https://doi.org/ 10.7251/EMC2101109R
UDK: 334.012.63/.64:519.852

Datum prijema rada: 30. novembar 2020.
Submission Date: November 30, 2020
Datum prihvatanja rada: 14. jun 2021.
Acceptance Date: June 14, 2021

Časopis za ekonomiju i tržišne komunikacije
Economy and Market Communication Review

Godina/Vol. **XI** • Br./No. **I**
str./pp. 109-122

ORIGINALNI NAUČNI RAD / ORIGINAL SCIENTIFIC PAPER

ALGORITAM OPTIMIZACIJE ALOKACIJE RESURSA U CILJU ISPITIVANJA EKONOMSKIH EFEKATA REAGOVANJA MODELA LINEARNOG PROGRAMIRANJA

Željko V. Račić | Vanredni profesor; Univerzitet u Banjoj Luci, Ekonomski fakultet; zeljko.racic@ef.unibl.org

Đuro Mikić | Redovan profesor; Fakultet poslovne ekonomije, Panevropski univerzitet Apeiron, Banja Luka; djuro.d.mikic@apeiron-edu.eu

Neven Mikić | Magistar ekonomije, Student doktorskog studija; Uprava za indirektno oporezivanje, Banja Luka; neven.mikic@uino.gov.ba

Sažetak: *Koncepcija ispitivanja odluka upotrebom apstraktnih istraživačkih konstrukcija kao virtuelnih pomagala, omogućava oblikovanje upravljačke platforme i kreiranje ponašanja budućeg stanja sistema. Provjera efekata odluka u realnom sistemu preko odgovarajućeg matematičko-logičkog aparata svakako utiče na smanjenje slučajnosti i stihijnosti upravljanja. Dakle, matematički model predstavlja formalizovan opis dejstva fizičkih sadržaja, a koristimo ga kao podršku procesu odlučivanja kada to dozvoljava složenost realiteta. Shodno tome, a u cilju izražavanja zakonomjernosti funkcionisanja, u ovom radu je korišten deterministički model linearnog programiranja u vidu skupa odnosa koji opisuju ulazno-izlazno dejstvo uticajnih faktora. Uz tolerantno pojednostavljivanje stvarnosti percepcija modela, zasnovana na podudarnosti sa strukturom originala, zapravo pokazuje aproksimaciju koja znači analogno ponašanje što je demonstrirano na kvantitativnom modelu odnosno njegovom derivatu – modelu optimizacije. Navedena teza ide u prilog činjenici da korespondentan odnos modela i originala omogućava ispitivanje ponašanja posmatranog hipotetičkog sistema, a sama analiza mape senzitivnosti reagibilne promjenjive, u obliku funkcije cilja, postaje izvor generisanja modeliranih informacija. Takođe, sistem nije pod uticajem visoke stope promjena koje bi značile proširivanje sa determinističkog na stohastičko modeliranje ali se ipak mobilišu svi metodološki resursi kako modelska koncepcija ne bi postala teorijska zabluda što bi vodilo kvazi odlučivanju. Analitičnost i logika autora nastoje dati šansu imaginaciji koja dovodi u vezu kreativnost i fizčke resurse što ukazuje na više alternativa koje u sebi sadrže buduće veličine. Time autori modelom kao prirastom znanja omogućavaju povezivanje apriorne upravljačke rezerve o vlastitoj tačnosti sa realnosti hipotetičkih podataka u okviru racionalnog pristupa.*

Ključne riječi: *modeliranje; simplex metod; optimizacija alokacije resursa; analiza osjetljivosti; QM softver.*

Rad je izložen na X međunarodnoj naučnoj konferenciji EDASOL 2020 / *The paper was presented at the X International Scientific Conference EDASOL 2020*

JEL klasifikacija: *C44.*

UVOD

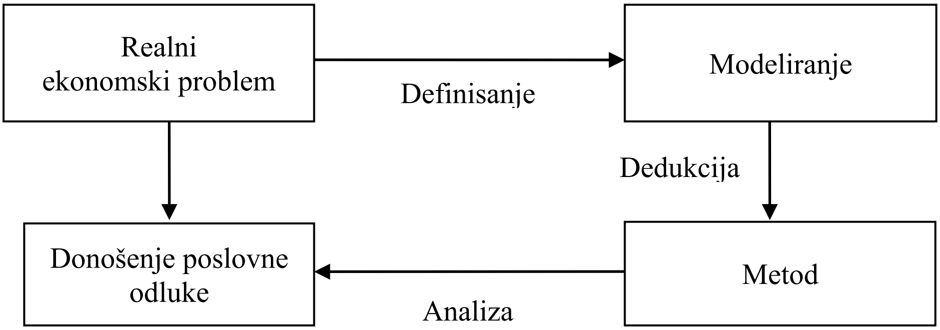
Ograničenost resursa podstakla je stvaranje i razvoj takvih sistema u kojima glavnu ulogu ima čovjek sa vještinama njihove optimalne raspodjele i efikasnog korištenja. Racionalno korišćenje resursa i njihova alokacija u poslovnim sistemima, struktura i procesi unutar organizacionih dijelova i sl. su pitanja koja obuhvataju organizacione nauke, sa operacionim istraživanjima. Široka praktična primjena linearnog programiranja u svim privrednim aktivnostima je razlog zbog koga koristimo ovu metodu u daljem radu. Kroz primjer primjene modela optimizacije proizvodnog programa preduzeća „X" moguće je formalizovati konstrukt linearnih nejednačina kao sistem koji predstavlja instrukciju povezivanja i opisa linearnog ponašanja u znaku matematičkog odigravanja budućnosti. Prilikom formulisanja modela, neophodno je imati u vidu originalan problem i tačnost definisanja kriterija optimalnosti iz kojeg se izvodi funkcija cilja koja se želi postići uz postojeća ograničenja. Formiranje matematičkog modela zasniva se na činjenici da će, u granicama aproksimacije, imati proračunljivo ponašanje zbog poznavanja algoritma prerade informacija, a time i preciznost upravljačkog ishoda. Savremene primjene optimizacionih tehnika baziraju se na korištenju informacionih tehnologija, a rast preduzeća će zavisiti od toga da li ih primjenjuju u budućnosti (Đokić, Đokić, & Jovičić, 2020). Matematičke metode koje bi zbog složenosti i mnoštva podataka kao odraza realnosti imale samo teorijsku vrijednost, zahvaljujući informaciono komunikacionoj tehnologiji i modernim softverima postale su gotovo univerzalno primjenjive. U prvom dijelu rada date su teorijske postavke modela, nakon čega je prikazan matematički model opisanog problema. U nastavku rada primjenjen je model linearnog programiranja u svrhu optimizacije proizvodnog programa, dok se posljednji dio rada bavi zaključnim razmatranjima.

TEORIJSKA POZICIJA MODELA

Matematički model se kreira radi obavljanja istraživačkih zahvata u okviru kvantitativne analize nekog sistema iz realnog svijeta. Kako je riječ o kvantifikaciji realnog svijeta, teško je, ali ne i nemoguće, tačno prenijeti realni ekonomski problem u formu matematičkog modela. Ipak, postupak modeliranja zahtjeva određeno iskustvo, intuiciju, kao moć imaginacije stvarnosti u pojednostavljenoj formi, dobro poznavanje zakonitosti koje se javljaju u različitim vezama među posmatranim pojavama, analitičnost i poznavanje tehnika i metoda. Isto tako, potrebno je sagledati veze internih i eksternih faktora, čime proces optimizacije dobija potpun smisao (Landika, Bajić, & Sredojević, 2020).

Prilikom izrade modela, unose se one veličine i veze koje su bitne za pronalazak optimalnog rješenja problema, a manje bitne informacije i međusobne zavisnosti zanemaruju. Uvijek treba težiti tome da se procesi učine jasnim, uz zadržavanje tradicionalne nomenklature (Fletcher, 2010)

Rješavanjem modela generišu se modelirane informacije o ponašanju, a dobijene rezultate treba adekvatno interpretirati da bi bili upotrebljivi u realnom svijetu. Na taj način se dolazi do formulisanja elemenata za donošenje stvarne odluke. Proces modeliranja modeliranja možemo predstaviti slikom 1.



Slika 1. Proces modeliranja

Izvor: Prikaz autora

MATEMATIČKA POSTAVKA MODELA OPTIMIZACIJE PROIZVODNOG PROGRAMA

Formulacija problema predstavlja početnu i najznačajniju fazu kvantitativne analize. Ovo je ujedno i najteža faza ukupne kvantitativne analize, zbog čega se i kaže da dobro formulisan problem možemo smatrati polovinom procesa primjene modela za donošenje optimalnih poslovnih odluka (Backović, Vuleta, & Popović, 2018).

Pretpostavimo da se u proizvodnji proizvoda, koriste mašine, radnici, sirovine i materijali, pri čemu je poznata dobit koja se ostvaruje po jedinici svakog proizvoda. Potrebno je odrediti optimalni program proizvodnje da bi se ostvarila najveća moguća dobit u poslovanju.

Ostvarenju cilja tj. dobiti prethodi zadovoljenje sistema ograničavajućih faktora. Ograničenje je logička veza između varijabli koje uzimaju vrijednosti iz svojih domena. Ona prirodno, razumljivo i jasno formulišu međusobne zavisnosti u fizičkom svijetu i njegovoj matematičkoj apstrakciji (Vujošević, 2012).

Da bi zapisali opšti oblika modela linearnog programiranja koristićemo slijedeće veličine:

x_j – varijable, $(j = 1, 2, \cdots, k)$,

c_j – koeficijenti uz varijable u funkciji cilja,

z – funkcija cilja,

a_{ij} – koeficijenti uz varijable u sistemu ograničenja,

a_{io} – slobodni članovi iz sistema ograničenja, $(i = 1, 2, \ldots, m)$.

Za izračunavanje efektivnih kapaciteta pojedinih mašina (slobodni **članovi** sistema ograničavajućih faktora) koristiće se slijedeća formula (Stanić, 1997):

Formula 1. Izračunavanje efektivnih kapaciteta pojedinih mašina

$$\text{Hč}_{(e)} = \{ [\text{Hd}_{(k)} - (\text{Hd}_{(np)} + \text{Hd}_{(i)})] \; x \; \text{Bs} \; x \; \textbf{Hč}_{(d)} - \text{Hč}_{(pč)} \} \; x \; [100 - (\text{P}_{(tk)} + \text{P}_{(pp)})] / 100,$$

Izvor: (Stanić, S. 1997) i dopuna autora

gdje je:
$Hč_{(e)}$ – vrijeme efektivnog rada mašine (u satima),
$Hd_{(k)}$ – kalendarski fond dana (u godini),
$Hd_{(np)}$ – broj nedelja i praznika,
$Hd_{(i)}$ – broj dana investicionog održavanja,
Bs – broj smjena,
$Hč_{(d)}$ – broj sati u smjeni,
$Hč_{(pč)}$ – broj sati za **čišćenje** i održavanje mašine,
$P_{(tk)}$ – procenat gubitka od maksimalnog fonda radnog vremena mašine zbog tehničkih kvarova i zastoja,
$P_{(pp)}$ – procenat gubitka od maksimalnog fonda radnog vremena mašine zbog prelaska sa jedne mašine na drugu.

Na osnovu svega ranije navedenog, može se formirati matematički model koji sadrži zahtjev da se nađu takve vrijednosti varijabli $x_j, (j = 1, 2, \ldots, k)$ koje će obezbijediti da funkcija cilja, uz data ograničenja, dobije maksimalnu vrijednost. Matematički model glasi:

Funkcija cilja:

$$(\max); z = \sum_{j=1}^{k} c_j x_j$$

uz sistem ograničavajućih faktora:

$$\sum_{j=1}^{k} a_{ij} x_j \leq a_{io}, \quad (i = 1, 2, \ldots, m),$$

$$x_j \geq 0, \qquad (j = 1, 2, \ldots, k).$$

Problem rješavamo simpleks metodom, konkretno njenim algoritmom simpleks tabelom. Simpleks metoda je matematički pristup rješavanju problema linearnog programiranja. To je standardni metod rješavanja problema koji uključuje više od dvije promjenljive (Thomas, 2007).

APLIKACIJA MODELA LP U SVRHU OPTIMIZACIJE PROGRAMA PROIZVODNJE (HIPOTETIČKI PRIMJER)

U nastavku analiziramo 4 proizvoda koji čine najveći dio proizvodnje preduzeća „X” u okviru brenda „S“, pa su zbog toga i najinteresantniji za samu analizu. To su:

Proizvod „A“– 8,94 % proizvodnje
Proizvod „B“– 6,1 % proizvodnje
Proizvod „V“- 3,628% proizvodnje i
Proizvod „G“- 6,846% proizvodnje.

Navedene četiri vrste proizvoda predstavljaju dio iste proizvodne linije, ali je njihovo pojedinačno učešće i značaj za brend različit, te smo ih zbog toga posebno razmatrali. Iako naizgled ovi procenti ne izgledaju veliki, kada se uzme u obzir postojanje više brendova i diverzifikovane proizvodnje, te sam broj proizvoda koje preduzeće „X“ proizvodi i prodaje, ovi procenti imaju smisla.

S obzirom na prethodno, realne (strukturne) varijable u modelu koji ćemo formirati imaju slijedeće značenje:

- x_1 - Proizvod „A“,
- x_2 - Proizvod „B“,
- x_3 - Proizvod „V“,
- x_4 - Proizvod „G“,

a iste, po svojoj prirodi, ne mogu biti negative. Sistem ograničavajućih faktora obuhvata kapacitete sredstava za rad i raspoloživo tržište kao ograničavajući faktor.

Mašine, čiji ćemo kapacitet koristiti kao prvi ograničavajući faktor, dati su u tabeli br.1[1]:

Tabela 1. Kapaciteti sredstava za rad

Mašina	Proizvod „A“	Proizvod „B“	Proizvod „V“	Proizvod „G“	Radni kapacitet (u časovima)
MAŠINA 1	0,0038889	0,0038889	0,098211	0,098211	16
MAŠINA 2	0,0033333	0,0033333	0,001234	0,001234	16
MAŠINA 3	0,1666667	0,1666667	0,243429	0,243429	16
MAŠINA 4	0,0047222	0,0047222	0,0944376	0,654324	8
MAŠINA 5	0,5000000	0,4500000	0,1035321	0,1035321	16
MAŠINA 6	0,0043211	0,0059888	0,0027778	0,0027778	16
MAŠINA 7	0,0074356	0,0012342	0,0016667	0,0053333	3
MAŠINA 8	0,0021111	0,0011222	0,0021343	0,0013889	3
MAŠINA 9	0,0654323	0,0739999	0,3333333	0,3000000	16
MAŠINA 10	0,0021111	0,0094444	0,1666667	0,1666667	16

Izvor: Dopuna autora

Na osnovu raspoloživih podataka, moguće je postaviti slijedeća ograničenja:

1) $0{,}0038889\,x_1 + 0{,}0038889\,x_2 + 0{,}098211\,x_3 + 0{,}098211\,x_4 \leq 960$

2) $0{,}0033333\,x_1 + 0{,}0033333\,x_2 + 0{,}001234\,x_3 + 0{,}001234\,x_4 \leq 960$

3) $0{,}1666667\,x_1 + 0{,}1666667\,x_2 + 0{,}243429\,x_3 + 0{,}243429\,x_4 \leq 960$

4) $0{,}0047222\,x_1 + 0{,}0047222\,x_2 + 0{,}094437\,x_3 + 0{,}654324\,x_4 \leq 480$

5) $0{,}500000\,x_1 + 0{,}4500000\,x_2 + 0{,}103532\,x_3 + 0{,}103532\,x_4 \leq 960$

6) $0{,}004321\,x_1 + 0{,}0059888\,x_2 + 0{,}0027778\,x_3 + 0{,}0027778\,x_4 \leq 960$

[1] Tehnološka dokumentacija preduzeća„X“ .

7) $0{,}007435\ x_1 + 0{,}001234\ x_2 + 0{,}0016667\ x_3 + 0{,}0053333\ x_4 \leq 180$

8) $0{,}002111\ x_1 + 0{,}0011222\ x_2 + 0{,}0021343\ x_3 + 0{,}0013889\ x_4 \leq 180$

9) $0{,}065432\ x_1 + 0{,}0739999\ x_2 + 0{,}3333333\ x_3 + 0{,}3000000\ x_4 \leq 960$

10) $0{,}002111\ x_1 + 0{,}0094444\ x_2 + 0{,}1666667\ x_3 + 0{,}1666667\ x_4 \leq 960$

Podaci o raspoloživom tržištu, kao drugom ograničavajućem faktoru, ekonomskog modela dati su u tabeli br. 2.[2]

Tabela 2. Podaci o raspoloživom tržištu

Proizvod	Realna varijabla	Raspoloživo tržište (broj komada)
Proizvod „A"	X_1	16.810
Proizvod „B"	X_2	24.276
Proizvod „V"	X_3	18.227
Proizvod „G"	X_4	13.662

Izvor: Dopuna autora

Na ovaj način dobija se i druga grupa ograničenja:

11) $x_1 \leq 16.810$

12) $x_2 \leq 24.276$

13) $x_3 \leq 18.227$

14) $x_4 \leq 13.662$

Pored ovih nejednačina dodaje se i uslov nenegativnosti promjenljivih:

15) $x_j \geq 0,\ j = 1,\ldots,4.$

Problem optimizacije sa dodatnim uslovima datim pomoću nejednakosti važan je u ekonomskoj I finansijskoj analizi zato što se većina uslova vezanih za budžetska ograničenja ili prirodna ograničenja na vrijednosti varijiabli izražava upravo preko uslova nejednakosti (Urošević & Božović, 2013). Optimizacija programa proizvodnje vršiće se na osnovu različitih kriterijuma optimalnosti, a to su:

1. Maksimizacija dobiti
2. Maksimizacija prihoda od prodaje i
3. Maksimizacija količine proizvoda.

[2] Podaci su dobijeni iz tehnološke dokumentacije preduzeća „X".

Postoje još mnogi kriteriji optimalnosti koje u ovom primjeru nećemo koristiti. Ipak, vrijedno je pomenuti da u kriznim sitacijama (ekonomskim, finansijskim, uslovima pandemije, kao što je to danas slučaj) često koristimo kriterij minimiziranja funkcije cilja. Neki autori smatraju da je osobina ekonomskih problema ta da se istovremeno mogu posmatrati iz dva ugla.

Na primjer, kod proizvodnih problema ostvarenju maksimalnog fohotka uz data ograničenja odgovara problem koji ima za cilj ostvarenje minimalnih troškova proizvodnje (Andrijić, 2002). Toj činjenici ipak više odgovara postojanje dualnog modela koji nije predmet naše analize.

Postojeći plan proizvodnje, dobit i realizaciju analiziraćemo pomoću metoda linearnog programiranja. Rezultati analize pokazaće, između ostalog, da li je potrebno primjeniti naučne metode tj metode optimizacije u cilju donošenja efikasnih upravljačkih odluka.

Uprava preduzeća je planirala:

1. ostvariti dnevnu dobit u iznosu od 2.145 KM;
2. realizovati dnevnu proizvodnju u iznosu od 4.789 KM;
3. proizvesti dnevno 2.000 komada svih proizvoda zajedno.

Za postavljanje funkcije cilja potrebni su podaci o cijenama koštanja i prodaje pojedinih proizvoda koji su dati u tabeli br.3.[3]

Tabela 3. Podaci o cijenama proizvoda

Realna varijabla	Cijena koštanja (KM)	Veleprodajna cijena (KM)	Profit (KM)
X1	0,85	2,01	1,16
X2	1,01	2,11	1,1
X3	0,80	1,65	0,85
X4	5,90	8,20	2,3

Izvor: Dopuna autora

Funkcija cilja:

$$(\max);\ z = 1{,}16\ x_1 + 1{,}1\ x_2 + 0{,}85\, x_3 + 2{,}3\ x_4\,.$$

Formiranjem matematičkog modela stvoreni su uslovi za rješavanje ovog problema metodom linearnog programiranja, pošto su promjenljive x_1, x_2, x_3 i x_4 međusobno linearno povezane, postoji sistem ograničenja koji limitira proizvodni proces a rješavanjem modela postiže se cilj definisan izabranim kriterijumom optimalnosti.

[3] Podaci su dobijeni iz tehnološke dokumentacije preduzeću „X“.

Može se reći da teorija optimalnih sistema pokriva, bar u postavci, sve zadatke optimalnog upravljanja. To ne znači da ih i uspješno rješava. Šta više, praktično primjenjivi algoritmi razvijeni su i važe samo za vrlo uske klase zadataka upravljanja (Petrović, 1977).

Za rješavanje problema u ovom radu koristićemo računarski softver Quantitativne Methods For Windows, razvijen od kompanije Pearson.

Rezultati optimizacije, dobijeni pomoću računarskog softvera[4], predstavljeni su u kako slijedi.

Tabela 4. Rezultati optimizacije

	Maksimalna dobit	Maksimalna prodajna cijena	Maksimalna količina
Prvo rješenje:	$x_1 = 0$ $x_2 = 0$ $x_3 = 0$ $x_4 = 0$ $\boxed{z = 0}$	$x_1 = 0$ $x_2 = 0$ $x_3 = 0$ $x_4 = 0$ $\boxed{z = 0}$	$x_1 = 0$ $x_2 = 0$ $x_3 = 0$ $x_4 = 0$ $\boxed{z = 0}$
Drugo rješenje:	$x_1 = 0$ $x_2 = 0$ $x_3 = 0$ $x_4 = 733,95$ $\boxed{z = 1.680,07}$	$x_1 = 1.920$ $x_2 = 0$ $x_3 = 0$ $x_4 = 0$ $\boxed{z = 1.920}$	$x_1 = 0$ $x_2 = 0$ $x_3 = 0$ $x_4 = 733,94$ $\boxed{z = 6.018,35}$
Treće rješenje:	$x_1 = 1.775,76$ $x_2 = 0$ $x_3 = 0$ $x_4 = 721,18$ $\boxed{z = 3.718,607}$	$x_1 = 1.394,19$ $x_2 = 0$ $x_3 = 2.629,05$ $x_4 = 0$ $\boxed{z = 4.023,24}$	$x_1 = 0$ $x_2 = 1.973,39$ $x_3 = 0$ $x_4 = 719,66$ $\boxed{z = 10.065,9}$
Četvrto rješenje:	$x_1 = 1.385,62$ $x_2 = 0$ $x_3 = 2.258,76$ $x_4 = 413,15$ $\boxed{z = 4.477,50}$	$x_1 = 1.385,62$ $x_2 = 0$ $x_3 = 2.258,76$ $x_4 = 413,15$ $\boxed{z = 4.057,53}$	$x_1 = 0$ $x_2 = 1.556,55$ $x_3 = 2.171,60$ $x_4 = 423,91$ $\boxed{z = 10.343,57}$

[4] Prilog 1-3.

Peto rješenje:	$x_1 = 0$ $x_2 = 1.556,55$ $x_3 = 2.171,60$ $x_4 = 423,91$ $\boxed{z = 4.533,073}$	$x_1 = 0$ $x_2 = 1.556,55$ $x_3 = 2.171,60$ $x_4 = 423,91$ $\boxed{z = 4.152,07}$	

Izvor: Kalkulacija autora u sofveru QM

Analizirajmo jednu od najvažnijih ekonomskih veličina, dobit. Optimizacija dobiti, iz prethodne tabele, biće detaljnije objašnjena u nastavku teksta.

Prema optimalnom programu maksimizaicije dobiti, preduzeće „X" trebalo bi realizovati slijedeće dnevne količine pojedinih proizvoda:

x_1 (količina proizdova A) = 0,

x_2 (količina proizvoda B) = 1.556, 55 komada,

x_3 (količina proizvoda C) = 2.171,60 komada,

x_4 (količina proizvoda D) = 423,91 komada.

Vrijednost funkcije cilja pri izvršenoj optimizaciji iznosi z_o = 4.544,073 KM/dan, što pokazuje da u slučaju da se preduzeće „H " opredijeli za realizaciju navednog optimalnog programa proizvodnje, biće u mogućnosti da ostvari najveću moguću dobit u pomenutnom iznosu.

Vrijednost funkcije cilja se od početnog iznosa od 0 KM, u prvoj iteraciji, povećala na 1.680,07 KM, u drugoj iteraciji, 3.718,607 KM u trećoj iteraciji, 4.477,50 KM, u četvrtoj iteraciji, da bi najveći mogući iznos od 4.503, 073 KM dostigla u petoj, optimalnoj iteraciji (planirana dnevna dobit iznosi 2.145 KM).

Tumačenje vrijednosti ostalih promjenljivih:

$x_5 = 31,51;$ (izravnavajuća varijabla iz prvog ograničenja) – prema optimalnom programu proizvodnje, ostaće neiskorišteno 31,51 h rada mašine 1;

$x_6 = 7,73;$ (izravnavajuća varijabla iz drugog ograničenja) – prema optimalnom programu proizvodnje, ostaće neiskorišteno 7,73 h rada mašine 2;

$x_7 = 778,33;$ (izravnavajuća varijabla iz trećeg ograničenja) – prema optimalnom programu proizvodnje, ostaće neiskorišteno 778,33 h rada mašine 3;

$x_8 = 0;$ (izravnavajuća varijabla iz četvrtog ograničenja) – prema optimalnom programu proizvodnje, mašina 4 biće maksimalno iskorištena;

$x_9 = 0;$ (izravnavajuća varijabla iz petog ograničenja) – prema optimalnom programu proizvodnje, mašina 5 biće maksimalno iskorištena;

$x_{10} = 17,48;$ (izravnavajuća varijabla iz šestog ograničenja) – prema optimalnom programu proizvodnje, ostaće neiskorišteno 17,48 h rada mašine 6;

$x_{11} = 7,29;$ (izravnavajuća varijabla iz sedmog ograničenja) – prihvatanjem optimalnog programa, neće biti iskorišteno 7,29 h rada mašine 7;

$x_{12} = 6,86;$ (izravnavajuća varijabla iz osmog ograničenja) – prihvatanjem optimalnog programa, neće biti iskorišteno 6,86 h rada mašine 8;

$x_{13} = 0;$ (izravnavajuća varijabla iz devetog ograničenja) – prema optimalnom programu proizvodnje, mašina 9 biće maksimalno iskorištena;

$x_{14} = 446,58;$ (izravnavajuća varijabla iz desetog ograničenja) – prihvatanjem optimalnog programa, neće biti iskorišteno 446,58 h rada mašine 10;

$x_{15} = 16.810;$ (izravnavajuća varijabla iz jedanaestog ograničenja) – prema optimalnom programu proizvodnje, ostaće nepodmireno tržište proizvodom A u cjelokupnoj količini od 16.810 komada jer se proizvod A ne proizvodi;

$x_{16} = 1.556,55;$ (izravnavajuća varijabla iz dvanaestog ograničenja) – prema optimalnom programu proizvodnje, ostaće nepodmireno tržište proizvodom B u količini od 1.556,55 komada;

$x_{17} = 2.176;$ (izravnavajuća varijabla iz trinaestog ograničenja) – prema optimalnom programu proizvodnje, ostaće nepodmireno tržište proizvodom V u količini od 2.171,6 komada;

$x_{18} = 423,91;$ (izravnavajuća varijabla iz četrnaestog ograničenja) – prema optimalnom programu proizvodnje, ostaće nepodmireno tržište proizvodom G u količini od 423,91 komad.

ZAKLJUČAK

Prilikom matematičkog proučavanja hipotetički postavljenog problema formulisan je model koji je formalni odraz originalnosti, a sama metodologija modeliranja, u skladu sa postavljenim ciljem, izvedena je u sklopu razvoja teorije i primjene operacionih istraživanja. Implementacija modela u optimizaciji proizvodnog programa preduzeća „X“, pokazala je da je moguće ostvariti mnogostruko veću dnevnu dobit nego što je bila do sada. Planirana dnevna dobit bila je 2.145 KM, a prema optimalnom programu proizvodnje 4.533,07 KM; Planirana realizacija bila je 4.789 KM, a prema optimalnom programu proizvodnje 10.343,5 KM; Planirana proizvodnja svih proizvoda bila je 2.000 komada, a prema optimalnom programu proizvodnje 4.152 komada. Upravo ta činjenica dovoljno govori da se u okviru ekonomske analize moraju koristiti znanja i rezultati istraživanja do kojih se dolazi primjenom kvanitititvnih modela. U sklopu postoptimalne analize vršena je kontrola tačnosti tako da se dobijeno rješenje odnosi na sve dimenzije početno postavljenog problema pa time rezultati modela kao njegova matematička replika, ostaju van polja kompromitacije. Dakle, pokrenuta procedura u okviru ekskluzivne podrške procesu odlučivanja kojom se u pokaznom primjeru tradicionalni pristup zamjenjuje modelovanjem u vidu matematičko logičkih odnosa, doprinosi pomijeranju granica tehnologije upravljanja od slučajnosti ka proračunljivosti. Sa aspekta korisničke prakse ostvareni prirast znanja evidentno podiže vitalnost i radni potencijal posmatranog sistema. Smanjuje entropiju tako da u isto vrijeme služi i kao najbolji oponent i korektiv tezi o naučnoj nesaznatljivosti efekata uspostavljenog, a potom narušavanog determinizma. Dijalog sa modelom svakako omogućava autorima bolje razumijevanje i komunikaciju sa problemom i stimuliše kreativnost u pogledu poboljšanja kombinacija raspoloživih resursa. To doprinosi izboru i ocjeni onih opcija i alternativa koje u okviru datog istraživanja simboličnim opisom promjena na entitetu, dovode do ostvarivanja modelske projekcije. Reprezentativnost i podobnost modela kao virtuelnog alata takođe je potrebno testirati kroz univerzalnost primjene, što podrazumijeva stalnu manipulaciju sa entitetom. Time bi se potvrđivala validnost zasnovana na tezi permanentne kritičke upotrebe i težnji smanjenja negativnog znanja, a u funkciji prevazilaženja anarhičnosti upravljačke tranzicije.

LITERATURA

Andrijić, S. (2002). *Matematički modeli i metode programiranja u gospodarskom društvu.* Zagreb: Synopsis.

Backović, M., Vuleta, J., & Popović, Z. (2018). *Ekonomsko matematički metodi i modeli.* Beograd: Centar za izdavačku djelatnost, Univerzitet u Beogradu, Ekonomski fakultet.

Đokić, A., Đokić, A., & Jovičić, A. (2020). Vital Elements of the Software Production in the Republic of Serbia. *EMR Review Časopis za ekonomiju i tržišne komunikacije*, 167-189.

Fletcher, R. (2010). *Practical Methods of Optimization.* Chicago: John Wiley&Sons.

Landika, M., Bajić, G., & Sredojević, V. (2020). Stochastic Modeling of Factor of Improvement Working Efficiency of Internal Marketing Strategy. *EMR Review Časopis za ekonomiju i tržišne komunikacije*, 18-32.

Petrović, R. (1977). *Specijalne metode u optimizaciji sistema.* Beograd: Tehnička knjiga.

Stanić, S. (1997). Optimalno korištenje kapaciteta. *ACTA Econimica*, 26-31.

Stanić, S., & Račić, Ž. (2019). *Ekonomsko-matematički modeli i metode.* Banja Luka: Univerzitet u Banjoj Luci, Ekonomski fakultet.

Thomas, R. (2007). *Quantitative methods for business studies.* New York: Prentice Hall.

Urošević, B., & Božović, M. (2013). *Operaciona istraživanja i kvantitativne metode investicija.* Beograd: Centar za izdavačku djelatnost, Univerzitet U Beogradu, Ekonomski fakultet.

Vujošević, M. (2012). *Metode optimizacije u inženjerskom menadžmentu.* Beograd: Fakultet organizacionih nauka.

OPTIMIZATION ALGORITHM OF RESOURCE ALLOCATION IN ORDER TO EXAMINE THE ECONOMIC EFFECTS OF LINEAR PROGRAMMING MODEL RESPONSE

Željko V. Račić

Associate Professor; University of Banja Luka, Faculty of Economics; zeljko.racic@ef.unibl.org

Đuro Mikić

Full Professor; Faculty of Business Economics, Pan-European University Apeiron, Banja Luka; djuro.d.mikic@apeiron-edu.eu

Neven Mikić

Master of Economics, PhD Student; Indirect taxation authority, Banja Luka; neven.mikic@uino.gov.ba

Summary: *The concept of examining decisions using abstract research constructions as virtual aids enables the design of the management platform and the creation of the behavior of the future state of the system. Checking the effects of decisions in a real system through an appropriate mathematical-logical apparatus certainly affects the reduction of randomness and spontaneity of management. The symbolic connection of the input that produces the combined input action and the output that manifests the reaction expressed by the degree of sensitivity and enables the translation of the imaginary expression of reality into the operative mathematical language. The commitment to this type of model is based on the fact of almost standardized procedures in terms of choosing the priority of including certain forms of resources, which makes it representative in terms of achieving the goal function defined by the criterion of optimality. In this sense, we can talk about a whole range of optimization problems with mutually inconsistent tactical goals and thus the need for their refined balance, and one of such challenges is the focus of attention of a specific research project. The mathematical model represents a formalized description of the action of physical contents, and we use it to support the decision-making process when the complexity of reality allows that. Accordingly, to express the regularity of functioning, a deterministic model of linear programming in the form of a set of relations describing the input-output effect of influential factors used in this paper. With a tolerant simplification of reality, the perception of the model, based on the coincidence with the structure of the original, actually shows an approximation that means analogous behavior demonstrated on the quantitative model or its derivative - the optimization model. This thesis supports the fact that the corresponding relationship between the model and the original allows the examination of the behavior of the observed hypothetical system, and the analysis of the sensitivity map of the variable, in the form of a goal function, becomes a source of modeling information. Also, the system is not influenced by a high rate of change that would mean expanding from deterministic to stochastic modeling, but all methodological resources are mobilized so that the model concept would not become a theoretical misconception that would lead to quasi-decision making. The author's analytical thinking and logic try to give a chance to the imagination, which connects creativity and physical resources that indicates several alternatives, which contain future parameters. In this way, the authors use the model as an increment of knowledge to con-*

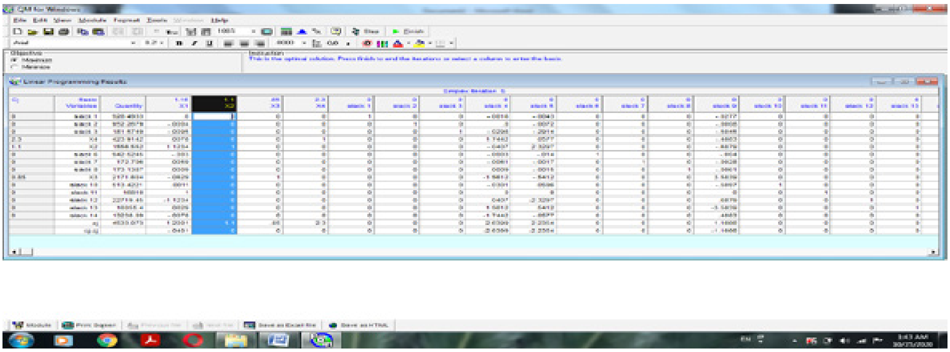
nect the a priori management reserve of their accuracy with the reality of hypothetical data within a rational approach.

Keywords: *modeling; simplex method; resource allocation optimization; sensitivity analysis; QM Software.*

JEL classification: *C44.*

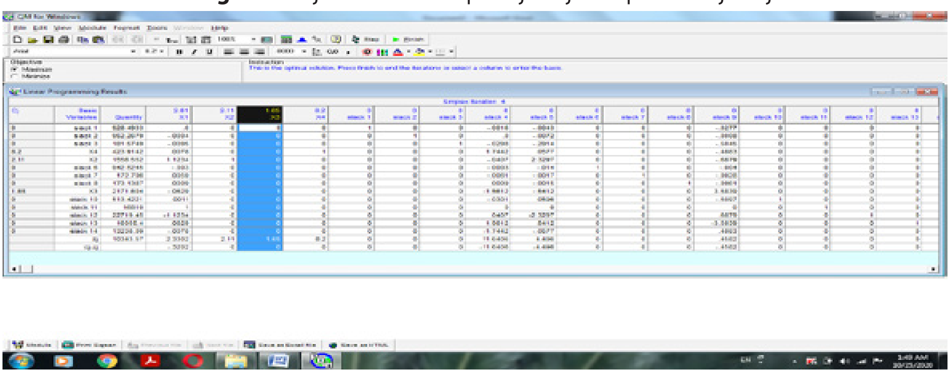
PRILOG

Prilog 1. Kriterijum maksimalna dobit: optimalno rješenje



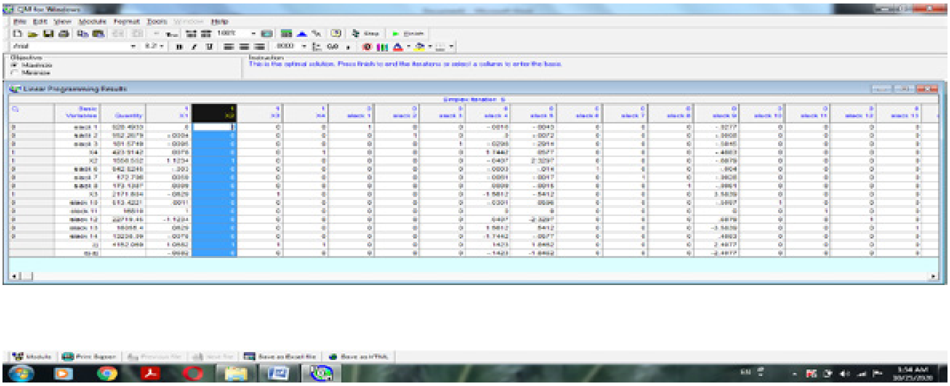
Izvor: Autori

Prilog 2. Kriterijum maksimalna prodajna cijena: optimalno rješenje



Izvor: Autori

Prilog 3. Kriterijum maksimalna količina: optimalno rješenje



Izvor: Autori