

UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM KORIŠĆENJEM SOFTVERA MS PROJECT

MANAGING PRODUCTION USING SOFTWARE MS PROJECT *

Radisav Đukić⁽¹⁾, Jelena Jovanović⁽²⁾

Rezime: U radu je prikazan jedan od načina za planiranje i upravljanje proizvodnjom složenog proizvoda korišćenjem softverskog paketa MS Project. Gledano u tom kontekstu vreme predstavlja ključni resurs ali i podlogu za merenje valjanosti projektovanih i ostvarenih rešenja. Tretrajući proizvodnju konkretnog proizvoda kao projekat podešeni su odgovarajući parametri i prikazana rešenja u ovom aplikativnom softveru.

Ključne reči: Planiranje, upravljanje, proizvodnja, resursi, projekat

Abstract: This paper shows on of the methods for planning and managing the production of a complex product using software suit MS Project. In that context, the time represents not only the key resource but also the platform for measuring the value of the projected and accomplished solutions. Regarding the production of a concrete product as a project, suitable parameters have been adjusted and the solutions have been adjusted and the solutions have been shown using the applicative software.

Key words: Planning, management, production, resources, project

1. UVOD

Savremeni stil menadžmenta nametnuo je ideju da treba stvoriti resursno štedljiv i fleksibilan sistem koji proizvodi samo ono što se može prodavati. Proizvodnja se odvija na bazi porudžbina na fleksibilnim tehnološkim sistemima. Kupac je stavljen u centar poslovnih zbivanja što podrazumeva visok nivo kvaliteta, najnižu cenu u odnosu na konkurente, veliki broj varijanti proizvoda koji se proizvode kako u malim tako i u velikim serijama. Stalnim poboljšanjima na proizvodu i u proizvodnji, maksimalnim skraćenjem proizvodnog ciklusa, proizvodnjom u pravom trenutku bez zaliha i međuskладиšta minimiziraju se troškovi poslovanja. Originalne ideje nameću nov pristup planiranju i upravljanju proizvodnjom uz korišćenje odgovarajućih aplikativnih softvera. U radu je prikazano modelovanje strukture, projektovanje proizvodnog ciklusa i praćenje realizacije proizvodnje korišćenjem softverskog alata MS Project.

2. MODELOVANJE STRUKTURE SLOŽENOG PROIZVODA

Konstruktivno-tehnološka dokumentacija služi za definisanje i oblikovanje proizvoda i predstavlja osnovu industrijskog načina proizvodnje. Crteži sklopa i detalja proizvoda, konstrukciona sastavnica, tehnološki postupci izrade i

organizacija stručnih sadržaja predstavljaju osnov za sve aktivnosti planiranja, pripreme proizvodnje i upravljanja proizvodnjom. Na bazi znanja, uverenja i zahteva okruženja konstruktor definiše proizvod uvažavajući pre svega, funkcionalni aspekt. U okviru konstrukcione sastavnice (šeme raščlanjavanja) definišemo funkcionalne nivoe polazeći od elemenata (delova, pozicija) koji predstavljaju prvi nivo, pa preko podsklopova i sklopova dolazimo da zadnjeg n-tog nivoa.

Konstrukcionu sastavnicu odabranog proizvoda (A) čine četiri funkcionalna nivoa koji se sastoje od trinaest delova (E_i, K_i), dva podsklopa (P_j) i dva sklopa (S_k):

$$A = \{ (E_i | i=1,8, K_i | i=1,5), (P_j | j=1,2), (S_k | k=1,2) \} \quad (1)$$

Za jednoznačno definisanje svakog elementa (x) skupa A odnosno grafa (G) koristimo naziv (N), šifru (Š), i crtež (C):

$$G(x) = \{ x | N(x), \check{S}(x), C(x) \} \quad (2)$$

Respektujući tehnološki i proizvodni aspekt, koristeći teoriju grafova i metodu višenivovskog indeksnog označavanja lukova grafa na slici 1 prikazana je hijerarhijska struktura nastanka proizvoda A (X_1) odnosno strukturalna sastavnica. Orjentisan graf sastoji se od čvorova i lukova:

$$G(x) = \{ x | \check{C}(x), L(x) \} \quad (3)$$

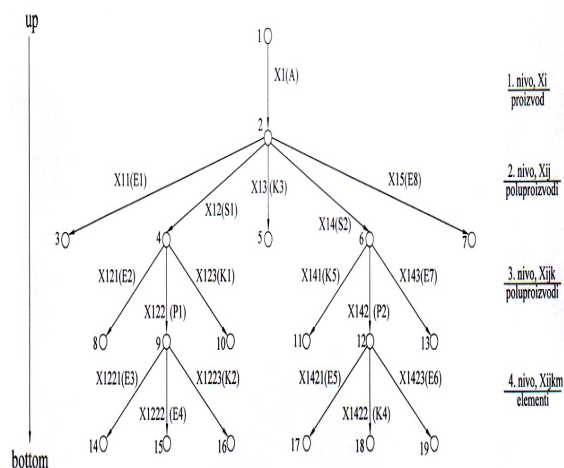
1) Radisav Đukić, Visoka škola tehničkih strukovnih studija Čačak, mail: vtscacak@eunet.yu

2) Jelena Jovanović, Visoka škola tehničkih strukovnih studija Čačak, mail: jelena.jovanovic@live.com

Sve lukove označavamo slovom (X) pri čemu indeks definiše položaj luka u grafu. Na prvom nivou koristimo jedan indeks (i) na drugom dva (ij) i td. Označavanje susednih lukova na sledećim nivoima vrši se uvek s leva na desno dodajući na indeks susednog luka, sa predhodnog nivoa, broj iz skupa prirodnih brojeva redom počev od jedan pa nadalje. Finalni proizvod opisujemo preko elemenata skupa:

$$X_1 = \{(x_1), (x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}), [(x_{121}, x_{122}, x_{123}), (x_{141}, x_{142}, x_{143})], [(x_{1221}, x_{1222}, x_{1223}), (x_{1421}, x_{1422}, x_{1423})]\} \quad (4)$$

Elementi skupa definisani relacijom (4) predstavljaju istovremeno: sastavne delove proizvoda - proizvodne faze (card $X_1=18$), nivoe ugradnje (card $X_1=4$) i ukazuju na složene proizvodne faze u okviru kojih se vrši montaža (card $X_1=5$). Modelovanje strukture složenog proizvoda pomoću relacija (3) i (4) i grafa prikazanog na slici 1 omogućava nam korišćenje principa „demand pull” (usisavanje). Nivoi ugradnje definisani su po principu „usisavanja” pri čemu prvi nivo predstavlja nivo finalnog proizvoda a ostali nivoi definišu odgovarajuće proizvodne faze. U tom kontekstu proizvodnju složenog proizvoda moguće je realizovati sa minimalnim zalihama radeći samo ono što je stvarno potrebno i to „ni prerano ni prekasno”.



Slika 1. Strukturna sastavnica proizvoda A

3. PROJEKTOVANJE PROIZVODNOG CIKLUSA SLOŽENOG PROIZVODA

Pre početka korišćenja MS Project-a potrebno je na osnovu tehnološke dokumentacije nacrtati strukturalnu sastavnice proizvoda (slika 1) i utvrditi projektovana vremena proizvodnje pojedinih proizvodnih faza koristeći odgovarajuće obrasce i normative vremena izrade (tabela 1).

Strukturalnu sastavnice proizvoda (slika 1) možemo iskoristiti višestruko za projektovanje proizvodnog ciklusa. Na slikama 2 i 3 prikazan je postupak za projektovanje ciklusa u MS Projectu. Ako vremena proizvodnih faza, koja smo prethodno utvrdili, i vremenske rezerve želimo da prikazemo u najranijem početku tada gantogram crtamo u desno krećući se od spoljašnjih čvorova grafa (3, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19) po strukturalnoj sastavnici (slika 2). Ukoliko projektujemo ciklus sa prikazom vremenskih rezervi i proizvodnih faza u najkasnijem početku (princip just-in-time) tada prvo odredimo kritičan put u grafu pa zatim crtamo gantogram u levo polazeći od završnog čvora (1) ka spoljašnjim čvorovima grafa (slika 3).

Za dobijanje prikaza (Gantt Chart) datih na slikama 2 i 3 u programu je potrebno prvo „definisati projekat“ tj. u oknu Tasks izabrati vezu Define The Project i uneti datum početka proizvodnje (23.03.2009). Sledeći korak se odnosi na definisanje radnog kalendara odnosno definisanje opšteg radnog vremena (8h dnevno, 40h nedeljno i 20 dana mesečno) i neradnih dana (17.04.2009. i 20.04.2009.).

Nakon podešavanja osnovnih parametara koji se odnose na naš „projekat“ potrebno je pažljivo pristupiti izradi liste zadataka što u našem slučaju predstavljaju proizvodne faze.

Nakon unosa svih proizvodnih faza (kolona Task Name) potrebno je uneti i njihovo trajanje (kolona Duration).

Proizvodne faze treba „povezati“ tj. napraviti zavisnost između njih koristeći strukturalnu sastavnice (veze između proizvodnih faza prikazane su strelicama na gantogramu). U zavisnosti od toga koji prikaz želimo da dobijemo (slika 2 ili slika 3) veze između proizvodnih faza će biti različite.

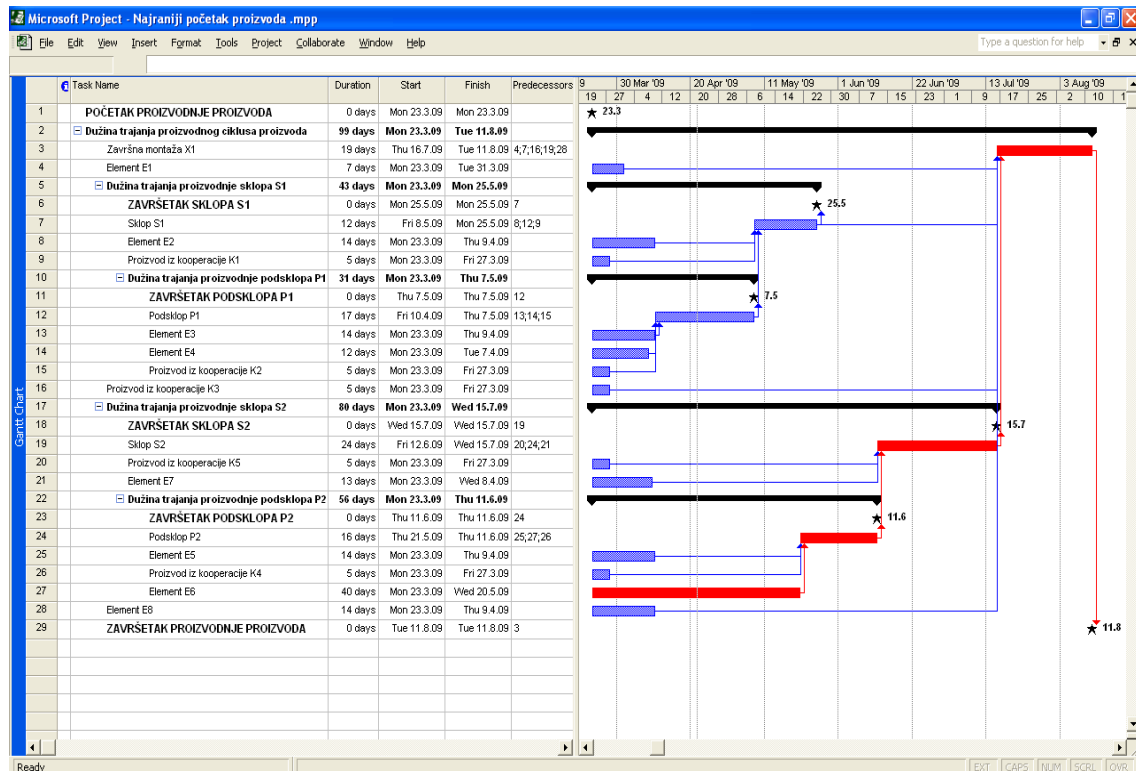
Radi lakšeg praćenja projekta potrebno je definisati sumarne zadatke (dužina trajanja proizvodnog ciklusa, dužina trajanja proizvodnje sklopa S1 i S2, podsklopa P1 i P2) i ključne tačke na projektu (početak proizvodnje proizvoda, završetak sklopa S1, završetak podsklopa P1, završetak sklopa S2, završetak podsklopa P2 i završetak proizvodnje proizvoda).

Na slikama 2 i 3 pored Gantt-ovog dijagrama sa leve strane prikazana je tabela u kojoj se nalaze najbitniji podaci o proizvodnim fazama a to su:

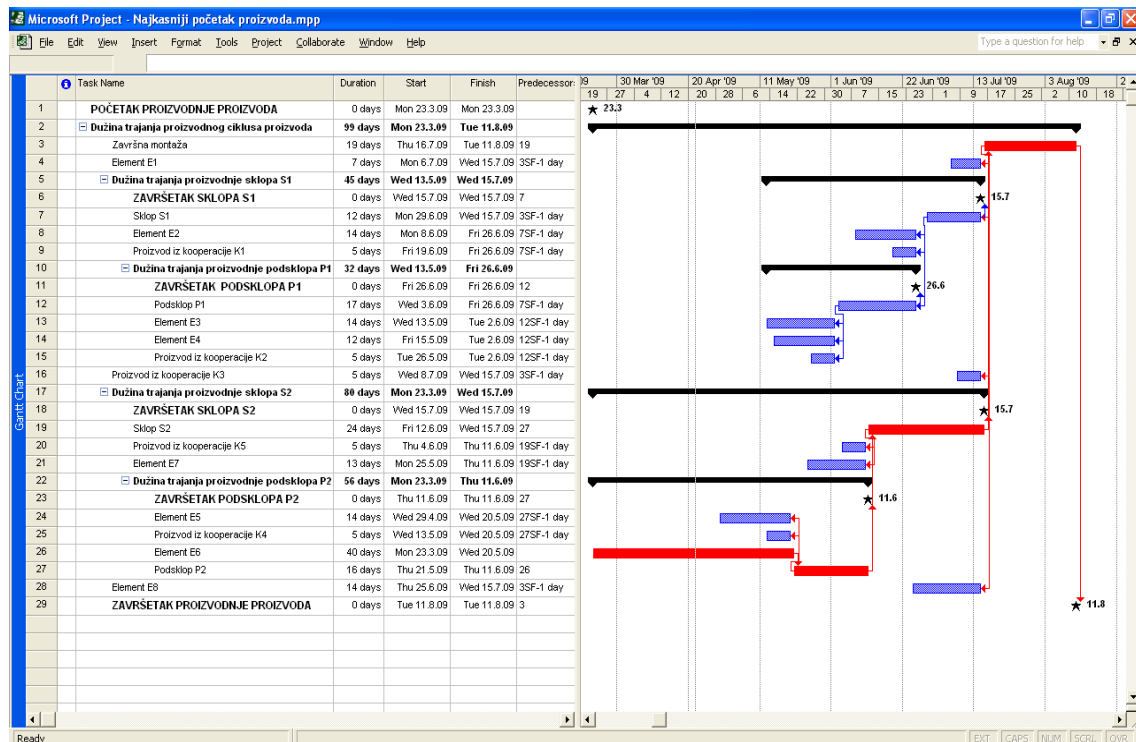
1. Ime (Task Name),
2. Dužina trajanja (Duration),
3. Datum početka proizvodnje (Start),
4. Datum završetka proizvodnje (Finish) i
5. Redni brojevi proizvodnih faza sa kojima su u vezi (Predecessors).

Proizv. faza	E1	E2	K1	E3	E4	K2	P1	S1	K3	X1	E5	K4	E6	P2	K5	E7	S2	E8
Projekt. vremena (dana)	7	14	5	14	12	5	17	12	5	19	14	5	40	16	5	13	24	14

Tabela 1- Projektovana vremena proizvodnje proizvodnih faza proizvoda A



Slika 2- Projektovanje proizvodnog ciklusa složenog proizvoda A – najraniji početak



Slika 3- Projektovanje proizvodnog ciklusa složenog proizvoda A – najkasni početak

4. PRAĆENJE REALIZACIJE PROIZVODNJE

Praćenje performansi projekta u odnosu na originalni plan, omogućava dobijanje odgovora na sledeća pitanja:

- Da li proizvodnja počinje i završava se u planiranim terminima, a ukoliko ne, kako će to uticati na datum završetka proizvodnje?
- Da li se resursi za kompletiranje proizvodnih faza troše više ili manje u odnosu na planirane?
- Da li će troškovi proizvodnih faza, koji su veći od planiranih, dovesti do povećanja ukupnih troškova?

MS Project podržava nekoliko načina za praćenje realizacije projekta (proizvodnje). Izbor metoda praćenja trebalo bi da zavisi od nivoa detalja ili kontrole koja je potrebna. Različiti nivoi praćenja detalja obuhvataju sledeće:

- Snimanje rada prema rasporedu. Ovo je najbolje ukoliko se na projektu sve odvija po planu,
- Snimanje procenta realizacije svake proizvodne faze u vrednostima ili prema priraštaju, kao na primer, 25, 50, 75 ili 100 %,
- Snimanje aktuelnosti svake proizvodne faze ili dodeljivanja; početak, završetak, rad i preostalo trajanje,
- Praćenje nivoa raspoređivanja rada prema vremenskim periodima i učesnicima. Ovo predstavlja najdetaljniji nivo praćenja. Ovde se snimaju stvarne vrednosti rada po danu, nedelji ili nekom drugom intervalu.

Pošto različiti delovi "projekta" mogu da imaju različite potrebe za praćenjem, moguće je primeniti kombinaciju ovih pristupa u okviru jednog "projekta". U ovom radu prikazaćemo praćenje projekta prema rasporedu.

Da bi smo pravilno ocenili performanse projekta, potrebno je da ga uporedimo sa originalnim planom. Ovaj originalni plan se naziva bazni (osnovni) plan ili samo bazna linija (baseline). Kada se snimi bazni plan, MS Project pravi "snimak" postojećih vrednosti i smešta ih u plan projekta u programu MS Project, radi kasnijih poređenja. Bazni plan treba snimiti:

- kada se plan projekta razvije u najvećoj mogućoj meri. Međutim, to ne znači da se ne mogu naknadno dodavati faze, resursi ili dodeljivanja pre početka radova, i

- pre nego što se počne sa unosom aktuelne vrednosti, kao što je procenat izvršenja zadatka.

Nakon snimanja baznog plana (Track→Save A Baseline Plan To Compare With Later Versions→Save Baseline) ako se u meniju View izabere Table:Summary a zatim opcija Variance pojavljuje se tabela Variance. Ova tabela obuhvata kolone početka i završetka baznog i ažuriranog plana, prikazane jedna pored druge radi lakšeg upoređivanja (slika 4). U ovom trenutku, pošto nikakav aktuelni posao još nije obavljen, vrednosti u poljima Start i Baseline Start su identične, kao i vrednosti u poljima Finish i Baseline Finish.

Najjednostavniji pristup praćenja napretka jeste da sve ide po planu. Na primer, ukoliko su do 22.06.2009. sve proizvodne faze započele i završile se prema predviđenom rasporedu, snimićemo stvarne podatke ažurirajući rad za navedeni datum (Tracking→Update Project→Update Work As Complete Through→22.06.2009.).

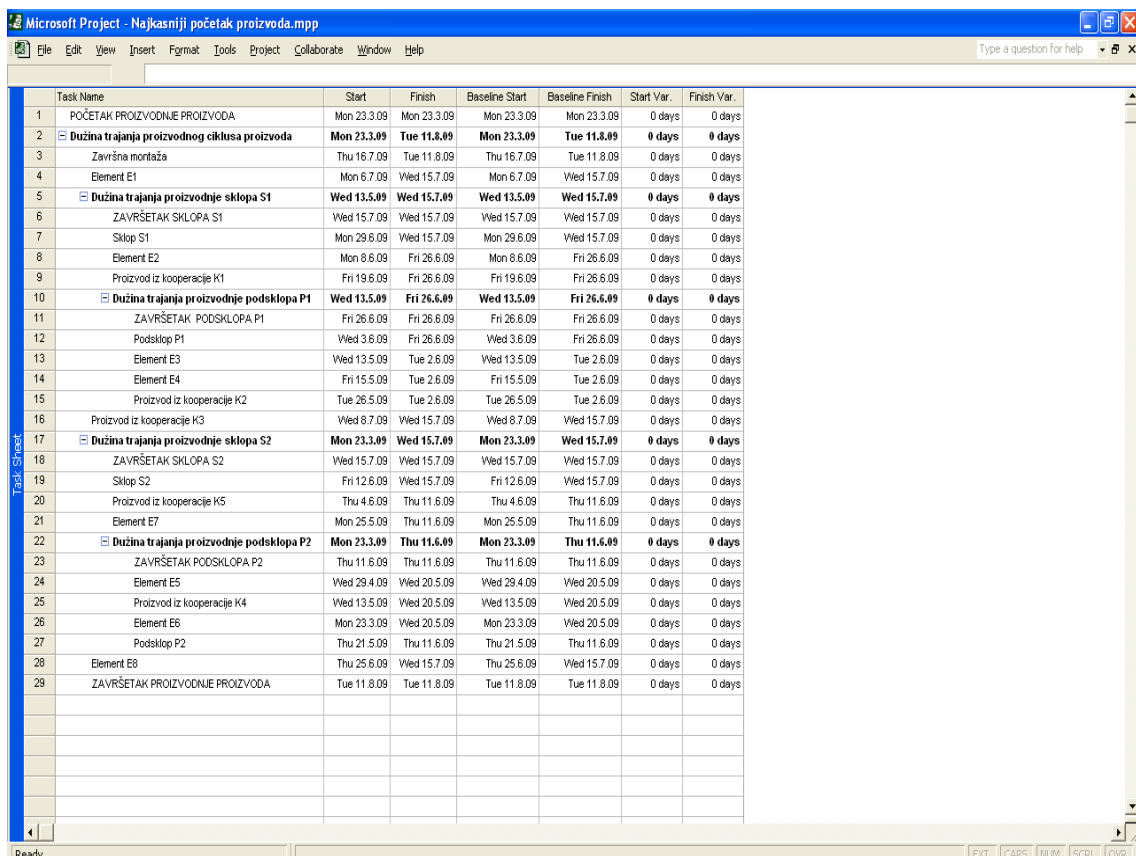
MS Project snima procenat izvršenja na proizvodnim fazama koji su planirani da počnu pre 22. Juna. Zatim prikazuje napredak na tim proizvodnim fazama crtanjem "linija napretka" (progress bars) u njihovim gantogramima (slika 5). U prikazu Gantt Chart, linija napretka pokazuje koliki deo proizvodnje pojedinih proizvodnih faza je završen. Kod proizvodnih faza koje su u potpunosti završene u koloni Indicators (i) se pojavljuje oznaka za potvrdu (√), a linije napretka se prikazuju celom dužinom Ganttovih linija.

Softverski paket omogućava dobijanje sledećih izveštaja koji se nalaze u okviru kategorije izveštaja za tekuće aktivnosti:

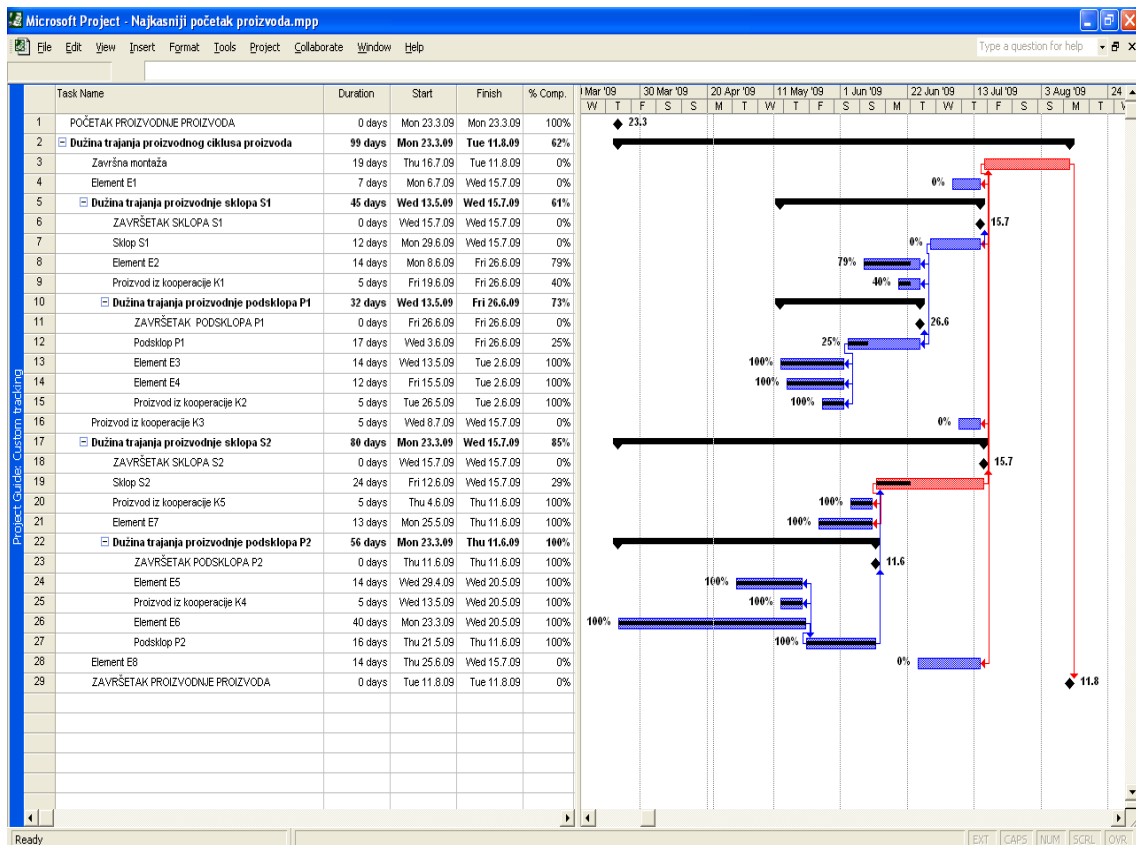
1. Nezapočeti zadaci - aktivnosti (slika 6),
2. Zadaci koji uskoro počinju – između 22.06. i 30.06. (slika 7),
3. Zadaci koji se odvijaju (slika 8),
4. Kompletirani zadaci (slika 9),
5. Zadaci koji mogu da započnu – 01.07. (slika 10),
6. Uspavani zadaci

Izveštaji koji su prikazani vezani su samo za rokove dok sam program omogućava dobijanje i izveštaja koji su vezani za resurse i troškove.

Izveštaji se dobijaju izborom View a zatim iz padajuće liste odaberemo opciju Reports.



Slika 4- Tabela Variance (upoređivanje početka i završetka ažuriranog i baznog plana)



Slika 5- Dinamika realizacije proizvodnje zaključno sa 22.06.2009.

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
24	Delovanje D1	14 days	Thu 22.6.09	Wed 02.7.09	105% day
11	Čišćenje i montaža P202 (LOPA F1)	1 day	Thu 22.6.09	Thu 22.6.09	0%
7	Sklop S1	12 days	Mon 29.6.09	Wed 07.7.09	105% day
4	Delovanje D2	1 day	Wed 23.6.09	Wed 23.6.09	105% day
19	Proizvodnja komponente K1	8 days	Wed 2.7.09	Wed 11.7.09	105% day
8	Čišćenje i montaža P11	1 day	Wed 23.6.09	Wed 23.6.09	0%
18	Čišćenje i montaža K1	1 day	Wed 23.6.09	Wed 23.6.09	0%
3	Zastavljanje K2	10 days	Thu 18.6.09	Thu 18.6.09	0%
26	Čišćenje i montaža P202 (LOPA F2)	1 day	Thu 18.6.09	Thu 18.6.09	0%

Slika 6- Nezapočete aktivnosti

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
12	Podsklop P1	14 days	Mon 22.6.09	Fri 02.7.09	105% day
5	Delovanje D3	14 days	Fri 26.6.09	Fri 26.6.09	105% day
16	Sklop S2	24 days	Fri 26.6.09	Wed 02.7.09	27
6	Proizvodnja komponente K1	7 days	Fri 26.6.09	Fri 26.6.09	105% day
20	Delovanje D4	14 days	Thu 25.6.09	Wed 02.7.09	105% day
11	Čišćenje i montaža P202 (LOPA F1)	1 day	Fri 26.6.09	Fri 26.6.09	0%
7	Sklop S1	12 days	Mon 29.6.09	Wed 07.7.09	105% day

Slika 7- Aktivnosti koje uskoro počinju (između 22.06. i 30.06.)

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
12	Podsklop P1	14 days	Mon 22.6.09	Fri 02.7.09	105% day
6	Delovanje D2	14 days	Mon 22.6.09	Fri 02.7.09	105% day
16	Sklop S2	24 days	Fri 26.6.09	Wed 02.7.09	27
6	Proizvodnja komponente K1	7 days	Fri 26.6.09	Fri 26.6.09	105% day
16	Sklop S2	24 days	Fri 26.6.09	Wed 02.7.09	27

Slika 8- Aktivnosti koje se odvijaju

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	% Comp.
12	Podsklop P1	14 days	Mon 22.6.09	Fri 02.7.09	100%
6	Delovanje D2	14 days	Mon 22.6.09	Fri 02.7.09	100%
16	Sklop S2	24 days	Fri 26.6.09	Wed 02.7.09	100%
6	Proizvodnja komponente K1	7 days	Fri 26.6.09	Fri 26.6.09	100%
16	Sklop S2	24 days	Fri 26.6.09	Wed 02.7.09	100%
15	Proizvodnja komponente K2	8 days	Thu 25.6.09	Thu 02.7.09	100%
15	Delovanje D3	14 days	Wed 23.6.09	Thu 02.7.09	100%
20	Delovanje D4	14 days	Thu 25.6.09	Thu 02.7.09	100%
11	Proizvodnja komponente K2	8 days	Thu 25.6.09	Thu 02.7.09	100%
20	Proizvodnja komponente K2	8 days	Thu 25.6.09	Thu 02.7.09	100%
11	Proizvodnja komponente K2	8 days	Thu 25.6.09	Thu 02.7.09	100%
21	Čišćenje i montaža P202 (LOPA F2)	1 day	Thu 18.6.09	Thu 18.6.09	100%

Slika 9- Završene aktivnosti

ID	Task Name	Start	Finish	Earliest Start	Earliest Finish
2	Čišćenje i montaža P202 (LOPA F1)	Mon 22.6.09	Tue 23.6.09	Mon 22.6.09	Tue 23.6.09
5	Čišćenje i montaža P202 (LOPA F1)	Wed 23.6.09	Wed 23.6.09	Wed 23.6.09	Wed 23.6.09
10	Čišćenje i montaža P202 (LOPA F1)	Thu 24.6.09	Fri 25.6.09	Thu 24.6.09	Fri 25.6.09
20	Delovanje D4	Thu 25.6.09	Wed 02.7.09	Thu 25.6.09	Wed 02.7.09
11	Čišćenje i montaža P202 (LOPA F1)	Fri 26.6.09	Fri 26.6.09	Fri 26.6.09	Fri 26.6.09
7	Sklop S1	Mon 29.6.09	Wed 07.7.09	Mon 29.6.09	Wed 07.7.09

Slika 10- Aktivnosti koje mogu da započnu – 01.07.

5. ZAKLJUČAK

Projektovana dužina proizvodnog ciklusa iznosi $T_p = 99$ (dana). Kritične proizvodne faze (kritičan put u gantogramu) čini proizvodnja pozicije E_6 , montaže podsklopa P_2 , sklopa S_2 i finalnog proizvoda X_1 (A). Ako početak proizvodnje terminiramo za 23.03. ugovorenu količinu proizvoda možemo isporučiti 11.08.2009 godine, ukoliko sve “bude išlo po planu”. Na dan 22.06.2009. završeno je 62% proizvodnje proizvoda, dok je proizvodnja devet poluproizvoda (elementa E_3, E_4, E_7, E_5, E_6 ; delova K_2, K_5, K_4 i podsklopa P_2) u potpunosti završena.

LITERATURA

- [1] Jovanović J., Đukić R., Projektovanje proizvodnog ciklusa složenog proizvoda korišćenjem softverskog alata MS Project, Konferencija YU INFO 09, Kopaonik, 2009.
- [2] Đukić R., Jovanović J., Stefanović M., Utvrđivanje tehnološke dužine proizvodnog ciklusa, 34. JUPITER konferencija, Beograd, 2008.
- [3] Đukić R., Planiranje i upravljanje proizvodnjom složenog proizvoda, X Internacionalni simpozijum iz PROJECT MANAGEMENT-a, Zlatibor, 2006.
- [4] Đukić R., Modeliranje strukture složenog proizvoda za podršku JUST-IN-TIME konceptu, 30. Jubilarno savetovanje proizvodnog mašinstva SCG, Vrnjačka Banja, 2005.
- [5] Pyron T., Project 2002, Kompjuter biblioteka, Čačak, 2003.