

Utvrđivanje vremenskih i troškovnih odstupanja na primjeru projekta stambene gradnje u Štinjanu

Mandić, Žan; Car-Pušić, Diana; Marović, Ivan

Source / Izvornik: **Zbornik radova (Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci), 2022, XXV, 155 - 170**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

<https://doi.org/10.32762/zr.25.1.10>

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:157:361936>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-30**



image not found or type unknown

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



image not found or type unknown

UTVRĐIVANJE VREMENSKIH I TROŠKOVNIH ODSTUPANJA NA PRIMJERU PROJEKTA STAMBENE GRADNJE U ŠTINJANU

DETERMINATION OF TIME AND COST DEVIATIONS ON THE EXAMPLE OF THE RESIDENTIAL CONSTRUCTION PROJECT IN ŠTINJAN

Žan Mandić, Diana Car-Pušić, Ivan Marović

Sažetak

Cilj rada je prikazati model praćenja vremenskih i troškovnih aspekata gradnje stambenog niza u Štinjanu. Modelom će biti obuhvaćena izrada strukturne raščlambe projekta, planirana troškovna krivulja te vremenski plan radova primjenom metode prethodnih aktivnosti. Osim krivulje planiranih, izradit će se i krivulja ostvarenih vrijednosti. Utvrđena odstupanja će se analizirati, utvrditi rizici koji su ih uzrokovali te predložiti mjere da se odstupanja umanje ili u potpunosti eliminiraju.

Ključne riječi: *građevinski projekt, rizici, prekoračenje, troškovna krivulja, vremenski plan*

Abstract

The aim of work is to present a model for monitoring the construction time and cost aspects of terraced houses in Štinjan. The model will include the development of a structural breakdown of the project, planned cost curve and time plan of works using the method of past activities. In addition to the curve of planned values, the curve of realized values will also be created. The identified deviations will be analyzed, the risks that caused them will be identified, and appropriate measures, to reduce or eliminate the deviations, shall be proposed.

Key words: *construction project, risks, overrun, cost curve, time plan*

* Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet, Radmile Matejčić 3, 51000 Rijeka
E-mail: diana.car.pusic@gradri.uniri.hr; ivan.marovic@uniri.hr

1. Uvod

Tema ovog rada je utvrđivanje vremenskih i troškovnih odstupanja na primjeru projekta stambene gradnje u Štinjanu s prikazom modela praćenja vremenskih i troškovnih aspekata za zgrade A, B i C. Kako bi se prikazale sve planirane aktivnosti, izrađena je strukturna raščlamba projekta i projektnih aktivnosti tj. WBS dijagram. Na osnovu ugovorenog građevinskog troškovnika izrađen je proračun trajanja radova i dimenzioniranja radnih grupa te je na osnovu strukturne raščlambe i proračuna trajanja radova izrađena lista aktivnosti s vezama i planiranim trajanjem. Podatci iz liste aktivnosti s vezama i planiranim trajanjem unesene su u MS Project softver pomoću kojeg je kreiran gantogram planiranog trajanja radova. Korištenjem građevinskih dnevnika i internih dnevnika izrađena je lista aktivnosti sa stvarnim trajanjem na osnovu koje je u MS Projectu izrađen gantogram praćenja trajanja projekta. Na osnovu prikazanih podataka aspekta vremena određeni su uzroci odstupanja i moguće mjere sprječavanja nastajanja istih. Kako se projekt izvodio tijekom izrade ovog rada, tako su uspoređeni planirani i ostvareni troškovi izvođenja radova. Izrađena je lista planiranih troškova po privremenim mjesečnim situacijama i lista stvarnih troškova prema građevinskoj knjizi. Povezivanjem troškova tijekom vremena izrađena je S-krivulja planiranih i stvarnih troškova te su analizirane dobivene vrijednosti i utvrđena odstupanja.

2. Osnovne informacije o projektu

Stambeni kompleks „Štinjan#1“ nalazi se u naselju Štinjan, pored grada Pule na k.č. br. 140/68, 140/67, 140/23, 140/66. 140/60, 140/65, 140/71, 140/70, 140/73 k.o. Štinjan. Projekt se prostire na zemljištu veličine 3.395,00 m², a sastavni dio projekta su jedna slobodnostojeća, šest poluugrađenih i dvije ugrađene stambene građevine, odnosno sveukupno devet stambenih građevina projektnih oznaka A, B, C, D, E, F, G, H i I, s ukupno trideset i tri stambene jedinice, odnosno 2.333,22 m² stambenog prostora. 3D vizualizacija i stvarno stanje projekta na dan 23.06.2022. prikazani su na Slici 1. Svih devet stambenih građevina projektirano je s tri nadzemne etaže, katnosti P+2. Sudionici u građenju su investitor San Nekretnine, projektant Studio Linia i glavni izvođač San Gradnja. Građevinski radovi na prve tri stambene građevine, A, B i C, započeli su 16. lipnja 2021. godine te je njihov ugovoreni završetak 21. srpnja 2022. godine, a cjelovitog projekta kraj 2022. godine. Procijenjeni trošak gradnje zgrada A, B i C iznosi 5.628.372,73 kune bez PDV-a, a cjelovitog projekta 18.779.418,20 kune bez PDV-a.

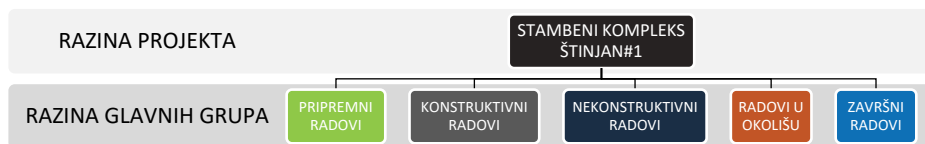


Slika 1. 3D vizualizacija (gore) i stvarno stanje (dolje) projekta na dan 23. 6. 2022.

3. Struktura projekta - WBS

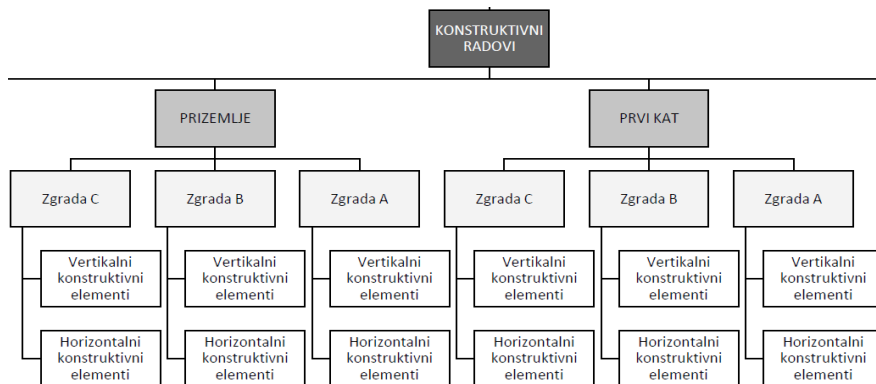
Struktura projektnih aktivnosti izvodi se s ciljem olakšavanja i poboljšanja procesa upravljanja projektom [1]. Pregledom svih stavki troškovnika i hijerarhijskom razradom izrađena je struktura projektnih aktivnosti. Struktura projektnih aktivnosti izrađena je logičnim slijedom po cjelinama izvođenja radova. Projektne aktivnosti podijeljene su u pet glavnih grupa, kao što je prikazano na Slici 2, a to su preparativni radovi, konstruktivni radovi, nekonstruktivni radovi, radovi u okolišu i završni radovi [2].

Glavna grupa *Konstruktivni radovi* strukturno se raščlanjuje na četiri pod grupe, a to su temelji, prizemlje, prvi kat i drugi kat. Svaka od navedenih podgrupa dodatno se raščlanjuje na zgrade koje su obuhvaćene ovim radom te na konstruktivne radove koje je potrebno izvesti kako bi podgrupa bila uspješno izvedena, a sljedeća mogla započeti.



Slika 2. Prikaz strukture projekta

Slika 3 prikazuje strukturu projektnih aktivnosti, točnije strukturu raščlambu glavne grupe *Konstruktivni radovi* na podgrupe *Prizemlje* i *Prvi kat* te njihovu daljnju strukturu raščlambu.



Slika 3. WBS konstruktivnih radova

4. Upravljanje vremenom

4.1. Planirano trajanje projekta

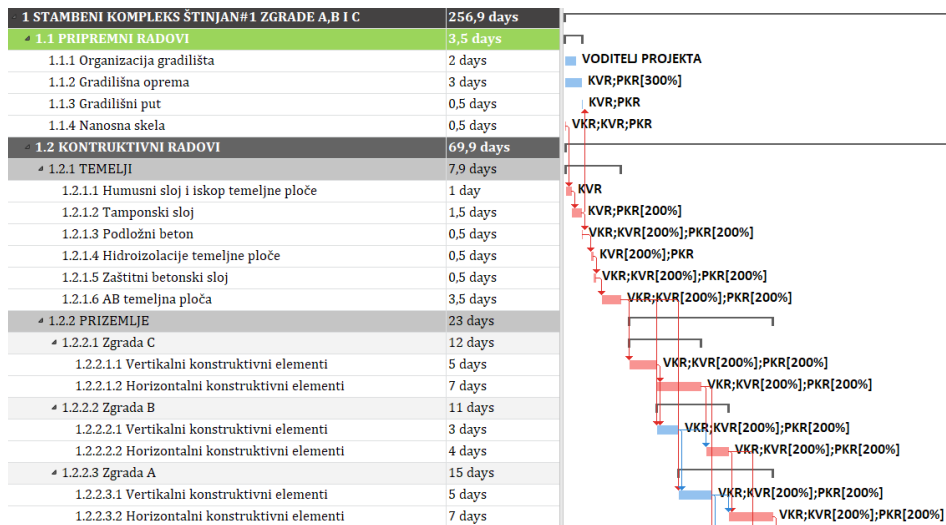
Nakon što je izrađena struktura projekta, započelo se s planiranjem trajanja građevinskog projekta. Kako bi se moglo kvalitetno planirati trajanje građevinskog projekta potrebno je poznavati tehnologiju izvođenja građevinskih radova, građevinske normative, raspoložive resurse te predvidjeti moguće rizike. Planiranje trajanja projekta započinje izradom proračuna trajanja aktivnosti projekta i dimenzioniranjem radnih grupa. Proračun trajanja aktivnosti može se provoditi prema učinku ključnog stroja ili učinku radnika, a sve prema građevinskim normativima. Građevinski normativi definiraju utrošak radnih sati za izvođenje određene aktivnosti u definiranoj jediničnoj mjeri za određenu grupu radnika. Na osnovu građevinskog troškovnika definiraju se količine i jedinične mjere aktivnosti, a na osnovu raspoloživih resursa izvođača definiraju se radne grupe [3]. Tablica 1 prikazuje proračun trajanja aktivnosti, a sastoji se od rednog broja, troškovničke stavke, opisa aktivnosti, definiranja korištenog građevinskog normativa, definiranja radne grupe te iskaza količine aktivnosti i potrebnog vremena za izvođenje aktivnosti po zgradama.

Tablica 1. Proračun trajanja aktivnosti i dimenzioniranje radnih grupa [4,5,6]

R.BR. T.S	OPIS STAVKE	NORMATIV RADA					RADNA GRUPA					ZGRADA A		
		Normativ	PKR	KVR	VKR	N	PKR	KVR	VKR	n	t	Q _a	Trajanje	
III. BETONSKI RADOVI														
III.1.	Izvedba podloznog betona temeljne ploče d=10,0cm	BE.05.303.3.	0,00	0,03	0,03	0,06	2	2	1	5	10	112,00	0,13	
III.2.	Izvedba zaštitnog betona H.I. temeljne ploče d=5,0cm	BE.05.303.3.	0,00	0,03	0,03	0,06	2	2	1	5	10	112,00	0,13	
III.3. AB temeljna ploča														
a)	Betoniranje temeljne ploče d=40cm.	IN.7.	0,02	0,10	0,10	0,22	2	2	1	5	10	43,00	0,19	
b)	Izrada oplata temeljne ploče objekta	TE.03.201.	0,54	0,50	0,00	1,04	2	2	1	5	10	14,00	0,29	
c)	Armiranje temeljne ploče	AR.04.401.4.	0,00	13,00	2,00	15,00	2	2	1	5	10	3,01	0,90	
III.4.1. AB vertikalni serklaži i stupovi - PRIZEMLJE														
a)	Betoniranje AB vertikalnih serklaža i stupova	BE.05.202.5.	0,00	0,86	0,00	0,86	2	2	1	5	10	1,50	0,03	
b)	Izrada oplata AB vertikalnih serklaža i stupova	TE.03.306.1.	0,35	0,45	0,72	1,52	2	2	1	5	10	21,00	0,64	
c)	Armatura AB vertikalnih serklaža i stupova	AR.04.306.	6,00	10,35	10,35	26,70	2	2	1	5	10	0,27	0,14	
III.4.2. AB vertikalni serklaži i stupovi - 1 KAT														
a)	Betoniranje AB vertikalnih serklaža i stupova	BE.05.202.5.	0,00	0,86	0,00	0,86	2	2	1	5	10	1,00	0,02	
b)	Izrada oplata AB vertikalnih serklaža i stupova	TE.03.306.1.	0,35	0,45	0,72	1,52	2	2	1	5	10	16,00	0,49	
c)	Armatura AB vertikalnih serklaža i stupova	AR.04.306.	6,00	10,35	10,35	26,70	2	2	1	5	10	0,18	0,10	
III.4.3. AB vertikalni serklaži i stupovi - 2 KAT														
a)	Betoniranje AB vertikalnih serklaža i stupova	BE.05.202.5.	0,00	0,86	0,00	0,86	2	2	1	5	10	1,20	0,02	
b)	Izrada oplata AB vertikalnih serklaža i stupova	TE.03.306.1.	0,35	0,45	0,72	1,52	2	2	1	5	10	19,00	0,58	
c)	Armatura AB vertikalnih serklaža i stupova	AR.04.306.	6,00	10,35	10,35	26,70	2	2	1	5	10	0,22	0,12	
III.5.1) AB nadvojni, grede i hor. serklaži - PRIZEMLJE														
a)	Betoniranje AB nadvoja, greda i horiz. serklaža	BE.05.202.5.	0,00	0,86	0,00	0,86	2	2	1	5	10	7,00	0,12	
b)	Izrada oplata AB nadvoja, greda i horiz. serklaža	TE.03.501.1.	0,40	0,45	0,72	1,57	2	2	1	5	10	40,00	1,26	
c)	Armiranje AB nadvoja, greda i horiz. serklaža	AR.04.305.	11,00	11,00	0,00	22,00	2	2	1	5	10	1,26	0,55	
III.5.2) AB nadvojni, grede i hor. serklaži - 1 KAT														
a)	Betoniranje AB nadvoja, greda i horiz. serklaža	BE.05.202.5.	0,00	0,86	0,00	0,86	2	2	1	5	10	6,50	0,11	
b)	Izrada oplata AB nadvoja, greda i horiz. serklaža	TE.03.501.1.	0,40	0,45	0,72	1,57	2	2	1	5	10	50,00	1,57	
c)	Armiranje AB nadvoja, greda i horiz. serklaža	AR.04.305.	11,00	11,00	0,00	22,00	2	2	1	5	10	1,17	0,51	

Nakon proračuna trajanja aktivnosti radi se lista aktivnosti unutar koje se sve aktivnosti sortiraju po planiranoj strukturi projekta te se svakoj aktivnosti dodaje njezino trajanje, kao i ono najbitnije – njezina veza s drugim aktivnostima unutar projekta. Dobiveni podaci prenose se u softver za upravljanje projektom. U ovom slučaju korišten je MS Project (Slika 4). U MS Project unosi se lista aktivnosti, njihovo trajanje, veza i resursi. Na osnovu navedenih informacija softver generira najraniji početak i završetak svake projektne aktivnosti te stvara grafički prikaz vremenske linije projekta - gantogram [2].

Velika prednost Microsoft Project-a je niz računalnih funkcija koje korisniku olakšavaju planiranje. Primjeri takvih funkcija su definiranje radnog vremena, radnih i neradnih dana, popis i dodjeljivanje resursa (radnika) aktivnostima, dodjeljivanje veza, označavanje kritičnog puta te upozorenja koja softver daje korisniku, kao npr. angažiranje istog resursa na dvije različite aktivnosti istoga dana.



Slika 4. Gantogram planiranog trajanja projekta za stambene jedinice A, B, C

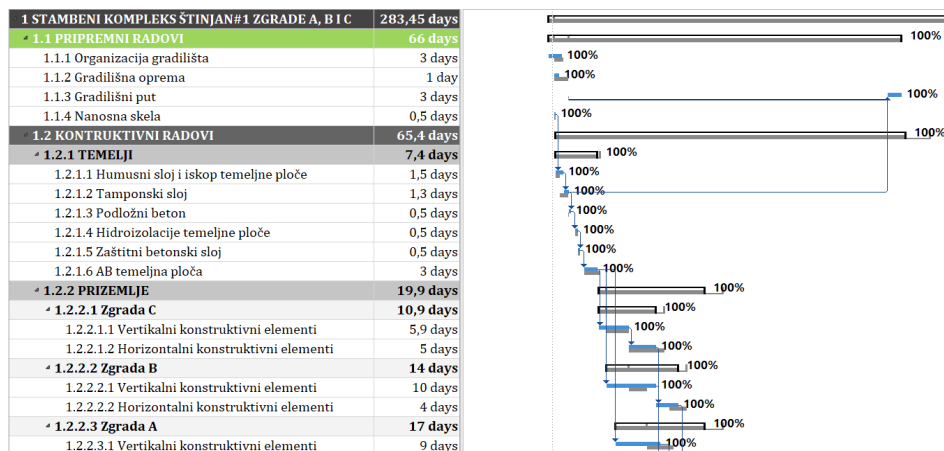
Osim navedenih funkcija, softver omogućuje korisniku ažuriranje stanja projekta, odnosno ažuriranje početka i trajanja aktivnosti te, samim time, i završetka aktivnosti. Na osnovu ažuriranih podataka korisnik može pristupiti sučelju „varijance“ i u bilo kojem trenutku uvidjeti u kojoj fazi se projekt nalazi, kolika su vremenska odstupanja od planiranih i kako ona sveobuhvatno utječu na vremensku liniju projekta [2].

4.2. 4.2. Stvarno trajanje projekta

Stvarno trajanje projektnih aktivnosti, raspodjele resursa i trajanje projekta evidentira se unutar građevinskog dnevnika. Na osnovu podataka iz građevinskog dnevnika može se utvrditi početak, odnosno završetak svih projektnih aktivnosti i usporediti ih s planiranima. Projekt se sastoji od devet stambenih jedinica te je za svaku od njih bilo potrebno voditi zasebni građevinski dnevnik. Kako bi praćenje cjelokupnog projekta bilo što efikasnije, vođen je i interni građevinski dnevnik poduzeća San Gradnja u kojem su se evidentirali podatci o radnim aktivnostima, raspoređenim resursima, troškovima radne snage i utrošku betona kao najskuplje stavke projekta. Korištenjem podataka iz građevinskog dnevnika izrađena je lista aktivnosti, podacima o planiranim početcima, završetcima i trajanju aktivnosti, stvarnim početcima, završetcima i trajanju svake aktivnosti evidentiranim do dana 26. 5. 2022. godine i planiranim početcima aktivnosti koje kasne, odnosno nisu izvedene do dana 26. 5. 2022.

Sve aktivnosti koje su trajale duže od planiranog označene su crvenom bojom, aktivnosti koje su trajale kraće od planiranog označene su zelenom bojom, a aktivnosti koje su trajale u skladu s planiranim nisu posebno

označene. Na osnovu dobivenih podataka izrađena je usporedba planiranog i stvarnog trajanja projekta, koja je grafički prikazana gantogramom izrađenim u MS Projectu, što je prikazano na Slici 5.



Slika 5. Gantogram praćenja trajanja projekta za stambene jedinice A, B, C

4.3. Utvrđivanje vremenskih odstupanja planiranog i stvarnog trajanja projekta

Jedan od ciljeva rada je utvrditi vremenska odstupanja, analizirati uzroke i predložiti moguće mjere kako se ista odstupanja s istim uzrocima ne bi ponavljala na budućim projektima. Sagledavanjem prikazanih podataka iz liste aktivnosti planiranog i stvarnog trajanja projekta i gantograma praćenja trajanja projekta vidljivo je kako je tijekom građenja došlo do velikih odstupanja u segmentu vremena i redoslijeda izvođenja radova. Kako bi se izvela analiza uzroka odstupanja, projektne aktivnosti su se podijelile na glavne grupe te se izradila Tablica 2 koja definira oznake koje predstavljaju određenu vrstu uzroka koji su utjecali na produljenje ili skraćivanje vremenskih odstupanja. Navedeni uzroci u Tablici 2 utjecali su na vremenska odstupanja gradnje projekta Stambeni kompleks Štinjan#1 za zgrade A, B i C. Uzroci oznake B, C, H, I, J, K, L, M i N negativno utječu na vremensko odstupanje, a uzroci D, E, F i G naizgled izgledaju kao da pozitivno utječu na vremensko odstupanje, ali se zbog njihovog prijevremenog završetka ili početka mijenja kompletna vremenska linija te time otežava kvalitetno upravljanje vremenom. Samim time, potrebno je umanjiti ili eliminirati sve navedene uzroke kako bi projekt tekao u planiranom vremenu i s planiranim troškovima.

Tablica 2. Definiranje oznaka i uzroka vremenskog odstupanja

OZNAKA	DEFINIRANJE UZROKA
A	Aktivnost izvršena po planiranome
B	Veća količina radova od planirane
C	Nekontinuirano izvođenje radova
D	Višezadačnost – radovi se istovremeno izvode na više aktivnosti
E	Prethodna aktivnost završena prije planiranog
F	Upotreba PERI DUO oplata
G	Radovi započeti prije završetka prethodne aktivnosti
H	Izmjena redoslijeda izvođenja radova
I	Kašnjenje kooperanta
J	Nezadovoljavanje kvalitete izvedenih radova
K	Radovi odgođeni zbog kašnjenja na drugom projektu
L	Prethodna aktivnost nije izvedena u planiranom vremenu
M	Kašnjenje potrebnog materijala
N	Manja radna grupa od planirane i nezadovoljavanje građevinskih normativa

Tablica 3. Analiza uzroka odstupanja

1.	1.	STAMBENI KOMPLEKS ŠTINJAN	16.6.2021	13.5.2022	###	15.6.2021	-	-	A	CIJM	
2.	1.1.	PRIPREMNI RADOVI	16.6.2021	19.6.2021	4,0	15.6.2021	01.09.20	66,0	A	BC	BC
7.	1.2.	KONSTRUKTIVNI RADOVI	16.6.2021	8.9.2021	70,0	16.6.2021		0,0	A	DEF	DF
8.	1.2.1.	TEMELJI	16.6.2021	26.6.2021	8,5	16.6.2021	25.6.2021	7,5	A	D	D
15.	1.2.2.	PRIZEMLJE	28.6.2021	23.7.2021	23,0	26.6.2021	19.7.2021	20,0	E	DF	DF
16.	1.2.2.1.	Zgrada C	28.6.2021	10.7.2021	12,0	26.6.2021	8.7.2021	11,0	E	DF	DF
19.	1.2.2.2.	Zgrada B	3.7.2021	15.7.2021	11,0	28.6.2021	13.7.2021	14,0	DG	FG	C
22.	1.2.2.3.	Zgrada A	7.7.2021	23.7.2021	15,0	30.6.2021	19.7.2021	17,0	DG	FG	C
25.	1.2.3.	PRVI KAT	13.7.2021	16.8.2021	29,0	9.7.2021	16.8.2021	32,0	EH	A	C
26.	1.2.3.1.	Zgrada C	13.7.2021	2.8.2021	17,5	9.7.2021	26.7.2021	15,0	EH	DEF	DF
29.	1.2.3.2.	Zgrada B	20.7.2021	7.8.2021	15,0	15.7.2021	29.7.2021	13,0	EH	DEF	DF
32.	1.2.3.3.	Zgrada A	24.7.2021	16.8.2021	19,0	20.7.2021	16.8.2021	23,0	E	A	C
35.	1.2.4.	DRUGI KAT	3.8.2021	8.9.2021	30,5	27.7.2021	2.9.2021	32,0	E	DEF	DF
36.	1.2.4.1.	Zgrada C	3.8.2021	25.8.2021	18,5	27.7.2021	16.8.2021	17,0	E	DEF	DF
40.	1.2.4.2.	Zgrada B	9.8.2021	30.8.2021	18,5	31.7.2021	30.8.2021	25,0	E	DEF	DF
44.	1.2.4.3.	Zgrada A	17.8.2021	8.9.2021	19,5	17.8.2021	2.9.2021	15,0	A	DF	DF
48.	1.3.	NEKONSTRUKTIVNI RADOVI	8.9.2021	#####	66,0	8.9.2021	#####	0,0	G	CIJM	CIJM
49.	1.3.1.	PREGRADNI ELEMENTI	8.9.2021	25.9.2021	15,5	7.8.2021	10.11.2021	81,0	G	CIJM	CIJM
54.	1.3.2.	ELEMENTI OBRADE I ZAŠTITE	13.9.21.	14.12.2021	77,5	13.9.2021	20.1.2022	96,0	A	CIJ	CIJ
55.	1.3.2.1.	Zgrada C	13.9.2021	26.10.2021	38,0	13.9.2021	20.1.2022	96,0	A	CIJ	CIJ
64.	1.3.2.2.	Zgrada B	30.9.2021	8.11.2021	33,0	23.9.2021	18.1.2022	84,5	E	CIJ	CIJ
73.	1.3.2.3.	Zgrada A	12.10.2021	26.11.2021	37,5	1.10.2021	17.1.2022	77,0	E	CIJ	CIJ
82.	1.3.2.4.	Preostali radovi	6.10.2021	3.11.2021	23,5	9.10.2021	15.1.2022	69,0	I	CI	CI
89.	1.4.	RADOVI U OKOLISU	28.10.2021	#####	23,0	#####	#####	-	K	-	-
90.	1.4.1.	VODOVODNA I ELEKTRO MREŽA	28.10.2021	6.11.2021	7,5	9.5.2022	16.5.2022	7,0	K	K	D
94.	1.4.2.	OGRADNI ZIDOVİ	6.11.2021	17.11.2021	9,0	17.5.2022	-	-	K	-	-
98.	1.4.3.	PREOSTALI RADOVI	17.11.2021	25.11.2021	6,5	16.5.2022	-	-	K	-	-
102.	1.5.	ZAVRŠNI RADOVI	24.11.2021	13.5.2022	###	23.11.2021	-	-	GH	CMN	CMN
103.	1.5.1.	FASADERSKI RADOVI	25.11.2021	24.2.2022	64,5	23.11.2021	-	-	GH	CM	CM
109.	1.5.2.	ZAVRŠNI UNUTARNJI RADOVI	24.11.2021	13.5.2022	131,5	17.1.2022	-	-	IL	MN	MN
118.	1.5.3.	ZAVRŠNI VANJSKI RADOVI	25.2.2022	17.3.2022	18,0	-	-	-	KL	-	-

Tablica 3 prikazuje popis glavnih grupa, planirani početak i završetak grupa, stvarni početak i završetak grupa i uzroke koji su utjecali na stvarne početke i završetke grupa.

4.3.1. *Moguće mjere za umanj enje ili eliminiranje utvrđenih uzroka odstupanja*

Uzroci odstupanja projekta od planiranog su utvrđeni, a kako bi se umanjili ili u potpunosti eliminirali, moraju se prijevremeno i pravovremeno poduzeti odgovarajuće mjere. Tablica 4 prikazuje uzroke koji su se pojavili u predmetnom projektu i prijedlog mogućih mjera umanj enje ili potpunog eliminiranja istih.

Tablica 4. *Moguće mjere za uzroke odstupanja*

Uzrok "A"	Aktivnost izvršena po planiranome
Moguće mjere	<ul style="list-style-type: none"> • Usvojiti korištene normative i radne grupe za buduće projekte
Uzrok "B"	Veća količina radova od planirane
Moguće mjere	<ul style="list-style-type: none"> • Izraditi izvođačke troškovnike s točno definiranim aktivnostima i količinama
Uzrok "C"	Nekontinuirano izvođenje radova
Moguće mjere	<ul style="list-style-type: none"> • U fazi izrade vremenskog plana dodijeliti resurse, odnosno brigadu za izvođenje aktivnosti • Pratiti tijek radova i osigurati da zadužena brigada u planiranom vremenu bude slobodna i spremna za početak izvođenja aktivnosti <ul style="list-style-type: none"> ◦ Pravovremeno izmijeniti dodijeljene resurse kako ne bi došlo do kašnjenja radova.
Uzrok "D"	Višezadačnost – radovi se istovremeno izvode na više aktivnosti
Moguće mjere	<ul style="list-style-type: none"> • Izraditi detaljni vremenski plan po izvođačkom troškovniku • Predvidjeti slobodno vrijeme i zadati slobodne, odnosno naredne aktivnosti raspoloživim resursima
Uzrok "E"	Prethodna aktivnost završena prije plana
Moguće mjere	<ul style="list-style-type: none"> • Pratiti trajanja aktivnosti • Pravovremena raspodjela resursa na druge aktivnosti koje potencijalno kasne
Uzrok "F"	Upotreba PERI DUO oplate
Moguće mjere	<ul style="list-style-type: none"> • Izrada internog normativa za izvođenja oplate • Podjela svih AB zidova unutar izvođačkog troškovnika u zasebne stavke s naznačenim oznakama pozicija zida

Uzrok "G"	Radovi započeti prije završetka prethodne aktivnosti
Moguće mjere	<ul style="list-style-type: none"> • Pažljivije povezivati aktivnosti • Efikasno upravljati raspoloživim resursima
Uzrok "H"	Izmjena redoslijeda izvođenja aktivnosti
Moguće mjere	<ul style="list-style-type: none"> • U fazi izrade vremenskog plana izvođenja radova analizirati preostale radove i potrebne resurse na drugim projektima i osigurati da u planirano vrijeme početka radova zaduženi resursi budu slobodni i spremni za početak izvođenja aktivnosti
Uzrok "I"	Kašnjenje kooperanta
Moguće mjere	<ul style="list-style-type: none"> • Provedba stalne komunikacije s kooperantima • Pri izradi vremenskog plana definirati radnu grupu kooperanta • Definiranje točnih rokova izvođenja radova prije ugovaranja posla, • Angažiranje stručnih kooperanata
Uzrok "J"	Nezadovoljavanje kvalitete izvedenih radova
Moguće mjere	<ul style="list-style-type: none"> • Kontinuirano praćenje izvedenih radova • Angažiranje specijaliziranih kooperanata • Organiziranje dodatnog školovanja i obuke zaposlenika
Uzrok "K"	Radovi odgođeni zbog kašnjenja na drugom projektu
Moguće mjere	<ul style="list-style-type: none"> • Bolja organizacija aktivnosti i resursa između više aktivnih projekta • Bolja organizacija raspodjele resursa
Uzrok "L"	Prethodna aktivnost nije izvedena u planiranom vremenu
Moguće mjere	<ul style="list-style-type: none"> • Kontinuirano pratiti gantogram projekta • Povećati radnu grupu kako bi aktivnost bila izvedena u planiranom vremenu
Uzrok "M"	Kašnjenje potrebnog materijala
Moguće mjere	<ul style="list-style-type: none"> • Pravovremena narudžba potrebnog materijala u količini i kvaliteti • Poslovanje s odgovornim i provjerenim trgovačkim dobavljačima
Uzrok "N"	Manja radna grupa od planirane i nezadovoljavanje građevinskih normativa
Moguće mjere	<ul style="list-style-type: none"> • Osigurati planirane resurse na aktivnosti • Kontinuirano pratiti radove i izraditi interne normative • Analizirati kako će manja grupa utjecati na sljedeću aktivnost

Upravljanju vremenom na primjeru projekta stambene gradnje u Štinjanu za zgrade A, B i C pristupilo se na način da se izradio proračun trajanja aktivnosti korištenjem internih normativa građevinskog poduzeća San Gradnja d.o.o. [4], normativa građevinskih radova autora Bučar izdavača ICG d.o.o. [5] i normativa i standarda rada u građevinarstvu izdavača Vodoprivreda d.o.o. [6]. Na osnovu proračuna trajanja aktivnosti izrađen je vremenski plan u kojemu se u što kraćem roku korištenjem maksimalnih resursa projekt dovodi do gotovosti te se njime definira kraj projekta na datum 3. 5. 2022. unatoč tome što je ugovoreni rok 21. 7. 2022. Vođenjem građevinskih dnevnika i internih dnevnika građevinskog poduzeća San Gradnja evidentirani su točni počeci i završetci promatranih aktivnosti te je time kreirana lista aktivnosti sa stvarnim trajanjem na osnovu koje je izrađen gantogram praćenja trajanja projekta. Gantogram praćenja trajanja projekta utvrđuje kašnjenje projekta u odnosu na planirano za aktivnosti grupe radova *Okoliš i završni radovi* te pomiče kraj projekta na datum 28. 7. 2022., što uzrokuje kašnjenje ugovorenog roka projekta za 7 dana. Aktivnost koja uzrokuje kašnjenje ugovorenog roka projekta je kamena fasada u kojoj dolazi do odstupanja zbog kašnjenja u dobavi materijala, točnije travertin bianco kamenih ploča. Kako bi se spriječilo kašnjenje projekta, aktivnosti će se dodijeliti dodatni resursi i, ako bude potrebno, produljiti radno vrijeme.

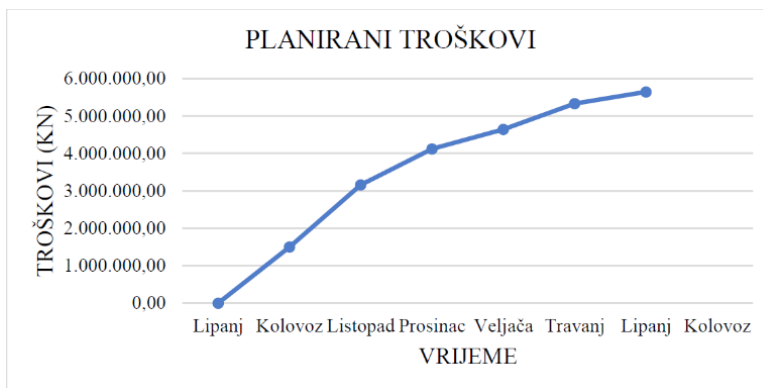
5. Upravljanje troškovima

Upravljanje troškovima građevinskog projekta obuhvaća izradu planiranih troškova tijekom planiranog trajanja projekta te praćenje, analiziranje i upravljanje stvarnim troškovima tijekom izvođenja projekta. Polazna točka za upravljanje troškovima je sveobuhvatan građevinski troškovnik, gantogram projekta i datumi isplata izvedenih radova, odnosno privremenih mjesečnih situacija. Na osnovu građevinskog troškovnika svakoj aktivnosti se dodjeljuju njezini troškovi, a na osnovu plana trajanja projekta svakoj aktivnosti zadaje se datum završetka, odnosno zadaje se u koju privremenu mjesečnu situaciju aktivnost ulazi i u kojem postotku je aktivnost izvršena [1]. Tablica 5 prikazuje listu aktivnosti, njene ugovorene troškove te stvarne troškove kroz privremene mjesečne situacije.

Tablica 5. Lista planiranih troškova

WBS	OPIS AKTIVNOSTI	UGOVORENO	I.SITUACIJA 15.08.2021.	II.SITUACIJA 15.10.2021.	III.SITUACIJA 15.12.2021.
1.	STAMBENI KOMPLEKS ŠTINJAN#1	5.644.753,42	1.501.294,80	1.660.371,47	962.106,25
1.1.	PRIPREMNI RADOVI	23.300,00	23.300,00	0,00	0,00
1.1.1.	Organizacija gradilišta	3.000,00	3.000,00	-	-
1.1.2.	Gradilišna oprema (ograde, ploče, kontenjeri)	12.800,00	12.800,00	-	-
1.1.3.	Gradilišni put	3.150,00	3.150,00	-	-
1.1.4.	Nanosna skela	4.350,00	4.350,00	-	-
1.2.	KONTRUKTIVNI RADOVI	1.827.330,90	1.477.994,80	349.336,10	0,00
1.2.1.	TEMELJI	343.029,00	343.029,00	0,00	0,00
1.2.1.1.	Humusni sloj i iskop temeljne ploče	32.912,50	32.912,50	-	-
1.2.1.2.	Tamponski sloj	14.400,00	14.400,00	-	-
1.2.1.3.	Podložni beton	34.320,00	34.320,00	-	-
1.2.1.4.	Hidroizolacije temeljne ploče	28.800,00	28.800,00	-	-
1.2.1.5.	Zaštitni betonski sloj	17.160,00	17.160,00	-	-
1.2.1.6.	AB temeljna ploča	215.436,50	215.436,50	-	-
1.2.2.	PRIZEMLJE	486.223,00	486.223,00	0,00	0,00
1.2.2.1.	Zgrada C	187.543,30	187.543,30	0,00	0,00
1.2.2.1.1.	Vertikalni konstruktivni elementi	87.153,30	87.153,30	-	-
1.2.2.1.2.	Horizontalni konstruktivni elementi	100.390,00	100.390,00	-	-
1.2.2.2.	Zgrada B	112.609,70	112.609,70	0,00	0,00
1.2.2.2.1.	Vertikalni konstruktivni elementi	66.339,70	66.339,70	-	-
1.2.2.2.2.	Horizontalni konstruktivni elementi	46.270,00	46.270,00	-	-
1.2.2.3.	Zgrada A	186.070,00	186.070,00	0,00	0,00
1.2.2.3.1.	Vertikalni konstruktivni elementi	86.520,00	86.520,00	-	-
1.2.2.3.2.	Horizontalni konstruktivni elementi	99.550,00	99.550,00	-	-
1.2.3.	PRVI KAT	513.504,90	500.469,80	13.035,10	0,00
1.2.3.1.	Zgrada C	204.718,30	204.718,30	0,00	0,00
1.2.3.1.1.	Vertikalni konstruktivni elementi	106.088,30	106.088,30	-	-
1.2.3.1.2.	Horizontalni konstruktivni elementi	98.630,00	98.630,00	-	-
1.2.3.2.	Zgrada B	111.586,60	111.586,60	0,00	0,00
1.2.3.2.1.	Vertikalni konstruktivni elementi	65.212,60	65.212,60	-	-
1.2.3.2.2.	Horizontalni konstruktivni elementi	46.374,00	46.374,00	-	-
1.2.3.3.	Zgrada A	197.200,00	184.164,90	13.035,10	0,00
1.2.3.3.1.	Vertikalni konstruktivni elementi	96.930,00	96.930,00	-	-
1.2.3.3.2.	Horizontalni konstruktivni elementi	100.270,00	87.234,90	13.035,10	-

Na osnovu dobivenih podataka izrađuje se S krivulja planiranih troškova koja prati planirane troškove kroz vrijeme (Slika 6). Na apscisi se nalaze mjeseci u kojima je ispostavljena privremena mjesečna situacija, a na ordinati kumulativni planirani troškovi projekta [2].



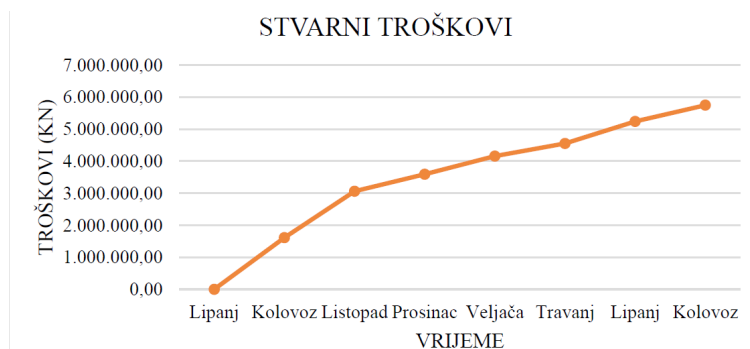
Slika 6. S-krivulja planiranih troškova

Tijekom izvođenja projekta voditelj projekta prati, analizira i upravlja troškovima na način da prati odstupanja stvarnih troškova od planiranih, analizira njihov uzrok te kroz različite mjere sprječava njihovo ponovno pojavljivanje odnosno negativno utjecanje na troškove projekta [2].

Tablica 6. Lista stvarnih troškova na zgradama A, B i C

1.3. NEKONSTRUKTIVNI RADOVI	1.774.304,02	0,00	1.210.870,52	485.046,00
1.3.1. PREGRADNI ELEMENTI	878.013,02	0,00	916.513,02	0,00
1.3.1.1. Pregradni zidovi C	22.594,00	-	22.594,00	0,00
1.3.1.2. Pregradni zidovi B	13.904,00	-	13.904,00	0,00
1.3.1.3. Pregradni zidovi A	26.400,00	-	26.400,00	0,00
1.3.1.4. PVC stolarija i prozorske klupčice	815.115,02	-	853.615,02	0,00
1.3.2. ELEMENTI OBRABE I ZAŠTITE	896.291,00	0,00	294.357,50	485.046,00
1.3.2.1. Zgrada C	251.328,00	0,00	83.820,00	168.508,00
1.3.2.1.1. I. faza instalacija (voda, struja, klime)	80.280,00	-	80.280,00	0,00
1.3.2.1.2. Zatvaranje šliceva	3.540,00	-	3.540,00	0,00
1.3.2.1.3. Obloge ugradbenih elemenata sanitarija	1.500,00	-	0,00	2.500,00
1.3.2.1.4. Bitumenska hidroizolacija terasa	6.543,00	-	0,00	6.543,00
1.3.2.1.5. Toplinska i zvučna izolacija podova	25.200,00	-	0,00	25.200,00
1.3.2.1.6. AB estrih	39.015,00	-	0,00	39.015,00
1.3.2.1.7. Žbukanje zidova i stropova	76.450,00	-	0,00	76.450,00
1.3.2.1.8. Toplinska i zvučna izolacija stubišta	18.800,00	-	0,00	18.800,00
1.3.2.2. Zgrada B	168.805,00	0,00	58.420,00	110.385,00
1.3.2.2.1. I. faza instalacija (voda, struja, klime)	58.420,00	-	58.420,00	0,00
1.3.2.2.2. Zatvaranje šliceva	2.650,00	-	0,00	2.650,00
1.3.2.2.3. Obloge ugradbenih elemenata sanitarija	1.500,00	-	0,00	1.500,00
1.3.2.2.4. Bitumenska hidroizolacija terasa	2.790,00	-	0,00	2.790,00
1.3.2.2.5. Toplinska i zvučna izolacija podova	15.127,50	-	0,00	15.127,50
1.3.2.2.6. AB estrih	23.422,50	-	0,00	23.422,50
1.3.2.2.7. Žbukanje zidova i stropova	54.195,00	-	0,00	54.195,00
1.3.2.2.8. Toplinska i zvučna izolacija stubišta	10.700,00	-	0,00	10.700,00
1.3.2.3. Zgrada A	253.253,00	0,00	79.760,00	96.808,00
1.3.2.3.1. I. faza instalacija (voda, struja, klime)	79.760,00	-	79.760,00	0,00
1.3.2.3.2. Zatvaranje šliceva	3.540,00	-	-	3.540,00
1.3.2.3.3. Obloge ugradbenih elemenata sanitarija	1.000,00	-	-	2.000,00
1.3.2.3.4. Bitumenska hidroizolacija terasa	6.543,00	-	-	6.543,00
1.3.2.3.5. Toplinska i zvučna izolacija podova	25.425,00	-	-	25.425,00
1.3.2.3.6. AB estrih	40.500,00	-	-	40.500,00
1.3.2.3.7. Žbukanje zidova i stropova	77.685,00	-	-	-
1.3.2.3.8. Toplinska i zvučna izolacija stubišta	18.800,00	-	-	18.800,00

Na osnovu podataka iz Liste stvarnih troškova (Tablica 6) i Liste planiranih troškova do gotovosti projekta izrađena je S-krivulja stvarnih troškova prikazana na Slici 7.

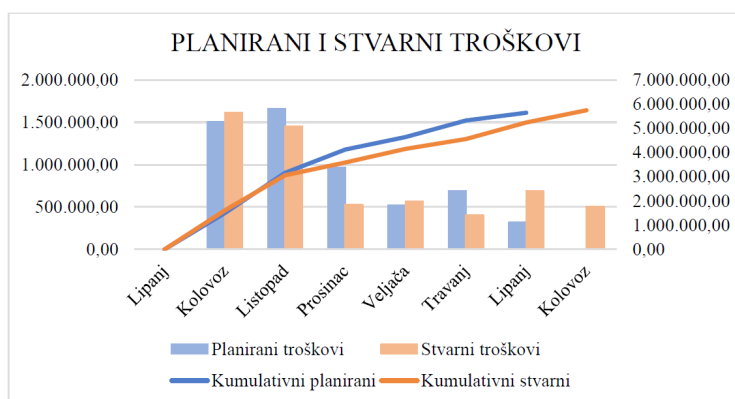


Slika 7. S-krivulja stvarnih troškova

Na apscisi se nalaze mjeseci u kojima je ispostavljena privremena mjesečna situacija, a na ordinati kumulativni stvarni troškovi projekta [2]. Kumulativni stvarni troškovi u kolovozu 2022. izvedeni su kombinacijom stvarnih troškova do 4. – 5. mjeseca i revizijom preostalih radova i količina, odnosno izradom liste planiranih troškova do gotovosti projekta.

5.1. Utvrđivanje troškovnih odstupanja

Kako bi se utvrdila troškovna odstupanja izvršenja projekta, potrebno je usporediti S-krivulje planiranih i stvarnih troškova. Usporedbom planiranih i stvarnih troškova izvršenja projekta kroz vrijeme dobiva se grafički prikaz S-krivulje planiranih i stvarnih troškova, prikazan na Slici 8.



Slika 8. S-krivulja planiranih i stvarnih troškova

S-krivulja planiranih i stvarnih troškova na apscisi prikazuje vrijeme, odnosno mjeseci ispostavljenih privremenih mjesečnih situacija, na lijevoj ordinati troškove privremene situacije te na desnoj ordinati kumulativne troškove [2].

Iz grafičkog prikaza S-krivulja planiranih i stvarnih troškova može se zaključiti kako je vrijeme trajanja projekta produljeno te su samim time nastala značajna odstupanja u vrijednostima privremenih mjesečnih situacija. Stvarni kumulativni troškovi projekta odstupili su za 102.745,00 kn odnosno 1,82 % od planiranih kumulativnih troškova. Kako bi se utvrdili uzroci odstupanja potrebno je pristupiti reviziji projekta i analizirati uzroke odstupanja stvarnog izvršenja projekta.

5.1.1. Analiziranje uzroka odstupanja troškova

Po planiranome, projekt je trebao biti realiziran 3. 5. 2022., s kumulativnim troškovima u iznosu od 5.644.753,42 kn. Praćenjem stvarnih

troškova projekta na planirani datum realizacije, vrijednost stvarnih troškova iznosi 4.611.754,72 kn, odnosno -81,70 % planiranih troškova te se time stvara negativna razlika planiranih i stvarnih troškova u iznosu od 1.032.998,70 kn, odnosno 18,30% planiranih troškova. Lista stvarnih troškova i lista planiranih troškova do gotovosti projekta projiciraju stvarne kumulativne troškove u iznosu od 5.747.498,42 kn. Stvarni troškovi projekta poskupjeli su u odnosu na planirane za 102.745,00 kn odnosno 1,82 % naprema planiranim troškovima. Tablica 6 označuje aktivnosti na kojima se dogodilo odstupanje. Odstupanje koje je uzrokovalo smanjenje troškova označeno je svijetlo zeleno, a aktivnosti koje su uzrokovale povećanje troškova označene su svijetlo crveno. Kako bi se utvrdio uzrok odstupanja troškova, potrebno je svaku aktivnost koja je uzrokovala odstupanje zasebno analizirati.

Upravljanju troškovima na primjeru projekta stambene gradnje u Štinjanu za zgrade A, B i C pristupilo se je na način da se izradila lista planiranih troškova u kojoj su se svakoj aktivnosti dodijelili njezini ugovoreni troškovi iz građevinskih troškovnika te su se na osnovu planiranog vremenskog plana dodijeljeni troškovi raspodijelili po privremenim mjesečnim situacijama u visini postotka njezinog izvršenja na datum obračuna. Na osnovu liste planiranih troškova izrađena je S-krivulja koja prikazuje planirane kumulativne troškove kroz vrijeme. Na osnovu stvarnih privremenih mjesečnih situacija izrađena je lista stvarnih troškova s zadnjom situacijom br. V., koja je izdana 15. 4. 2022. godine te je na osnovu gantograma praćenja trajanja projekta izrađena lista planiranih troškova do gotovosti projekta. Ona obuhvaća stvarno izvedene i planirane troškove VI. situacije i VII. okončane situacije, na osnovu kojih je izrađena S-krivulja stvarnih troškova koja prikazuje kumulativne stvarne troškove kroz vrijeme. Utvrđivanje troškovnih odstupanja grafički je prikazano S-krivuljom planiranih i stvarnih troškova koja prikazuje odnos S-krivulje planiranih i S-krivulje stvarnih troškova. Temeljem S-krivulja planiranih i stvarnih troškova može se zaključiti kako je vrijeme trajanja projekta produljeno te su samim time nastala značajna odstupanja u troškovima privremenih mjesečnih situacija. Odstupanje troškova projekta uzrokovalo je povećanje količine radova određenih aktivnosti, pojavu vanstroškovničkih radova i saniranje nastalih oštećenja prilikom izvođenja vanstroškovničkih radova. Uspoređujući planirano i stvarno trajanje projekta i troškova, prema svim priloženim podacima može se zaključiti da radovi nisu izvedeni u planiranom vremenu i planiranim troškovima, ali će biti izvedeni u ugovorenom roku te povećanje stvarnih troškova od 1,82 % neće značajno utjecati na cjelokupni projekt.

6. Zaključak

U segmentu upravljanja vremenom projekta izrađen je vremenski plan koji je polazna točka za praćenje vremenskih odstupanja. Planirani vremenski plan predviđa završetak projekta na datum 3. 5. 2022. te je praćenjem projekta zaključeno kako projekt neće biti realiziran do planiranog datuma, već će biti realiziran 28. 7. 2022. godine. Rok za završetak projekta je 21. 7. 2022., što znači da će projekt kasniti u odnosu na ugovoreni rok za 7 dana. Aktivnost koja uzrokuje kašnjenje roka projekta je aktivnost izrade kamene fasade u kojoj dolazi do odstupanja zbog kašnjenja materijala, točnije dobave travertin bianco kamenih ploča. Kako bi se spriječilo kašnjenje projekta, aktivnosti će se dodijeliti dodatni resursi i, ukoliko bude potrebno, produljiti radno vrijeme.

U segmentu upravljanja troškovima projekta izrađena je analiza planiranih i realiziranih troškova, gdje su planirani troškovi iznosili 5.644.753,42 kn, a realizirani 5.747.498,42 kn, što predstavlja prekoračenje troškova projekta za 102.745,00 kn, odnosno 1,82%. Do prekoračenja troškova je došlo zbog povećanja količine radova u odnosu na planirano, pojave vanstroškovničkih radova i saniranja štete nastale prilikom izvođenja vanstroškovničkih radova.

Literatura

- [1] Car-Pušić, D. Upravljanje projektima, predavanja, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2022.
- [2] Marović, I., Upravljanje projektima, predavanja, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2022.
- [3] Car-Pušić, D., Ekonomika građenja, predavanja, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2019.
- [4] Interni normativi građevinskog poduzeća San Gradnja
- [5] Bučar, G., Priručnik za građevinsko poduzetništvo i normativi građevinskih radova, ICG d.o.o., Rijeka, 1999.
- [6] Normativi i standardi rada u građevinarstvu, Visokogradnja, Beograd, 1987.