

## Planiranje troškova u fazi razvoja proizvoda

VLADIMIR V. TODIĆ, Univerzitet u Novom Sadu,  
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Stručni rad  
UDC: 657.474.5

*Planiranje ukupnih troškova životnog ciklusa proizvoda može biti zasnovano na nekoj od metoda za globalnu procenu troškova. Isto tako, planiranje ukupnih troškova životnog ciklusa proizvoda može biti zasnovano na planiranju i proceni troškova po fazama životnog ciklusa proizvoda, kao što su faza razvoja, proizvodnje, upotrebe i prestanka životnog ciklusa. Utvrđivanjem relevantnih aktivnosti pojedinih faza životnog ciklusa, kao uzročnika odgovarajućih troškova, moguće je precizno određivanje ukupnih troškova pojedinih faza primenom pogodnih metoda koje su poznate u literaturi. U radu se prikazuje mogućnost planiranja, odnosno procene troškova faze razvoja proizvoda.*

**Ključne reči:** planiranje, upravljanje, životni ciklus, faza razvoja proizvoda, troškovi

### 1. UVOD

Planiranje i upravljanje ukupnim troškovima životnog ciklusa proizvoda je najvažniji strateški zadatak koji se rešava u fazi razvoja novog proizvoda. Uspešno rešavanje ovog zadatka omogućuje određivanje konkurentne tržišne cene proizvoda uz postizanje potrebnih ekonomskih efekata odnosno profita.

Čvrsto pozicioniranje proizvoda na tržištu zahteva da proizvođači posvete punu pažnju troškovima svih faza njegovog životnog ciklusa, kao što su: faza razvoja, proizvodnje, upotrebe i faza prestanka životnog ciklusa [1].

Svaku pomenutu fazu karakterišu troškovi njene realizacije. Pojava sličnih proizvoda za istu namenu tj. povećana konkurencija na tržištu, navodi menadžere, inženjere, dizajnere i ispitivače tržišta da teže smanjenju ukupnih troškova životnog ciklusa proizvoda. Planiranje i upravljanje ukupnim troškovima proizvoda počinje još u fazi razvoja, u kojoj se vrši definisanje karakteristika proizvoda koje se odnose na konceptijski dizajn, razvoj konstrukcije (preliminarni i konačni) i konstrukcijsku razradu.

U fazi razvoja proizvoda potrebno je posvetiti najveću pažnju ukupnim troškovima koji se mogu proceniti po jedinici proizvoda i težiti njihovom smanjenju. Naravno, proizvod treba da bude projektovan tako

da ne zahteva skupe i dugotrajne zahvate u proizvodnom procesu, ali da pri tome zadovolji zahteve tržišta u pogledu kvaliteta, cene, funkcionalnosti, dizajna i pogodnosti za upotrebu. Izbor materijala, kao sirovine za proizvodnju proizvoda, treba da zadovoljava potrebe u pogledu kvaliteta i prihvatljivosti cene posmatranog proizvoda, kao i pogodnosti za reciklažu. Isto tako, tehnologije koje će se primeniti u procesu proizvodnje treba da obezbede zahtevani kvalitet i što nižu cenu izrade.

Prema literaturnim izvorima [2], konačno rešenje konceptijskog dizajna proizvoda, koji se usvaja u fazi razvoja, utiče 75-80% na troškove proizvodnje, što uverljivo ukazuje na značaj ove faze životnog ciklusa proizvoda.

Ukupne troškove životnog ciklusa proizvoda čine troškovi pomenutih faza životnog ciklusa koji se mogu svrstati u grupe inicijalnih i sekundarnih troškova [1].

Inicijalne troškove čine troškovi koji nastaju u :

- inicijalnoj fazi,
- fazi planiranja, koji se odnose na koncept, plan i dizajn proizvoda i
- fazi realizacije.

Sekundarni troškovi nastaju u:

- fazi korišćenja, koja obuhvata upotrebu, održavanje i nadogradnju i
- fazi gašenja, odnosno prestanka životnog ciklusa.

Kao što se vidi, inicijalni troškovi nastaju u fazi razvoja proizvoda. Sekundarni troškovi na koje se utiče još u ranoj fazi razvoja, rastu prilikom korišćenja proizvoda. Bitno je istaći da su istraživanja pokazala

Adresa autora: Vladimir Todić, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6

Rad primljen: 15.06.2014.

Rad prihvaćen: 11.07.2014.

da smanjenje inicijalnih troškova bez obuhvatanja sekundarnih troškova ne daje željene rezultate u pogledu ukupnih troškova životnog ciklusa proizvoda. Aktualnost procene ukupnih troškova životnog ciklusa proizvoda dovela je do razvoja brojnih metoda za njihovo određivanje, koje će se ukratko prikazati.

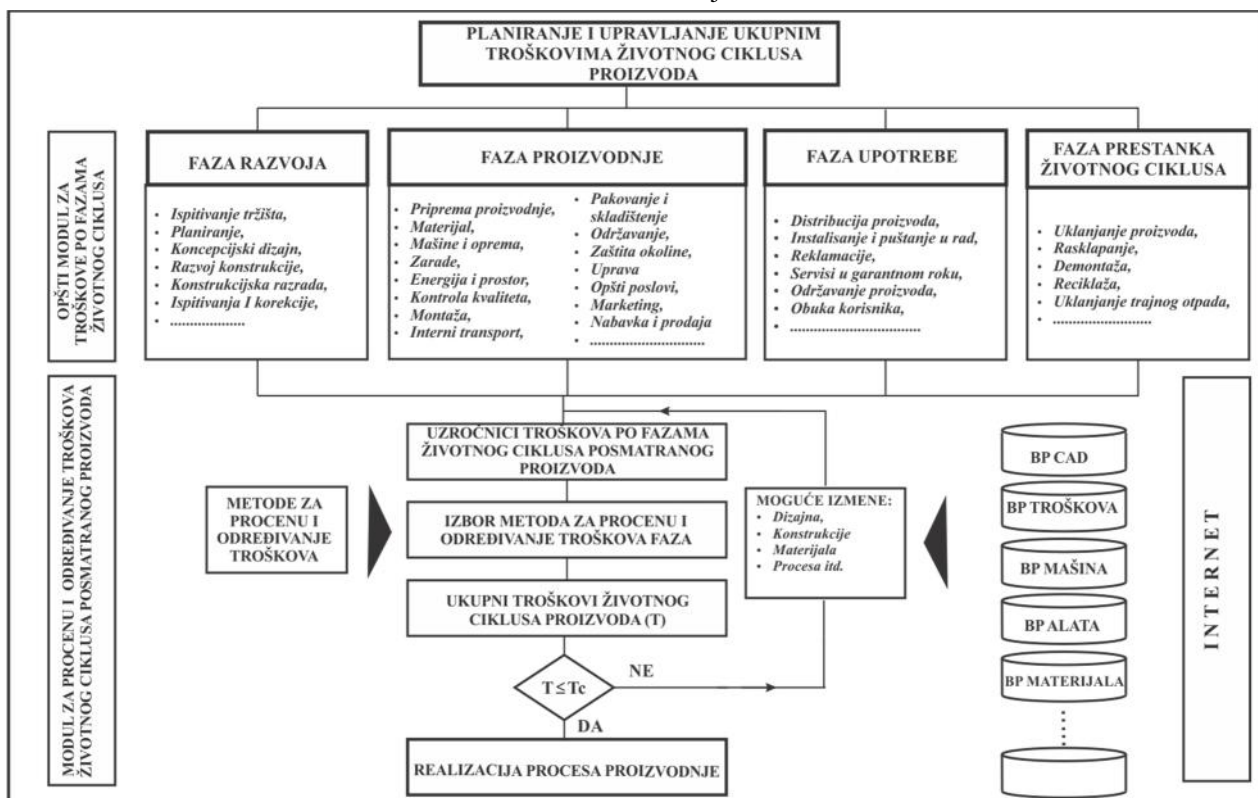
## 2. MODEL ZA PLANIRANJE I UPRAVLJANJE UKUPNIM TROŠKOVIMA ŽIVOTNOG CIKLUSA PROIZVODA

Postavka i razvoj modela za planiranje i upravljanje ukupnim troškovima životnog ciklusa proizvoda

bazirana je na pretpostavci da se ovaj model može primeniti za sve vrste proizvoda sa određenim adaptacijama za konkretni proizvod.

Planiranje i upravljanje ukupnim troškovima životnog ciklusa prema ovom modelu vrši se planiranjem i upravljanjem troškovima pojedinih faza životnog ciklusa kao što su faza razvoja, proizvodnje, upotrebe i prestanka životnog ciklusa, slika 1.

Ovaj model obuhvata opšti modul i modul za procenu i određivanje ukupnih troškova životnog ciklusa posmatranog proizvoda. Razvoj ovih modula baziran je na analizi i sintezi.



Slika 1 - Model za planiranje i upravljanje ukupnim troškovima životnog ciklusa proizvoda

Prvi modul obuhvata opšti pregled uzročnika troškova faze razvoja, proizvodnje, upotrebe i faze prestanka životnog ciklusa, koji se može proširivati ili redukovati u zavisnosti od posmatranog proizvoda. Prikazani opšti pregled uzročnika troškova po fazama životnog ciklusa proizvoda baziran je na literaturnim izvorima kao što su [1] [3].

Drugi modul omogućuje da se na osnovu opšteg pregleda uzročnika troškova pomenutih faza životnog ciklusa odrede odgovarajući uzročnici troškova za posmatrani proizvod, selekcijom ili proširenjem opšteg pregleda uzročnika troškova faza životnog ciklusa.

Primenom pogodnih metoda za procenu i određivanje troškova po fazama životnog ciklusa moguće je odrediti ukupne troškove životnog ciklusa proizvoda

(T). Ako su ovi troškovi manji ili jednaki ciljnim troškovima proizvoda ( $T_c$ ) pristupa se realizaciji procesa proizvodnje. Ako su ukupni troškovi životnog ciklusa proizvoda veći od ciljnih pristupa se delimičnoj ili potpunoj izmeni koncepcije, oblika, materijala, procesa, itd. Ciljni troškovi zahtevaju tržišno orijentisano planiranje prodajnih cena i troškova, tako da predstavljaju razliku između tržišne cene i željene dobiti [4].

Za efikasnu procenu i određivanje troškova životnog ciklusa određenog proizvoda, koja se vrši u fazi razvoja, dakle u predproizvodnoj fazi, potrebno je posedovati odgovarajuće baze podataka kao što su CAD BP, BP za troškove, BP za mašine, BP za alate, BP za materijale itd.; kao i neophodne informacije koje nude internet tehnologije.

### 3. STRUKTURA FAZE RAZVOJA PROIZVODA

Za superiornu i održivu fazu razvoja bitno je uzeti u obzir celokupan životni ciklus proizvoda. Održiva faza razvoja podrazumeva zadovoljavanje potreba potrošača na što duži vremenski period. Da bi razvoj proizvoda išao u pravom smeru potrebno je što ranije donositi odluke. Karakteristike ranih aktivnosti faze razvoja proizvoda jesu slabi proizvodni koncepti i ideje. Važne karakteristike o proizvodu nisu uvek poznate i potrebno je razmotriti što više mogućnosti. Razvojni tim treba da teži što bržem uvođenju proizvoda u proizvodni proces. Kao neke od primarnih ciljeva faze razvoja proizvoda treba napomenuti poboljšanje poslovanja, skraćivanje vremena procesa razvoja, vođenje računa o uticaju proizvoda na životnu sredinu i uporednu stalnu težnju ka poboljšanju kvaliteta finalnog proizvoda. Na razvoj proizvoda utiču mnogobrojni faktori, a neki od njih su: dizajn, bezbednost, tradicija, tehnologija, zaštita životne sredine, zakonodavstvo, standardi, troškovi, materijali, radni vek [5].

Faza razvoja je prva faza životnog ciklusa proizvoda. Ova faza, pored faze proizvodnje, predstavlja najznačajniju fazu životnog ciklusa proizvoda. Razlog tome jesu njeni činioци tj. podfaze koje se realizuju u cilju kreiranja proizvoda koji će biti potreban potrošačima i istovremeno konkurentan, svrsishodan, cenovno prihvatljiv, itd.

Podfaze razvoja čine:

- ispitivanje tržišta,
- planiranje,
- konceptijski dizajn,
- razvoj konstrukcije,
- konstrukcijska razrada,
- ispitivanje i korigovanje konstrukcijskog rešenja.

Prilikom razvoja novog proizvoda ili poboljšanja postojećeg, razvojni tim realizuje prethodno pomenute podfaze. Ispitivanjem tržišta, moraju se uočiti potrebe potrošača koje će novi proizvod moći da zadovolji. Tržište se može ispitati na različite načine ali svrha ispitivanja jeste zadovoljenje potreba potrošača i konkurentnost na tržištu. U zavisnosti od namene proizvoda pristupa se realizaciji pojedinih podfaza razvoja.

Na osnovu prikupljenih informacija od strane kadrova koji su vršili ispitivanje tržišta, pristupa se planiranju i određivanju redosleda zadataka koje treba izvršiti. Definiše se budžet za fazu razvoja proizvoda. To se može postići različitim metodama. Poznato je da, preduzeća koja su lideri u svojoj delatnosti, svoje modele za definisanje budžeta, kao i redosleda postupaka koje je potrebno izvršiti za stvaranje novog proizvoda drže u krugu svog preduzeća.

Timovi inženjera u okviru konceptijskog dizajna počinju sa razvojem sklopova i podsklopova proizvoda. Oni imaju zadatak da razviju proizvod sa što boljim performansama uzimajući u obzir složenost proizvodnje tehničkog sistema koji treba izraditi. Posvećuju pažnju svim detaljima, počevši od težine, zapremine koju proizvod zauzima, materijalu od kojih će biti sačinjen, njegovom krajnjem izgledu, itd.

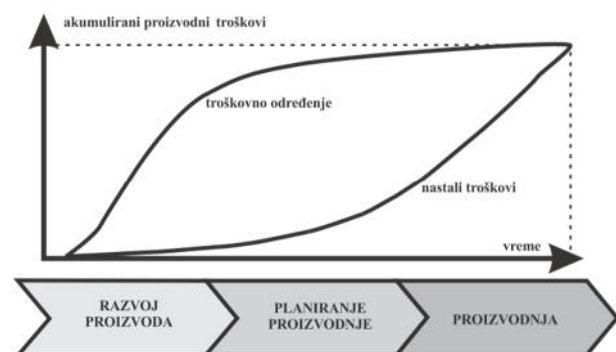
Razvoj konstrukcije je od izuzetnog značaja za kupca pored samih performansi proizvoda i cene istog. Razvoju konstrukcije posvećuje se velika pažnja pogotovo ako je u pitanju proizvod za široku upotrebu. Zbog činjenice da pored funkcija koje proizvod nudi, u ovoj aktivnosti određeni su troškovi i prihodi životnog ciklusa, te se podfaza dizajna smatra ključnim pokretačem za uspeh održivosti životnog veka proizvoda [1].

Nakon rada inženjera zaduženih za konceptijski dizajn dolazi se do podfaze konstrukcijske razrade. Inženjeri konstruktori izrađuju tehničku dokumentaciju koja je neophodna da bi se proizvod materijalizovao. Treba napomenuti da postoji tesna saradnja sa inženjerima i dizajnerima iz prethodnih aktivnosti.

Zatim sledi izrada jednog primerka proizvoda-prototipa. Nakon izrade prototipa, mogu se uočiti mogući nedostaci posmatranog proizvoda. Vršiti se ispitivanje i korigovanje konstrukcijskog rešenja radi otklanjanja nedostataka i poboljšanja proizvoda.

Kada se zadovolje svi uslovi proizvod se lansira u proizvodni pogon gde otpočinje proces proizvodnje.

Troškovi proizvodnje, upotrebe i faze prestanka životnog ciklusa određeni su u velikoj meri u fazi razvoja. Potrebno je napomenuti da tokom celokupnog životnog ciklusa najveći uticaj na troškove ima faza razvoja proizvoda. Vremenom troškovi razvoja, planiranja i proizvodnje rastu i to pri prelasku iz jedne u narednu fazu, slika 2.



Slika 2 - Stvaranje proizvoda i troškovi proizvoda [6]

Utvrđivanje visine troškova podfaze faze razvoja može se rešiti pomoću određenih kvalitativnih ili kvantitativnih metoda.

#### 4. SISTEMATIZACIJA METODA ZA LANIRANJE TROŠKOVA FAZE RAZVOJA PROIZVODA

Ove metode najviše se koriste u procesu razvoja novih i usavršavanju postojećih proizvoda. Sistematizacija ovih metoda, koje se dele na kvalitativne i

kvantitativne, prikazana je na slici 3, dok je u tabeli 2 prikazana mogućnost primene pojedinih metoda u određenim podfazama razvoja proizvoda. Detaljniji prikaz ovih metoda dat je u literaturi [3]



Slika 3 - Sistematizacija metoda za procenu troškova [7]

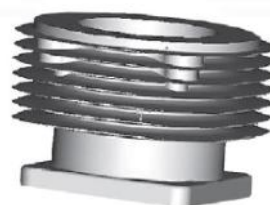
Tabela 1. Preporuke za izbor metoda za procenu troškova u pojedinim podfazama razvoja proizvoda-[3]

Određivanje troškova	PODFAZE RAZVOJA PROIZVODA					Proizvodnja
	Planiranje	Koncipiranje	Razvoj konstrukcije	Konstruktivna razrada	Ispitivanja i korekcije	
Metoda bazirana na slučaju	DA	DA	DA	NE	NE	NE
Metoda bazirana na pravilima	DA	DA	DA	NE	NE	NE
Fazi- logika	DA	DA	DA	NE	NE	NE
Ekspertni sistemi	DA	DA	DA	NE	NE	NE
Neuronske mreže	DA	DA	DA	NE	NE	NE
Regresiona analiza	DA	DA	DA	NE	NE	NE
Parametarske metode	DA	DA	DA	NE	NE	NE
Metoda bazirana na odlikama	NE	DA	DA	DA	DA	DA
Breakdown metoda	NE	NE	NE	DA	DA	DA
ABC metoda	NE	NE	DA	DA	DA	DA
PBC metoda	NE	NE	NE	DA	DA	DA
Metoda bazirana na toleranciji	NE	NE	NE	DA	DA	DA

#### 5. PODLOGE ZA PROCENU TROŠKOVA FAZE RAZVOJA REBRASTOG CILINDRA

U cilju proširenja proizvodnog programa jednog specijalizovanog proizvođača delova motora sa unutrašnjim sagorevanjem, istraživana je mogućnost proizvodnje novog rebrastog cilindra, slika 4.

U okviru procene, odnosno planiranja ukupnih troškova životnog ciklusa ovog proizvoda, u cilju određivanja njegove cenovne pozicije u odnosu na konkurenciju, formirane su podloge za procenu troškova faze razvoja posmatranog rebrastog cilindra.



Slika 4 - 3D model rebrastog cilindra

Ove podloge čine neophodne podfaze razvoja rebrastog cilindra koje su formirane adaptacijom opštih aktivnosti faze razvoja opšteg modula modela, slika 1, za posmatrani proizvod.

Podfaze, odnosno aktivnosti, faze razvoja rebrastog cilindra prikazane su u tabeli 2.

Za procenu troškova faze razvoja posmatranog proizvoda, kao dela ukupnih troškova njegovog životnog ciklusa, potrebno je za svaku podfazu u tabeli 2 proceniti troškove primenom preporučenih metoda prikazanih u tabeli 1.

Tabela 2. Podfaze razvoja rebrastog cilindra

PODFAZE	AKTIVNOSTI
Planiranje	Planiranje sredstava
	Ispitivanje tržišta
Koncipiranje	Razvoj oblika cilindra
	Izbor procesa
Razvoj konstrukcije	Simulacija livenja
Konstrukcijska razrada	Razvoj oblika odlivka
	Razvoj alata za livenje
Ispitivanja i korekcije	Izrada probnog komada
	Kontrola poroznosti

## 6. ZAKLJUČCI

Planiranje troškova po fazama životnog ciklusa proizvoda obezbeđuje preciznije predviđanje ukupnih troškova životnog ciklusa proizvoda, jer je zasnovano na sistemskoj analizi relevantnih aktivnosti u pojedinim fazama.

Za određivanje ukupnih troškova pojedinih faza životnog ciklusa proizvoda, mogu se primeniti najpogodnije metode iz grupe kvalitativnih i kvantitativnih metoda.

Planiranje i upravljanje troškovima faze razvoja proizvoda može se realizovati na osnovu relevantnih aktivnosti faze razvoja i odgovarajućih metoda za procenu troškova pojedinih aktivnosti.

## 7. ZAHVALNOST

Istraživanje za ovaj članak je sprovedeno u okviru projekta "Razvoj softvera za upravljanje remontom i ugradnjom kočionih sistema šinskih vozila", Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj, br. 035050, za period 2011-2014. godine.

## LITERATURA

- [1] Niemann, J., Tichkiewitch, S., Westkamper, E, Design of Sustainable Product Life Cycles, Springer-Verlag, Berlin, 2009.
- [2] Rehman, S., Guenov, M. D.: A methodology for modelling manufacturing costs at conceptual design. Computers and Industrial Engineering, vol. 35, no. 3-4, p. 623-626, 1998.
- [3] Ahmad, W, Cost modelling system to support lean product and process development, PhD Thesis, Cranfield University, UK, 2012.
- [4] Jakovčević, K, Upravljanje troškovima, Ekonomski fakultet, Subotica, 2008.
- [5] Hauschild, M., H. Wenzel, and L. Alting, "Life Cycle Design-A Route to the Sustainable Industrial Culture?" CIRP Annals, 48, 1, pp 393-396, 1999.
- [6] Layer, A., Brinke, E., Houten, F., Kals, H., Haasis, S, Recent and future trends in cost estimation, Int. J. Computer Integrated Manufacturing, Vol. 15., No.6., p.499-510., 2002.
- [7] Niazi, A., Dai, J.S., Balabani, S., Seneviratne, L.: Product cost estimation: technique classification and methodology review, Journal of Manufacturing Science and Engineering, vol. 128, no. 2, p. 563-575, 2006.

## SUMMARY

### COST PLANNING IN THE STAGE OF PRODUCT DEVELOPMENT

*The total product life cycle cost can be planned based on one of the methods of global cost estimation. Also, total product life cycle cost can be planned based on cost plans and estimates by phases of the product life cycle, such as the phases of development, production, use and termination of the life cycle. By identifying the specific activities related to the relevant phases of life cycle as corresponding cost drivers, it is possible to accurately determine the total cost of individual phases using suitable methods known in the literature. This paper presents planning possibility respectively cost assessment of product development phase.*

**Key words:** *planning, managing, life cycle, product development phase, costs*