



# **INŽENJERSKA EKONOMIJA**

**Radojica Dubonjić<sup>†</sup>  
Dragan Lj. Milanović  
Mirjana Misita**

**Beograd, 2016**

Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu

# **INŽENJERSKA EKONOMIJA**

**Radojica Dubonjić<sup>†</sup>**  
**Dragan Lj. Milanović**  
**Mirjana Misita**

**Beograd, 2016**

Prof. dr Radojica Dubonjić  
Prof. dr Dragan. Lj. Milanović  
Prof. dr Mirjana Misita  
**INŽENJERSKA EKONOMIJA**

*Recenzenti:*

Prof. dr Dragan D. Milanović  
Prof. dr Nikola Dondur  
Prof. dr Danijela Tadić

Glavni i odgovorni urednik Edicije:

Izdavač:  
Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu

Za izdavača:

Tiraž: 100 primeraka

Štampa:

## PREDGOVOR

Ovo izdanje knjige koncipirano je i pisano za predmete Inženjerska ekonomija i Inženjerske ekonomske analize koji izučavaju studenti Industrijskog inženjerstva na Mašinskom fakultetu u Beogradu i na drugim fakultetima. Nastavni program, knjige temelje se na savremenim tokovima razvoja naučne misli iz Inženjerske ekonomije.

U pogledu sadržaja u knjizi su izložene osnove inženjerske ekonomije, analiza troškova, tehničko-tehnološka i ekološka analiza projekta, metode i ocene ekonomske efikasnosti projekata, analiza inženjerskih projekata pod uticajem inflacije i rizika, univerzalna jednačina za relativnu promenu profita proizvodnog preduzeća.

Namera autora je da u knjizi na koncizan i pristupačan način sistematizuju i izlože osnovnu problematiku inženjerske ekonomije, koju bi budući inženjeri trebalo da koriste kao alate u svojim inženjersko-ekonomskim analizama tehnoloških rešenja i projekata. Izložena materija može korisno poslužiti i inženjerima drugih profila, ekonomistima i svima onima koji se bave analizom i ocenom troškova proizvodnje i projekata. Pri tome istraživanu materiju ne treba koristiti kao univerzalno datu, već je treba prilagoditi u određenim elementima, kritički korigovati saglasno konkretnim uslovima i specifičnostima svakog inženjersko-investicionog projekta.

U znak pažnje i sećanja na pokojnog profesora Radojicu Dubonjića i iz velikog ličnog poštovanja i uvažavanja, autori ovog prerađenog i dopunjenog izdanja knjige ostavljaju uvaženog kolegu kao prvog autora.

Na kraju izražavamo svoju zahvalnost kolegama koji su doprineli pojavi ovog izdanja knjige. Posebno se zahvaljujemo prof. dr Draganu D. Milanoviću, prof dr Nikoli Donduru i prof. dr Danijeli Tadić koji su svojim sugestijama značajno uticali na formiranje koncepcije ovog udžbenika.

Beograd, 2016

Autori



## SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1
1.1. ULOGA INŽENJERA U SAVREMENIM INDUSTRIJSKIM PREDUZEĆIMA .....	1
1.2. POJAM I ZNAČAJ INŽENJERSKE EKONOMIJE.....	2
2. INŽENJERSKO-EKONOMSKA ANALIZA TROŠKOVA.....	6
2.1. POJAM TROŠKOVA.....	6
2.2. VRSTE TROŠKOVA .....	7
2.2.1. PRIRODNE VRSTE TROŠKOVA ODNOSNO TROŠKOVI PREMA POREKLU ILI NAČINU NASTAJANJA .....	8
2.2.2. PODELA TROŠKOVA PO MESTU NASTANKA.....	12
2.2.3. RASPOREĐIVANJE TROŠKOVA PO NOSIOCIMA TROŠKOVA.....	18
2.2.4. PODELA TROŠKOVA NA OSNOVU STEPENA KORIŠĆENJA KAPACITETA, ODNOSNO SA GLEDIŠTA NJIHOVE DINAMIČNOSTI .....	22
2.3. KONTROLA TROŠKOVA I MOGUĆNOSTI ZA NJIHOVO SNIŽENJE .....	32
2.3.1. MOGUĆNOSTI SNIŽENJA TROŠKOVA MATERIJALA.....	35
2.3.2. MOGUĆNOSTI SNIŽENJA TROŠKOVA RADNE SNAGE.....	37
2.3.3. MOGUĆNOSTI SNIŽENJA TROŠKOVA PRIMENOM METODE "VALUE ENGINEERING" .....	42
3. INŽENJERSKO-EKONOMSKA ANALIZA I OCENA EFEKTIVNOSTI PROJEKATA .....	52
3.1. INŽENJERSKO-EKONOMSKI PROJEKTI OD IDEJE DO REALIZACIJE .....	52
3.2. IDENTIFIKOVANJE POSLOVNIH IDEJA I NJIHOVA ANALIZA .....	53
3.3. FAZA IZVODLJIVOSTI PROJEKTA.....	53
3.4. ANALIZA TRŽIŠTA .....	54
3.4.1. TRŽIŠTE PRODAJE.....	54
3.4.2. TRŽIŠTE NABAVKE .....	63
3.5. TEHNIČKO-TEHNOLOŠKA ANALIZA PROJEKTA .....	65
3.5.1. KAPACITETI OBIM PROIZVODNJE.....	67
3.5.2. KVALIFIKACIONA STRUKTURA I BROJ RADNIKA.....	69
3.5.3. MATERIJALNI INPUTI PROIZVODNJE .....	69
3.5.4. ENERGENTI .....	70
3.6. EKOLOŠKA ANALIZA PROJEKATA .....	71
3.7. FINANSIJSKO PLANIRANJE INŽENJERSKO - INVESTICIONIH PROJEKATA.....	74
3.7.1. ANALIZA IZVORA FINANSIRANJA .....	77
3.7.2. PLAN OTPLATE FINANSIJSKOG LIZINGA .....	80
3.7.3. PLAN RASHODA PREDUZEĆA U PROJEKTOVANOM PERIODU .....	81
3.7.4. PROJEKCIJA NETO NOVČANOG TOKA.....	82
3.7.5. PROJEKCIJA BILANSA STANJA .....	83
3.7.6. FINANSIJSKI I EKONOMSKI TOK PROJEKTA .....	83
4. UNIVERZALNA JEDNAČINA ZA RELATIVNU PROMENU PROFITA PROIZVODNOG PREDUZEĆA .....	85
4.1. UVODNE NAPOMENE .....	85
4.2. PROMENA OBIMA PRODAJE .....	88
4.3. PROMENA CENA.....	89
4.4. PROMENA VARIJABILNIH TROŠKOVA .....	89
4.5. PROMENA FIKSNIH TROŠKOVA .....	90
4.6. ISTOVREMENA PROMENA VIŠE FAKTORA.....	90
5. VREMENSKA VREDNOST NOVCA .....	96
5.1. OSNOVNI ELEMENTI TRANSAKCIJA KOJE OBUHVATAJU KAMATU .....	96
5.2. METODI OBRAČUNA KAMATE .....	97
5.3. NOMINALNE I EFEKTIVNE KAMATNE STOPE.....	98
5.4. KAMATNE FORMULE .....	101

5.4.1. IZRAČUNAVANJE BUDUĆE (SADAŠNJE) VREDNOSTI NA OSNOVU POZNATE SADAŠNJE (BUDUĆE) VREDNOSTI.....	101
5.4.2. IZRAČUNAVANJE BUDUĆE (SADAŠNJE) VREDNOSTI KOD SERIJE JEDNAKIH PERIODIČNIH IZNOSA A.....	102
5.4.3. IZRAČUNAVANJE SADAŠNJE (BUDUĆE) VREDNOSTI KOD PROGRESIVNE SERIJE PERIODIČNIH IZNOSA.....	103
6. METODI OCENE EKONOMSKE EFIKASNOSTI INŽENJERSKIH INVESTICIONI PROJEKATA.....	108
6.1. METOD PERIODA POVRAĆAJA .....	110
6.1.1. KLASIČAN METOD PERIODA POVRAĆAJA .....	110
6.1.2. METOD PERIODA POVRAĆAJA SA VREMENSKIM FAKTOROM .....	111
6.1.3. KOMPARATIVNA ANALIZA NA PRIMERU JEDNOG PROJEKTA.....	111
6.2. METOD NETO SADAŠNJE VREDNOSTI.....	113
6.2.1. SPECIFIČNI SLUČAJEVI NETO SADAŠNJE VREDNOSTI.....	115
6.2.2. ANALIZA PROJEKATA POMOĆU NSV METODA.....	116
6.3. METOD ANUITETA ILI METOD GODIŠNJE EKVIVALENTNE VREDNOSTI .....	121
6.3.1. PRIMENA METODA ANUITETA .....	121
6.3.2. PRIMENA MA KOD IZRAČUNAVANJA JEDINIČNIH TROŠKOVA .....	123
6.3.3. PRIMENA MA KOD PROJEKATA SA NEJEDNAKIM ŽIVOTNIM PERIODIMA ..	124
6.3.4. PRIMENA MA KOD ANALIZE MINIMALNIH TROŠKOVA.....	125
6.4. METOD INTERNE STOPE RENTABILNOSTI ILI METOD STOPE POVRAĆAJA.....	126
6.4.1. PRIME METODA ISR KOD POREĐENJAMEĐUSOBNO ISKLJUČIVIH ALTERNATIVA .....	130
6.5. BENEFIT-COST ANALIZA.....	132
6.5.1. ODNOS KORISTI I TROŠKOVA .....	132
6.5.2. POREĐENJE MEĐUSOBNO ISKLJUČIVIH ALTERNATIVA .....	133
7. ANALIZA PROBLEMA ZAMENE .....	136
7.1. MAPI METOD .....	136
7.2. DINAMIČKI METOD ZAMENE (DMZ) .....	139
7.2.1. UVODNE NAPOMENE.....	139
7.2.2. OPTIMALNI PERIOD ZAMENE.....	139
7.3. KOMPARATIVNA ANALIZA NA PRIMERU JEDNOG PROJEKTA .....	143
8. AMORTIZACIJA .....	148
8.1. EKONOMSKO OBRAČUNAVANJE AMORTIZACIJE.....	148
8.2. SISTEMI AMORTIZACIJE.....	149
8.2.1. VREMENSKI SISTEM AMORTIZACIJE .....	150
8.2.2. FUNKCIONALNI SISTEM AMORTIZACIJE .....	154
9. ANALIZA ELEMENATA NOVČANOG TOKA INŽENJERSKIH INVESTICIONI PROJEKATA.....	156
9.1. ELEMENTI NOVČANOG TOKA.....	156
9.2. KLASIFIKACIJA ELEMENATA NOVČANOG TOKA.....	158
9.3. DOBIJANJE NETO NOVČANOG TOKA I ANALIZA INŽENJERSKIH INVESTICIONI PROJEKATA .....	160
9.3.1. EKONOMSKA ANALIZA PROJEKTA .....	160
9.3.2. FINANSIJSKA ANALIZA PROJEKTA.....	162
10. ANALIZA INŽENJERSKIH INVESTICIONI PROJEKATA POD UTICAJEM INFLACIJE.....	170
10.1. POJAM INFLACIJE I TRŽIŠNA KAMATNA STOPA .....	170
10.2. UTICAJ INFLACIJE NA INŽENJERSKE INVESTICIONE PROJEKTE .....	171
11. ANALIZA INŽENJERSKIH INVESTICIONI PROJEKATA POD UTICAJEM RIZIKA .....	173
11.1. RIZIK PROJEKTA.....	173
11.2. METODI OPISIVANJA RIZIKA .....	173
11.2.1. SENZITIVNA ANALIZA .....	173
11.2.2. KRITIČNA ANALIZA.....	174
11.2.3. KORIŠĆENJE ELASTIČNOSTI NSV U SENZITIVNOJ I KRITIČNOJ ANALIZI ...	176

11.2.4. SCENARIO ANALIZA.....	180
11.3. RASPODELA VEROVATNOĆA NSV.....	181
11.4. "MONTE CARLO" METOD.....	188
11.5. "DRVO ODLUČIVANJA".....	194
11.6. NEKA PRAVILA ODLUČIVANJA KADA JE RASPODELA VEROVATNOĆA NEPOZNATA.....	198
11.6.1. MAXIMIN PRAVILO.....	200
11.6.2. MAXIMAX PRAVILO.....	200
11.6.3. HURWITZ–OVO PRAVILO.....	200
11.6.4. SAVAGE-NIEHANS – OVO PRAVILO.....	201
11.6.5. LAPLACE – OVO PRAVILO.....	202
12. IZBOR PROJEKATA NA OSNOVU METODE RANGIRANJA PROJEKATA PO VIŠE UTICAJNIH ELEMENATA ISTOVREMENO.....	203
LITERATURA.....	209



# 1. UVOD

## 1.1. ULOGA INŽENJERA U SAVREMENIM INDUSTRIJSKIM PREDUZEĆIMA

Savremene industrijske kompanije se suočavaju sa sve kraćim životnim ciklusom tehnologija i proizvoda, kao i sa rastućom konkurencijom u svetu. Stoga se kod proizvodnih strategija naglasak sve više stavlja na istovremeno postizanje visokog i konstantnog nivoa kvaliteta proizvoda, skraćivanja vremena izrade i isporuke i sniženja troškova proizvodnje. One, naravno, moraju uzeti u obzir i suštinske promene koje se dešavaju u dinamičnom tržišnom i tehnološkom okruženju. Zato se u samom uvodu ovih istraživanja postavlja pitanje osnovnih pretpostavki i faktora uspeha inženjera u uslovima ovakvog poslovanja industrijskih kompanija.

Inženjeri u uslovima intenzivnih promena u tržišnom, tehnološkom, finansijskom i društvenom okruženju preduzeća moraju biti spremni da **preuzimaju složene, teške inaporne zadatke ida snose rizik svojih predloga i odluka**. Oni moraju aktivno da učestvuju u raznim aktivnostima poslovanja, počev od markentiških, preko upravljanja porudžbinama, programima sniženja troškova, planiranju kapaciteta, planiranju optimalnih tehnologija, upravljanja investicijama i projektima, pa do upravljanja kvalitetom proizvoda. Za sve to su im potrebna odgovarajuća znanja i „alati“ analiza i odlučivanja. U stvari, za rešavanje ovih problema inženjeri-stručnjaci treba da znaju da koriste baze znanja koja u sebi sadrže ekspertska znanja, kao i baze podataka o svim proizvodnim sredstvima, tržištima, finansijama i slično.

Bez sumnje, inženjerske odluke zahtevaju solidna tehnološka znanja i kompetentnost. Pored toga što moraju da vode računa o kombinacijama resursa za proizvodnju određenog proizvoda, inženjeri moraju da imaju u vidu i tehnološke zahteve kojima taj proizvod treba da udovolji da bi se povinovao zakonima prirode. Na primer, projektovanje poljoprivrednog aviona može se izvršiti na više načina, s obzirom na vrstu materijala, motora i sl. Inženjer, pri tome, mora da uzme u obzir ne samo visinu troškova, nego i ograničenja vezana za izdržljivost materijala i motora.

Savremeno poslovanje zahteva da inženjer pri svakom odlučivanju mora početi od **ekonomije**. Finansijsko vrednovanje projekata za buduću proizvodnju treba da se zasniva na sveobuhvatnom pristupu koji će integrisati tržišne karakteristike sa karakteristikama proizvodnog procesa. Kao opšte pravilo, inženjer treba da izabere inženjerski projekat na osnovu poređenja troškova i relativnih koristi koje su vezane za taj projekat. Da li će se poljoprivredni avion proizvoditi od aluminijuma ili titanijuma zavisi od troškova, pošto oba materijala zadovoljavaju zahtevane standarde.

Centralna uloga ekonomskih razmatranja u projektovanju inženjerskih sistema mora da se naglasi. Priznanje da je ekonomska teorija neophodna inženjeru i inženjerskoj praksi je novijeg datuma. Ta potreba je nastala kao rezultat evolucije u inženjerstvu sa dizajna komponenti i mehanizama na dizajn i analizu sistema. Pošto su inženjeri uveliko uključeni u integraciju i interpolaciju tehnoloških sistema, oni moraju da se suočavaju sa novim temama i da ugrade nove metode u njihove analize. Tradicionalno, kod inženjera tehnički problemi dominiraju nad ekonomskim. Na primer, pri projektovanju motora inženjer najviše brine kako da mu motor radi. Ali, na nivou sistema, ekonomska razmatranja mogu biti presudna (Shtub, 1994, str. 46).

Očigledno je, dakle, da je ekonomska ocena inženjerskih investicionih projekata kompleksna i nimalo laka. Inženjeri se, pri tome, suočavaju sa brojnim problemima i različitim metodološkim postupcima. Oni moraju posebnu pažnju da posvete razvijanju alternativnih inženjerskih projekata, izboru jednog od njih i primeni izabranog projekta radi ostvarivanja određenog poslovnog cilja. Naravno, u osnovi svakog tehnno-ekonomskog izbora inženjeri moraju ugraditi princip da se pod datim objektivnim

# 1. UVOD

## 1.1. ULOGA INŽENJERA U SAVREMENIM INDUSTRIJSKIM PREDUZEĆIMA

Savremene industrijske kompanije se suočavaju sa sve kraćim životnim ciklusom tehnologija i proizvoda, kao i sa rastućom konkurencijom u svetu. Stoga se kod proizvodnih strategija naglasak sve više stavlja na istovremeno postizanje visokog i konstantnog nivoa kvaliteta proizvoda, skraćivanja vremena izrade i isporuke i sniženja troškova proizvodnje. One, naravno, moraju uzeti u obzir i suštinske promene koje se dešavaju u dinamičnom tržišnom i tehnološkom okruženju. Zato se u samom uvodu ovih istraživanja postavlja pitanje osnovnih pretpostavki i faktora uspeha inženjera u uslovima ovakvog poslovanja industrijskih kompanija.

Inženjeri u uslovima intenzivnih promena u tržišnom, tehnološkom, finansijskom i društvenom okruženju preduzeća moraju biti spremni da **preuzimaju složene, teške inaporne zadatke ida snose rizik svojih predloga i odluka**. Oni moraju aktivno da učestvuju u raznim aktivnostima poslovanja, počev od markentiških, preko upravljanja porudžbinama, programima sniženja troškova, planiranju kapaciteta, planiranju optimalnih tehnologija, upravljanja investicijama i projektima, pa do upravljanja kvalitetom proizvoda. Za sve to su im potrebna odgovarajuća znanja i „alati“ analiza i odlučivanja. U stvari, za rešavanje ovih problema inženjeri-stručnjaci treba da znaju da koriste baze znanja koja u sebi sadrže ekspertska znanja, kao i baze podataka o svim proizvodnim sredstvima, tržištima, finansijama i slično.

Bez sumnje, inženjerske odluke zahtevaju solidna tehnološka znanja i kompetentnost. Pored toga što moraju da vode računa o kombinacijama resursa za proizvodnju određenog proizvoda, inženjeri moraju da imaju u vidu i tehnološke zahteve kojima taj proizvod treba da udovolji da bi se povinovao zakonima prirode. Na primer, projektovanje poljoprivrednog aviona može se izvršiti na više načina, s obzirom na vrstu materijala, motora i sl. Inženjer, pri tome, mora da uzme u obzir ne samo visinu troškova, nego i ograničenja vezana za izdržljivost materijala i motora.

Savremeno poslovanje zahteva da inženjer pri svakom odlučivanju mora početi od **ekonomije**. Finansijsko vrednovanje projekata za buduću proizvodnju treba da se zasniva na sveobuhvatnom pristupu koji će integrisati tržišne karakteristike sa karakteristikama proizvodnog procesa. Kao opšte pravilo, inženjer treba da izabere inženjerski projekat na osnovu poređenja troškova i relativnih koristi koje su vezane za taj projekat. Da li će se poljoprivredni avion proizvoditi od aluminijuma ili titanijuma zavisi od troškova, pošto oba materijala zadovoljavaju zahtevane standarde.

Centralna uloga ekonomskih razmatranja u projektovanju inženjerskih sistema mora da se naglasi. Priznanje da je ekonomska teorija neophodna inženjeru i inženjerskoj praksi je novijeg datuma. Ta potreba je nastala kao rezultat evolucije u inženjerstvu sa dizajna komponenti i mehanizama na dizajn i analizu sistema. Pošto su inženjeri uveliko uključeni u integraciju i interpolaciju tehnoloških sistema, oni moraju da se suočavaju sa novim temama i da ugrade nove metode u njihove analize. Tradicionalno, kod inženjera tehnički problemi dominiraju nad ekonomskim. Na primer, pri projektovanju motora inženjer najviše brine kako da mu motor radi. Ali, na nivou sistema, ekonomska razmatranja mogu biti presudna (Shtub, 1994, str. 46).

Očigledno je, dakle, da je ekonomska ocena inženjerskih investicionih projekata kompleksna i nimalo laka. Inženjeri se, pri tome, suočavaju sa brojnim problemima i različitim metodološkim postupcima. Oni moraju posebnu pažnju da posvete razvijanju alternativnih inženjerskih projekata, izboru jednog od njih i primeni izabranog projekta radi ostvarivanja određenog poslovnog cilja. Naravno, u osnovi svakog tehnno-ekonomskog izbora inženjeri moraju ugraditi princip da se pod datim objektivnim

uslovima sa najmanjim ulaganjima postigne maksimalan poslovni rezultat. Najčešće ono najvažnije pitanje kada se ulazi u investiciju, a koje inženjeri treba da postavljaju, glasi: koliko će ona doneti dobiti, odnosno koliko je ona isplativa? Pitanje se postavlja zbog toga da bi se moglo unapred znati da će izabrani projekat biti profitabilan na osnovu odgovarajućih procena. Greške u tom pogledu mogu izazvati nesagledive posledice za dalji razvoj preduzeća, pa čak i za njegovo poslovanje, jer mogu dovesti u pitanje profitabilnost proizvodnje na dugi rok. Dakle, nepoznavanjem svoje stvarne uloge pri izboru projekata inženjeri prouzrokuju štetu preduzeću koja se ogleda u smanjenju dobiti, neopravdano uvećanom angažovanju kapitala (ljudi, opreme, tehnologije i sl.). Inženjeri stoga moraju biti zainteresovani za način na koji će novi projekti pridonositi profitu u toku celog njegovog životnog veka.

Međutim, inženjer mora znati i to da složenost izbora projekta proizlazi i iz toga što on ima svoje različite aspekte, sto se u taj izbor ugrađuju ne samo tehno-ekonomski, nego i drugi kriterijumi - društveni, pravni i sl. Zato do tog izbora inženjeri mogu doći samo primenom složenih naučno-analitičkih postupaka, metoda i kriterijuma, čijim koršćenjem treba obezbediti postupno uvođenje u tehno-ekonomsku analizu pojedinih relevantnih momenata, tehnoloških, tržišnih, finansijskih, kadrovskih, ekoloških, društvenih i drugih varijabli, vodeći računa o mnogostranim povezanostima koje postoje između preduzeća i njegovog okruženja. Uostalom, savremeno poslovanje preduzeća zahteva od inženjera-stručnjaka da poseduje **analitičke i kreativne** sposobnosti. On mora biti sposoban za pronalaženje i istraživanje činjenica, za njihovu selekciju, sistematizovanje i ocenjivanje, sa ciljem donošenja efikasnih predloga i odluka. On, takođe, mora biti kreativan, sposoban da generališe i uoči nove ideje i alternative. No, pored toga što treba da bude kreativan, savremeni inženjer-stručnjak mora uvažavati i analitički pristup u procesu donošenja inženjerskih odluka.

Na osnovu izloženog jasno proizlaze odgovarajuće karakteristike i sposobnosti koje treba da poseduje savremeni inženjer-stručnjak. Više puta smo naglasili da on treba da rešava brojna pitanja koja integrišu karakteristike tržišta i karakteristike proizvodnih procesa. Stoga su ekonomske i inženjerske odlukeneraskidivo povezane u životnom ciklusu jednog preduzeća ili jednog proizvoda. Dalja razmatranja u ovoj knjizi upravo imaju za svrhu da ukažu na način i sadržaj tog odlučivanja, koje sve više zaokuplja savremene inženjere u savremenim tržišno orjentisanim kompanijama. U stvari, glavni ciljevi naseg rada su:

1. Da stvorimo temeljno razumevanje teorijskih i konceptualnih osnova inženjerske ekonomije, koja su uglavnom zasnovana na ocenjivanju inženjerskih investicionih projekata;
2. Da praktično omogućimo inženjerima da donose odgovarajuće ekonomske odluke vezane za inženjerske investicione projekte - bilo da rade kao članovi nekog tima ili kao menadžeri odgovarajućeg inženjerskog projekta;
3. Da inženjeri za donošenje odluka o investiranju u buduće inženjerske investicione projekte koriste sve „alate“, odnosno sredstva nauke o odlučivanju, uključujući i moćnu softversku podršku koja u sebi sadrži odgovarajuća ekspertska znanja.

## 1.2. POJAM I ZNAČAJ INŽENJERSKE EKONOMIJE

Pošto smo prethodno objasnili ulogu inženjera u poslovanju industrijskih i drugih preduzeća, sada ćemo, polazeći od tih saznanja i uočavanja veza i odnosa između inženjerskih i njima odgovarajućih ekonomsko-finansijskih procesa, izložiti sadržaj i osnovne elemente predmeta proučavanja inženjerske ekonomije. Međutim, želimo da naglasimo da će celovitu predstavu o predmetu i sadržaju inženjerske ekonomije, te o njenom mestu koje zauzima u sistemu nauka, kao i o metodama, kategorijama, teoriji i principima kojima se ona služi, studenti i drugi čitaoci steći tek pošto pažljivo pročitaju i prouče knjigu koja im se prezentira. Svaka definicija, pa i definicija inženjerske ekonomije, je po svojoj funkciji uopštavajuća, jer vrši generalizaciju i ukazuje na vezivno tkivo raznovrsnih elemenata predmeta proučavanja prikazujući ih manje-više kao koherentnu celinu.

## 2. INŽENJERSKO-EKONOMSKA ANALIZA TROŠKOVA

Teorija proizvodnje zajedno sa teorijom troškova čini suštinu ekonomije preduzeća. Ove dve teorije se na različite načine bave proučavanjem kombinovanja faktora proizvodnje. Dok je teorija proizvodnje usmerena na proučavanje kombinovanja količina inputa, dotle teorija troškova proučava vrednosne relacije kombinovanja faktora procesa proizvodnje. U okviru teorije proizvodnje središnje mesto ima proizvodna funkcija kojom se predstavljaju odnosi između količine utrošenih inputa i outputa, odnosno količine proizvedenih gotovih proizvoda. Pri tome, kod proizvodnog preduzeća može da dođe do velikog broja kombinacija u organizovanju i povezivanju faktora proizvodnje na bazi stvaralačke inženjerske inicijative, energije i motivacije, čije mogućnosti pruža tržište. Za razliku od toga, u okviru teorije troškova centralno mesto zauzima funkcija troškova koja povezuje odnos između količine gotovih proizvoda i ukupnih troškova preduzeća. Polazeći od ovih saznanja potrebno je da teoriju troškova stavimo u funkciju praktičnih proučavanja radi donošenja racionalnih poslovnih odluka. "Troškovi leže u srcu mnogih poslovnih odluka... Preduzeća donose odluke o proizvodnji i prodajama na osnovu troškova i cena (Samuelson i Nordhaus, 1992, str. 119). Troškovi su bez ikakve sumnje najkvalitetniji pokazatelj uspeha preduzeća. Povećanje ili smanjenje troškova neposredno se odražava na pozitivan ili negativan rezultat poslovanja preduzeća. Osnovni cilj menadžmenta preduzeća je da ovlada troškovima i time omogući postizanje optimalnih poslovnih rezultata. Da bi to postigao on mora stalno imati uvid u veliki broj informacija o kretanju troškova u prethodnom periodu i tendencijama kretanja u narednom periodu. Stalan razvoj preduzeća takođe, zahteva nove dodatne informacije o troškovima, što njihovu analizu čini još složenijom. Može se slobodno reći da, pored menadžmenta, problem troškova praktično interesuje inženjere, ekonomiste, kao i sve zaposlene u preduzeću. To zbog toga što povećanje konkurencije traži od preduzeća da stalno ispituju troškove i da pronalaze načine da smanji jedinične troškove proizvodnje. Jer u visini jedinične cene proizvoda je sadržana sva njihova konkurentnost. Dakle, u uslovima tržišnog poslovanja pažnja inženjera i proizvodnog menadžera mora biti usmerena na internu sferu poslovanja preduzeća, na praćenje i kontrolu troškova, na kontrolu i ocenu interne ekonomije poslovanja, koje utiče na ostvarivanje finansijskog rezultata - dobiti preduzeća.

### 2.1. POJAM TROŠKOVA

Za izvršenje svakog proizvodnog procesa potrebno je da dođe do trošenja faktora proizvodnje. Trošenje izraženo fizičkim jedinicama mere količine rada i realnog kapitala u svrhu proizvodnje proizvoda i usluga, smatramo proizvodnim trošenjem, odnosno utroškom, kao tehničkim fenomenom. Veličinu utroška, u tehničkom smislu, određujemo intenzitetom i trajanjem trošenja. Prema tome ukupna veličina utroška (T) jednaka je proizvodu intenziteta i trajanja trošenja, tj.

$$T = t \cdot \frac{q}{t}$$

gde je:

T - količina utroška,

t - vreme trošenja,

q - količina utrošenih faktora, proizvodnja izmerena u fizičkim mernim jedinicama.

Planirani utrošak faktora proizvodnje po jedinici proizvoda, nazivamo normativ utroška (npr. Normativ materijala, rada itd.).

Troškovi predstavljaju novčani, tj. vrednosni izraz utroška faktora proizvodnje radi proizvodnje i prodaje učinaka preduzeća i ostvarivanja profita.

Iz ove definicije proizilaze tri glavna obeležja troškova:

1. U osnovi troškova mora da stoji količinski izražen utrošak faktora proizvodnje, dakle, količina utroška.
2. Trošenje faktora proizvodnje mora biti uslovljeno stvaranjem učinaka.

3. Utrošene količine proizvodnih faktora moraju biti vrednosno izražene, tj. vrednovane po odgovarajućim cenama. Cenovna i količinska komponenta su osnovi bilo koje vrste troškova. Razlikovanje ovih komponenti ima veliki značaj kako za pravilno pojmovno određenje troškova, tako i za njihovo planiranje, analizu i kontrolu.

U svakodnevnoj poslovnoj praksi često se troškovi zamenjuju rashodima. Reč rashod ukazuje na „bespovratne izdatke“, na trošenje novca i ekonomskih dobara. To, isto vredi i za pojam troškova. Ipak između ta dva pojma postoji razlika. Pojam rashoda u proizvodnji datog proizvoda obuhvata i plaćanja koja ne moraju biti uslovljena trošenjem faktora proizvodnje, kao što su porezi, kamate, doprinosi, članarine, takse, stručno obrazovanje zaposlenih, reklama i propaganda, razne vrste neproizvodnih usluga i sl.

Polazeći od šireg shatanja pojma troškova formira se cena koštanja koja predstavlja zbir svih troškova nastalih pri proizvodnji određene jedinice ostvarenog učinka (proizvoda ili usluge):

$$C_k = \sum_{i=1}^n T_i = T_{ZD} + T_{RK} + T_{UD} + T_{OP} + T_{IZ} + T_{IR}$$

gde je:

$C_k$  - cena koštanja,

$T_i$  - ukupni troškovi,

$T_{ZD}$  - troškovi zarade,

$T_{RK}$  - troškovi realnog kapitala,

$T_{UD}$  - troškovi usluga drugih (troškovi usluga u transportu, zakupnina, osiguranja, propagande i sajmovi, patenata i licenci itd.),

$T_{OP}$  - opšti troškovi proizvodnje (troškovi projektovanja, konstruisanja, ispitivanja, razvoja, planiranja i pripreme proizvodnje, organizovanja, troškovi amortizacije i održavanja, postrojenja i opreme, interni transport i sl.),

$T_{IZ}$  - troškovi izdataka za preduzeće kao što su članarine, kamate, provizije, po osnovu usluga platnog prometa itd.,

$T_{IR}$  - troškovi zakonskih obaveza po osnovu poreza i doprinosa koji imaju relativno fiksni karakter.

Sadržinski posmatrano cena koštanja učinaka (proizvoda ili usluga) obuhvata pored troškova osnovnih faktora proizvodnje i troškove koji su u suštini posledica funkcionisanja ekonomskog sistema i sprovođenja tekuće ekonomske politike.

Na osnovu izloženog proizilazi da se prodajna cena ( $C_p$ ) sastoji iz cene koštanja ( $C_k$ ) i razlike u ceni, tj. profita  $R_c$ , odnosno:

$$C_p = C_k + R_c$$

## 2.2. VRSTE TROŠKOVA

Proizvodnja učinaka, odnosno proizvoda i usluga prouzrokuju nastajanje raznih vrsta troškova. Otuda da bi se moglo upravljati troškovima za potrebe planiranja, kontrole i donošenja poslovno - finansijskih odluka, potrebno je da se prethodno, na osnovu odgovarajućih kriterijuma izvrši podela troškova. Gotovo sve klasifikacije troškova koje se susreću u literaturi i praksi imaju opravdanja i značaj, pa zbog toga mogu biti od interesa za istraživanja i analize. Posmatrano sa inženjerskog stanovišta navodimo sledeće kriterijume za podelu troškova:

1. Poreklo ili način nastajanja troškova,
2. Mesto nastanka troškova ili funkcionalne, tehnološke i radne celine,
3. Nosioci troškova - učinci, odnosno proizvodi ili usluge,
4. Dinamičnost troškova ili troškovi prema zavisnosti u odnosu na stepen korišćenja kapaciteta.



Ovim se ne iscrpljuju kriterijumi za podelu troškova koje poznaje teorija troškova. Međutim, ovde smo naveli samo one kriterijume koje je dosadašnja inženjerska praksa i teorija troškova najviše preferirala.

### 2.2.1. PRIRODNE VRSTE TROŠKOVA ODNOSNO TROŠKOVI PREMA POREKLU ILI NAČINU NASTAJANJA

Analiza troškova po prirodnim vrstama polazi od raščlanjavanja ukupnih troškova na njihove pojedinačne prirodne elemente u proizvodnji. U stvari, klasifikacija po prirodnim vrstama vrši se s obzirom na prirodu, supstanciju i poreklo troškova. Faktori proizvodnje svojom vrstom i prirodom određuju nivo troškova. Međutim, kako u ukupne troškove, pored troškova faktora proizvodnje, spadaju troškovi usluga drugih i troškovi izazvani funkcionisanjem privrednog sistema i ekonomske pomake, to se troškovi prema ovoj podeli mogu izraziti sledećom jednačinom:

$$T_N = T_{OS} + T_{ME} + T_{ZD} + T_{US} + T_{IR}$$

gde je:

- $T_N$  - ukupni troškovi prema načinu nastajanja,
- $T_{OS}$  - troškovi osnovnih sredstava (stalni, realni kapital),
- $T_{ME}$  - troškovi materijala i energije,
- $T_{ZD}$  - troškovi zarada,
- $T_{US}$  - troškovi usluga drugih,
- $T_{IR}$  - troškovi zakonskih i ugovorenih obaveza.

#### 2.2.1.1. Troškovi osnovnih sredstva odnosno stalnog kapitala

Osnovna sredstva, odnosno stalni kapital, u toku vremena i rada troše se i gube deo svoje vrednosti. Osnovna sredstva se troše u procesu proizvodnje normalnom upotrebom ili fizičkim rabaćenjem. Međutim, ona se troše starenjem i to fizičkim i ekonomskim starenjem, i najzad ona se troše i kroz oblike kvara i loma. Troškovi osnovnih sredstva kojima se tereti data proizvodnja obračunavaju se putem amortizacije, o kojoj će biti govora u posebnom poglavlju troškova, održavanja i popravki postrojenja i opreme, osiguranja i poreza na postrojenja i opremu kamata itd. Navedene kategorije troškova osnovnih sredstva mogu se, korišćenjem opšteg metoda kalkulacije (proračuna) izraziti sledećom jednačinom:

$$T_{OS} = T_{OS1} + T_{OS2} + T_{OS3} + \dots = \sum_{i=1}^n T_{OSi} = O_{S1} \cdot C_{OS1} + O_{S2} \cdot C_{OS2} + \dots = \sum_{i=1}^n O_{Si} \cdot C_{OSi}$$

gde su:

- $T_{OS1}$  - troškovi amortizacije postrojenja i opreme,
- $T_{OS2}$  - troškovi amortizacije pomoćnih pribora,
- $T_{OS3}$  - troškovi amortizacije merne tehnike,
- $T_{OS4}$  - troškovi amortizacije alata i inventara, pod uslovom da je njihov korisni vek trajanja od godinu dana, tada se evidentiraju kao osnovna sredstva i podležu amortizaciju,
- $T_{OS5}$  - troškovi amortizacije ulaganja u razvoj,
- $T_{OS6}$  - amortizacija patenta, licenci i sličnih prava,
- $T_{OS7}$  - amortizacija goodwill-a,
- $T_{OS8}$  - troškovi amortizacije građevinskih objekata,
- $T_{OS9}$  - troškovi amortizacije transportnih sredstava,
- $T_{OS10}$  - troškovi održavanja i popravki postrojenja i opreme,
- $T_{OS11}$  - troškovi zakupnina postrojenja i opreme,
- $T_{OS12}$  - troškovi osiguranja i poreza na postrojenja i opremu,
- $T_{OS13}$  - troškovi kamate na kredite za osnovna sredstva,
- $O_{Si}$  - utrošci pojedinih vrsta osnovnih sredstava,
- $C_{OSi}$  - nabavna cena po jedinici utroška pojedinih vrsta stalnog kapitala.

## 4. UNIVERZALNA JEDNAČINA ZA RELATIVNU PROMENU PROFITA PROIZVODNOG PREDUZEĆA

### 4.1. UVODNE NAPOMENE

U savremenim uslovima poslovanja proizvodnog preduzeća analiza dinamike troškova nije sama sebi cilj, niti se ona izučava izolovano od uticaja drugih relevantnih faktora na ukupne poslovne rezultate. Naprotiv, analiza dinamike troškova i saznanja njihovog razvojnog puta neposredno su vezani za obim proizvodnje (prodaje), cene i profita. To znači da analiza dinamike troškova, uz poznavanje stanja i konkretnih uslova na tržištu, pruža mogućnost za pravovremeno i kompletno sagledavanje ekonomskog položaja preduzeća i izbor najboljih rešenja u datim uslovima proizvodnje i plasmana. Otuda se inženjeri, pa i rukovodstvo preduzeća, pri donošenju odgovarajućih odluka mogu sresti sa sledećim pitanjima:

- Kako će se odraziti promene u dinamici troškova, obimprodaje i cena na profit preduzeća?
- Da li će do istog efekta u odnosu na profit da dovede smanjenje ukupnih troškova i povećanje obima proizvodnje (i prodaje) za isti procenat?
- Koja će donja granica rentabilnosti biti ako dođe do smanjenja cena proizvodnje?

Odgovore na ova pitanja daćemo u vidu jednačina koje mogu pokazati relativne promene profita nastale pod uticajem promena u troškovima, obimu proizvodnje odnosno prodaje i cenama. Da bi došli do tih odgovora, korisićemo Cost-Volume-Profit analizu, odnosno analizu Troškova, Obima i Profita.

Opšte je poznato da CVP analiza objašnjava veze između profita i troškova, obima proizvodnje i prodajne cene i ispituje uticaj promene troškova, obima i cene na profit (Gopal 2009).

Konvencionalna CVP analiza počiva na pretpostvкамada su svi troškovi ili čisto varijabilni ili fiksni, da je obim proizvodnje jednak obimu prodaje, tj. da sve što se proizvodi i prodaje se i da se prihod po jedinici proizvoda (prodajna cena) ne menja sa promenom obima proizvodnje. Sa ovim pretpostavkama firma koja proizvodi jedan proizvod može da napiše svoju profitnu jednačinu na sledeći način (Atkinson, Kaplan 2007):

$$\text{Profit} = \text{Prihodi} - \text{Troškovi}$$

$$\text{Profit} = \text{Prihodi} - \text{Variabilni Troškovi} - \text{Fixni Troškovi}$$

$$\text{Profit} = (\text{Obim prodaje} \times \text{Prihod po jedinici proizvoda}) - (\text{Obim prodaje} \times \text{Variabilni Troškovi po jedinici}) - \text{Fixni Troškovi} \quad (4.1)$$

$$\text{Profit} = [\text{Obim prodaje} \times (\text{Prihod po jedinici} - \text{Variabilni Troškovi po jedinici})] - \text{Fixni Troškovi}.$$

U daljem tekstu će se koristiti sledeći simboli koji će predstavljati promenljive u jednačini (4.1):

- P – Profit
- Q – Obim prodaje
- TR – Ukupni prihod
- SP – Prodajna cena (prihod po jedinici proizvoda)
- TC – Ukupni troškovi
- TVC – Ukupni varijabilni troškovi ( $TVC = VC \cdot Q$ )
- FC – Fixni troškovi

Jednačina se sada može napisati u matematičkom obliku kao:

$$P = (SP - VC) \cdot Q - FC \quad (4.2)$$

Iz jednačine (4.2) se vidi da je profit funkcija 4 promenljivih: SP, VC, Q i FC. Ova se jednačina zove Basic Profit Equation tj. Osnovna Jednačina Profita (Caplan, 2006).

Međutim, kao što se vidi, ova jednačina je linearna, a u stvarnosti ona ne mora da bude linearna, tj. može da bude nelinearna. U literaturi se može naći dosta diskusija o linearnom i nelinearnom CVP modelu.

Nelinearni CVP modelje „ekonomski model“, a linearnije „računovodstveni“ CVP model (Drury 2001), pri čemu je nelinearni pristup u skladu sa nesavršenom konkurencijom, koja je mnogo više verovatna od savršene konkurencije.

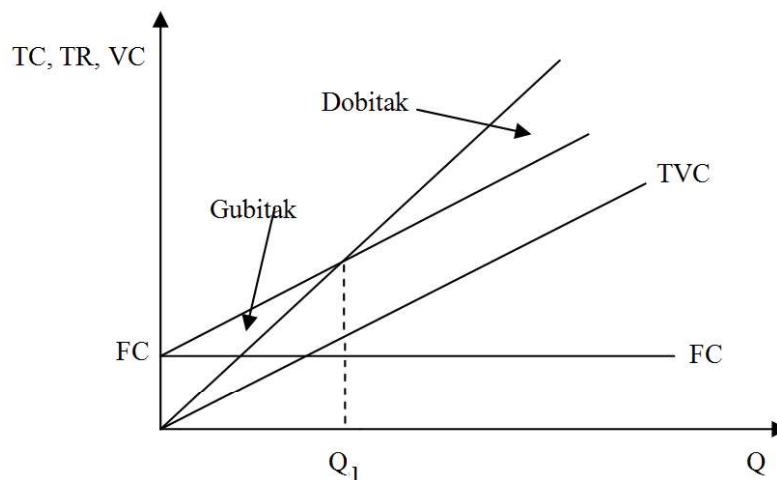
Linearni model implicira da proizvodnja može biti ili nula (ako je prodajna cena manja od varijabilnih troškova:  $SP < VC$ ) ili sa maksimalnim proizvodnim kapacitetom ( $SP > VC$ ). Nelinearni model, s druge strane, pruža više informacija o maksimiziranju profita u funkciji obima proizvodnje.

Fokusiranje na linearnu CVP analizu može možda da bude opravdana, pre na praktičnom, a ne konceptualnom, nivou pri objašnjavanju da je linearna analiza samo približna aproksimacija nelinearne analize. Ako su krive ukupnih prihoda (TR) i ukupnih troškova (TC) skoro linearne u okviru nekog „relevantnog opsega“, ovo približavanje je u potpunosti moguće, u okviru tog opsega. (Atiase, 1989).

Gonzales (2001) smatra da je generalni pristup u računovodstvenom menadžmentu da se treba držati pretpostavke linearnosti. Parametre krivih (za troškove i prihode) bi bilo jako teško proceniti u praksi. Pored toga, postoji opseg operacija za koje su kriva „ekonomskih“ troškova i „računovodstvenih“ troškova u osnovi koincidentni (gde su kratkoročni prosečni troškovi minimalni), a to je gde se kompanije generalno pokušavaju da se pozicioniraju, tako da to predstavlja relevantni opseg za kratkoročne analize.

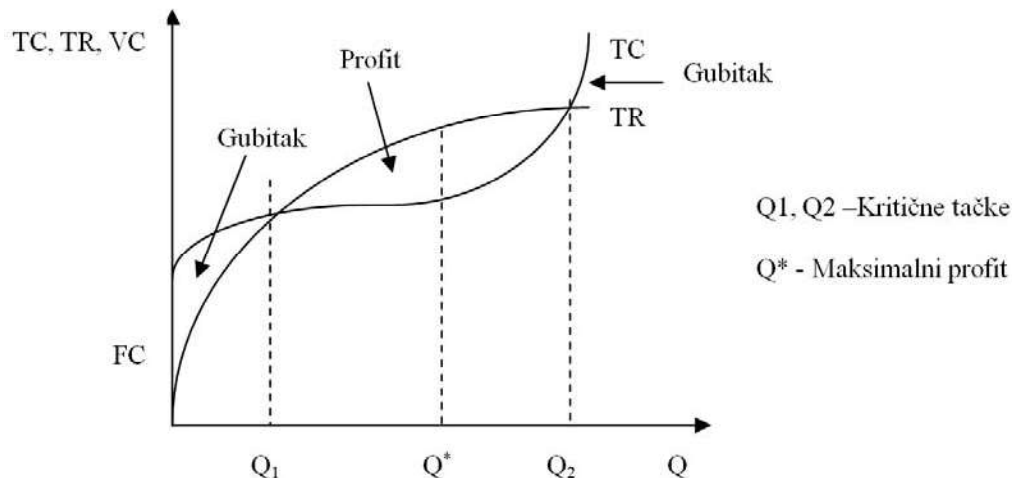
I drugi autori se slažu da CVP analiza počiva na određenim pretpostavkama. Drury (2001) smatra CVP analizu sistematskim metodom za objašnjenje odnosa između promena output-a i promena u ukupnim prihodima od prodaje, troškova i profita. Kao model ovih odnosa CVP analiza simplifikirane uslove sa kojima se neka firma suočava. Kao i svaki model, koji apstrahuje realnost, CVP analiza je subjekat brojnih pretpostavki i ograničenosti, ali i pored toga ona je moćan alat za donošenje odluka u određenim situacijama.

Sledeće slike daju grafički prikaz ova dva modela (Atiase, 1989):



Slika 4.1. Grafik linearnog CVP





Slika 4.2. Grafik nelinearnog CVP

Sa slike 4.1. je jasno da sa povećanjem obima proizvodnje raste prihod, što može dovesti do greške u CVP analizi, jer linearna CVP analiza ne uspeva da prepozna da firma mora smanjiti prodajnu cenu da bi povećala obim.

Greške u aproksimaciji krivih linija pravim bile bi manje, ako se ona vrši između Break-even point i maksimalnog profita (od  $Q_1$  do  $Q^*$  na slici 4.2.) odnosno dokle god tangenta na krivu TR ima veći nagib od tangente na krivu TC.

Postavlja se pitanje šta je „relevantni opseg“. Po Atiase-u (1989), relevantni opseg je onaj u kome su krive približno linearne.

Ako prihod, troškove i profit posmatramo u funkciji od vremena, onda treba odrediti relevantni vremenski „opseg“. Drury (2001) smatra da je CVP analiza zasnovana na odnosu između obima proizvodnje i prodajne cene, troškova i profita u „kratkom vremenu“, a to „kratko vreme“ bi trebalo u normalnim uslovima da bude period od jedne godine ili manje.

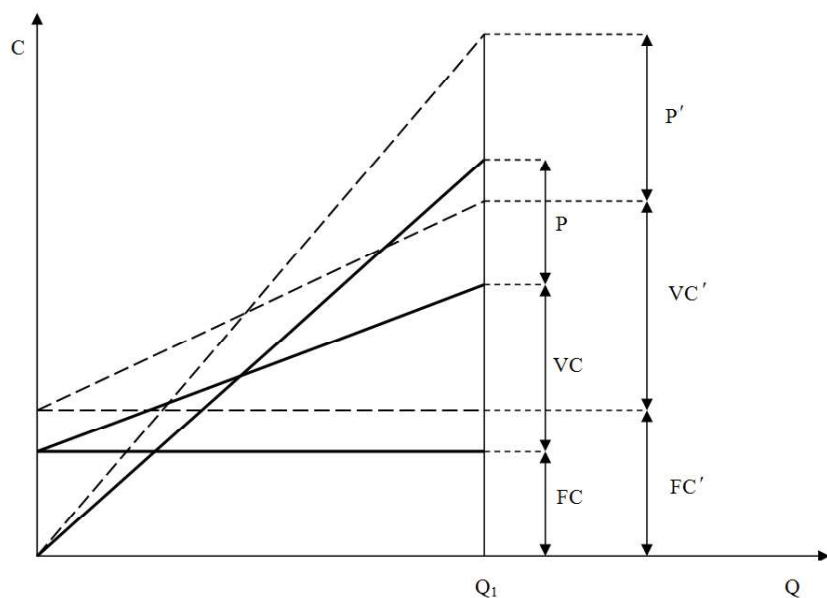
Imajući u vidu sve što je izloženo o karakteru promene pojedinih grupa troškova, u nastavku će biti prihvaćena izvesna uprošćavanja, kao aproksimacija sa ciljem da se što izrazitije predstavi određena zavisnost.

Za posmatrane uslove celishodno je utvrditi zavisnost koja bi omogućila brzu i pouzdanu procenu varijabiliteta profita u zavisnosti od promena obima proizvodnje za više proizvoda, ukupnih troškova i ukupnih prihoda.

I pored svih iznetih ograničenja linearne CVP jednačine, ovde se ipak polazi od linearne veze profita i ostalih varijabli u modeliranju univerzalne jednačine.

Ovaj model univerzalne jednačine, pored CVP modela, može biti korišćen kao još jedan alat menadžerima u donošenju poslovnih odluka. Naime, prema nekim ranijim istraživanjima, u polovini odispitanih 35 malih i srednjih proizvodnih preduzeća, koristi se CVP analiza za različite odluke (Atiase 1989).

Pre nego što se pređe na glavni deo razmatranja, prikazaćemo grafički kako promene ukupnih troškova ( $C = VC \cdot Q + FC$ ) i ukupnih prihoda ( $R = SP \cdot Q$ ) utiče na profit pri određenom obimu prodaje  $Q_1$ :



Slika 4.3. Uticaj promena relevantnih faktora na profit

Nakon ovih konstatacija, najpre ćemo posmatrati promene pojedinih promenljivih i njihov uticaj na profit.

## 4.2. PROMENA OBIMA PRODAJE

Prvo će se posmatrati uticaj promene obima prodaje na profit. Sa  $R_p$  će se označiti relativna promena profita, a sa  $R_q$  relativna promena obima prodaje odnosno

$$R_p = \frac{\Delta P_i}{P_{i-1}}, \text{ a } R_q = \frac{\Delta Q_i}{Q_{i-1}} \quad (4.3)$$

gde je  $\Delta P_i$  promena vrednosti profita sa  $P_{i-1}$  na vrednost  $P_i$ . Isto važi i za obim prodaje.

Polazeći od Osnovne jednačine profita, na sledeći način se dolazi do jednačine za relativnu promenu profita:

$$P + R_p \cdot P = (SP - VC) \cdot (Q + R_q \cdot Q) - FC$$

Zamenom veličine  $P$  iz Osnovne jednačine profita u ovaj izraz dobija se:

$$(SP - VC) \cdot Q - FC + R_p \cdot P = (SP - VC) \cdot Q + (SP - VC) \cdot R_q \cdot Q - FC$$

$$R_p \cdot P = (SP - VC) \cdot R_q \cdot Q$$

i konačno

$$R_p = \frac{(SP - VC) \cdot Q}{P} \cdot R_q \quad (4.4)$$

Ako se jednačina (4.4) подели sa  $R_q$ , dobiće se elastičnost profita na prodaju odnosno stopa operativnog leveridža DOL (Degree of Operating Leverage), koja meri procentualnu promenu profita kada se prodaja promeni za jedan procenat:

$$\frac{R_p}{R_q} = \text{DOL} = \frac{(SP - VC) \cdot Q}{P}$$

Ako je ova stopa manja od 1, to znači da, ukoliko se prodaja proizvoda poveća za 1 procenat, profit će porasti za manje od 1 procenat i obrnuto.

Ako se u (4.4) izvrše zamene  $R_p$  i  $R_q$  sa izrazima (4.3), dobija se

$$\frac{\Delta P_i}{\Delta Q_i} = SP - VC \quad (4.5)$$

Ovaj količnik, koji se zove stopa promene profita, pokazuje promenu profita na jedinicu promene obima prodaje. Dakle u pretpostavljenom linearnom modelu, akonema drugih ograničenja, osim proizvodnih kapaciteta, firma može da poveća output sve dok je marginalni doprinos (contribution margin:  $SP - VC$ ) veći od nule (Atiase et al. 1989).

### 4.3. PROMENA CENA

Profit će se povećati ili smanjiti ako se poveća ili smanji prodajna cena proizvoda, pod uslovom da su ostali faktori ostali nepromenjeni. Označimo sa  $R_p$  promenu dobiti u procentima koja odgovara promeni cene za  $R_{sp}$  procenata. Polazeći opet od jednačine (4.2) dobijamo:

$$\begin{aligned} P + R_p \cdot P &= [(SP + R_{sp} \cdot SP) - VC] \cdot Q - FC = SP \cdot Q + R_{sp} \cdot SP \cdot Q - VC \cdot Q - FC \\ SP \cdot Q - VC \cdot Q - FC + R_p \cdot P &= SP \cdot Q + R_{sp} \cdot SP \cdot Q - VC \cdot Q - FC \\ R_p \cdot P &= R_{sp} \cdot SP \cdot Q \end{aligned}$$

i konačno:

$$R_p = \frac{SP \cdot Q}{P} \cdot R_{sp} \quad (4.6)$$

Ova jednačina pokazuje da je relativna promena dobiti ( $R_p$ ) proporcionalna relativnoj promeni cena ( $R_{sp}$ ). Faktor proporcionalnosti predstavljen je odnosom između  $SP \cdot Q$  i profita ( $P$ ). Povećanje cena za određeni procenat dovešće do povećanja profita za veći procenat. Obrnuto, smanjenje cena za određeni procenat izazvaće smanjenje profita za veći procenat.

### 4.4. PROMENA VARIJABILNIH TROŠKOVA

Ako relativnu promenu varijabilnih troškova označimo sa  $R_{vc}$ , tada se primenom postupka iz prethodnih tačaka dobija:

$$\begin{aligned} P + R_p \cdot P &= [SP - (VC + R_{vc} \cdot VC)] \cdot Q - FC, \text{ odnosno} \\ R_p &= -\frac{VC \cdot Q}{P} \cdot R_{vc} \end{aligned} \quad (4.7)$$

Promene varijabilnih troškova i profita suprotnog su smera i otuda u jednačini imamo znak “minus”. Povećanju varijabilnih troškova odgovara smanjenje profita i obrnuto.

#### 4.5. PROMENA FIKSNIH TROŠKOVA

Slično kao i promene varijabilnih troškova, tako i povećanje odnosno smanjenje fiksnih troškova dovodi do smanjenja odnosno povećanja profita. Ako sa  $R_{fc}$  označimo promenu fiksnih troškova, a polazeći od jednačine (4.1), dolazimo do sledeće formule za promenu profita:

$$R_p = -\frac{FC}{P} \cdot R_{fc} \quad (4.8)$$

U ovom slučaju faktor proporcionalnosti  $\frac{FC}{P}$  može biti veći ili manji od 1, u zavisnosti od veličine fiksnih troškova i profita preduzeća.

#### 4.6. ISTOVREMENA PROMENA VIŠE FAKTORA

U prethodnim razmatranjima analizirane su promene samo jednog faktora i njegov uticaj na veličinu profita. Međutim, u poslovanju preduzeća najčešći je slučaj da se istovremeno menja više faktora. Ako menadžment preduzeća odluči da poveća cenu svog proizvoda zbog povećanja varijabilnih troškova, postavlja se pitanje kako će se ove promene odraziti na dobit.

Dakle, posmatrajmo, primera radi, istovremenu promenu cena i varijabilnih troškova. Ako sa  $R_{sp}$  i  $R_{vc}$  označimo relativne promene cena odnosno varijabilnih troškova, onda se, polazeći od jednačine (4.1), promena profita  $R_p$  može dobiti na sledeći način:

$$\begin{aligned} P + R_p \cdot P &= [(SP + R_{sp} \cdot SP) - (VC + R_{vc} \cdot VC)] \cdot Q - FC \\ (SP - VC) \cdot Q - FC + R_p \cdot P &= (SP + R_{sp} \cdot SP - VC - R_{vc} \cdot VC) \cdot Q - FC \\ SP \cdot Q - VC \cdot Q + R_p \cdot P &= SP \cdot Q + R_{sp} \cdot SP \cdot Q - VC \cdot Q - R_{vc} \cdot VC \cdot Q \\ R_p \cdot P &= R_{sp} \cdot SP \cdot Q - R_{vc} \cdot VC \cdot Q \end{aligned}$$

i konačno:

$$R_p = \frac{SP \cdot Q}{P} \cdot R_{sp} - \frac{VC \cdot Q}{P} \cdot R_{vc} \quad (4.9)$$

Ako bismo varirali sve faktore polazne jednačine  $P = (SP - VC) \cdot Q - FC$ , dobili bismo univerzalnu jednačinu za relativnu promenu profita u funkciji od relativnih promena cena, količine, fiksnih i varijabilnih troškova jednog proizvoda:

$$\begin{aligned} P + R_p \cdot P &= [(SP + R_{sp} \cdot SP) - (VC + R_{vc} \cdot VC)] \cdot (Q + R_q \cdot Q) - (FC + R_{fc} \cdot FC) \\ (SP - VC) \cdot Q - FC + R_p \cdot P &= (SP + R_{sp} \cdot SP) \cdot (Q + R_q \cdot Q) - (VC + R_{vc} \cdot VC) \cdot (Q + R_q \cdot Q) - \\ &- (FC + R_{fc} \cdot FC) \\ SP \cdot Q - VC \cdot Q - FC + R_p \cdot P &= SP \cdot Q + R_{sp} \cdot SP \cdot Q + R_q \cdot SP \cdot Q + R_{sp} \cdot R_q \cdot SP \cdot Q - \\ &- VC \cdot Q - R_{vc} \cdot VC \cdot Q - R_q \cdot VC \cdot Q - R_{vc} \cdot R_q \cdot VC \cdot Q - FC - R_{fc} \cdot FC \end{aligned}$$

## LITERATURA

1. Anderson, J., Narasimhan, R. (1979), Assessing Project Implementation Risk: A Methodological Approach, *Management Science*, 25(6), pp. 512-521, ISSN:0025-1909.
2. Atiase, R., Bamber, M., Bamber, L., McCartney, J. (1989), Linear Versus Nonlinear Cost–Volume-Profit Analysis: A Pedagogical Note. *Issues in Accounting Education*, 4 (2), 438-452.
3. Atkinson, A., Kaplan, R., Matsumura, E.M., Young, M., (2007), *Management Accounting*, Fifth Edition, Prentice Hall Pearson Education International.
4. Ayyub, B. M., Prassinos, P. G., Etherton, J. (2010), Risk Informed Decision Making, *Mechanical Engineering*, ASME, January 2010, pp. 28-33, ISSN:0025-6501.
5. Bajić, M. (2004), *Ekonomika i organizacija proizvodnje*, Ekonomski fakultet, Beograd.
6. Baloi, D., Price, A.D.F. (2003), Modeling global risk factors affecting construction cost performance, *International Journal of Project Management*, 21(4), pp. 261–269, ISSN 0263-7863.
7. Bender, W.J. (2004), PE, Simplified Risk Assessment for Construction Clients, *AACE International Transactions*, ISSN:1528-7106.
8. Bennet, R. (1991), *Management, M&E Handbook series*, Longman Group, UK Ltd.
9. Borgonovo, E., Peccati, L. (2004), Sensitivity analysis in investment project evaluation. *International Journal of Production Economics*, 90: 17-25.
10. Bulat, V. (1997), *Industrijski menadžment*, Kruševac.
11. Caplan, D., (2006). *Management Accounting Concepts and Techniques*, (Oregon State University), Chapter 5.
12. Chan L.Y., Yuan, Y. (1990), Dealing with Fuzziness in Cost-Volume-Profit Analysis, *Accounting and Business Research*, 20 (78), 83-95.
13. Chen, H.Y., Ward, C. (2000), Evaluating Investment Projects: The Hurdle rate. *Journal of Corporate Real Estate*, 2: 295-303.
14. Cicmil, S., Dordjevic, Z., Zivanovic, S. (2009), Understanding the Adoption of Project Management in Serbian Organizations: Insights Froman Exploratory Study, *Project Management Journal*, 40(1), pp. 88–98.
15. Cross, R.B., Ballesio, J. E. (2003), A Quantitative Risk Assessment Model for Oil Tankers, *Society of Naval Architects and Marine Engineers*, Society of Naval Architects and Marine Engineers Conference.
16. Cvetković, N. (2002), *Strategija investicija preduzeća*, IEN PRESS, Institut ekonomskih nauka, Beograd.
17. David, B., Raz, T. (2001), An integrated approach for risk response development in project planning, *The Journal of the Operational Research Society*, 52(1), 14-25, ISSN: 0160-5682.
18. Dondur, N. (2002), *Ekonomska analiza projekata*, Mašinski fakultet, Beograd, 2002.
19. Drury, C. (2001), *Management Accounting for Business Decisions*, Thomson Learning
20. Dubonjic R., Milanovic D. Lj. (2005), *Inženjerska ekonomija*, ICIM, Kruševac.
21. Dubonjić, R. i ostali (1998), *Industrijski menadžment*, Grafit, Beograd.
22. Dubonjić, R., Milanović, D.Lj. (1997), *Inženjerska ekonomija*, Mašinski fakultet, Beograd, 1997.
23. *Ekonomska enciklopedija* (1984), Savremena administracija, Beograd.
24. *Ekonomski rečnik* (2001), Ekonomski fakultet, Beograd.
25. FAST (Function Analysis System Tehnique) dijagram preuzeo je iz "Value Engineering I for Manufacturing Products, Design and Construction, and Services, Department of Engineering Professional Development, College of Engineering, University of Wisconsin, August 29 - September 02, 1994.
26. Feibel, B.J. (2003), *Investment Performance Measurement*. John Wiley & Sons. INC, Hoboken, New Jersey.

27. Finch, B., Gavirneni, S. (2006), Confidence intervals for optimal selection among alternatives with stochastic variable costs. *International Journal of Production Research*, October, 4329-4342.
28. Foster, J.E., Mitra, T. (2003), *Ranking Investment Projects*, Economic Theory. Springer Berlin / Heidelberg, 22: 469–494.
29. Gereke, Z. (1995), Ekologija kao nova obaveza u poslovanju, *Ekonomika*, br. 5-6/95.
30. Gonzales, L. (2001), Multiproduct CVP analysis based on contribution rules. *International Journal of Production Economics*, October, 273-284.
31. Gopal, R. (2009), *Accounting for Managers*, New Age International (P) Ltd.
32. Grupa autora (2004), *Priručnik o primeni kontnog okvira za preduzeće, zadruge i preduzetnike - u skladu sa međunarodnim standardima finansijskog izveštavanja*, Beograd.
33. Hadzic, M. (2001), Rethinking privatization in Serbia, *East European Economics*, 40(6), pp. 6–23, ISSN:0012-8775.
34. Hirsch, M. (2006), *Advanced management accounting*, Thomson Learning, London.
35. International Organization for Standardization (2003), *ISO 10006:2003*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
36. Jacobs, J., Kuper, G. Van Soest, D. (2009), On the effect of high energy prices on investment, *Applied Economics* 41:3483-3490.
37. Jafarizadeh, B., Khorshid-Doust, R.R. (2008), A method of project selection based on capital asset pricing theories in a framework of mean–semi deviation behavior. *International Journal of Project Management*, 26: 612-619.
38. Kakumanu, P. (1998), Multiproduct cost-volume-profit model with product limits. *Production Planning & Control*, Jan/Feb, 87-95.
39. Kaplan, S. (1991), *The General Theory of Quantitative Risk Assessment*. Risk-Based Decision-Making in Water Resources, V, Proceeding of the fifth conference, Edited by Y. Haimes, D. Moser, E. and Stakhiv, ASCE, Reston, VA.
40. Kee, R. (2007), Cost – Volume – Profit Analysis Incorporating the Cost of Capital. *Journal of Managerial Issues*, XIX (4), 478-493.
41. Kish, J.R., Weng, W. (2005), Valuing investment projects with expansion options. *International Journal of Managerial Finance*, 1: 164-186.
42. Koskela, L., Howell, G. (2002), The underlying theory of project management is obsolete, *Proceedings of PMI Research Conference*, 2002, pp. 293-302.
43. Krane, P.H., Rolstadås, A., Olsson, O.E.N. (2010), Categorizing Risks in Seven Large Projects - Which Risks Do the Projects Focus On?, *Project Management Journal*, 41(1), pp. 81-86, ISSN: 1938-9507.
44. Kuburović, M., Petrov, A. (1994), *Zaštita životne sredine*, SMHITS i Mašinski fakultet, Beograd.
45. Lalic, B. (2011), *Intelligent enterprises development – a research of conditions*, Ph.D. Thesis, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of Industrial Engineering and Management, Novi Sad.
46. Levy, H., Marshall, S. (1990), *Capital Investment and Financial Decisions*, Prentice Hall.
47. Lončar, D. (2009), *Monte Karlo simulacija*, Ekonomski fakultet, Beograd.
48. Lorie, J., Savage, L. (1955), Three Problems in Rationing Capital, *Journal of Business*, October 1955, pp. 229 – 239.
49. Lowe, R., Bell, M. (2000), Building regulation and sustainable housing. Part 2: technical issues, *Structural Survey* 18: 77-88.
50. Lyonsand, T., Skitmore, M. (2004), Project Risk Management in the Queensland Engineering Construction Industry: A Survey," *International Journal of Project Management*, 22(1), pp. 51-61, ISSN:0263-7863.
51. Malešević, E. (2002), *Analiza poslovanja preduzeća*, Ekonomski fakultet, Subotica.
52. Maul, H. *Inženjering vrednosti - integralni deo studije rada*, časopis Produktivnost 5/69
53. Mc Intyre, E. (1977), Cost-Volume-Profit analysis adjusted for learning, *Management*
54. Milanovic, D.Lj., Dubonjic, R. (2005). Use of the Elasticity of Net Present Value in Risk Analysis of Engineering Investments Projects, *FME Transactions* 33: 47-51.



55. Milanović, D.Lj., Milanović, D.D., Misita, M. (2010), Application of ranking method in evaluation of engineering investment projects, *International Journal of Industrial Engineering - Theory, Applications and Practice*, Vol 17, No 4.
56. Milanović, D.Lj., Milanović, D.D., Misita, M., Klarin, M., Zunjic, A. (2010), Universal equation for the relative change in profit of manufacturing company, *Production Planning & Control*, Vol. 21, No. 8, December 2010, 751–759.
57. Miles, Z.L. (2002), *Tehniques of Value Analysis and Engineering*, 3rd edition, 1989.
58. Milisavljević M. (1998), *Marketing*, XII izdanje, Beograd.
59. Mortensen, N.H., Harlou, U., Haug, A. (2008), Improving Decision Making in the Early Phases of Configuration Projects. *International Journal of Industrial Engineering – Theory, Applications and Practice*, 15: 185-194.
60. Mrđa, N. (1999), *Finansijska analiza u upravljanju projektima*, FICOM, Beograd.
61. Nash, J. (1975), A Note on Cost-Volume-Profit analysis and price Elasticity. *Accounting Review*, April, 384-386.
62. National Research Council (2005), *The Owner's Role in Project Risk Management*, The National Academies Press, Washington, D.C.
63. Newnan D., Lavelle J. (1998), *Engineering Economic Analysis*, Engineering Press, Austin, Texas.
64. Noreen, E., Brewer, P., Garrison, R. (2005), *Managerial Accounting*, Irwin Professional Pub.
65. Novak, M., i Popović Ž. (1980), *Razvojna politika*, II izdanje, Informator, Zagreb.
66. Papadopoulos, A., Stylianou, A., Oxizidis, S. (2006). Impact of energy pricing on buildings' energy design, *Management of Environmental Quality: An International Journal* 17:753-761.
67. Park, Ch. (1993), *Contemporary Engineering Economics*, Addison-Wesley Publishing Company.
68. Plavšić, R. i ostali (1998), *Izrada investicione studije*, AŠ DELO, Zemun,
69. Popović, B., Todorović Z. (1998), *Obezbeđenje kvaliteta*, Nauka, Beograd.
70. Popović, B., Klarin, M. (2003), *Projektovanje kvaliteta proizvoda*, Mašinski fakultet, Beograd.
71. Posavec, M. (2009), Monte Carlo method, On-Line Article (in Croatian). <http://www.rep.hr/vijesti/strucni-clanci/strucni-clanak-monte-carlometoda/211/>
72. Primer za primenu metode Inženjering vrednosti uredio Predrag Nedeljković dipl. inž. mašinstva, student poslediplomskih studija na Industrijskom inženjeringu na Mašinskom fakultetu u Beogradu
73. Priručnik za pripremu industrijskih studija izvodljivosti (1983), „Privredni pregled“, Beograd.
74. Project Management Institute (2004), *A Guide to the Project Management Body of Knowledg*, Project Management Institute, Newtown Square, PA, USA, ISBN-10: 1930-69945X.
75. Radovanović, T. (2003), *Osnivanje i vođenje malog biznisa*, Nacionalna služba za zapošljavanje, Beograd.
76. Ralic, Z., Radojicic, M., Nestic, Z., Milanovic, D.D., Milanovic, D.Lj. (2011), Development of a model for optimization of central heating system selection, *Technics Technologies Education Management -TTEM*, Vol. 6, No. 2, 432–437.
77. Ralic, Z., Radojicic, M., Nestic, Z., Milanovic, D.D., Milanovic, D.Lj. (2012), Selection of Central Heating Systems with the Increase of the Energy Efficiency, *Metalurgia International*, vol. 17 №.4, 201-208.
78. Ristic, Z. (2004), Privatization and foreign direct investment in Serbia, *South-East Europe Review for Labor and Social Affairs*, 2, pp. 121–136.
79. Samuelson P., Nordhaus, W. (1992), *Economics*, 14 ed., McGraw-Hill, prevod Mate, Zagreb.
80. Samuelson, P. (1976), *Economics*, Mc Graw Hill. LTD., Science, Vol.24, No 2.
81. Shenhar, A.J. (1998), From Theory to Practice: Toward a Typology of Project Management Style, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 45(1), pp. 33-48, ISSN: 0018-9391.
82. Shtub, A., Bard, J.F., Globerson, S. (1994), *Project Management*, Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.

83. Snyder, J.R., Kline, S. (1987), Modern Project Management: How Did We Get Here – Where Do We Go?, *Project Management Journal*, 18(1), pp. 28-29.
84. Stojanović, D. (1990), *Ekonomsko matematički metodi i modeli*, Ekonomski fakultet, Beograd.
85. Stoy, Ch., Pollalis, S., Fiala, D. (2009), Estimating buildings' energy consumption and energy costs in early project phases, *Facilities* 27:187-201.
86. Turner, R.J. (1999), Project management: A profession based on knowledge or faith?, *International Journal of Project Management*, 17(6), pp. 329-330, ISSN:0263-7863.
87. Upchurch, M., Cicmil, S. (2004), The political economy of management knowledge transfer: Some insights from experience in Serbia and Montenegro, *South East Europe Review*, 7(2), pp. 101–120.
88. Veselinović, M., *Metode analize vrednosti (prevod)*, Planiranje i analiza poslovanja 3/69.
89. Webster, W. (2004), *Accounting for managers*, McGraw-Hill, New York.
90. Wilkinson, S., Reed, R. (2006), Office building characteristics and the links with carbon emissions, *Structural Survey* 24:240-251.
91. Woller, J. (1996), The basics of Monte Carlo simulations, On-Line Article, <http://www.chem.unl.edu/zeng/joy/mclab/mcintro.html>
92. Young, D. (1992), *Modern Engineering Economy*, John Wiley & Sons, New York, 1992.
93. Zelenović, D., i drugi (1997), *Integralni razvoj proizvoda - osnove*, Univerzitet u Novom Sadu - Fakultet tehničkih nauka - Institut za industrijske sisteme i Istraživački tehnološki centar, Novi Sad.