

TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA GRAĐENJA POSTROJENJA ZA PROIZVODNJU TEČNOG PRIRODNOG GASA NA SABETI - RUSIJA**TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION FOR LNG TRAIN ON SABETTA - RUSSIA**Stefan Rajak, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratik sadržaj – Kroz rad je prikazana tehnologija i organizacija građenja postrojenja za proizvodnju tečnog prirodnog gasa, sa osvrtom na analizu cena karakterističnih pozicija glavnih radova i planom realizacije finansijskih sredstava, kao i primenu metode zarađene vrednosti, i identifikacije i analize rizika na projektu.

Ključne reči: tehnologija i organizacija građenja, tečni prirodni gas, metoda zarađene vrednosti, analiza rizika

Abstract – This thesis represents technology and organization of construction for LNG train facility, with analysis of prices for main commodities with plans for realization of financial goods, earned value method analysis, and identification and analysis of risk on project.

Keywords: technology and organization of construction, LNG, earned value method, risk analysis

1. UVOD

Postrojenje se nalazi na kranjem severu Rusije, mestu Sabetta, Yamalsko poluostrvo. Sastoji iz tri fabrike za proizvodnju prirodnog tečnog gasa (Train-a) kapaciteta 16,5 MTPA, kao i celog niza pratećih objekata koji omogućavaju normalno funkcionisanje kompleksa.

Jedna fabrika za preradu LNG-a (Liquefied natural gas) se sastoji od 38 modula, koji se kao već gotovi, brodovima dopremaju na gradilište, i 3 monolitna bloka za kompresore koji se izrađuju na samom gradilištu. Objekat se gradi u polarnoj oblasti, na krajnjem severu Rusije, na nenaseljenom prostoru, tako da su uslovi za život i rad ekstremni.

Većim delom godine sve je prekrivenom snegom i ledom, dok se spoljašnje temperature kreću i do minus 50° C, vetar takođe predstavlja veliki izazov, jer nanosi znaju da budu i preko 25 m/s, tako da na sam tok građenja vremenske prilike imaju veoma velik uticaj.

Pored tri fabrike za proizvodnju LNG-a, na samoj lokaciji nalazi se još veliki broj postrojenja, i privremenih objekata koji omogućavaju da se proces proizvodnje LNG-a, kao i život na tako udaljenom i izolovanom mestu odvija nesmetano.



Slika 1. Geografski položaj na karti



Slika 2. Pogled iz ptičije perspektive



Slika 3. Osnova fabrike

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Vladimir Mučenski.

2. ANALIZA CENA KARAKTERISTIČNIH POZICIJA GLAVNIH RADOVA SA PRORAČUNOM MESEČNIH TROŠKOVA I PLANOM REALIZACIJE FINANSIJSKIH SREDSTAVA

Analizom cena karakterističnih pozicija glavnih radova obuhvaćen je proračun troškova u radnoj snazi, i mehanizaciji za metalne, zavarivačke, elektro, i instrumentalne radove. Troškove materijala nisu prikazani, jer su oni ugovorna obaveza investitora. U okviru tabelarnog proračuna za usvojene troškove angažovanja radne snage i proračunato koštanje radnog časa mašine kao i za usvojen trošak datog resursa, dobijene su ukupne cene svih okvirnih aktivnosti na osnovu kojih će biti izveden proračun mesečnih troškova građenja kao i kumulativna kriva ulaganja finansijskih sredstava. U okviru ovog proračuna, građevinske norme za određene kategorije radnika se množe jediničnom cenom rada, i dobija se cena radne snage za određenu poziciju rada (E_{id}). Cenu za mehanizaciju dobijamo takođe množenjem norme sa jediničnom cenom rada mehanizacije (E_{os}) [1,2]. Struktura cene efektivnog sata rada angažovane mašine definisana je izrazom (1):

$$K_h = J_t / h_{gr} + (1 + \varphi) * (E_c + E_{os}) \quad (1)$$

gde su:

J_t – jednokratni troškovi

h_{gr} – planirani fond radnih sati mašine na gradilištu

E_c – eksploatacioni troškovi

E_{os} – troškovi osnovnog sredstva

φ – faktor kalkulisanja troškova pripremljenih radova na gradilištu

Dok je izrazom (2) data prodajna cena građevinske usluge:

$$C_p = (E_{id} + E_{os}) * (1 + \rho') \quad (2)$$

gde je:

C_p – prodajna cena građevinske usluge

E_{id} – troškovi radne snage

E_{os} – troškovi osnovnih sredstava (mašina)

ρ' – faktor režije i dobiti

Tabela 1. Prodajna cena glavnih radova

Vrsta radova	C_p
Metalna konstrukcija	33.738.032,00 €
Zavarivački radovi	21.563.694,00 €
Elektro radovi	1.261.431,00 €
Instrumentalni radovi	1.377.974,00 €

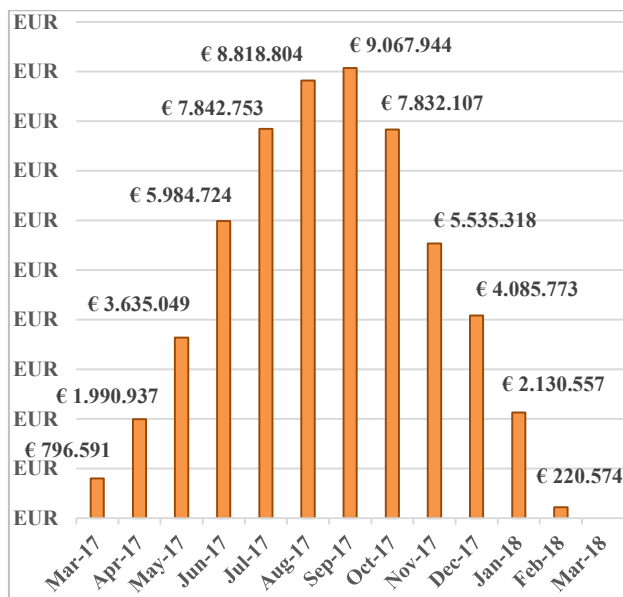
2.1. Proračun mesečnih troškova građenja

Dinamički planovi ulaganja finansijskih sredstava izrađeni su kao završna faza dinamičkog planiranja i izrade projekta organizacije.

Na bazi ovih planova dobijamo ukupne troškove za ove glavne četiri discipline, koje su najbitnije, i po sebi nose najveći deo troškova izgradnje. Pregled utroška finansijskih sredstava dat je grafički, gde se vidi koliko je novca potrebno svakog meseca da bi se projekat uspešno priveo kraju.

Takođe data je i kumulativna kriva ulaganja. Histogram ulaganja finansijskih sredstava urađen je na osnovu planiranih količina pojedinih radova, pomnožen sa cenama tih radova.

Sukcesivnim sabiranjem mesečnih iznosa dobija se zbirna kumulativna kriva. Proračun datih troškova na mesečnom nivou dat je na slici 4.



Slika 4. Grafički prikaz mesečnih troškova

3. PRIMENA METODA ZARAĐENE VREDNOSTI

Metod zarađene vrednosti ili Earned Value Method predstavlja metodu koja vrši integrisanu kontrolu obima, vremena i troškova na projektu. Ona je danas integrisana u raznim programima kao što je Project, Primavera [4].

Osnovni pokazitelji ove metode su:

- PV – Planed Value – planirana vrednost za planiranu količinu posla
- EV – Earned Value – zarađena vrednost za izvedenu količinu posla
- AC – Actual Cost – stvarni troškovi za izvedenu količinu posla
- BAC – Budget at Completion – planirani budžet projekta
- ETC – Estimate to Complete – procena preostalih troškova

CV – varijansa troškova – predstavlja razliku zarađene vrednosti za izvedenu količinu posla i planiranih troškova za tu vrstu posla.

$$BCWP = EV \quad ACWP = AC \quad CV = EV - AC$$

$$CV = BCWP - ACWP$$

CV – varijansa troškova može biti:

$CV > 0$ – onda su u trenutku izrade preseka stanja ostvareni manji troškovi od planiranih

$CV < 0$ – onda je u trenutku izrade preseka stanja došlo do prekoračenja planiranog budžeta

$CV = 0$ – onda su u trenutku izrade preseka stanja ostvareni troškovi jednaki planiranim

CPI – indeks troškovnih performansi projekta (troškovni indeks efikasnosti) – jednak je odnosu zarađene vrednosti izvedenog posla i stvarnih troškova.

$$CPI = EV / AC \quad CPI = BCWP / ACWP$$

CPI – troškovni indeks može biti:

$CPI \geq 1$ – što predstavlja odlične performanse poslovanja ili

$CPI < 1$ – što predstavlja loše performanse poslovanja tj. u trenutku izrade preseka stanja došlo je do prekoračenja planiranih troškova.

SV – varijansa vremena – jednaka je razlici zarađene vrednosti za planiranu količinu posla i zarađene vrednosti za izvedenu količinu posla.

$$SV = EV - PV$$

$$SV = BCWP - BCWS$$

SV – varijansa vremena može biti:

$SV = 0$ – što označava da se u trenutku izrade preseka stanja radovi odvijaju po planu

$SV < 0$ – što označava da u trenutku preseka stanja radovi kasne

$SV > 0$ – što označava da se radovi odvijaju brže nego što je planirano

SPI – vremenski indeks efikasnosti – predstavlja odnos zarađene vrednosti za planiranu količinu posla i zarađene vrednosti za izvedenu količinu posla.

$$SPI = EV / PV$$

$$SPI = BCWP / BCWS$$

SPI – vremenski indeks efikasnosti može biti

$$SPI \geq 1 - \text{odlične performanse}$$

$$SPI < 1 - \text{loše performanse tj. radovi kasne}$$

Još neki parametri metode zarađene vrednosti:

EAC – Estimate at Completion – predstavlja ukupnu sumu troškova ostvarenih u trenutku izrada preseka stanja i procena troškova svog preostalog posla.

$$EAC = BAC / CPI$$

BAC – Budget at Completion – planirani budžet projekta

EAC – Estimate at Completion – procenjeni budžet projekta na osnovu trenda radova i trenutku izrade preseka stanja

ETC – Estimate to Complete – procena preostalih troškova

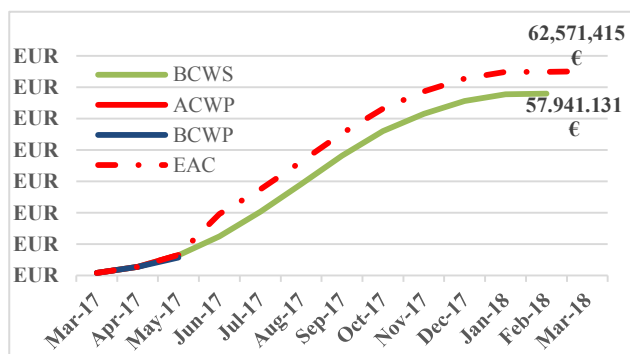
Ts – prognoza trajanja projekta

Tp – planirano vreme trajanja projekta

$$Ts = Tp / SPI$$

3.1. Primena metode na predmetni projekat

Metoda zarađene vrednosti primeniće se na predmetom projektu na kraju meseca meseca maja 2017 godine.



Slika 5. Grafički prikaz metoda zarađene vrednosti

Tabela 2. Primena metode zarađene vrednosti

	PV	BCWS	AC	ACWP	EV
Mar	796 591 €	796 591 €	800 431 €	800 431 €	796 591 €
Apr	1 990 9 37 €	2 787 5 28 €	1 999 3 45 €	2 799 7 76 €	1 990 9 37 €
Maj	3 635 0 49 €	6 422 5 77 €	3 689 8 79 €	6 489 6 55 €	2 908 0 39 €
	BCWP	CV	SV	CPI	SPI
Mar	796 591 €	-3 840 €	0 €	0.995	1
Apr	2 787 5 28 €	-8 408 €	0 €	0.995	1
Maj	5 695 5 67 €	- 781 840 €	- 727 010 €	0.788	0.799

Na osnovu trenda plaćanja koje je pokazano do sada, utvrđeno je da će procenjena vrednost objekta iznositi :

$$EAC = BAC / (\text{average CPI}) = 57.941.131 / 0.926 = 62 571 415 \text{ €}$$

Odavde vidimo da je u trenutku preseka stanja došlo do prekoračenja budžeta projekta za 4 630 284 € što ćemo u narednom periodu pokušati da poboljšamo kroz smanjenje stvarnih troškova na projektu i tempom naplate situacija za izvedene pozicije od strane investitora.

Kada je u pitanju ukupno vreme završetka procenjeno na osnovu dosadašnjeg trenda plaćanja, utvrđeno je da će planirano vreme glavnih disciplina projekta iznositi:

$$Ts = Tp / (\text{average SPI}) = 600 / 0.93 = 643 \text{ radnih dana}$$

Odavde vidimo da je u trenutku preseka došlo do prekoračenja planiranog vremena trajanja projekta za 25 dana. U narednim mesecima ćemo pokušati da na kritičnim aktivnostima povećamo broj radnika, kao i da popravimo iskorišćenost normi (produktivnost), da bi se projekat završio u predviđenom roku.

4. IDENTIFIKACIJA I ANALIZA RIZIKA NA PROJEKTU

Rizik na projektu predstavlja mogućnost pojave određene situacije, koja ako se desi, može da ima pozitivan ili negativan efekat na jedan ili više delova projekta kao što su: obim, trajanje, cena i kvalitet. Uspešno rukovođenje rizikom teži da identifikuje i prilagodi rizike u cilju jasnijeg razumevanja istih i da bi se sa njima moglo efektivno upravljati. Ključan korak koji vezuje procenu i identifikaciju rizika sa njihovim upravljanjem jeste razumevanje. Rukovođenje rizicima na projektu uključuje aktivnosti planiranja, identifikacije, analize, i kontrole rizika. Cilj ovih aktivnosti jeste se povećati verovatnoća i uticaj pozitivnih događaja, a smanji uticaj negativnih [3].

U prvom koraku dodeljujemo verovatnoću pojave rizika, u drugom koraku dodeljujemo uticaj rizika na parametre kao što su vreme, troškovi, kvalitet, bezbednost, životna sredina. U trećem koraku se množe verovatnoće sa uticajem, gde se dobija pojedinačni rang rizika, dok se u četvrtom bira najveći od navedenih parametara, i na osnovu njega određuje prioritet [3].

Kvalitativna analiza rizika		A	B- uticaj na					rang rizika = A*B					
RIZIK		verovatnoća događanja	vreme	troškove	kvalitet	bezbednost	životnu sredinu	vreme	troškove	kvalitet	bezbednost	životnu sredinu	prioritet
1	Katastrofalni požar/eksplozija	5	5	5	5	5	5	25	25	25	25	25	25
2	Vremenski uslovi	5	5	4	5	5	1	25	20	25	25	5	25
3	Kašnjenje materijala i opreme	5	5	5	2	1	1	25	25	10	5	5	25
4	Povrede na radu	4	4	3	2	5	1	16	12	8	20	4	20
5	Greške u komunikaciji između nivoa	4	4	4	4	2	3	16	16	16	8	12	16
6	Visoka fluktuacija radne snage	4	4	3	4	3	1	16	12	16	12	4	16
7	Rad sa otrovnim materijalima	3	5	5	5	5	5	15	15	15	15	15	15
8	Značajna promena cena materijala	3	1	4	3	1	1	3	12	9	3	3	12
9	Značajna promena cene radne snage	2	1	4	3	1	1	2	8	6	2	2	8
10	Inflacija	2	1	3	3	1	1	2	6	6	2	2	6

Tabela 3. Kvalitativna analiza rizika

5. ZAKLJUČAK

Ovim radom je prikazana tehnologija i organizacija građenja prostrojenja za preradu prirodnog tečnog gasa, sa osvrtom na analizu cena glavnih radova i proračunom potrebnih mesečnih ulaganja finansijskih sredstava, kao i primenu metode zarađene vrednosti, putem koje može da se stekne uvid u finansijski status projekta, i omogućiti pogled na jednu širu sliku projekta i troškova, dok se analizom rizika na projektu mogu preduprediti moguće negativne situacije na gradilištu, i realnije sagledati moguće opasnosti koje razni uticaji imaju na projekat.

6. LITERATURA

[1] Trivunić M, Matrijević Z, "Tehnologija i organizacija građenja - praktikum", FTN Edicija tehničke nauke, Novi Sad, 2006.

[2] Trbojević B, „ORGANIZACIJA GRAĐEVINSKIH RADOVA“, Građevinska knjiga, Beograd, 1988.

[3] Grupa autora, „A GUIDE TO PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE (PMBOK GUIDE)“, Project management institute, Pennsylvania, 2013.

[4] Czarnigowska A, "EARNED VAULE METHOD AS A TOOL FOR PROJECT CONTROL", Lublin University of Technology, January 2008.

Kratka biografija:



Stefan Rajak rođen je u Vrbasu 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Tehnologija i organizacija građenja odbranio je 2018. god.