

PRIMENA MS PROJECT-A U ODREĐIVANJU VREMENA TRAJANJA PROIZVODNOG CIKLUSA

APPLICATION OF MS PROJECT IN THE PRODUCTION CYCLE SCHEDULING

Vladan Paunović²⁷⁸

Sanja Puzović²⁷⁹

dr Miroslav Radojičić, redovni profesor²⁸⁰

Sadržaj: U radu su prikazane mogućnosti primene MS Project-a u realizaciji proizvodnog ciklusa, a u organizovanju industrijske proizvodnje artikla specijalne namene, sa paralelnim tokom redosleda tehnoloških operacija. U cilju izračunavanja vremena tehnoloških operacija proizvodnog ciklusa, koji se sastoji iz 5 sklopova i 34 pozicije, korišćen je koncept CPM metode. Proizvodnja artikala, iako zahteva visoko sofisticirane tehnologije, prouzrokuje i izvesna kašnjenja koja zahtevaju ažuriranje planova i terminiranja što korišćenje softvera MS Project omogućava.

Ključne reči: MS Project, CPM metoda, mrežni dijagram, proizvodni ciklus

Abstract: This paper presents some possibilities of using MS Project in the realization of a production cycle in organizing industrial production for special purpose items, with parallel sequence of technological operations. The method CPM was used for the purpose of calculating the time of technological operations in the production cycle which consists of 5 assemblies and 34 positions. Production of articles, although requires highly sophisticated technology, causing some delays which require updating of plans and scheduling, which is enabled by the use of MS Project software.

Key words: MS Project, CPM Method, network diagram, production cycle

1. UVOD

Korišćenjem aplikacije MS Project prikazane su mogućnosti primene ove aplikacije u realizaciji proizvodnog ciklusa, a u organizovanju industrijske proizvodnje artikla specijalne namene sa paralelnim tokom redosleda tehnoloških operacija. U cilju izračunavanja vremena tehnoloških operacija korišćen je koncept CPM metode.

Analiziran je proizvodni ciklus artikla A-1 koji pripada proizvodnom programu kompanije „Sloboda“ a.d. Čačak, kako je u pitanju složen proizvod njegov proizvodni ciklus se sastoji iz 5 sklopova i 34 pozicije. Opravdanost sadržaja, strukture i dužine vremena trajanja pojedinih proizvodnih aktivnosti, pored ostalih implikacija, predstavlja integralni element kompleksno

²⁷⁸ Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet tehničkih nauka Svetog Save 65, Čačak

²⁷⁹ Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet tehničkih nauka Svetog Save 65, Čačak

²⁸⁰ Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet tehničkih nauka Svetog Save 65, Čačak

shvaćene vremenske dimenzije. Vreme trajanja proizvodnog ciklusa određuje mogući rok isporuke finalnog proizvoda.

Pošto kompanija proizvodi proizvode za specijalne namene, pojedini podaci su poverljivi, pa su se iz tog razloga koristile odgovarajuće oznake i šifre. Podaci o nazivima sklopova, pozicija, operacija, kao i o vremenima izrade po komadu su dostupni i korišćeni su u radu.

Imajući u vidu da proizvodni ciklus predstavlja vremenski period od početka do završetka izrade određenog proizvoda, jasna je intencija svakog proizvođača da skрати proizvodni ciklus, što za posledicu ima povećanje koeficijenta obrta, bolje iskorišćenje kapaciteta i sniženje cene koštanja proizvoda. Tokom serijske izrade proizvoda vreme trajanja operacije i vreme čekanja se smenjuju u različitim intervalima. Vreme proizvodne operacije zavisi od brojnih faktora, a mogu se posebno izdvojiti uticaji karakteristika: samog proizvoda, sredstava za rad i ostvarenog režima rada, organizacije rada itd.

Potrebna snimanja su izvršena u kompaniji „Sloboda“ a.d. Čačak u trajanju od mesec dana, pri čemu su dobijeni podaci o nazivu mašina, broju radnika, broju smena, broju mašina, raspoloživim kapacitetima za rad u jednoj smeni i vreme izrade u cmh za jedan komad. Podaci dobijeni na osnovu izvršenih snimanja su primenjeni za svaki sklop, podsklop i poziciju artikla A-1.



Miroslav Radojičić je redovni profesor Fakulteta tehničkih nauka u Čačku Univerziteta u Kragujevcu, Srbija. Šef je Katedre za industrijski menadžment na istom Fakultetu. Njegove oblasti istraživanja uključuju projektni menadžment, operaciona istraživanja, višekriterijumsko odlučivanje.

2. PRIMENA CPM METODE U USKLAĐIVANJU TEHNOLOŠKIH VREMENA PROJEKTNIH AKTIVNOSI

U nastavku rada je prikazana primena CPM metode u usklađivanju vremena trajanja i redosleda tehnoloških operacija koje se koriste u proizvodnom ciklusu artikla A-1. Proces serijske proizvodnje ovog proizvoda se izvršava paralelnim tipom redosleda operacija, gde svaki komad proizvoda prelazi na sledeću operaciju nakon završene izrade na prethodnoj operaciji.

Proračun je vršen za obim proizvodnje od 80.000 komada koliko je potrebno proizvesti na mesečnom nivou. Izračunata su vremena trajanja proizvodnog procesa za svaku poziciju primenom paralelnog tipa organizacije redosleda izvršavanja proizvodnih operacija, korišćenjem sledećeg izraza:

$$T_{cp} = \sum_{i=1}^m t_i + (q - 1) \cdot t_{i,max} \quad [1]$$

gde je:

T_{cp} – ukupno vreme trajanja serije primenom paralelnog tipa toka izrade serije,

t_i – vreme trajanja i -te operacije,
 $t_{i,max}$ – vreme trajanja najduže operacije,
 q – broj komada u seriji,
 m – broj proizvodnih operacija.

<i>Šifra aktivnosti</i>	<i>Naziv aktivnosti</i>	<i>Prethodna aktivnost</i>	<i>Vreme iz tehnološkog postupka</i>	<i>Vreme trajanja aktivnosti</i>
Čaura				
A₁	Naručivanje materijala (čaura)	-	45	45
B₁	Prijem materijala (čaura)	A₁	2	2
C	Izrada čaure - mehanička obrada	B₁	20,055609	21
D	Izrada spoja čaure i kapisle	C	8,9069773	9
T₁	Testiranje (čaura)	D	2	2
Upaljač				
A₂	Naručivanje materijala (upaljač)	-	30	30
B₂	Prijem materijala (upaljač)	A₂	2	2
E	Izrada tela upaljača	B₂	40,000891	41
F	Izrada vođice	B₂	61,547472	62
G	Izrada čepa	B₂	10,240261	11
H	Izrada nosača kapisle	B₂	18,187345	19
I	Izrada nosača segmenta	B₂	16,00065	17
J	Izrada segmenta	B₂	36,32037	37
K	Izrada opruge	B₂	20,000337	21
L	Izrada igle	B₂	12,906905	13
M	Izrada udarača	B₂	20,747026	21
N	Laboracija upaljača	E,F,G,H,I ,J,K,L,M	11,416723	12
T₂	Testiranje (upaljač)	N	2	2
Granata				
A₃	Naručivanje materijala (granata)	-	30	30
B₃	Prijem materijala (granata)	A₃	2	2
O	Izrada vodećeg prstena	B₃	8,9068933	9
P	Izrada košuljice otpreska	B₃	13,333759	14
Q	Izrada spoja košuljice i vodećeg prstena	O,P	110,45887	111
R	Projektil laborisan	Q	49,978091	50
T₃	Testiranje (granata)	R	2	2
Kompletiranje metka				
S	Kompletiranje metka	A₃	17,389275	18
T₄	Testiranje (metak)	S	2	2
Pakovanje metka				
A₄	Nabavka materijala (pakovanje metka)	S	15	15
B₄	Prijem materijala (pakovanje metka)	A₄	2	2
U	Izrada uložaka - bočni	B₄	1,3335807	2
V	Izrada uložaka - prednji-zadnji	B₄	0,9523187	1
W	Izrada uložaka - gornji-donji	B₄	0,9523387	1

X	Izrada kesa za pakovanje	B ₄	1,60011	2
Y	Pakovanje metka	T _{4,U,V,W} , X	4,00044	5

Tabela 1. – Vremena trajanja operacija i njihove međuzavisnosti

U tabeli 1. Prikazani su nazivi aktivnosti, odnosno operacija koje se izvode u okviru proizvodnog procesa, kao i njihove međuzavisnosti. Takođe, primenom izraza [1] izračunata su vremena trajanja proizvodnog procesa za svaki sklop i poziciju koji se odvijaju u proizvodnog procesa artikla A-1. Svi podaci su korišćeni prilikom konstruisanja mrežnog dijagrama primenom CPM metode.

	I	J	K	L	M	N
35						
36						8073
37						0.08073
38						4.8438
39						
40						6458.40
41						

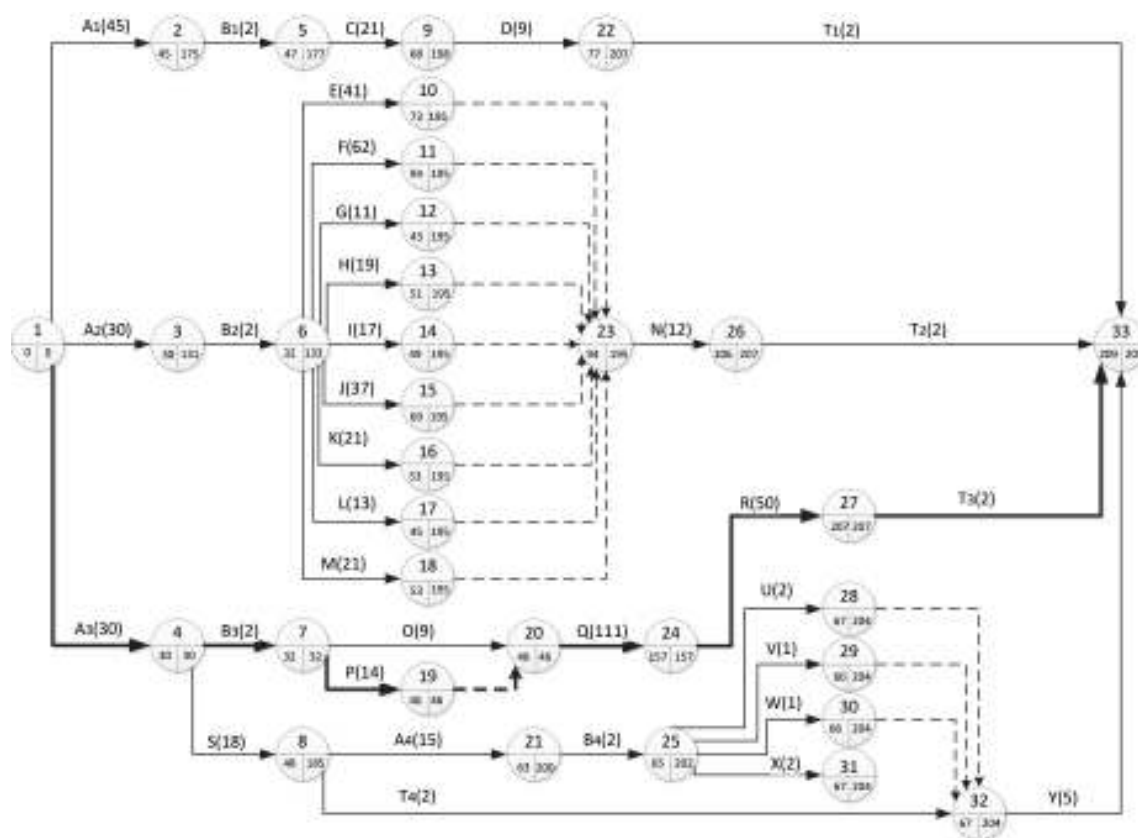
Slika 1. – Ukupno vreme izrade po komadu i za celu seriju pozicije Projektil laborisan

Na slici 1. prikazano je izračunato vreme potrebno za izradu jednog komada za poziciju Projektil laborisan, izraženo u cmh, h i min, kao i ukupno vreme izrade za količinu od 80.000 komada, izraženo u norma časovima. Norma čas predstavlja objektivno potrebno radno vreme za proizvodnju jedinice nekog proizvoda u datim uslovima proizvodnje.

	I	J	K	L	M	N	O	P
30								
31								
32						74967136		
33						749.67136		
34						49.97809		
35								

Slika 2. – Ukupno vremena trajanja operacije pozicije Projektil laborisan

Na slici 2. prikazano je ukupno vreme trajanja operacije pozicije Projektil laborisan izraženo u cmh, h i danima. Primenom CPM metode u mrežnom dijagramu korišćeno je vreme u danima.



Slika 3. – CPM mrežni dijagram

Kritičan put:

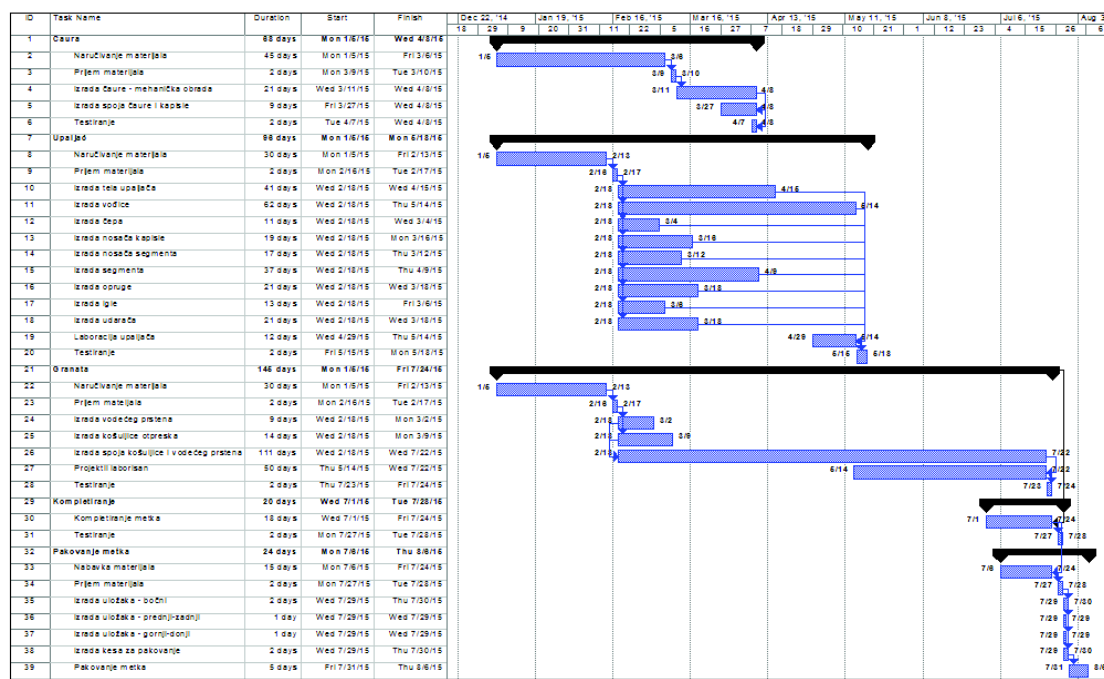
A_3 - Naručivanje materijala (granata); B_3 - Prijem materijala (granata); P - Izrada košuljice otpreska; Q - Izrada spoja košuljice i vodećeg prstena; R - Projektil laborisan; T_3 - Testiranje (granata)

Primenom CPM metode konstruisan je mrežni dijagram (slika 3.), gde su prikazana najranija i najkasnija vremena započinjanja svake operacije, kao i kritičan put sa redosledom operacija.

3. PRIMENA MS PROJECT-A U TERMINIRANJU TOKA REDOSLEDA TEHNOLOŠKIH OPERACIJA

Primenom aplikacije MS Project kao početni datum izrade pozicije Projektil laborisan uzet je 05.01.2015. god., a subote i nedelje su tretirane kao neradni dani. U tabeli 1. prikazane su aktivnostima sa vremenima trajanja koja su korišćena u MS Project-u.

Vreme trajanja proizvodnog ciklusa artikla A-1 d je primenom paralelnog tipa toka izrade serije, i ukupno iznosi 157 dana. Na osnovu prethodno izračunatih vremena trajanja svih operacija, dobijena su vremena trajanja ciklusa proizvodnje za svih 5 sklopova, za izradu čaure 68 dana, za izradu upaljača 96, za izradu granate 145, za kompletiranje metka 20 i za pakovanje metka 24 dana. Prva tri sklopa kreću istovremeno sa izradom istog datuma 05.01.2015. god. koji predstavlja i datum početka proizvodnje artikla A-1. Pakovanje metka se je završna operacija ovog proizvodnog procesa, odnosno završava se 06.08.2015. god.



Slika 4. – Grafički prikaz Gantograma

Na slici 4. je dat grafički prikaz paralelnog tipa organizacije redosleda izvršavanja proizvodnih operacija, sa vremenima trajanja za svaku operaciju, početnim i završnim vremenom, gde su kao merne jedinice korišćeni dani.

Paralelnim tipom organizacije redosleda izvršavanja proizvodnih operacija, kod podpozicije izrade upaljača, operacije pod rednim brojem 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 i 18, kao i kod podpozicije izrade granate, operacije 24, 25 i 26, mogu započeti istovremeno, odnosno istog dana 18.02.2015. god. što može dovesti do skraćivanja vremena trajanja proizvodnog ciklusa. Ukoliko je vreme trajanja operacija racionalnije, tj. ako su manje razlike u vremenu trajanja ovih operacija, onda je i kraće vreme trajanja celokupnog proizvodnog ciklusa. Operacija pod rednim brojem 26, kod izrade granate traje 111 dana, najduže od svih ostalih operacija, što u velikoj meri produžuje vreme proizvodnog ciklusa ovog složenog proizvoda.

4. ZAKLJUČAK

Primenom koncepta CPM prikazane su mogućnosti korišćenja ove metode u funkciji skraćivanja vremena trajanja proizvodnog ciklusa boljim usaglašavanjem pojedinačnih vremena tehnoloških operacija. Prilikom proizvodnja artikla specijalne namene, iako zahteva visoko sofisticirane tehnologije, ipak se pojavljuju izvesna kašnjenja koja zahtevaju ažuriranje planova i terminiranja što korišćenje softvera MS Project omogućava.

Kako terminiranje predstavlja fino planiranje, to primena ove tehnike daje mogućnosti ispunjavanja ove funkcije i u industrijskoj proizvodnji artikala specijalne namene.

REFERENCES

- [1] Anil Kumar, S., Suresh, N. (2008) *Production and Operations Management*, Second Edition, New Age International Publishers, New Delhi.
- [2] Aouam, T., Uzsoy, R. (2015) *Zero-order production planning models with stochastic demand and workload-dependent lead times*, International Journal of Production Research, 53(6), 1661-1679.
- [3] Bhat, Sh. (2008) *Improve profits and reduce cycle time with manufacturing cells*, Advances in Production Engineering & Management, 3(1), 17-26.
- [4] Čala I., Klarin M., Radojičić, M., Erceg, Z. (2011) *Development of a stochastic model for determining the elements of production cycle time and their optimization for serial production in metal processing industry and recycling processes*, Plenary session-Invited papers, Proceedings of I International Symposium Engineering Management and Competitiveness-EMC2011, University of Novi Sad, Technical faculty Zrenjanin, 21-24.
- [5] Díaz-Madroñero, M., Mula, J., Peidro, D. (2014) *A review of discrete-time optimization models for tactical production planning*, International Journal of Production Research, 52(17), 5171-5205.
- [6] Greasley A., (2009) *Operations Managements*, Second edition, John Wiley&Sons, 2009.
- [7] Martinell, F., Piedimonte, F., (2008) *Optimal cycle production of a manufacturing system subject to deterioration*, Automatica (Journal of IFAC), Pergamon Press, Inc. Tarrytown, NY, USA, 44(9), pp. 2388-2391.
- [8] Radojičić, M. (2007) *Menadžment proizvodnjom*, Tehnički fakultet u Čačku, Čačak.
- [9] Radojičić, M., Vesić Vasović, J., Nešić, Z. (2010) *Razvoj softverske podrške za upravljanje proizvodnjom*, Tehnički fakultet u Čačku, Čačak.
- [10] Radojičić, M., Vesić Vasović, J., Nešić, Z. (2013) *Application of optimization methods in the function of improving performance of organizational systems*, Monograph, Faculty of Technical Sciences Čačak.
- [11] Radojičić, M., Nešić, Z. & Vesić Vasović, J. (2012) *One Approach to Reduction of Production Cycle Time*, Metalurgia International, 17(9), 110-114.
- [12] Radojičić, M., Nešić, Z., Vesić Vasović, J., Klarin, M., Spasojević Brkić V. (2011) *Model of economic batch size in industrial production (Article)*, Technics Technologies Education Management-TTEM, vol. 6 br. 2, str. 272-280.
- [13] Wang, X., Li, D., O'brien, C., Li, Y. (2010) *A production planning model to reduce risk and improve operations management*, International Journal of Production Economics, 124(2), 463-474.
- [14] Zheng, L. Y., et al., (2008) *Key characteristics management in product lifecycle management: a survey of methodologies and practices*, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers – Part B – Engineering Manufacture, vol. 222 Issue 8, pp.989-1008.