

PRIMENA MS PROJECT-a U OBLASTI PROIZVODNJE SLOŽENOG PROIZVODA

APPLICATION OF THE MS PROJECT IN THE FIELD OF THE PRODUCTION OF A COMPLEX PRODUCT

Rezime: *Proizvodnja složenog proizvoda zavisi, pre svega, od zadatih ograničenja i načina planiranja i upravljanja proizvodnjom. U radu je prikazana struktura složenog proizvoda, jedan od načina za proračun količina i dužine trajanja proizvodnog ciklusa, i primena softverskog paketa MS Project u oblasti upravljanja proizvodnim ciklusima.*

Ključne reči: *složen proizvod, proizvodnja, MS Project*

Abstract: *Production of a complex product depends, among other things, of the given constraints and ways of planning and production management. The paper presents the structure of a complex product, one of the ways of the calculation of the scope and the length of a production cycle, and application of a software package MS Project in the field of the management of production cycles.*

Key words: *complex product, production, MS Project*

1. UVOD

U savremenom poslovnom svetu poštovanje vremena isporuke predstavlja jedan od najbitnijih faktora međusobnih odnosa poslovnih partnera. Poverenje naručioca se može izgubiti vrlo lako ako se samo jednom ne ispoštuje dogovoren datum isporuke. Pored izgubljenog “kupca”, proizvođač, u većini slučajeva, plaća i ogromne penale zbog kašnjenja.

Za uspešnu realizaciju proizvodnje složenog proizvoda potrebno je, pored vremenske dimenzije, upravljati resursima i troškovima. Ukoliko proizvodnju složenog proizvoda posmatramo kao projekat, gde uspešno treba “pomiriti” sve tri dimenzije poslovanja (vreme, resurse, troškove), nameće se potreba za korišćenjem softverske podrške, odnosno nekog ERP (Enterprise Resource Planning) sistema ili softverskog paketa za upravljanje projektima. Glavni nedostaci ERP rešenja su njihova cena i neadekvatna implementacija u našim poslovno-proizvodnim sistemima. S druge strane, softverski paketi za upravljanje projektima su pristupačniji i podržavaju sve potrebne aktivnosti vezane za planiranje i upravljanje projektima.

U radu je prikazan proračun količina delova i dužine proizvodnog ciklusa pozicije E₈ za naručenu količinu složenog proizvoda. U softverskom paketu za upravljanje projektima - MS Project uneti su osnovni podaci (operacije i resursi) za planiranje, praćenje i upravljanje proizvodnjom.

2. PRORAČUN KOLIČINA I PROJEKTOVANJE PROIZVODNOG CIKLUSA

Plan poluproizvoda je najznačajniji operativni plan proizvodnje. Za njegovu izradu neophodno je imati sledeće podatke: plan artikala, konstrukcionu sastavnicu, zalihe u nedovršenoj proizvodnji (magacini i radni nalozi), planiran škart, planirane zalihe na kraju godine (radi kontinuiteta u proizvodnji). Planirane količine delova (q_{ijk}) možemo izračunati pomoću sledećih formula:

$$x_{ijk} : q_{ijk}^{(1)} = m_{ijk} \cdot Q_i = n_{ijk} \cdot q_{ij} \quad (1)$$

$$x_{ijk} : q_{ijk}^{(2)} = \frac{n_{ijk} \cdot q_{ij}}{1 - \check{S}_{ijk}} = \frac{m_{ijk} \cdot Q_i}{\prod(1 - \check{S}_{ijk})} \quad (2)$$

$$x_{ijk} : q_{ijk}^{(3)} = \frac{n_{ijk} \cdot q_{ij} - q_{ijk}^M}{1 - \check{S}_{ijk}} - q_{ijk}^{RN} \quad (3)$$

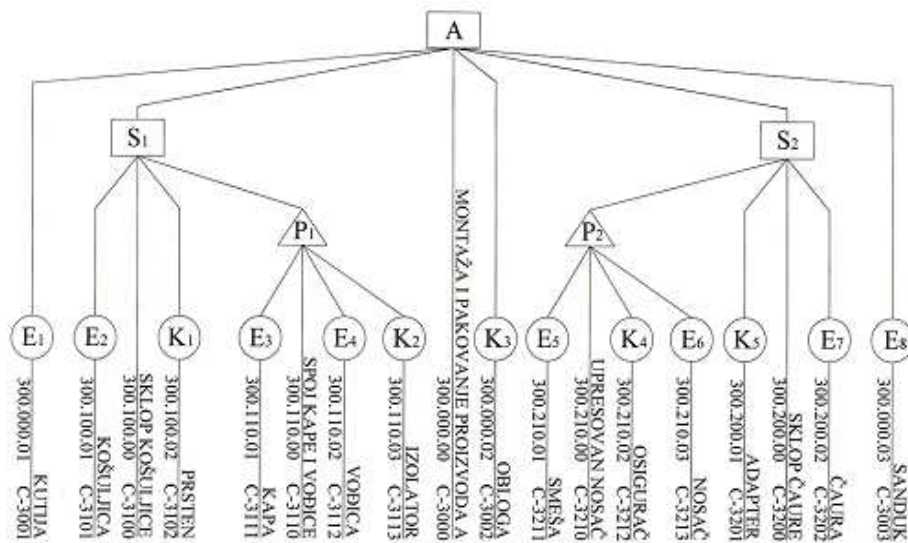
¹ Visoka škola tehničkih strukovnih studija Čačak, Svetog Save 65, office@vstss.com

$$x_{ijk} : q_{ijk}^{(4)} = \frac{n_{ijk} \cdot q_{ij} - q_{ijk}^M}{1 - \check{S}_{ijk}} - k \cdot q_{ijk}^{RN} \quad (4)$$

gde je:

x_{ijk} – oznaka delova, q_{ijk} – planirane količine delova, $\check{S}_{ijk}$ – planiran škart, q_{ijk}^M – količine delova koje se nalaze u magacinu, q_{ijk}^{RN} – količine delova koje se nalaze u lansiranim radnim nalozima, k – koeficijent koji uzima u obzir stepen (procenat) realizacije radnog naloga, m_i – ukupna količina i -tog dela u finalnom artiklu, n_i – ukupna količina i -tog dela u prvom nadređenom nivou u konstrukcionoj sastavnici.

Ako je potrebno isporučiti $Q = 22.300$ kom. složenog proizvoda A, na osnovu obrazaca (1-4), slike 1 i drugih podataka izračunate su, i u tabeli 1 prikazane, planirane količine svih delova.



Slika 1. Konstrukciona sastavnica složenog proizvoda A

Tabela 1. Podaci o škartu, zalihama i planiranim količinama delova

R. br.	Proizvod-poluproizvod	ni	mi	Š (%)	ZALIHE (kom)		Planirane količine (kom)			
					q_{ijk}^M	q_{ijk}^{RN}	$q_{ijk}^{(1)}$	$q_{ijk}^{(2)}$	$q_{ijk}^{(3)}$	$q_{ijk}^{(4)}$
1	A	1	1	2	360	720	22300	22756	21668	22172
2	S1	1	1	2	360	720	22300	22756	21023	22042
3	S2	2	2	0	720	1440	44600	44600	41176	43192
4	P1	1	1	5	360	720	22300	23954	21031	22608
5	P2	2	4	3	1440	2880	89200	91959	80535	86708
6	E1	0,2	0,2	4	72	144	4460	4646	4296	4501
7	E2	3	3	5	1080	2160	66900	71861	63092	67822
8	K1	1	1	0	0	0	22300	22756	21023	22042
9	E3	4	4	2	1440	2880	89200	97772	81492	89945
10	E4	3	3	7	1080	2160	66900	77271	64521	71120
11	K2	1	1	0	0	0	22300	23954	21031	22608
12	K3	1	1	0	0	0	22300	2300	21668	22172
13	E5	0,04	0,16	0	58	116	3568	3679	3048	3376
14	K4	2	8	0	0	0	178400	183918	161070	173416
15	E6	7	28	4	10080	20160	624400	670535	556575	615698
16	K5	3	6	0	0	0	133800	133800	123528	129576
17	E7	2	4	4	1440	2880	89200	92917	81404	87620
18	E8	0,05	0,05	0	60	164	1115	1115	860	1000

Za planiranu količinu dela E_8 ($q_{E8}^{(4)} = 1.000$ kom), koristeći tehnološki postupak (slika 2) i formule 5 i 6, u tabeli 2 prikazane su projektovane dužine proizvodnih ciklusa operacija i date pozicije E_8 . Proračun dužina proizvodnog ciklusa svake operacije u okviru date pozicije izračunavamo prema sledećoj formuli:

$$\tau(pf)_i = \frac{q_{pf}}{q_{si} \cdot S_{ni} \cdot r_{mi} \cdot p_{ni}} \quad (5)$$

Ukupnu dužinu proizvodnog ciklusa pozicije E_8 , po kombinovanom načinu organizacije toka redosleda operacija (serijska proizvodnja, kontinuitet proizvodnje po operacijama saglasno projektovanoj organizaciji rada sa usvojenom rezervom između operacija), izračunavamo po formuli:

$$T_{pf} = \tau(pf)_1 + (n_{opf} - 1) \cdot \tau_r + \sum_p (\tau_p - \tau_{p-1}), \quad p: \tau_p > \tau_{p-1} \quad (6)$$

gde je:

$\tau(pf)_i$ - dužina proizvodnog ciklusa i-te operacije posmatrane proizvodne faze u danima, q_{pf} - planirana količina (kom), q_{si} - kapacitet u smeni i-te operacije (kom/smeni), S_{ni} - broj smena u toku dana na i-toj operaciji (zavisi od operacije), r_{mi} - broj radnih mesta na kojima se proizvodnja i-te operacije organizuje, p_{ni} - prosečno izvršenje norme na i-toj operaciji, T_{pf} - projektovana dužina proizvodnog ciklusa proizvodne faze (dani), n_o - broj operacija (iz tehnol. postupka), τ_r - usvojena vremenska rezerva između operacija, p - oznaka operacije kod koje je zadovoljen uslov $\tau_p > \tau_{p-1}$.

OPERACIJSKI POSTUPAK

- SPISAK OPERACIJA I NORMATIV RADA -

Materijal:	Vrsta i kvalitet			Artikal:			
	Tehnički uslovi			Sklop:			
	Sirove dimenzije			Naziv:		Sanduk E8	
	Tehnički uslovi			Crtič broj:		C-3003	
	Količina za 1000 kom.			Šifra		300.000.03	
OPERACIJE		Reg broj operacijskog postupka	RADI		Vreme za izradu 1 kom.		Kapacitet za 7,5 č.
Broj	Naziv	RJ	Mašina, uređaj	Tanokšt. skupno	Osnovno u min	Dopun. sk. u min	Ukupno u min
1	Priprema, krojenje, klasiiranje daske	321/1	33 Rucno-testera	-	20000	25	25000
2	Rendisanje	321/2	33 Abrihter M4	-	60000	25	75000
3	Tutkalisanje i sklapanje	321/3	33 Rucno	-	40000	25	50000
4	Okivanje sanduka	321/4	33 Rucno	-	20000	25	25000
5	Gipsanje sanduka	321/5	33 Rucno	-	20000	25	25000
6	Priprema za farbanje	321/6	33 Rucno	-	20000	25	50000
7	Farbanje sanduka	321/7	33 Kabina	-	20000	25	75000
8	Označavanje	321/8	34 Rucno	-	20000	25	25000
9	Kontrola i prijem	321/9	34 Rucno-ocno	-	20000	25	25000
10	Međuradionički transport	321/10	33 Karet	-	10000	25	25000

SPISAK

MATERIJALA, POZICIJA I SKLOPOVA

NAZIV POZICIJE I SKLOPA						ŠIFRA:		BR. CRTEŽA			
Sanduk E8						300.000.03		C-3003			
Red. broj	Naziv materijala pozicije - sklopa	Šifra - nomenklatura	Dimenzija, m	Jed. mere	Količina za 1000 k.	Red. broj	Naziv materijala pozicije - sklopa	Šifra - nomenklatura	Dimenzija, kvalitet	Jed. mere	Količina za 1000 k.
1	Jelova građa 24 m	S2		m ³	20						
2	Samir	S3		kom.	2000						
3	Zatvarač	S4		kom.	1000						
4	Ručica	S5		kom.	2000						
5	Zavrtanj 4x50	S6		kom.	16000						
6	Ekseri 1.5x60	S7		kg.	30						
7	Lepak za drvo	S8		kg.	40						
8	Farba za drvo	S9		kg.	20						

Slika 2. Tehnološki postupak, sa odgovarajućim normativima, za izradu pozicije E_8

Tabela 2. Projektovani proizvodni ciklusi operacija pozicije E₈

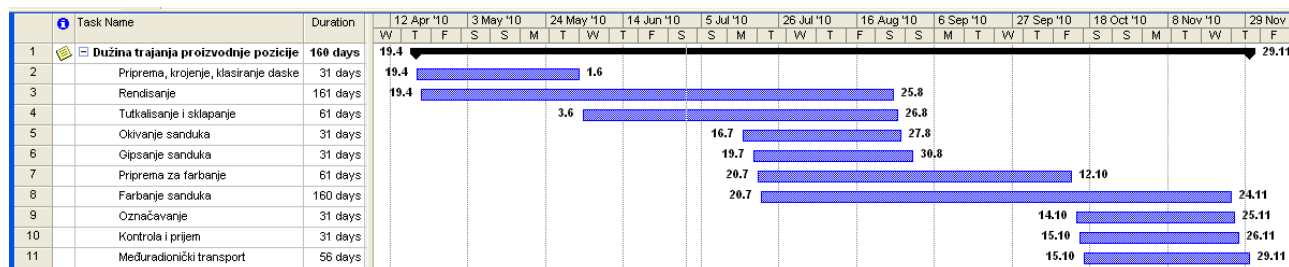
Redni br. operacije	Kapacitet u smeni q_{S_i}	Broj smena S_{n_i}	Broj radnih mesta r_{m_i}	Prosečno izvršenje norme p_{n_i}	$\tau_{(E8)_i}$ (kom)	p-ta operacija	$\tau_p - \tau_{p-1}$	T _{E8} (dani)
1.	30	1	1	1,1	31			T _{E8} = 160
2.	10	1	1	1,1	91	+	60	
3.	15	1	1	1,1	61			
4.	30	1	1	1,1	31			
5.	30	1	1	1,1	31			
6.	15	1	1	1,1	61	+	30	
7.	10	1	1	1,1	91	+	30	
8.	30	1	1	1,1	31			
9.	30	1	1	1,1	31			
10.	30	1	1	1,1	31			
Σ	-	-	-	-	-	-	120	

3. PRIMENA SOFTVERSKOG PAKETA MS PROJECT

Softverski paket Microsoft Project obavlja sledeće zadatke vezane za planiranje i upravljanje projektima:

- izrađuje Gantt-ov dijagram, mrežu i kalendar,
- prikazuje zavisnosti između zadataka,
- povezuje zadatke, resurse i troškove,
- utvrđuje kritičan put (puteve),
- daje prikaz raznih izveštaja (unapred ugrađenih u programu),
- omogućava lak izvoz/uvoz podataka u/iz druge aplikacije,
- daje odgovor na pitanje “šta ako”,
- daje mogućnost multiprojektnog upravljanja,
- omogućava izradu “banke resursa”,
- omogućava lako formatiranje prikaza (mrežni dijagram, Gantt-ov dijagram),
- pomaže pri bitnim aspektima upravljanja.

Prvi korak u softverskom paketu MS Project je definisanje datuma početka (19.04.2010.) ili završetka proizvodnje pozicije E₈. U drugom koraku potrebno je uneti osnovne podatke o operacijama (naziv i proračunate dužine trajanja) i veze između njih (slika 3).

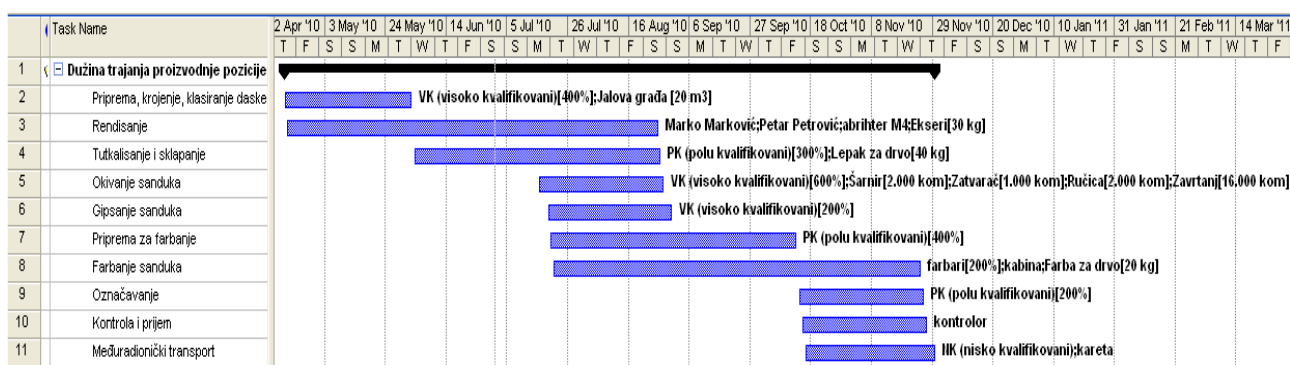
Slika 3. Podaci o proizvodnim operacijama pozicije E₈

Pored operacija bitnu ulogu imaju resursi koji su potrebni za izradu pozicije E₈. Kod resursa vrlo je važno napraviti razliku između radnih (ljudi i oprema) i materijalnih. Na slici 4 dat je prikaz resursa sa osnovnim podacima: ime, tip (radni ili materijalni), jedinica mere (samo za mat. resurse), jedinice dostupne za dodelu (samo za radne resurse), cena za redovan rad, cena za prekovremeni rad (samo za radne resurse), oznaka kada će troškovi opteretiti resurs i kalendar resursa.

	Resource Name	Type	Material Label	Initials	Group	Max. Units	Std. Rate	Ovt. Rate	Cost/Use	Accrue At	Base Calend
1	Petar Petrović	Work		P.P		100%	250,00 Din./hr	0,00 Din./hr	0,00 Din.	Prorated	Standard
2	Marko Marković	Work		M.M		100%	250,00 Din./hr	0,00 Din./hr	0,00 Din.	Prorated	Standard
3	VK (visoko kvalifikovani)	Work		VK		1.200%	220,00 Din./hr	0,00 Din./hr	0,00 Din.	Prorated	Standard
4	PK (polu kvalifikovani)	Work		PK		900%	200,00 Din./hr	0,00 Din./hr	0,00 Din.	Prorated	Standard
5	NK (nisko kvalifikovani)	Work		N		100%	180,00 Din./hr	0,00 Din./hr	0,00 Din.	Prorated	Standard
6	farbari	Work		f		200%	220,00 Din./hr	0,00 Din./hr	0,00 Din.	Prorated	Standard
7	kontrolor	Work		k		100%	220,00 Din./hr	0,00 Din./hr	0,00 Din.	Prorated	Standard
8	abrirter M4	Work		M4		100%	800,00 Din./hr	0,00 Din./hr	0,00 Din.	Prorated	24 Hours
9	kabina	Work		kab		100%	200,00 Din./hr	0,00 Din./hr	0,00 Din.	Prorated	24 Hours
10	kareta	Work		k		100%	100,00 Din./hr	0,00 Din./hr	0,00 Din.	Prorated	24 Hours
11	Jalova građa	Material	m3	J			20.000,00 Din.		0,00 Din.	Start	
12	Šarnir	Material	kom	Š			100,00 Din.		0,00 Din.	Start	
13	Zatvarač	Material	kom	Z			150,00 Din.		0,00 Din.	Start	
14	Ručica	Material	kom	R			50,00 Din.		0,00 Din.	Start	
15	Zavrtanj	Material	kom	Z			12,00 Din.		0,00 Din.	Start	
16	Ekseri	Material	kg	E			150,00 Din.		0,00 Din.	Start	
17	Lepak za drvo	Material	kg	L			150,00 Din.		0,00 Din.	Start	
18	Farba za drvo	Material	kg	F			220,00 Din.		0,00 Din.	Start	

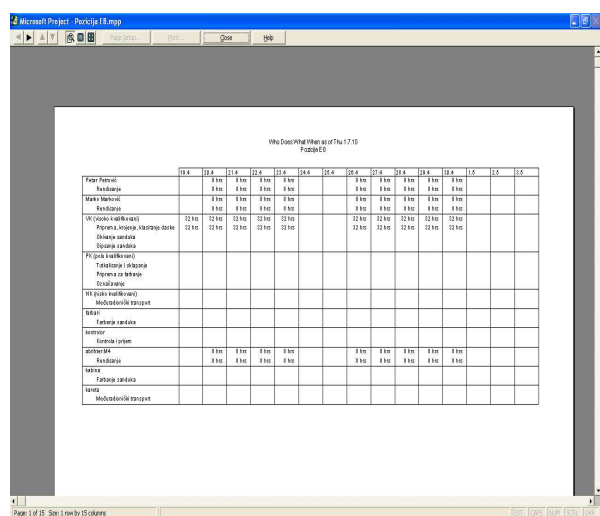
Slika 4. Podaci o resursima potrebnim za proizvodnju pozicije E₈

Sledeći korak je dodeljivanje resursa operacijama kako bi se izvršio rad. Na osnovu tehnološkog postupka pozicije E₈ (slika 2) raspoređeni su resursi i prikazani na slici 5.

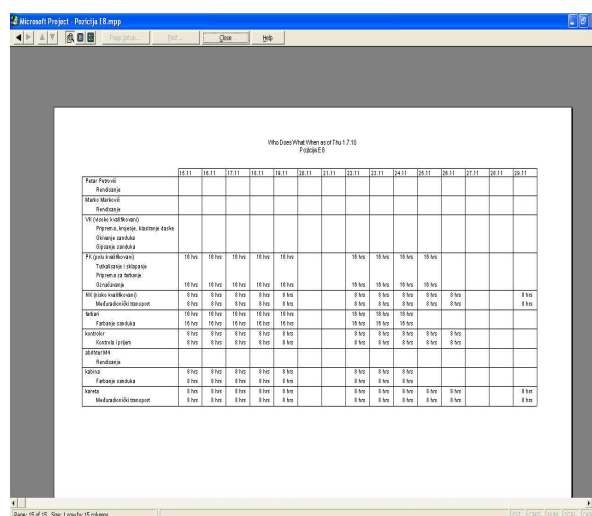


Slika 5. Resursi dodeljeni proizvodnim operacijama pozicije E₈

Softverski paket omogućava dobijanje raznih izveštaja koji su vezani za operacije (kritične; nezapočete; završene; operacije u toku; operacije koje počinju uskoro i t.d.), resurse (ko šta radi; ko, šta i kada radi- slika 6; preopterećeni resursi; iskorišćenost resursa i t.d.) i troškove (tokovi novca; budžet-slika 7; zadaci koji probijaju budžet i t.d.). Na slici 8 dat je grafički prikaz troškova dobijen jednostavnim “izvozom” podataka u Excel.



a) prva strana



b) poslednja strana

Slika 6. Izgled izveštaja – „ko, šta i kada radi“

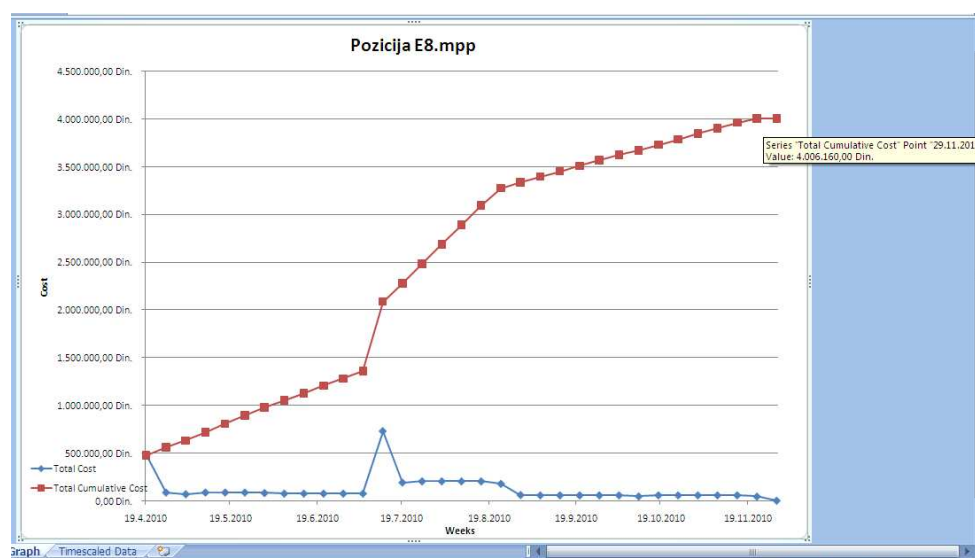
Microsoft Project - Pozicija E8.mpp

Budget Report as of Thu 1.7.10
Pozicija E8

ID	Task Name	Fixed Cost	Fixed Cost Accrual	Total Cost	Baseline	Variance	Actual	Remaining
6	Otklanjanje sanduka	0,00 Din.	Projected	999.360,00 Din.	0,00 Din.	999.360,00 Din.	0,00 Din.	999.360,00 Din.
3	Razdvajanje	0,00 Din.	Projected	950.900,00 Din.	0,00 Din.	950.900,00 Din.	0,00 Din.	950.900,00 Din.
2	Prepravljanje, krojenje, klasiranje daske	0,00 Din.	Projected	618.240,00 Din.	0,00 Din.	618.240,00 Din.	0,00 Din.	618.240,00 Din.
8	Fabiranje sanduka	0,00 Din.	Projected	470.320,00 Din.	0,00 Din.	470.320,00 Din.	0,00 Din.	470.320,00 Din.
7	Prepravljanje za bočanje	0,00 Din.	Projected	390.400,00 Din.	0,00 Din.	390.400,00 Din.	0,00 Din.	390.400,00 Din.
4	Tiskanje i skapavanje	0,00 Din.	Projected	298.800,00 Din.	0,00 Din.	298.800,00 Din.	0,00 Din.	298.800,00 Din.
6	Opremanje sanduka	0,00 Din.	Projected	109.120,00 Din.	0,00 Din.	109.120,00 Din.	0,00 Din.	109.120,00 Din.
9	Ozračivanje	0,00 Din.	Projected	99.200,00 Din.	0,00 Din.	99.200,00 Din.	0,00 Din.	99.200,00 Din.
10	Kontrola i prijem	0,00 Din.	Projected	54.560,00 Din.	0,00 Din.	54.560,00 Din.	0,00 Din.	54.560,00 Din.
11	Međunarodni transport	0,00 Din.	Projected	45.250,00 Din.	0,00 Din.	45.250,00 Din.	0,00 Din.	45.250,00 Din.
				4.006.160,00 Din.	0,00 Din.	4.006.160,00 Din.	0,00 Din.	4.006.160,00 Din.

Page: 1 of 1

Slika 7. Izgled izveštaja – „budžet“



Slika 8. Grafički prikaz troškova (dinamika angažovanja obrtnih sredstava)

4. ZAKLJUČAK

Za planiranu količinu od 1.000 kom. pozicije E8 potrebno je 160 radnih dana tj. ako proizvodnja počne 19.04.2010. planirani završetak je 29.11.2010. Planirani budžet potreban za proizvodnju ugovorene količine iznosi 4.006.160,00 dinara. Prikazan model potrebno je primeniti i na ostalih sedamnaest pozicija kako bi se mogla planirati i pratiti proizvodnja kompletnog proizvoda A.

5. LITERATURA

- [1] Đukić R., Jovanović J., Stefanović M., Utvrđivanje tehnološke dužine proizvodnog ciklusa, 34. JUPITER konferencija, Beograd, 2008.
- [2] Jelena Jovanović, Radisav Đukić, Planiranje i praćenje proizvodnje korišćenjem softvera MS Project, YUPMA, Zlatibor, 2009.
- [3] Jovanović J., Đukić R., Projektovanje proizvodnog ciklusa složenog proizvoda korišćenjem softverskog alata MS Project, YU INFO 09, Kopaonik, 2009.
- [4] Jovanović J., Modeli strukture složenog proizvoda, časopis "Tehnika i praksa", br. 1, str. 123-131, Visoka škola tehničkih strukovnih studija Čačak, Čačak, 2010.