.

Jedna od prepoznatih mjera uključuje i angažiranje voditelja projekta u proces građenja, a čiji angažman u svim javnim projektima u Republici Hrvatskoj još uvijek nije obavezan. S obzirom na brojne neadekvatnosti tijekom izrade plana i same izvedbe radova na predmetnom

Tijanić Štrok, K., Car-Pušić, D., Marfan, F.

**Analiza vremenskog odstupanja početnog plana građenja na studiji slučaja:
Izvođenje armiranobetonskih radova na projektu izgradnje škole u Republici Hrvatskoj**

projektu, a promatrajući istaknute zadaće, uloge i važnost voditelja projekta, prepoznato je da bi njegov angažman pridonio uspjehu budućih projekta u smislu dovršenja u okviru planiranog vremena.

Na temelju prikazanih podataka iz predmetnog projekta predložile su se i ostale moguće mjere sprječavanja nastajanja i minimiziranja odstupanja od planiranih trajanja u budućim projektima, a koje mogu poboljšati procese upravljanja vremenom i projektom općenito.

LITERATURA

1. Radujković, M., Car-Pušić, D., Ostojčić Škomrlj, N., Vukomanović, M., Burcar Dunović, I., Delić, D., Meštrović, H.: Planiranje i kontrola projekata, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2012.
2. Car-Pušić, D., Marović, I., Gudac, I.: Važnost projekta organizacije u pripremi izvođenja građevinskih radova, Zbornik radova (Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci), 2010., 13(1), str. 225-244
3. Project Management Institute: A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), PMI, Newtown Square, USA, 2021.
4. Tijanić, K., Car-Pušić, D.: Prekoračenja rokova i proračuna građevinskih projekata – studija slučajeva, Zbornik radova (Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci), 2018., 21(1), str. 87-101
5. Radujković, M.: Izvor prekoračenja rokova i proračuna građevinskih projekata, Građevinar, 1999., 51(2), str. 159-165
6. Žujo, V., Car-Pušić, D.: Prekoračenje ugovorenog roka građenja kao funkcija rizičnih faktora, Građevinar, 2009., 61(8), str. 721-729
7. Car-Pušić, D., Tijanić Štrok, K., Petrusseva, S., Zileska-Pancovska, V.: Comparative Analysis of Linear Regression and Soft Computing Methods for Estimating Highways Construction Time and Cost in the Republic of Croatia, Proceedings of 15th International Conference Organization, Technology and Management in Construction, 2022., str. 169-178
8. Zhang, Y., Thomas Ng, S.: An ant colony system based decision support system for construction time-cost optimization, Journal of Civil Engineering and Management, 2012., 18(4), str. 580-589
9. Ambrule, V. R., Bhirud, A. N.: Use of artificial neural network for pre design cost estimation of building projects, International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication, 2017., 5(2), str. 173-176
10. Petrusseva, S., Zileska-Pancovska, V., Žujo, V., Brkan-Vejzović, A.: Construction costs forecasting: comparison of the accuracy of linear regression and support vector machine models, Tehnički vjesnik, 2017., 24(5), str. 1431-1438
11. Tijanić, K., Car-Pušić, D., Šperac, M.: Cost estimation in road construction using artificial neural network, Neural Computing and Applications, 2020., 32, str. 9343-9355.
12. Car-Pušić, D., Mladen, M.: Early stage construction cost prediction in function of project sustainability, Proceedings of 15th International Conference on Durability of Building Materials and Components, 2020., str. 631-638
13. Han, S., Choi, J. O., O'Connor, J. T.: Quality of baseline schedules: Lessons from higher education capital facility projects, Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 2017., 143(1), str. 04016017.
14. Milat, M.: Višeciljni optimizacijski model za izradu rezistentnih vremenskih planova izvođenja građevinskih projekata u uvjetima nesigurnosti, Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split, 2022.
15. Negesa, A. B.: Assessing the causes of time overrun in building and road construction projects: the Case of Addis Ababa City, Ethiopia, Journal of Engineering, 2022.
16. Gupta, C., Kumar, C.: Study of factors causing cost and time overrun in construction projects, International Journal of Engineering Research and Technology, 2020., 9(10), str. 202-206

Tijanić Štrok, K., Car-Pušić, D., Marfan, F.

**Analiza vremenskog odstupanja početnog plana građenja na studiji slučaja:
Izvođenje armiranobetonskih radova na projektu izgradnje škole u Republici Hrvatskoj**

17. Salunkhe, A. A., Patil, R. S.: Effect of construction delays on project time overrun: Indian scenario, *International Journal of Engineering Research and Technology*, 2014., 3(1), str. 543-547
18. Ullah, K., Abdullah, A. H., Nagapan, S., Suhoo, S., Khan, M. S.: Theoretical framework of the causes of construction time and cost overruns, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2017., 271(1), str. 012032
19. Gashahun, A. D.: Causes and effects of delay on African construction projects: A state of the art review, *Civil and Environmental Research*, 2020., 12, str. 41-53.
20. Alaghbari, W. E., Kadir, M. R. A., Salim, A.: The significant factors causing delay of building construction projects in Malaysia, *Engineering, construction and architectural management*, 2007., 14(2), str. 192-206
21. Car-Pušić, D.: Metodologija planiranja održivog vremena građenja, Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb, 2004.
22. Žujo, V.: Doprinos upravljanju građevinskim projektima kroz planiranje vremena građenja, Doktorska disertacija, Univerzitet "Džemal Bijedić" u Mostaru, Građevinski fakultet, 2008.
23. Petrusseva, S., Zileska-Pancovska, V., Žujo, V.: Predicting construction project duration with support vector machine, *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 2013., 11(2), str. 12-24.
24. Žujo, V., Car-Pušić, D., Zileska-Pancovska, V., Čećez, M.: Time and cost interdependence in water supply system construction projects, *Technological and Economic Development of Economy*, 2017., 23(6), str. 895-914.
25. Creswell, J. W.: *Qualitative Inquiry & Research Design: Choosing Among Five Approaches*, Third Edition, Sage Publications, Thousand Oaks, USA, 2013.
26. Rowley, J.: Using Case Studies in Research, *Management Research News*, 2002., 25(1), str. 16-27
27. Marfan, F.: Usporedna analiza uzroka odstupanja ostvarene realizacije i početnog dinamičkog plana i mjere prevencije, Diplomski rad, Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet, 2023.
28. Zakon o gradnji, Narodne novine broj 153/13, 20/17, 39/19 i 125/19
29. Bučar, G.: Normativi i cijene u graditeljstvu, ICG d.o.o., Omišalj, 2003.
30. GK; Normativi i standardi rada u građevinarstvu, od knjiga 1 do knjiga 7, Građevinska knjiga d.o.o., Beograd, 2008y.
31. Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje, Narodne novine broj 78/15, 118/18, 110/19
32. Radujković, M.: Voditelj projekta, *Građevinar*, 2000., 52(03), str. 143-151
33. Omazić, M., Baljkas S.: Projektni menadžment, Sinergija nakladništvo, Zagreb, 2005.