



UNIVERZITET U NIŠU
EKONOMSKI FAKULTET
Časopis „EKONOMSKE TEME”
Godina izlaza XLIX, br. 3, 2011, str. 415-432
Adresa: Trg kralja Aleksandra Ujedinitelja 11, 18000 Niš
Tel: +381 18 528 624 Fax: +381 18 4523 268

UPRAVLJAČKO RAČUNOVODSTVENA INFORMACIONA PODRŠKA U OPTIMIZACIJI PROIZVODNO-PRODAJNOG ASORTIMANA PRIMENOM LINEARNOG PROGRAMIRANJA

Dr Slobodan Malinić*

Dr Vesna Janjić*

Mr Mirjana Todorović*

Dejan Jovanović*

Rezime: *Donošenje poslovno-finansijskih odluka, kao ključna aktivnost menadžmenta preduzeća i multidisciplinarni proces, obuhvata više međusobno povezanih faza i zahteva od menadžmenta da raspolaže relevantnim i pouzdanim informacijama. Najčešći problem sa kojim se suočava menadžment preduzeća je izbor proizvodno-prodajnog asortimana koji omogućava ostvarivanje maksimalnog profita. Pri izboru optimalnog proizvodno-prodajnog asortimana treba uvažavati niz ograničavajućih faktora koji determinišu odluku. Pravilnim definisanjem problema i uvođenjem linearnog programiranja, kao važne kvantitativne tehnike, problem izbora proizvodno-prodajnog asortimana, uz pomoć informacione tehnologije, se rešava brzo štedeći vreme i resurse preduzeća.*

Ključne reči: *poslovno-finansijska odluka, relevantni troškovi, koristi i informacije, linearno programiranje, funkcija cilja*

Uvod

Savremeno poslovno okruženje karakterišu dinamičnost i stalne promene koje zahtevaju blagovremenu reakciju menadžmenta. Promene se dešavaju unutar i izvan preduzeća, tako da menadžment mora da odgovori na njih i donose poslovne odluke koje omogućavaju preduzeću korišćenje šansi i izbegavanje pretnji. Donošenje poslovno-finansijskih odluka izaziva široko interesovanje i uključuje

* Ekonomski fakultet Univerziteta u Kragujevcu, e-mail: djovanovic@kg.ac.rs

UDK 657.47, pregledni rad

Primljeno: 25.1.2011. Prihvaćeno: 16.6.2011.

potpunu definisanost cilja, kriterijuma, uslova i ograničenja, prikupljanje i obradu relevantnih informacija i izbor metoda za donošenje odluka.

U procesu donošenja poslovno-finansijskih odluka polazi se od prethodno utvrđenih ciljeva preduzeća kojima odluke ne smeju protivurečiti. Ključnu ulogu i značaj u donošenju poslovno-finansijskih odluka ima računovodstveni informacioni sistem koji obezbeđuje relevantne informacije. Povezanost računovodstvenog informacionog sistema sa funkcijama u preduzeću i okruženjem, omogućava donošenje odluka koja će se bazirati na ograničenjima, šansama i mogućnostima tržišta.

Rad ima za cilj da ukaže na značajnu ulogu informacija procesiranih od strane upravljačkog računovodstva i na primenu linearnog programiranja, kao izuzetno korisne kvantitativne metode u procesu donošenja poslovno-finansijskih odluka, u vezi sa izborom optimalnog proizvodno-prodajnog asortimana. Naime, svedoci smo brojnih tržišnih ograničenja, a budući da se većina problema u ekonomiji može formulisati kao maksimiranje ili minimiziranje neke ciljne funkcije za date ograničene resurse i uzajamna ograničenja, za njihovo rešavanje se može koristiti metod linearnog programiranja. U radu će za rešavanje problema linearnog programiranja biti korišćena funkcija Solver, programa Microsoft Excel, zbog njegove široke dostupnosti i zato što brzo pronalazi optimalno rešenje modela.

1. Uloga računovodstvenog informacionog sistema i upravljačkog računovodstva u poslovnom odlučivanju

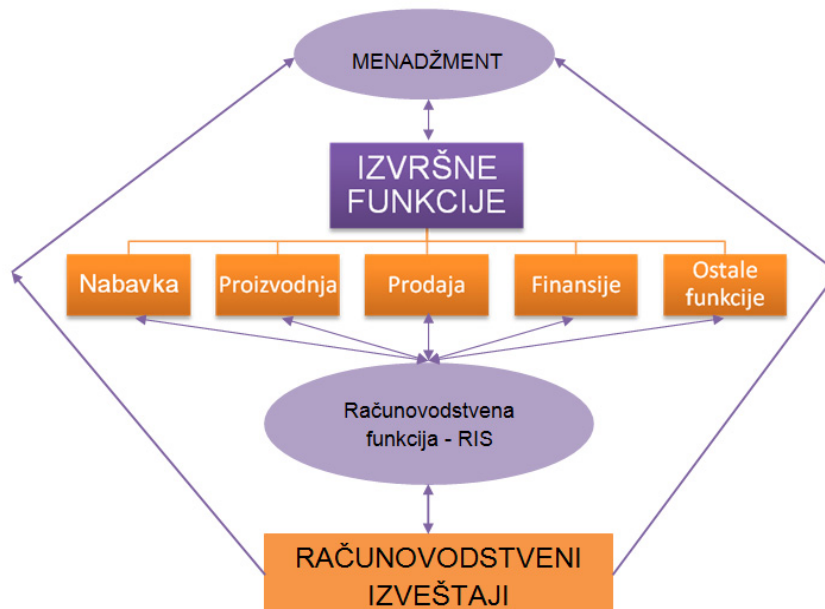
Računovodstvo odlučivanja predstavlja poseban pristup upravljačkog računovodstva informacionim izazovima upravljačke aktivnosti donošenja pojedinačnih poslovno-finansijskih odluka. Radi se o računovodstvenoj analizi za potrebe alternativnog poslovnog odlučivanja u kojoj računovodstvo barata budućim diferencijalnim vrednostima (Stefanović et al. 2007, 35). Problem poslovnog odlučivanja postoji u praksi samo ukoliko iza njega stoji dilema izbora između najmanje dva buduća konkurentna smera aktivnosti. Rešenje problema predstavlja izbor najbolje alternative.

Za donošenje dobrih poslovno-finansijskih odluka, a samim tim i efikasno upravljanje preduzećem u savremenim uslovima poslovanja nije dovoljna lična pronicljivost, iskustvo i intuicija menadžera, već je potrebno raspolagati i koristiti mnoštvo informacija o relevantnim faktorima koji deluju iz okruženja, kao i o zbivanjima unutar preduzeća. Bez relevantnih, pouzdanih i blagovremenih informacija savremeno preduzeće nema mnogo mogućnosti za opstanak i razvoj (Antić 2008, 387). Informacija koja je jedina relevantna za odluku jeste ona informacija koja se menja kako se menjaju planirani postupci. Troškovi, prihodi i drugi faktori koji se ne menjaju, promenom alternativnih postupaka nisu relevantni za odluku (Meigs, Meigs 1999, 1195).

Upravljačko računovodstvena informaciona podrška u optimizaciji proizvodno-prodajnog asortimana primenom linearnog programiranja

Izvor relevantnih informacija neophodnih za donošenje poslovno-finansijskih odluka zahteva kreiranje adekvatne baze podataka, odnosno posedovanje informacionog sistema koji će da integriše sve podatke iz preduzeća i okruženja. Najčešće osnovu informacionog sistema preduzeća čini računovodstveni informacioni sistem (RIS) koji izveštava interne i eksterne korisnike o relevantnim podacima, pokazateljima i informacijama posebno u delu divizionalnog računovodstva za potrebe raznih i čestih cost-benefit analiza, motivacije, internih, transfernih cena i uopšte politike cena i slično (Malinić 2001, 41). Zadovoljenje raznovrsnih informacionih potreba menadžmenta u vezi sa donošenjem poslovno-finansijskih odluka apostrofira se kao fundamentalni zadatak RIS-a, a posebno upravljačkog računovodstva kao dela RIS-a. Opšte je poznato da RIS predstavlja deo informacionog sistema i sistema upravljanja preduzećem. Drugim rečima, on se smatra srcem sistema informisanja, jer je integrator informacija o preduzeću, verifikator njihove egzistencije i garant njihove povezanosti. Uz to, on je i faktor unifikovanja jezika upravljača preduzećem. Baziran je na koherentnosti i integralnosti kao osnovnim principima organizacije informacionog sistema i na njima baziranom sistemu upravljanja. Princip koherentnosti označava povezanost podataka i informacija u jednu jedinstvenu informacionu bazu koja služi za upravljanje poslovnim sistemom, pri čemu RIS obuhvata zajedničke elemente preduzeća, po više kriterijuma i više funkcija (Novičević 2009, 235). Mnogobrojni negativni uticaji bi bez koherentnosti doveli do rasturanja snaga preduzeća.

Slika 1. Koherentnost RIS-a sa izvršnim funkcijama u preduzeću



Uspešna upravljačko-računodvostvena podrška poslovnom odlučivanju zahteva uspostavljanje adekvatne kontinuirane skladnosti i koherentnosti između RIS-a, s jedne strane, i internih izvršnih funkcija i eksternih interesnih grupa, s druge strane. Realizujući svoje ciljeve i zadatke RIS uspostavlja prethodno naglašen dvosmeran odnos. Neophodno je precizno i što kvalitetnije definisati ove odnose, s jedne strane precizirati zahteve RIS-a u odnosu na ostale segmente, ali isto tako je neophodno da RIS prihvati sve njihove zahteve, maksimalno im se prilagodi i realizuje ih. Na taj način se uspostavlja kontinuirana povezanost i koordinirano delovanje svih funkcija unutar preduzeća. Izložena povezanost RIS-a sa izvršnim funkcijama u preduzeću se može predstaviti kao na slici 1.

Slika 1 ukazuje da postoji dvosmerna povezanost RIS-a i izvršnih funkcija u preduzeću. Takođe, neophodna je i komunikacija između samih izvršnih funkcija da bi se moglo blagovremeno reagovati na promene u okruženju i da bi se donele prave odluke u pravo vreme. Na primeru nabavne funkcije najbolje se može sagledati dvosmeran odnos između nje i RIS-a. Nabavka prima informacije iz finansijskog računovodstva, analitičkih knjigovodstava i upravljačkog računovodstva, a isto tako i daje informacije RIS-u koje se dalje obrađuju i stavljaju na raspolaganje svim interesentima u preduzeću. Ukoliko postoji visoki stepen komunikacije i povezanosti, preduzeće će moći da rešava probleme u hodu i da uspešno ostvaruje ekonomske ciljeve. Stoga i ne treba da čudi sve dominantniji stav po kome informacija treba da bude "znanje" na kojem treba da se zasniva donošenje ispravnih poslovnih odluka.

U svakom slučaju, aktivnosti menadžera u procesu donošenja poslovno-finansijskih odluka uslovljene su i ograničene u prvom redu karakteristikama, strukturom i odnosima u samom preduzeću, kao i okruženjem u kojem se odvijaju poslovne aktivnosti, te uslovima koji u njima deluju i procesima koji se odvijaju (Lalević-Filipović 2009, 297).

2. Poslovno-finansijsko odlučivanje primenom linearnog programiranja

Pored relevantnih i blagovremenih informacija u procesu poslovno-finansijskog odlučivanja, neophodna je primena kvantitativnih metoda koje će olakšati i ubrzati taj proces, respektujući sve ograničavajuće faktore. Jedna od najčešće korišćenih kvantitativnih metoda u poslovno-finansijskom odlučivanju je linearno programiranje. Većina problema u upravljačkom računovodstvu može biti formulisana kao maksimiranje ili minimiziranje neke ciljne funkcije za date ograničene resurse i uzajamna ograničenja. Ako se ciljna funkcija može definisati kao linearna funkcija određenih promenljivih i ako se mogu zadati ograničenja u resursima kao jednakosti ili nejednakosti ovih promenljivih, onda se problem može rešiti uz pomoć linearnog programiranja. Linearno programiranje je alat koji upravljačko računovodstvo može primeniti kod problema racionalizacije ograničenih kapaciteta i problema racionalizacije resursa među mnogim

Upravljačko računovodstvena informacijska podrška u optimizaciji proizvodno-prodajnog asortimana primenom linearnog programiranja

alternativnim upotrebama, na takav način da se izvedu optimalne koristi. Ono nastoji da pronađe moguće kombinacije proizvodnje koje će maksimizirati ili minimizirati funkciju cilja. Funkcija cilja se odnosi na kvantifikaciju cilja i obično ima oblik maksimizacije profita ili minimizacije troškova (Drury 2000, 1031) Danas je to standardni alat koji je uštedeo mnogo hiljada ili miliona dolara mnogim kompanijama ili srednjim preduzećima u različitim industrijalizovanim zemljama sveta, pri čemu se njegova upotreba u svim sektorima društva brzo širi.

Najčešći tip aplikacije linearnog programiranja uključuje opšti problem alokacije limitiranih resursa na konkurentne aktivnosti, na najbolji mogući način. Linearno programiranje uključuje planiranje aktivnosti, da bi se dobio optimalan rezultat koji će među svim izvodljivim alternativama izabrati najbolju za preduzeće poštujući pri tom ograničavajuće faktore.

Simboli koji se obično koriste da označe različite komponente modela linearnog programiranja dati su u nastavku, zajedno sa interpretacijom za opšti problem alokiranja resursa na aktivnosti.

Z = vrednost opšte mere performansi

x_j = nivo aktivnosti j (za $j=1,2,\dots,n$)

c_j = povećanje Z koje bi rezultiralo iz svakog jediničnog povećanja nivoa aktivnosti j

b_i = obim resursa i , koji je raspoloživ za alokaciju na aktivnosti (za $i=1,2,\dots,m$)

a_{ij} = obim resursa i , koji potroši svaka jedinica aktivnosti j

Brojni su primeri u praksi koji pokazuju kakav je uticaj linearnog programiranja na profitabilnost kompanija u svetu. Primer preduzeća PONDEROSA INDUSTRIAL (Hillier, Lieberman 2005, 60-63). proizvođača iverice sa sedištem u Anahuacu, Meksiko pokazuje da je uticaj linearnog programiranja „ogroman“ kod izbora miksa proizvoda na mesečnoj osnovi. Ponderosa sistem linearnog programiranja je bio *interaktivan*, tako da je menadžment dobio trenutni odgovor na svoja „šta-ako pitanja“ o uticaju nailaženja na parametarske vrednosti koje se razlikuju od onih u originalnom modelu. Menadžment je efektivno upotrebio tehniku linearnog programiranja da dođe do boljih odluka, u odnosu na „optimalni“ miks proizvoda iz originalnog modela. Poboljšanim odlukama miksa proizvoda je pripisano povećanje opšte profitabilnosti kompanije za 20%. Ostali doprinosi linearnog programiranja u oblasti računovodstvenog odlučivanja su uključivali bolje korišćenje sirovina, kapitalne opreme i kadra.

3. Optimizacija proizvodno-prodajnog asortimana primenom linearnog programiranja

Jedna od najčešćih poslovnih odluka u praksi modernih preduzeća odnosi se na problem izbora optimalnog proizvodno-prodajnog asortimana, tj. proizvodno-prodajnog mixa. Pravilan izbor, s obzirom na njegove implikacije na finansijski rezultat, predstavlja složen i istovremeno veoma značajan zadatak rukovodstva preduzeća. Problem se svodi na uspostavljanje optimalnih odnosa proizvoda u asortimanu, odnosno takvih odnosa koji će obezbediti ostvarivanje maksimalnog finansijskog rezultata (Malinić 2008, 255).

Kako danas poslovnim svetom dominiraju multiproizvodna preduzeća, broj potencijalnih kombinacija proizvoda i usluga u proizvodno-prodajnom miksu je veliki. Razuđenim proizvodno-prodajnim asortimanom menadžeri moraju veoma pažljivo upravljati u cilju pronalaženja optimalnog programa koji će omogućiti maksimiranje poslovnog dobitka preduzeća. U traganju za takvom kombinacijom menadžeri se suočavaju sa brojnim ograničenjima.

Raspravljajući o problemu uspostavljanja optimalnog odnosa između postojećih proizvoda unutar proizvodno-prodajnog asortimana pretpostavlja jasno prepoznavanje najmanje tri situacije u kojima poslovanje preduzeća, pored propusne moći tržišta, odnosno tražnje (Stefanović et al. 2007, 419):

- *nije izloženo dejstvu nijednog drugog internog ograničavajućeg faktora,*
- *izlaže se dejstvu barem jednog internog ograničavajućeg faktora i*
- *izlaže se simultanom dejstvu većeg broja internih ograničavajućih faktora.*

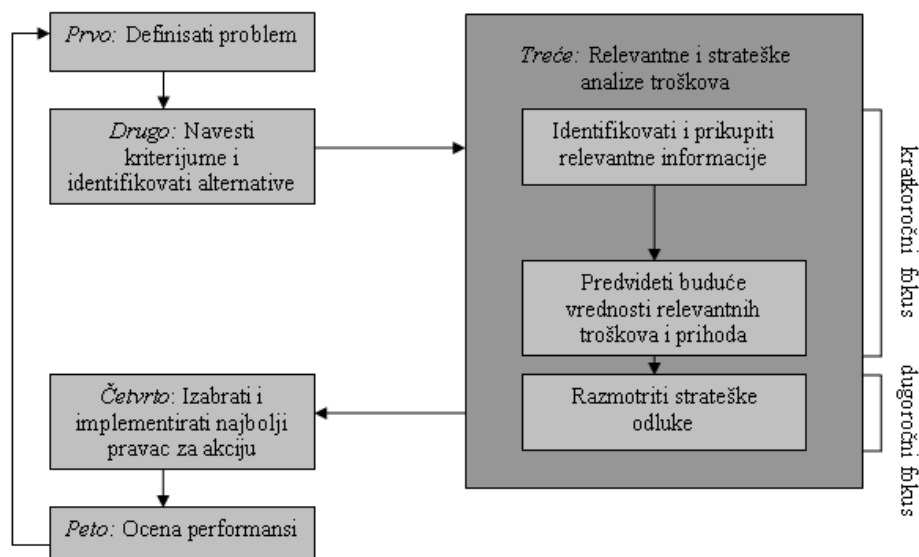
S obzirom na to da su prve dve situacije veoma retke u praksi preduzeća i da njihovo rešavanje ne iziskuje mnogo vremena, u daljem radu akcenat će biti stavljen na treću situaciju u kojoj se optimalno rešenje za proizvodno-prodajni asortiman traži preko seta simultanih jednačina uobličjenih u tehnici linearnog programiranja.

Kod izbora optimalnog proizvodno-prodajnog asortimana primenom linearnog programiranja, takođe, se treba pridržavati uobičajene procedure koja se primenjuje u procesu donošenja poslovno-finansijskih odluka. Pri odlučivanju između alternativnih izbora menadžeri najčešće koriste pet koraka navedenih na slici 2 (Blocher 2008, 317).

Prvi korak u procesu donošenja poslovno-finansijskih odluka je po mnogima najvažniji i odnosi se na pravilno definisanje, odnosno postavku problema. Kod linearnog programiranja postavka problema počinje definisanjem varijabli odlučivanja. Nakon jasnog identifikovanja varijabli odlučivanja, formuliše se funkcija cilja. Sa aspekta preduzeća, veoma je važno da se izbegnu odluke koje bi bile dobre samo za kratak rok i koje ne bi uvažavale sve varijable odlučivanja.

**Upravljačko računovodstvena informacijska podrška u optimizaciji
proizvodno-prodajnog asortimana primenom linearnog programiranja**

Slika 2. Proces donošenja poslovnih odluka



*Izvor: Blocher, E., Stout, D., Cokins, G., Chen, K. (2008)
Cost Management A Strategic Emphasis. New York: McGraw-Hill/Irwin, 317.*

Drugi korak se odnosi na specifikaciju kriterijuma uz pomoć kojih će odluka biti doneta. Najčešće se čini da je glavni cilj lako kvantifikovati, međutim, menadžer je najčešće primoran da razmišlja o više ciljeva istovremeno, i to kako maksimirati profit, povećati povraćaj ulaganja, smanjiti troškove i sl. Ovaj korak kod linearnog programiranja se odnosi na specifikaciju svih ograničenja koja utiču na funkciju cilja. Za pravilnu formulaciju problema linearnog programiranja potrebno je da sva ograničenja budu data u formi jednakosti ili nejednakosti. Ukoliko se radi o izboru optimalnog proizvodno-prodajnog asortimana primenom linearnog programiranja cilj je izabrati onaj asortiman koji će ostvariti maksimalan rezultat, tj. funkcija cilja biće $\max Z$.

U trećem koraku menadžer vrši analizu u kojoj razvija i analizira relevantne informacije, koristeći relevantnu analizu troškova i stratešku analizu troškova. Ovaj korak uključuje tri sekvencijalne aktivnosti, menadžer (1) identifikuje i grupiše relevantne informacije vezane za odluku, (2) čini predviđanja o relevantnim informacijama i (3) razmatra strateška pitanja o odluci. Kod linearnog programiranja ovaj korak uključuje:

- grupisanje svih ograničenja vezanih za model na jednom mestu,

- odabir metode za rešavanje,¹
- rešavanje problema odabranom metodom i predviđanje budućih vrednosti funkcije cilja.

Četvrto, na osnovu analize relevantnih troškova i strateške troškovne analize, menadžer bira najbolju alternativu i sprovodi je. Kod linearnog programiranja pod ovim korakom se podrazumeva određivanje vrednosti promenljivih koje će dati najbolji rezultat u funkciji cilja, poštujući sva ograničenja. U slučaju izbora optimalnog proizvodno-prodajnog asortimana, to znači određivanje proizvodnog mixa koji će maksimirati rezultat preduzeća.

U petom i poslednjem koraku, menadžer procenjuje efikasnost sprovedene odluke koja služi kao osnova za dobijanje povratnih informacija za preispitivanje ove odluke i otklanjanje mogućih grešaka u budućnosti.

3.1. Definisanje problema linearnog programiranja kod izbora optimalnog proizvodno-prodajnog asortimana

Linearno programiranje je posebno korisno kada se odluka o proizvodnom miksu sastoji iz tri ili više ograničenja. Za pravilan - optimalan izbor proizvodno-prodajnog asortimana, primenom linearnog programiranja, svakako jedno od najznačajnijih pitanja je pravilna postavka problema, koja omogućava menadžeru da se fokusira na funkciju cilja respektujući sve ograničavajuće faktore. Način definisanja i postavke problema dat je na hipotetičkom primeru jednog proizvodnog preduzeća koje u svom proizvodno-prodajnom asortimanu ima četiri proizvoda, za koje je potrebno pronaći optimalan proizvodni miks.

Primer. Neka proizvodno preduzeće ima u svom proizvodno-prodajnom programu četiri različita proizvoda, proizvod A, B, C i D koji ostvaruju sledeći kontribicioni rezultat po jedinici proizvoda i to: A = 100 €, B = 10.000 €, C = 400 € i D = 800 €. Na osnovu tehničko-tehnološkog postupka utvrđeno je da je za proizvodnju proizvoda A potreban 1, za proizvodnju proizvoda B potrebno je 2, za proizvodnju proizvoda C potrebno je 3 i za proizvodnju proizvoda D potrebno je 5 mašinskih časova, a maksimalni kapacitet kojim raspolaže ovo preduzeće je 50.000 mašinskih časova. Na osnovu istraživanja tržišta utvrđeno je da je na tržištu moguće maksimalno prodati 2.500 jed. proizvoda B, uz uslov snabdevanja tržišta sa najmanje 10.000 jed. proizvoda A. Da bi sačuvalo tražnju za svim proizvodima na jednom od većih tržišta, treba da proizvede i plasira na tom tržištu najmanje 1.000 jed. proizvoda C. Imajući u vidu kapacitete mašina i povezanost procesa proizvodnje proizvoda C i D, za proizvodnju ova dva proizvoda je moguće utrošiti maksimalno 20.000 mašinskih časova. Nabavna cena materijala koji se utroši za proizvodnju proizvoda A je 70 €, za proizvod B je 6.000 €, za proizvod C je 200 €

¹ Detaljnije o metodama za rešavanje problema linearnog programiranja pogledati: (Hillier, Lieberman 2005)

**Upravljačko računovodstvena informacijska podrška u optimizaciji
proizvodno-prodajnog asortimana primenom linearnog programiranja**

i za proizvod D je 400 €, dok su raspoloživa finansijska sredstva za nabavku materijala preduzeća iznose maksimalno 20.000.000 €. Imajući u vidu zahteve tržišta i ograničenja u pogledu kapaciteta i troškova, potrebno je odrediti kombinaciju proizvoda koja će preduzeću doneti maksimalni kontribicioni rezultat.

U skladu sa pretpostavkom linearnosti, polazi se od toga da su doprinosi po jedinici za svaki proizvod i korišćenje resursa po jedinici isti bez obzira na količinu proizvedenog i prodanog outputa u okviru opsega koji se razmatra.

Procedura koja prati definisanje, postavku i rešavanje ovog problema je sledeća. Prvo je neophodno formulisati problem algebarski dodeljivanjem promenljivih. Promenljive se dodeljuju u skladu sa uslovima problema po "ličnom nahodjenju" ali jednom dodeljene promenljive moraju imati isto značenje i u funkciji kriterijuma (cilja) i u svakom od datih ograničenja.

U navedenom primeru logična dodela promenljivih, odnosno nepoznatih veličina bila bi:

X_1 – količina proizvedenog proizvoda A,

X_2 – količina proizvedenog proizvoda B,

X_3 – količina proizvedenog proizvoda C i

X_4 – količina proizvedenog proizvoda D,

Kako je cilj maksimiranje kontribucionog rezultata, funkcija kriterijuma imaće sledeći oblik:

$$\max (Z) = 100X_1 + 10.000X_2 + 400X_3 + 800X_4$$

Međutim, da bi se ostvario navedeni cilj potrebno je kontribicioni rezultat maksimirati, poštujući ograničenja koja su postavljena pred preduzeće od strane tržišta, kapaciteta i finansijske službe.

Prvo ograničenje. Zajedničko ograničenje za sva četiri proizvoda je maksimalni kapacitet kojim raspolaže preduzeće i koji iznosi 50.000 mašinskih časova, što znači da preduzeće u okviru datog kapaciteta mora da napravi proizvodnu kombinaciju proizvoda, tako da prvo ograničenje glasi:

$$1X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 5X_4 \leq 50.000$$

Drugo i treće ograničenje. Preduzeće na tržištu može prodati maksimalno 2.500 jed. proizvoda B, uz uslov snabdevanja tržišta sa 10.000 jed. proizvoda A, a kako je za proizvodnju proizvoda B potrebno 2 mašinska časa, a za proizvod A 1 mašinski čas iz ovoga se izvode sledeća ograničenja:

$$2X_2 \leq 5.000$$

$$X_1 \geq 10.000$$

Četvrto ograničenje. Kako je za proizvodnju proizvoda C i D moguće utošiti najviše 20.000 mašinskih časova, izvodi se sledeće ograničenje:

$$3X_3 + 5X_4 \leq 20.000$$

Peto ograničenje. Još jedno ograničenje koje nameće tržište je da se mora proizvesti i plasirati na tržište najmanje 1.000 jed. proizvoda C, za šta ja potrebno 3.000 mašinskih časova, te je moguće izvesti i sledeće ograničenje:

$$3X_3 \geq 3.000$$

Šesto ograničenje. Poslednje ograničenje nameće finansijska služba preduzeća, a tiče se troškova, odnosno finansijskih sredstva kojima raspolaže preduzeće, a koja su predviđena za nabavku i koja iznose 20.000.000 €. Kako su poznate nabavne cene materijala koji se utroši za proizvodnju proizvoda A, B, C i D izvodi se i poslednje ograničenje koje glasi:

$$70X_1 + 6.000X_2 + 200X_3 + 600X_4 \leq 20.000.000$$

Sumirajući sve dosad izloženo problem definisan terminologijom linearnog programiranja glasi:

$$\max (Z) = 100X_1 + 10.000X_2 + 400X_3 + 800X_4$$

pri ograničenjima:

$$X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 5X_4 \leq 50.000$$

$$2X_2 \leq 5.000$$

$$X_1 \geq 10.000$$

$$3X_3 + 5X_4 \leq 20.000$$

$$3X_3 \geq 3.000$$

$$70X_1 + 6.000X_2 + 200X_3 + 600X_4 \leq 20.000.000$$

i uslovima: $X_1, X_2, \dots, X_4 \geq 0$

3.2. Rešavanje problema linearnog programiranja primenom Excel-a

Program Excel je popularan alat za analizu i rešavanje problema linearnog programiranja. Glavne karakteristike problema linearnog programiranja,

Upravljačko računovodstvena informacijska podrška u optimizaciji proizvodno-prodajnog asortimana primenom linearnog programiranja

uključujući sve njegove parametre, mogu se lako tabelarno prikazati u Excelu. Međutim, Excel može učiniti mnogo više nego što je samo prikaz podataka. Ako se uključe neke dodatne informacije, tablični proračun se može koristiti za brzo analiziranje mogućih rešenja. Na primer, moguće rešenje se može proveriti, te ako je izvodljivo može se sagledati šta učestvuje u ostvarivanju Z vrednosti (max profita ili min troška). Pored toga, velika moć Excela nalazi se u njegovoj sposobnosti da odmah u rešenju pokaže rezultate bilo koje promene koja se napravi u modelu.

Kod rešavanja navedenog primera biće korišćena funkcija Solver, programa Microsoft Excel, zbog njegove široke dostupnosti i zato što se Excel Solver može brzo primeniti simpleks metod da pronade optimalno rešenje modela. Ova alatka se može jednostavno instalirati prilikom instalacije programa Excel, *Solver* će se pojaviti kao opcija u meniju *Tool* (Blocher et al. 2008, 337)

Prvi korak je unošenje podatka vezanih za zadati problem. Na slici 3. ilustrovan je jedan od mogućih načina unošenja problema u Excel tabelu. Osnovni motiv je predstaviti problem u formatu koji će odgovarati postavljenom problemu i koji će zadovoljiti specifične zahteve Solver procedure.

Slika 3. Unošenje problema u Excel tabelu

| | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | Vrednost leve strane ograničenja | b |
|------------------|-------|--------|-------|-------|----------------------------------|------------|
| F-ja kriterijuma | 100 | 10 000 | 400 | 800 | | |
| ograničenje 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | | 50 000 |
| ograničenje 2 | | | | | | 5 000 |
| ograničenje 3 | 1 | | | | | 10 000 |
| ograničenje 4 | | | 3 | 5 | | 20 000 |
| ograničenje 5 | | | 3 | 5 | | 3 000 |
| ograničenje 6 | 70 | 6 000 | 200 | 600 | | 20 000 000 |
| Rešenje | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | f | |

Kao što je prikazano u tabelu je uneta funkcija kriterijuma i sva ograničenja, pri čemu su polja E13, F13, G13 i H13 predviđena za rešenje, odnosno u njima će nakon sprovedene Solver procedure biti prikazana količina proizvoda A (X_1), B (X_2), C (X_3) i D (X_4) koju preduzeće treba da proizvede, poštujući navedena ograničenja i koja će mu doneti maksimalan kontribucioni rezultat koji će biti smešten u polju I13 (selektovana ćelija na Slici 3.).

Nakon unetih podataka desno od odgovarajućih polja sa podacima (desno od kolone H), a levo od ograničenja (kolona J) upisuju se jednačine u koloni I i redovima od 6 do 11. Excel jednačine za ovih šest polja su:

$$I6 = E6 * E13 + F6 * F13 + G6 * G13 + H6 * H13,$$

$$I7 = E7 * E13 + F7 * F13 + G7 * G13 + H7 * H13,$$

$$I8 = E8 * E13 + F8 * F13 + G8 * G13 + H8 * H13,$$

$$I9 = E9 * E13 + F9 * F13 + G9 * G13 + H9 * H13,$$

$$I10 = E10 * E13 + F10 * F13 + G10 * G13 + H10 * H13 \text{ i}$$

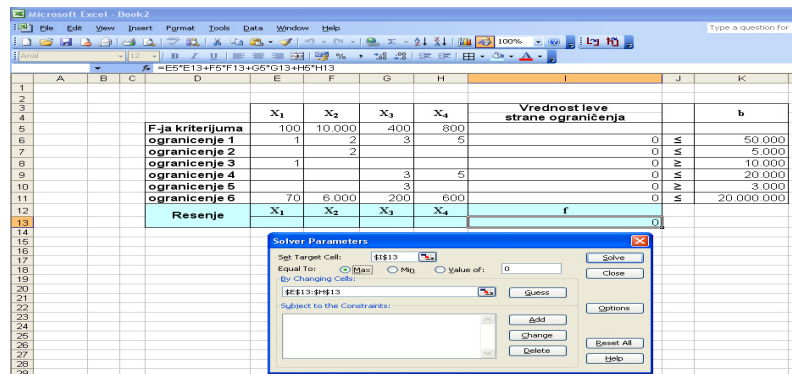
$$I11 = E11 * E13 + F11 * F13 + G11 * G13 + H11 * H13$$

gde svaka zvezdica označava multiplikaciju. Pored ovih Excel jednačina i u polje predviđeno za rešenje (selektovana ćelija I13) potrebno je, takođe, uneti Excel jednačinu koja glasi:

$$I13 = E5 * E13 + F5 * F13 + G5 * G13 + H5 * H13$$

Nakon unetih podataka i Excel jednačina, sledeći korak započinje pozivanjem Solver procedure iz *Tools* menija. Pozivanjem Solvera otvara se Solver dialog box ("novi prozor" slika 4). Kao što se na slici 4 vidi procedura zahteva adresu ćelije u kojoj je ukucan izraz čija se vrednost optimizuje (ćelija I13 u kojoj će biti prikazan kontribucionni rezultat), zatim, adrese ćelija u kojima će se nalaziti vrednosti promenljivih koje se žele izračunati (količine proizvoda A, B, C i D) u primeru ćelije E13-H13 i budući da je cilj maksimizacija kontribucionog rezultata potrebno je odabrati opciju max.

Slika 4. Pokretanje Solver procedure iz Tools menija



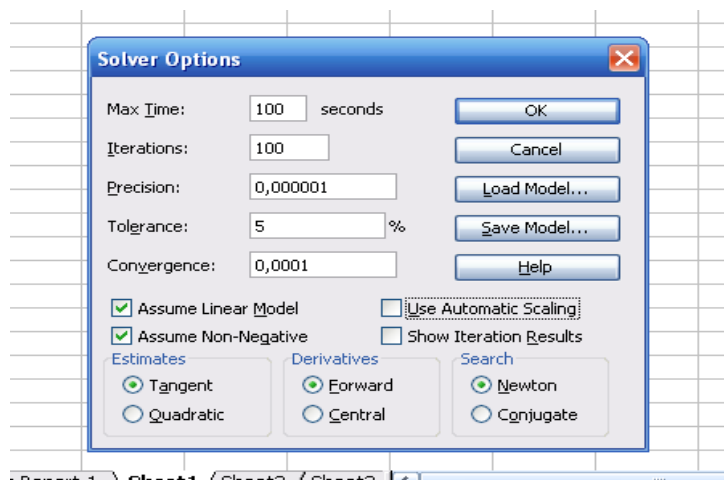
Sledeći korak je unos adrese ćelija koje sadrže izraze vezane za ograničenja u "prozor" *Subject to the Constraints* uz pomoć opcije *Add*. Važno je naglasiti da nije dozvoljeno u Solver unositi izraze koji predstavljaju ograničenja već samo adrese ćelija koje sadrže izraze vezane za ograničenja. To je razlog zašto tabela na slici 3 sadrži kolonu Vrednost leve strane ograničenja. Samim imenom

Upravljačko računovodstvena informacijska podrška u optimizaciji proizvodno-prodajnog asortimana primenom linearnog programiranja

sugerisano je da ona sadrži ukucane izraze koji stoje sa leve strane svakog od ograničenja problema. Može se uočiti da su njihove početne vrednosti nula, jer vrednosti promenljivih x_1 , x_2 , x_3 i x_4 nisu date, dok su granice date u koloni slobodnih članova b (kolona K). Polja koja sadrže funkcionalna ograničenja treba da budu navedena u Solver dialog boks tako što se odabere dugme *Add* u "prozoru" *Solver parameters*. Ako je dato više funkcionalnih ograničenja, treba kliknuti na dugme *Add* kako bi se dobio novi dijalog boks *Add Constraint*. Kada se završi unos ograničenja, sledeći korak je odabir opcije *OK* za povratak u Solver dijalog boks.

Pre nego što "pitamo" Solver da reši model, treba napraviti još jedan korak. Klikom na dugme *Options* dobija se dijalog boks prikazan na slici 5. Ovaj "prozor" omogućava da se odredi broj mogućih rešenja problema. Najznačajnije od svih opcija su *Assume Linear Model* i *Assume Non-Negative*. Obe opcije su označene što znači da se radi o problemu linearnog programiranja i da vrednosti u menjajućim poljima treba da zadovolje uslov nenegativnosti. Nakon prihvatanja podrazumevanih izmena klikom na dugme *OK* program nas vraća u Solver dijalog boks.

Slika 5. Određivanje mogućih rešenja



Na kraju, treba odabrati opciju *Solve* u Solver dijalog boks koji će započeti proces rešavanja problema u pozadini. Posle nekoliko sekundi Solver će pokazati ishod. Ako model nema izvodljivo ili optimalno rešenje dijalog boks će navesti da "Solver ne može da pronade izvodljivo rešenje" ili da "skup vrednosti polja ne odgovara". Kada je Solver pronašao rešenje problema, izabrao optimalan proizvodni mix, rešenje će biti prikazano kao na slici 6. (Render et al. 2009, 280-320).

Slika 6. Rešenje problema

| | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | Vrednost leve strane ograničenja | b |
|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------|
| F-ja kriterijuma | 100 | 10.000 | 400 | 800 | | |
| ograničenje 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 50.000 | ≤ 50.000 |
| ograničenje 2 | | | 2 | | 5.000 | ≤ 5.000 |
| ograničenje 3 | 1 | | | | 25.000 | ≥ 10.000 |
| ograničenje 4 | | | 3 | 5 | 20.000 | ≤ 20.000 |
| ograničenje 5 | | | 3 | | 3.000 | ≥ 3.000 |
| ograničenje 6 | 70 | 6.000 | 200 | 600 | 18.990.000 | ≤ 20.000.000 |
| Rešenje | X ₁ 25.000 | X ₂ 2.500 | X ₃ 1.000 | X ₄ 3.400 | f 30.620.000 | |

3.3. Ekonomska interpretacija rešenja

Model linearnog programiranja je imao za cilj maksimiranje ukupnog profita svih proizvoda u asortimanu. Ograničenja modela su uključivala različita ograničenja resursa, kao i druge relevantne restrikcije kao što je minimalna količina proizvoda koja se mora obezbediti za redovne kupce, maksimalna količina koja se može prodati, maksimalna iskorišćenost kapaciteta, maksimalna ušteda na troškovima sirovina. Dati model predstavlja uprošćenu sliku i uključuje 4 varijable odlučivanja i 6 funkcionalnih ograničenja, za razliku od modela koji se primenjuju u praksi.²

Ono što treba istaći je da kada je dobijen rezultat bitno je dati pravilnu interpretaciju i tumačenje dobijenog rešenja. Pravilno tumačenje zavisi od toga koliko je analitičar, menadžer upućen u sam problem, tj. potrebno je da pozna je funkciju cilja, ograničenja i u skladu sa tim da da ekonomsku interpretaciju rešenja problema linearnog programiranja.

Dobijeni rezultati uz pomoć Solvera, prikazani na slici 6. mogu se interpretirati na sledeći način.

Dato proizvodno preduzeće, poštujući navedena ograničenja koja diktira tržište, finansijska situacija i raspoloživi kapacitet, maksimiziraće kontribicioni rezultat ukoliko proizvede 25.000 jed. proizvoda A ($X_1 = 25.000$), 2.500 jed. proizvoda B ($X_2 = 2.500$), 1.000 jed. proizvoda C ($X_3 = 1.000$) i 3.400 jed. proizvoda D ($X_4 = 3.400$). Imajući u vidu kontribicioni rezultat po jed. proizvoda, preduzeće će ostvariti maksimalan kontribicioni rezultat u iznosu od 30.620.000 €.

Prateći navedena ograničenja i rešenje dato na slici 6 može se dati tumačenje dobijenog rezultata za svako od navedenih ograničenja. **Prvo ograničenje** je ispoštovano i preduzeće će iskoristiti raspoloživi kapacitet od 50.000 mašinskih časova u potpunosti. Zaključak je da ukoliko preduzeće

² Odabir proizvodnog miksa kod kompanije Ponderosa industrial je imao 90 varijabli odlučivanja i 45 funkcionalnih ograničenja (detaljnije možete pogledati u: Roz et al. 1982).

**Upravljačko računovodstvena informacijska podrška u optimizaciji
proizvodno-prodajnog asortimana primenom linearnog programiranja**

proizvede 25.000 jed. proizvoda A, 2.500 jed. proizvoda B, 1.000 jed. proizvoda C i 3.400 jed. proizvoda D raspoloživi kapacitet od 50.000 mašinskih časova biće iskorišćen 100%.

Drugo ograničenje se odnosi na to da preduzeće na tržištu može prodati maksimalno 2.500 jed. proizvoda B, koji je ujedno i najrentabilniji, je, takođe, ispoštovano i preduzeće će iskoristiti mogućnost koju mu pruža tržište i proizvesti 2.500 jed. proizvoda B.

Treće ograničenje je povezano sa drugim i odnosi se na to da ukoliko preduzeće hoće da proizvodi proizvod B, koji je najrentabilniji, mora da proizvodi i iznese na tržište najmanje 10.000 jed. proizvoda A. Da bi maksimiziralo kontribicioni rezultat preduzeće će morati da proizvede 25.000 jed. proizvoda A, što je 15.000 jed. više od minimuma koji mu propisuje tržište i time je ispoštovano i treće ograničenje.

Četvrto ograničenje se odnosi na proizvodnju, kapacitet i tehničko-tehnološke karakteristike proizvoda C i D i ono nam ukazuje da je moguće utrošiti najviše 20.000 mašinskih časova za proizvodnju ova dva proizvoda. Ovo ograničenje je, takođe, ispoštovano i preduzeće će morati da utrošiti svih 20.000 mašinskih časova ukoliko želi da maksimizira kontribicioni rezultat.

Peto ograničenje nameće tržište i odnosi se na to da ukoliko preduzeće želi da sačuva jedno od najvećih tržišta mora proizvesti i plasirati najmanje 1.000 jed. proizvoda C, za šta ja potrebno 3.000 mašinskih časova. Dato rešenje na slici br. 8 ukazuje da je i ovo ograničenje ispoštovano i da će preduzeće proizvesti 1.000 jed. proizvoda C.

Šesto ograničenje nameće finansijska služba preduzeća i odnosi se na limitiranost finansijskih sredstava kojima raspolaže preduzeće, a koja su predviđena za nabavku i koja iznose 20.000.000 €. Kako su poznate nabavne cene utrošenog materijala za proizvodnju proizvoda A, B, C i D, uočava se da preduzeće neće iskoristiti sva sredstva koja su mu na raspolaganju već iznos od 18.990.000 €. Neiskorišćeni iznos od 1.010.000 € preduzeće može iskoristiti u druge svrhe.

Ovakav sistem linearnog programiranja je *interaktivan*, tako da menadžment dobija trenutni odgovor na svoja "šta-ako pitanja" o uticaju nailaženja na parametarske vrednosti koje se razlikuju od onih u originalnom modelu. Šta ako bi se izvršila brza nabavka sirovina neophodnih za proizvodnju po višim nabavnim cenama? Šta ako bi cene proizvoda trebalo da fluktuiraju na izvestan način? Niz ovakvih scenarija se može ispitati. Menadžment može upotrebiti ovu moć da dođe do boljih odluka, u slučaju promena na tržištu i u poslovanju preduzeća.

Mogu se izdvojiti dva faktora koja pomažu da se ovakva aplikacija linearnog programiranja učini tako uspešnom. Prvi faktor je da se *prirodni jezik*

sistema finansijskog planiranja integrisao sa pravilima za pronalaženje optimalnog rešenja za model linearnog programiranja. Upotreba prirodnog jezika, a ne matematičkih simbola za prikaz komponenti modela linearnog programiranja i njegovih autputa, je učinila proces razumljivim i značajnim za upravljačke računovođe i menadžere koji donose odluke o miksu proizvoda. Izveštavanje menadžmenta na jeziku menadžera, je neophodno za uspešnu primenu linearnog programiranja.

Drugi faktor je to što je ovakav sistem linearnog programiranja *interaktivan*. Kao što je ranije pomenuto, nakon što je dobijeno optimalno rešenje za jednu verziju modela, moguće je postaviti niz pitanja i dobiti trenutne odgovore. Do boljih odluka se često dolazi ispitivanjem drugih verodostojnih scenarija i ovaj proces takođe, daje menadžerima više samopouzdanja da će njihove odluke imati dobre performanse u većini predvidivih okolnosti.

Ne treba dodatno naglašavati da su procesi u stvarnom životu nešto haotičniji i manje precizni. Menadžeri dosta vremena i truda ulažu u pokušaje da predvide buduće događaje i trendove, ali informacije o takvim pitanjima su, naravno, krajnje spekulativne. Čak i razumevanje tekućih događaja i trendova može predstavljati veliki izazov. Menadžeri rade u okruženjima koja se rapidno menjaju i koja su ispunjena poteškoćama i neizvesnostima. Možda će biti neophodno izmeniti planove u poslednjem trenutku da bi se reagovalo na nepredviđene događaje. Informacioni sistemi koji služe menadžerima treba da budu efikasni i da odgovaraju potrebama koje se brzo menjaju, ali to nije uvek slučaj u stvarnom svetu. Sistemi upravljačkog računovodstva u praksi često mogu biti vrlo nefleksibilni, a menadžeri mogu biti primorani da u kratkom roku donose odluke na osnovu neadekvatnih informacija koje im stoje na raspolaganju. Sreća i povoljan splet okolnosti mogu naknadno potvrditi (a možda i opovrgnuti) ispravnost odluka (Growthorpe 2009, 10) Novi pristupi savremenom poslovnom odlučivanju, sa savremenim integrisanim informacionim sistemima omogućavaju ekstrahovanje relevantnih informacija neophodnih za donošenje ispravnih odluka. Oni obuhvataju nove istraživačke pravce preko Data warehousea (skladišta podataka) i Data mininga (otkrivanja znanja). Osnovna ideja ovih pristupa jeste da se iz velike količine podataka otkriju interesantne pojave ponašanja sistema, radi vođenja istoga ka ispravnoj poslovno-finansijskoj odluci (Čupić, Suknović 2003, 210).

Zaključak

Zadovoljenje raznovrsnih informacionih potreba menadžmenta u vezi sa donošenjem pojedinačnih poslovno-finansijskih odluka aprostrfira se kao fundamentalni zadatak diferencijalnog računovodstva, koji podrazumeva poređenje troškova i koristi pojedinačnih poslovnih alternativa. Zbog velikog značaja koji informacije imaju u procesu poslovnog odlučivanja, menadžment očekuje da raspolaze relevantnim, tačnim i blagovremenim, odnosno kvalitetnim

Upravljačko računovodstvena informaciona podrška u optimizaciji proizvodno-prodajnog asortimana primenom linearnog programiranja

informacijama kako bi na osnovu njih bio u mogućnosti da kreira adekvatne pravce akcija usmerene ka postizanju ciljeva preduzeća. Informacije treba posmatrati kao znanje koje je neophodno da usmeri aktivnosti preduzeća na pravi način i na prave poslovno-finansijske odluke. Stoga u savremenim uslovima poslovanja informacije postaju ključne premise računovodstvenog informacionog sistema preduzeća.

Ključni efekat na profit preduzeća, u dinamičnom tržišnom okruženju u kom se menadžeri suočavaju sa brojnim ograničenjima, ima izbor optimalnog proizvodno-prodajnog asortimana koji će maksimirati profit ili minimizirati troškove. Imajući u vidu da se problem može svesti na ciljnu funkciju maksimiranje profita, linearno programiranje predstavlja adekvatan alat koji se može primeniti na takav način da optimalne koristi mogu biti izvedene uz pomoć ove matematičke tehnike. Interaktivan sistem linearnog programiranja i primena Excel-a u rešavanju problema omogućava menadžmentu da dobije odgovor na svoja pitanja o uticaju nailaženja na parametarske vrednosti koje se razlikuju od onih u originalnom modelu.

Postupkom linearnog programiranja mogu se dobiti dovoljno pouzdani podaci za opcionu analizu i donošenje pravih i pravovremenih odluka, na svim nivoima menadžmenta preduzeća, posebno u sadašnjoj eri integrisanih računarskih tehnologija i razrađenih softvera koji ove postupke svode na nivo rutine.

Literatura

1. Antić, Lj. (2008) Obračun troškova kao informaciona podrška donošenju pojedinačnih poslovnih odluka. *Teme*, 32(2): 381-393.
2. Blocher, E., Stout, D., Cokins, G., Chen, K. (2008) *Cost Management A Strategic Emphasis*. New York: McGraw-Hill/Irwin.
3. Čupić, M., Suknović, M. (2003) *Savremena podrška odlučivanju*. preuzeto sa sajta: <http://www.indmanager.edu.rs/site/pdf/e-1.pdf>. Pristupljeno: 01.02.2010.
4. Drury, C. (2000) *Management & Cost Accounting*. London: Thomson.
5. Gowthorpe, C. (2009) *Upravljačko računovodstvo*. Beograd: Data Status.
6. Hillier, F. S., Lieberman, G. J. (2005) *Introduction to Operations Research*. New York: McGraw Hill.
7. Lalević-Filipović, A. (2009) Značaj informacija upravljačkog računovodstva za potrebe poslovnog odlučivanja. *Zbornik radova sa XL Simpozijuma: 40 godina računovodstva i poslovnih finansija – dometi i perspektive*. Zlatibor: Savez računovođa i revizora Srbije.
8. Malinić, S. (2001) *Organizacija računovodstva*. Kragujevac: Ekonomski fakultet.
9. Malinić, S. (2008) *Upravljačko računovodstvo*. Kragujevac: Ekonomski fakultet.
10. Meigs, R., Meigs, W. (1999) *Računovodstvo: Temelj poslovnog odlučivanja*. Zagreb: Mate.
11. Novičević, B. (2009) Konvergencija informacionih zahteva računovodstva i operativnog menadžmenta. *Zbornik radova sa XL Simpozijuma: 40 godina računovodstva i poslovnih finansija – dometi i perspektive*. Zlatibor: Savez računovođa i revizora Srbije.

12. Render, B., Stair, R., Hanna, M., (2009) *Quantitative Analysis for Management*. Jersey: Prentice Hall.
13. Roz, A., DeFalomir, E.E., Lasdon, L. (1982) An Optimization-Based Decision Support for a Produkt Mix Problem. *Interfaces*, 12(2):26-33.
14. Stefanović, N., Malinić, D., Milićević, V. (2007) *Upravljačko računovodstvo*. Beograd: Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta u Beogradu.

MANAGEMENT ACCOUNTING INFORMATION SUPPORT IN OPTIMIZING PRODUCT MIX USING LINEAR PROGRAMMING

Abstract: Adoption of business and financial decisions, as a key activity of company's management and multi-disciplinary process, includes several interrelated stages and requires management to dispose of relevant and reliable information. The most common problem facing the management of company is the selection of production-sales program that enables the realization of maximum profit. When choosing the optimal production-sales mix one should take into consideration a number of constraining factors that determine the decision. By proper definition of problem and introduction of linear programming, as an important quantitative technique, the problem of selection of production-sales program with the help of information technology is solved quickly with saving time and company's resources.

Keywords: business and financial decisions, information, relevant costs and benefits, linear programming, objective function.