

PRIMENA HIBRIDNOG ABC – ANP MODELA NA PRIMERU ODLUČIVANJA U PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI

Dušan Bogdanović, Sandra Blagojević, Natalija Tomić, Danijel Bogosavljević
Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru, Odsek za inženjerski menadžment
Bor, Srbija

Izvod

U ovom radu prikazan je razvijeni hibridni ABC – ANP model u uslovima višekriterijumskog odlučivanja u prehrambenoj delatnosti. Naime, u ovom istraživanju najpre je izvršena selekcija proizvoda po kriterijumu obima proizvodnje ABC metodom i napravljen novi proizvodni plan pekare, uzete za potrebe ovog rada. Nakon toga je dobijen novi proizvodni program baziran na primarnoj A grupi proizvoda. Uvođenjem kriterijuma po kojima je bilo neophodno ispitati datih jedanaest proizvoda, razvijen je odgovarajući ANP model višekriterijumskog odlučivanja. Na osnovu ANP metode izvršeno je rangiranje alternativa (proizvoda grupe A) i odabrane su one alternative koje su bile najpovoljnije po osnovu precizno određenih atributa.

Ključne reči: ABC metoda, ANP metoda, hibridni model, višekriterijumsko odlučivanje, prehrambena delatnost.

1. UVOD

S obzirom da svetska industrija danas posluje u uslovima merljive neizvesnosti, odnosno visokog rizika uzrokovanog brojnim globalnim ekonomskim problemima, značaj kompleksnosti višekriterijumskog odlučivanja u poslednjoj deceniji sve više dolazi do izražaja [1]. Shodno tome ovakav problem i u prehrambenoj industriji, koja je predmet ovog rada, zahteva metodologiju odgovarajućeg nivoa složenosti. Predmet istraživanja ovog rada jeste razvijanje hibridnog modela kombinacijom ABC metode, bazirane na principu obima proizvodnje i analitičkog mrežnog procesa (ANP metode), kao višekriterijumskog metoda za podršku u donošenju odluka. Cilj je da se ukaže na kvantitativnu zasnovanost ABC metode putem koje je i definisan novi proizvodni program pekare uzete za potrebe istraživanja i na osnovu koga su sistematično određeni atributi za komparaciju datih proizvoda koji ulaze u novi proizvodni program [2]. Primenom analitičko-mrežnog procesa, odnosno ANP metode, dobijeni rezultati primenom ABC metode rangirani su shodno precizno definisanim kriterijumima i kroz utvrđivanje težinskih koeficijenata i formiranje globalnih vektora prioriteta.

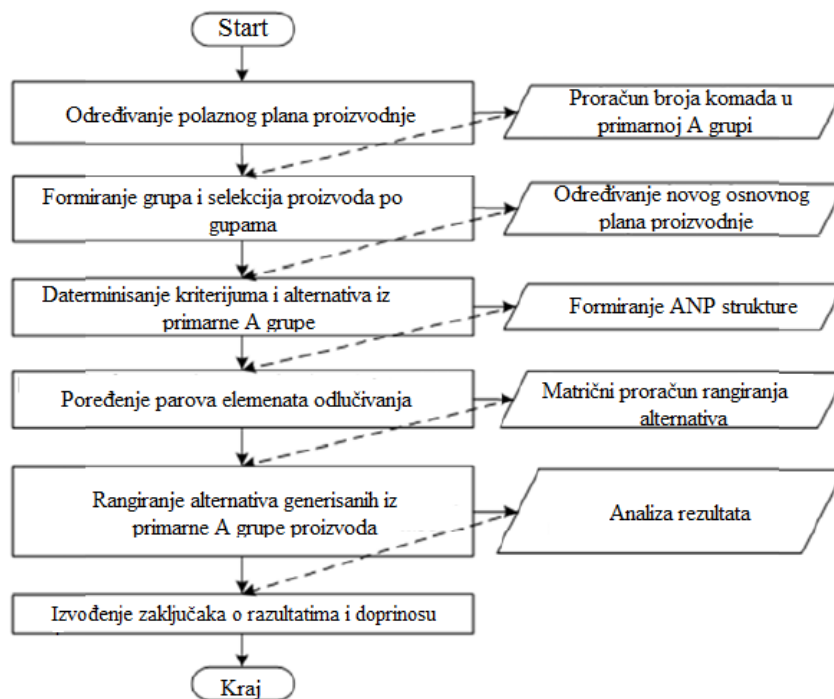
Prvi deo rada posvećen je osnovnim dimenzijama i značaju primene ABC i ANP metode u odlučivanju. Ovde su obrađeni osnovni teorijski pojmovi datih modela i ukazano je na ključne principe po kojima se oni uopšte vrše.

Drugi deo rada zasniva se na samom kombinovanju date dve metode u procesu donošenja odluka u prehrambenoj delatnosti, a s ciljem da se ukaže na praktičnu primenu hibridnog ABC-ANP modela, čijem se razvoju i teži kroz sam rad.

2. TEORIJSKO-METODOLOŠKE POSTAVKE RADA

2.1. Tok istraživanja i metodološka zasnovanost

U ovom istraživanju, a na osnovu prethodno opisanih metoda, primenjena je kvantitativna studija slučaja prehrambenog preduzeća, tipa pekare, na osnovu čijeg je proizvodnog asortimana dat realan primer korišćenja posmatranog ABC-ANP modela u praksi. Samo istraživanje razvijeno je u nekoliko osnovnih koraka, koji sistematično opisuju tok primene predočenih metoda. Algoritam istraživačkog toka dat je na Slici 7.



Slika 1. Tok istraživanja [3]

Primenjena metodologija ABC-ANP modela bazirana je na prethodno proučanim radovima slične tematike. Naime, autori Benito Flores (Benito E. Flores) i Klej Vajbark (Clay D. Whybark) svoje istraživanje zasnovali su na tzv. ekstenziji ABC metode, gde se jasno ukazuje na mogućnost razvitka hibridnih modela višekriterijumske analize u sprezi sa datom ABC metodologijom, ali se ukazuje i na njenu praktičnu primenjivost u privredi [4]. Na osnovu datog istraživanja ova dva autora zasnovana je i težnja da se razvije hibridni ABC-ANP model i da se implementira u praksi. Iako su višekriterijumski modeli u istraživanjima brojnih autora, čija je lista data u Tabeli 4, referentna za pisanje ovog rada, ono po čemu se isti izdvaja jeste činjenica da je primenjena ABC metodologija bazirana na drugačijem pristupu u samom proračunu, dok je prioritizacija ANP metodom vršena primenom matričnog računa, za razliku od rezultata u proučanim radovima, gde je konačna rang lista uglavnom dobijana preko supermatrice. Primer takvog rada, a ujedno i najpribližniji rad ovom istraživanju, jeste rad grupe italijanskih autora sa Univerziteta u Kasinu, koji su primenili ABC-ANP model za kontrolu zaliha, s tim da su primenili klasičan pristup ANP metodi, koji se zasniva na prioritizaciji alternativa primenom neponderisane, ponderisane i granične supermatrice [5]. U Tabeli 1 dat je pregled

istraživanja autora koji su se bavili sličnom metodologijom primenjenom u ovom istraživanju i na čijim osnovama je i baziran ovaj rad.

Tabela 1. Studije na kojima je bazirano i razvijen hibridni ABC-ANP model

Autor i godina	Svrha istraživanja	Oblast istraživanja	Primenjena metodologija
Grinting, M. i Grinting, J. (2015)	Ova studija ima za cilj da predloži alternativni model upravljanja zalihama, uz korišćenje ABC višekriterijumske klasifikacije, a u svrhu minimizacije troškova. Kombinovanjem ABC metode sa FANP (Fuzzy Analytical Network Process) i TOPSIS metodom dobijeni su odgovarajući rezultati.	Upravljanje zalihama, MCDM, Troškovi u poslovnoj ekonomiji	ABC, Fuzzy ANP, TOPSIS
Flores i Whybark (1986)	Istraživanje ima za cilj rangiranje zaliha u meksičkoj kompaniji, uz primenu ABC metodologije, nadograđene višekriterijumskom analizom, a zarad mogućnosti smanjenja troškova čuvanja istih.	Proizvodnja, MCDM, Troškovi u poslovnoj ekonomiji, Upravljanje zalihama	ABC metoda u sprezi sa višeatributivnom analizom
De Felice i saradnici (2014)	Istraživanje ima za cilj primenu ABC analize zarad efikasnije kontrole velikih količina zaliha. Ipak, zbog toga što ABC metoda podrazumeva samo jedan kriterijum na osnovu koga se sprovodi, implementiran je i višekriterijumski ANP model, kako bi se ublažio dati nedostatak.	Upravljanje zalihama, MCDM, Proizvodnja	ABC, ANP
Falcone i saradnici (2005)	Rad ima za cilj odabir najpovoljnijeg modela za upravljanje materijalima, a koji bi kao takav bio primjenjiv na industrijski sistem koji se razmatra. Autori su u cilju dobijanja relevantnih rezultata uparili ABC metodologiju sa višeatributivnom AHP analizom.	Just In Time proizvodnja, MCDM, MRP, Upravljanje materijalima	AHP, ABC
Šarić i saradnici (2014)	U radu je prikazana studija klasifikacije zaliha ABC metodom, uz korišćenje različitih višekriterijumskih metoda (AHP metode i klaster analize), te neuronskih mreža.	Upravljanje zalihama, MCDM, Industrijsko inženjerstvo	klaster analiza, neuronske mreže, ABC, AHP
Dehghani i saradnici (2013)	U ovoj studiji predložen je specifičan pristup selekciji i alokaciji dobavljača uzimajući u obzir implikacije na životnu sredinu (Green Supplier selection).	Upravljanje nabavkom, MCDM, Zaštita životne sredine	ABC, Fuzzy ANP
Kiriş (2013)	U ovom istraživanju izvršena je višekriterijumska klasifikacija zaliha uz primenu Fazi ANP analize, a u sprezi sa ABC i SAW metodom.	MCDM, Upravljanje zalihama, Građevinarstvo	Fuzzy ANP, ABC, SAW

2.2. Teorijske postavke rada

2.2.1. ABC metoda

Svaki optimalni program proizvodnje podrazumeva da se između velike količine proizvoda odabere onaj asortiman koji će obezbediti najbolje ekonomske efekte iz ograničene količine proizvodnih resursa. Selekcija se vrši na osnovu zadatog kvantitativnog ili, pak, kvalitativnog kriterijuma i služi za klasifikaciju i kontrolu celokupnog obima proizvodnje.

ABC metoda jedna je od vrlo korisnih tehnika u određivanju kvantitativnih karakteristika grupacija proizvoda po osnovu zadatih kriterijuma, a nakon čega se formiraju prioriteta datih proizvoda po grupama A, B i C. [10]

Tako, recimo, prva grupa elemenata A relativno je malobrojna, s obzirom da nju čini tek 10 do 30% proizvoda ukupnog broja elemenata (proizvoda), koji, sa druge strane, participiraju od 60-80% u stoprocentnoj vrednosti svih proizvoda. Kada je reč o grupi B, prema dosadašnjem iskustvu autora, nju pretežno čini od 20-30% narednih proizvoda od njihovog ukupnog broja, dok vrednost ove grupe varira u ukupnoj vrednosti od 20-25%. Grupu C čini veća grupa proizvoda (od 50 do 70%), koja participira manjim delom ukupne vrednosti, i to između 5 i 15% (Slika 3). [11]

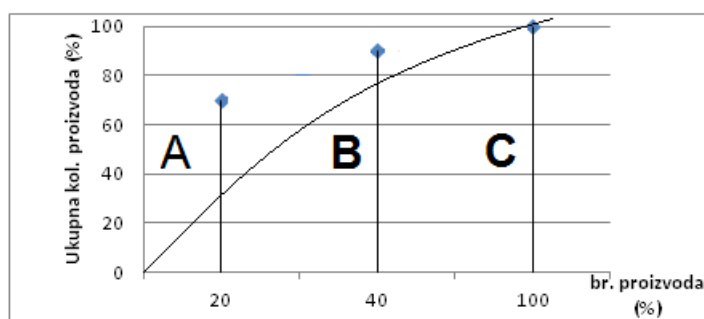
Tabela 2. Struktura ABC metode prema broju elemenata i učešću u ukupnoj vrednosti [12]

Podskup	Broj elemenata (%)	Učešće u ukupnoj vrednosti (%)
A	10-30	60-80
B	20-30	20-25
C	50-70	5-15

Osnovni kriterijumi selekcije proizvoda ABC metodom su sledeći: (1) obim proizvodnje, (2) jedinični poslovni prihod i (3) jedinični poslovni prihod po času.

Za ovaj rad značajno će biti razmatranje razvrstavanja proizvoda shodno obimu proizvodnje. Pri tome, može se definisati program proizvodnje kao uređeni skup proizvoda ($P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$) sa odgovarajućom količinom tih proizvoda ($Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$). Optimizacija programa proizvodnje jedan je od osnovnih upravljačkih zadataka svakog preduzeća. Kako ističu profesori Sajfet i Nikolić, odnos uređene dvojke (P_1, Q_1) zavisi, najpre, od uslova na tržištu i potencijala, tj. mogućnosti samog preduzeća. [11]

Grafički, selekcija ABC metodom prema obimu proizvodnje može se prikazati na sledeći način, mada je sama skica za sva tri kriterijuma identična.



Slika 2. Grafički prikaz ABC metode [13]

Putem datog grafika, može se zaključiti da grupi A i B pripada po 20% proizvoda, dok grupa C participira sa čak 60% proizvoda u ukupnom proizvodnom asortimanu.

2.2.2. ANP metoda

ANP model je naprednija verzija AHP metode (*engl.* Analytic Hierarchy Process) koji preciznije definiše odnose složenih modela koji koriste date kriterijume, povratne informacije i međuzavisnost samih kriterijuma [14]. Analitički mrežni proces kao ekstenzija analitičkog hijerarhijskog procesa koristi se u rešavanju problema izbora u uslovima neizvesnosti, ili kao instrument za predviđanje. ANP se fokusira na izvođenje distribucije relativnih verovatnoća budućih ishoda, a zatim se ova predviđanja koriste da se evaluiraju alternativni tokovi akcije. Analitički mrežni proces pokazao se veoma uspešnim u rangiranju i izboru projekata, u strategijskom odlučivanju i planiranju proizvodnje, zatim u optimalnom planiranju, predviđanju prodaje novog proizvoda i pri rešavanju drugih problema koji mogu biti podvedeni pod domen višekriterijumskog odlučivanja. [1]

Na Slici 2 prikazani su problemi pri kojima se primena ANP modela višekriterijumskog odlučivanja najviše koristila u istraživačkim radovima, a koji su objavljeni u naučno-stručnim časopisima.



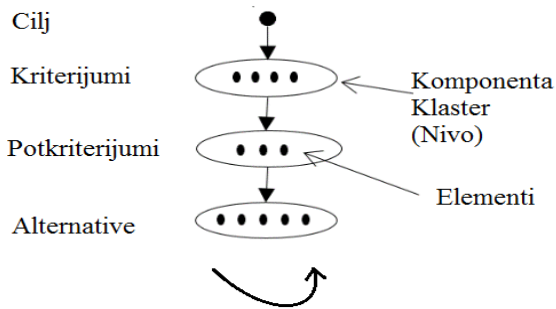
Slika 3. Procentualni prikaz primene ANP metode u naučnim radovima u zavisnosti od problema rešavanja [1]

Generalno govoreći, postoje četiri glavne faze u primeni ANP-a. Koraci kroz koje je prošlo i ovo istraživanje jesu sledeći [15]:

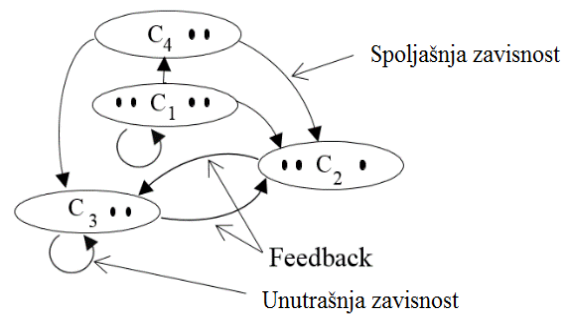
1. Model mrežne konstrukcije;
2. Komparacija parova i formiranje vektora;
3. Formiranje neponderisanih, ponderisanih i graničnih supermatrica i
4. Određivanje konačnog poretka/prioriteta.

Ovaj metod, kao i AHP metodu razvio je Tomas Saaty i predstavio u svojoj knjizi „Analitički mrežni proces“ koju je objavio 1996. godine. ANP metoda služi za stvaranje funkcionalne interakcije između akcija i jasno definisanih kriterijuma u modelu, tj. njome se postižu stabilni rezultati. Ovom metodom koja u sebi sadrži strukturu povratnih veza, omogućava se mrežno definisanje problema, pri čemu se razlikuje od AHP metode jer ne predstavlja linearnu hijerarhiju već modelira uticaje između elemenata mreže. Same povratne veze omogućavaju preciznije određivanje prioriteta i donošenje kvalitetnijeg rešenja problema. [16]

U hijerarhiji, važnosti ili težine kriterijuma koriste se kako bi se vrednovale alternative i odredili njihovi prioriteta. Odluka se donosi na osnovu postojećeg znanja. Može se reći da je takav pristup tzv. idealistički pristup odlučivanju. U mreži, svaka komponenta može zavisiti od druge komponente. Postavlja se pitanje koja od dve alternative je dominantnija u odnosu na određeni kriterijum, ali i pitanje koji od dva kriterijuma je dominantniji u odnosu na određenu alternative. [16]



Slika 4. Linearna hijerarhija (AHP)



Slika 5. Mreža povratnih sprega u ANP [17]

Na Slici 3 i 4 prikazana je očita razlika između hijerarhijske i mrežne strukture. Može se uočiti da je hijerarhija karakteristična za AHP metodu i data je u vidu linearne strukture koja na samom vrhu sadrži cilj koji se rešava, na prvom nivou kriterijume, potom na drugom nivou potkriterijume, da bi na trećem nivou bile smeštene alternative i petlja koja ukazuje da svaki element zavisi sam od sebe. [16]

Nasuprot linearnoj hijerarhiji u AHP metodi, mreža ima strukturu povratne sprege koja sadrži komponente i elemente unutar komponenata, tj. klastera i čvorove unutar klastera, te petlje i lukove kojima se komponente mreže povezuju. Osnovni element mreže je klaster, a klasteri se sastoje od čvorova koji se međusobno povezuju u skladu sa njihovom zavisnošću [16]. Na osnovu Slike 4 može se zaključiti da postoje dve osnovne vrste zavisnosti između komponenata mreže: (1) unutrašnja i (2) spoljašnja zavisnost. Ukoliko su čvorovi unutar samog klastera međusobno povezani (utiču jedan na drugi u odnosu na neko svojstvo) govorimo o unutrašnjoj zavisnosti unutar klastera i označavamo je kružnom petljom. Ukoliko su povezani čvorovi koji pripadaju različitim klasterima, govorimo o spoljnoj zavisnosti i označavamo je lukom između klastera. [16]

Sam postupak ANP analize počinje odlukom vezanom za kriterijume i potkriterijume koji konrolišu sve iteracije u sistemu koji se proučava, te kako oni utiču na elemente i klastera. Za svaki kontrolni kriterijum izrađuje se matrica odnosa dva klastera koji se prikazuju sa 1 ili 0, u zavisnosti da li klaster na levoj strani utiče ili ne utiče na klaster prikazan na vrhu matrice. Na sličan način izvršava se proces za matrice odnosa dva kriterijuma. Ponovo sa 1 ili 0, u zavisnosti od toga da li kriterijum na levoj strani utiče ili ne utiče na kriterijum prikazan na vrhu matrice. [16, 18]

Prioriteti dobijeni iz komparacije po parovima u matrici uneti su u kolone supermatrice. Supermatrica predstavlja uticaj prioriteta nekog elementa leve strane matrice na element na vrhu matrice uzimajući u obzir specifični kontrolni kriterijum. Slika 5 prikazuje mrežnu supermatricu, a Slika 6 prikazuje detalj jedne njene komponente [16, 19].

Izvršavaju se sledeće komparacije parova kako bi se izveli vektori i formirala supermatrica [16]:

Komparacija klastera: izvršava se komparacija parova klastera koji utiču na dati klaster uzimajući u obzir kontrolni kriterijum. Težine (važnosti) izvedene iz ovog procesa će se koristiti da se odredi važnost elemenata u odgovarajućoj koloni supermatrice i za odgovarajući kriterijum.

Komparacija elemenata: izvršava se komparacija parova elemenata u okviru jednog klastera. Upoređuju se uticaji elemenata u klasteru na elemente u drugom klasteru sa kojima su u vezi. Mogu se i međusobno upoređivati uticaji elemenata unutar jednog klastera.

Komparacija alternativa: izvršava se komparacija alternativa i elemenata.

Mehanizam komparacije ostvaruje se dodeljivanjem broja na skali poređenja razvijenoj od strane samog Tomasa Saaty-ja i predstavlja mogućnost za sagledavanje relativne važnosti

kriterijuma. Parovi poređenja matrica ovih faktora obezbeđuju sredstva za prikaz relativnog značaja. [2]

Tabela 3. Saaty-jeva skala komparacije [20]

Intenzitet važnosti	Definicija	Objašnjenje
1	Jednako važno	Dve aktivnosti jednako doprinose cilju
3	Umereno važnije	Na temelju iskustva i procena daje se umerena prednost jednoj aktivnosti u odnosu na drugu
5	Strogo važnije	Na temelju iskustva i procena strogo se favorizuje jedna aktivnost u odnosu na drugu
7	Vrlo stroga, dokazana važnost	Jedna aktivnost izrazito se favorizuje u odnosu na drugu, njena dominacija dokazuje se u praksi
9	Ekstremna važnost	Dokazi na temelju kojih se favorizuje jedna aktivnost u odnosu na drugu, potvrđeni su s najvećom uverljivošću
2,4,6,8	Međuvrednosti	

Relativna važnost elementa i u odnosu na element j prikazana je kao [14]:

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \quad (1)$$

u matrici poređenja parova.

Poređenje parova u matrici A sa n brojem elemenata koje treba usporediti formira se kao u prethodnoj jednačini (1):

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1(1-n)} & a_{1n} \\ 1/a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2(1-n)} & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1/a_{(1-n)n} & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_{n-1}} & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_{n-1}} & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_{n-1}} & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Dakle, iz prethodne matrice može se zaključiti da se recipročna vrednost rezultata poređenja smešta na poziciju a_{ij} da bi se očuvala konzistentnost rasuđivanja. Na primer, ako je element 1 neznatno favorizovan u odnosu na element 2, na mestu a_{12} matrice A bio bi broj 2, a na mestu a_{21} bila bi recipročna vrednost $1/2$.

Kada su numerički podaci uneti u matricu A na opisan način, sledeći problem je da se iz nje identifikuje vektor težina $w = [w_1, w_2, \dots, w_n]$ koji najbolje ocenjuje koeficijente w_i/w_j preko svih elemenata matrice [22]. Vektor težina se računa na osnovu procedure vektora sopstvenih vrednosti (engl. eigenvector procedure) [22]:

- normalizovati matricu deljenjem svakog elementa matrice sa sumom kolone u kojoj se taj element nalazi:

$$a_{ij}^* = \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad i, j = 1 \dots n \quad (3)$$

- sumirati svaku vrstu ovako dobijene matrice u novu kolonu:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}^* \quad i = 1 \dots n \quad (4)$$

- normalizovati novu kolonu deljenjem svake od vrednosti iz kolone sa sumom novodobijene kolone (koja je jednaka broju kriterijuma n):

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}^*}{n} \quad i = 1 \dots n \quad (5)$$

- dobijena kolona predstavlja *vektor sopstvenih vrednosti* koji sadrži težine svakog kriterijuma.

S obzirom da spadaju u izuzetno popularne metode, i ANP i AHP metoda sposobne su da identifikuju i analiziraju *nekonzistentnosti donosioca odluke* u procesu upoređivanja parova. Kako čovek ume usled različitih faktora biti nekonzistentan u procesu poređenja, i AHP i ANP metoda na određeni način ublažavaju ovaj problem time što samog donosioca obavestavaju o njegovoj nekonzistentnosti.

Nakon kompletiranja matrice A , procena relativne važnosti poređenih elemenata izračunava se pomoću sledeće jednačine [23]:

$$Aw = \lambda_{max} \cdot w, \quad (6)$$

gde je:

λ_{max} - najveća svojstvena vrednost matrice A . Što je λ_{max} bliže broju n , manja će biti nekonzistentnost; w – vektor prioriteta (*engl.* eigenvector).

Matrični oblik ove jednačine može se prikazati na sledeći način [24]:

$$Aw = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{21}} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{1}{a_{1n}} & \frac{1}{a_{2n}} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_2} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_{n-1}} & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_2} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_{n-1}} & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_{n-1}} & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix} \quad (7)$$

Deljenjem korespondentnih elemenata vektora b i w dobija se [25]:

$$\begin{bmatrix} \frac{b_1}{w_1} \\ \frac{b_2}{w_2} \\ \vdots \\ \frac{b_n}{w_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \vdots \\ \lambda_n \end{bmatrix}, \quad (8)$$

odakle se kroz narednu jednačinu direktno može izračunati vrednost λ_{max} [25]:

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (9)$$

Zamenom najveće svojstvene vrednosti matrice A u formulu *indeksa konzistentnosti* - CI (consistency index), koji predstavlja meru odstupanja n od λ_{\max} , dobija se sl. formula [26]:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (10)$$

Konačno, *stepen konzistentnosti* (CE) predstavlja odnos indeksa konzistentnosti (CI) i slučajnog indeksa (RI), koji zavisi od n -reda, matrice A i uzima se iz Tabele 3 [14]:

$$CE = \frac{CI}{RI} \quad (11)$$

Tabela 4. Slučajni indeksi [14]

n-red matrice A	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

Ako je stepen konzistentnosti (CR) manji od 0,10 (10%), rezultat je dovoljno tačan i nema potrebe za korekcijama u poređenjima i ponavljanju proračuna. Ako je stepen konzistentnosti veći od 0,10 (10%), rezultate bi trebalo ponovo analizirati i ustanoviti razloge nekonzistentnosti, ukloniti ih delimičnim ponavljanjem poređenja u parovima, a ako ponavljanje procedure u nekoliko koraka ne dovede do sniženja stepena konzistentnosti do tolerantnog limita od 0,10 (10%), sve rezultate treba odbaciti i ponoviti ceo postupak od početka. [25]

Definisanje *supermatrice* obezbeđuje rešavanje i sagledavanje međuzavisnosti između kriterijuma, a posebno među potkriterijumima. U pitanju je složena matrica u kojoj je svaka submatrica sastavljena od niza veza između i unutar različitih nivoa, koji su predstavljeni samim konstrukcionim modelom donošenja odluke. [27]

ANP pristup sastoji se od sledeće tri matrice: *neponderisane supermatrice*, *ponderisane supermatrice* i *granične supermatrice*. [28]

U neponderisanoj supermatrici relativna važnost svih komponenata jeste predviđena, dok su vrednosti dobijene u ponderisanoj supermatrici definisane na osnovu svakog klastera. U graničnoj supermatrici konstantne vrednosti svake od definisanih vrednosti determinisane su uzimanjem neophodnih granica iz ponderisane matrice. [14]

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{cccc}
 & C_1 & C_2 & \dots & C_m \\
 e_{11} & \dots & e_{1n_1} & e_{21} & \dots & e_{2n_2} & \dots & e_{m1} & \dots & e_{mn_n} \\
 \begin{array}{c}
 C_1 \\
 \vdots \\
 e_{1n_1} \\
 C_2 \\
 \vdots \\
 e_{2n_2} \\
 \vdots \\
 e_{m1} \\
 \vdots \\
 e_{m2} \\
 \vdots \\
 C_m \\
 \vdots \\
 e_{mn_n}
 \end{array}
 & \begin{bmatrix}
 W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1m} \\
 \\
 W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2m} \\
 \\
 \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
 \\
 W_{m1} & W_{m2} & \dots & W_{mm}
 \end{bmatrix}
 & W_{ij} = & \begin{bmatrix}
 W_{i1}^{(j_1)} & W_{i1}^{(j_2)} & \dots & W_{i1}^{(j_n)} \\
 \\
 W_{i2}^{(j_1)} & W_{i2}^{(j_2)} & \dots & W_{i2}^{(j_n)} \\
 \\
 \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
 \\
 W_{in_i}^{(j_1)} & W_{in_i}^{(j_2)} & \dots & W_{in_i}^{(j_n)}
 \end{bmatrix}
 \end{array}
 \end{array}$$

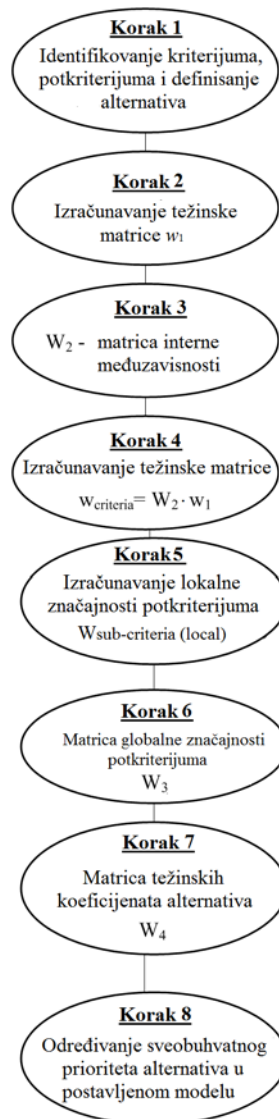
Slika 6. Mrežna ANP supermatrica [29]

Slika 7. W_{ij} komponenta supermatrice [20]

Legenda za datu supermatricu [29]:

- C_m označava m -ti klaster;
- e_{mn} označava n -ti element u m -tom klasteru;
- W_{ij} – principalni vektor prioriteta (eigenvector) uticaja elemenata poređenih u i -tom klasteru na j -ti klaster. Stoga, ako j -ti klaster nema uticaja na i -ti klaster, onda je $W_{ij}=0$.

Za razliku od upravo objašnjenog klasičnog pristupa ANP metodologiji, u radu je umesto supermatrica primenjen tzv. metod matičnog proračuna [23], a sam tok primene tako modifikovane ANP metode predstavljen je na Slici 8.



Slika 8. Korci ANP metode primenjeni u radu

3. REZULTATI RAZVOJA HIBRIDNOG ABC-ANP MODELA NA PRIMERU ODLUČIVANJA PREHRAMBENOG PREDUZEĆA

Asortiman proizvoda pekare koja je uzeta u razmatranje pri razvijanju hibridnog ABC-ANP modela, na osnovu koga je najpre izvršena selekcija ABC metodom, prikazan je u Tabeli 4.

Na osnovu datog asortimana izrađenog od strane ovog prehrambenog preduzeća i podataka do kojih se došlo, proizvedene količine proizvoda (iz Tabele 4) date su u komadima i biće predmet selekcije ABC metodom.

S obzirom da je u proizvodnom program pekare koja je uzeta u razmatranje dat zbirni prikaz obima proizvodnje svake kategorije proizvoda, dok su potkategorije ostale nepoznanica, dodatnim istraživanjem, a na bazi prosečne proizvodnje svake od datih

potkategorija na nivou drugih preduzeća i same privredne grane, ukupan obim proizvodnje raspodeljen je srazmerno proceni autora i samom istraživanju, uz strogo pridržavanje datih ukupnih obima.

Tabela 5. Asortiman proizvoda proizvodnog programa

Naziv proizvoda		Težina (gr)	Naziv proizvoda		Težina (gr)
Osnovne vrste hleba			Peciva		
1.	Beli hleb	400	1.	Set kifli–crni (5 kom. • 60 gr.)	300
2.	Beli hleb – zvezda	400	2.	Set zemički-beli (5 kom. • 60 gr.)	300
3.	Beli hleb	500	3.	Set zemički-crni (5 kom. • 60 gr.)	300
4.	Beli hleb	600	4.	Zemička	120
5.	Beli hleb	700	5.	Kifla	60
6.	Polubeli hleb	800	6.	Vekna	120
7.	Beli hleb – isečen i pakov.	700	7.	Lepinja	200
Specijalne vrste hleba			8.	Pletenica	120
1.	Sendvič hleb	500	9.	Perek	100
2.	Sovital hleb	500	Lisnata testa		
3.	Ražani hleb	500	1.	Lisnato testo punjeno slatkim filom	100
4.	Domaći hleb	700	2.	Lisnato testo punjeno slaninim filom	100
5.	Pšenični hleb – pakovan	500			
6.	Pšenični hleb	400			
7.	Kukuruzni hleb	500			
8.	Bavarski hleb – okrugli	800			
9.	Nordlander	500			
10.	Rogena mix	500			
11.	Rolat hleb	500			

Za interval od godinu dana, uz grube analize tržišta i raspoloživih kapaciteta, došlo se do sledećeg plana proizvodnje poslovno-proizvodnog sistema pekare, datog u Tabeli 5.

Tabela 6. Polazni plan proizvodnje

Redni broj	Naziv proizvoda	Planirana količina (kom.)
1.	Beli hleb (400 gr.)	84.427
2.	Beli hleb – zvezda	68.000
3.	Beli hleb (500 gr.)	85.000
4.	Beli hleb (600 gr.)	52.000
5.	Beli hleb (700 gr.)	60.000
6.	Polubeli hleb	55.000
7.	Beli hleb – isečen i pakov.	45.625
8.	Sendvič hleb	21.450
9.	Sovital hleb	44.600

10.	Ražani hleb	12.000
11.	Domaći hleb	40.000
12.	Pšenični hleb – pakovan	23.400
13.	Pšenični hleb	25.013
14.	Kukuruzni hleb	14.500
15.	Bavarski hleb – okrugli	5.600
16.	Nordlander	4.000
17.	Rogena mix	5.500
18.	Rolat hleb	10.000
19.	Set kifli–crni (5 kom. • 60 gr.)	21.648
20.	Set zemički-beli (5 kom. • 60 gr.)	25.000
21.	Set zemički-crni (5 kom. • 60 gr.)	19.450
22.	Zemička	25.820
23.	Kifla	55.550
24.	Vekna	30.500
25.	Lepinja	12.100
26.	Pletenica	13.500
27.	Perek	18.080
28.	Lisnato testo punjeno slatkim filom	5.640
29.	Lisnato testo punjeno slanim filom	5.660
Ukupno		889.063

Analizom tržišta koja je ranije sprovedena od strane same pekare (prehrambene kompanije), došlo se do zaključka da se prodajne mogućnosti za sve četiri osnovne kategorije proizvoda mogu povećati za 45%. Sam ukupan obim proizvodnje ograničen je raspoloživim kapacitetom i ne može se menjati.

Na osnovu toga, izvršena je selekcija plana proizvodnje po kriterijumu obima proizvodnje. Grupa A određena je tako da se mogućim povećanjem iz nje dobije ukupni planirani obim proizvodnje. S obzirom da se količina svakog proizvoda, kako je i rečeno, može povećati za 45%, tada, da bi se nakon uvećanja dobila količina od 889.063 komada, polazna količina pekarskih proizvoda u grupi A mora biti:

$$\begin{aligned}
 X + 45\% \cdot X &= 889.063 & (12) \\
 X \cdot (1 + 45\%) &= 889.063 \\
 X &= \frac{889.063}{1+0,45} = \frac{889.063}{1,45} \approx 613.147
 \end{aligned}$$

Dakle, treba formirati grupu A koja će sadržati 613.147 komada proizvoda, da bi sa povećanjem od 45% njihov broj porastao na 889.063 komada. Formiranjem kumulativa u kojoj su proizvodi poređani po zastupljenosti u ukupnom obimu proizvodnje, izvršena je adekvatna raspodela, kao što je i prikazano u Tabeli 6.

Iz tabele se može jasno uvideti da grupi A pripada 11 pekarskih proizvoda sa ukupno 620.702 komada, što je približno postavljenom uslovu. Grupa B određena je po principu A+1, što znači da je sastavljena od jednog proizvoda više nego primarana grupa A, odnosno od 12 proizvoda. Grupu C čine svi ostali proizvodi, njih 6.

Tabela 7. Formiranje grupa proizvoda

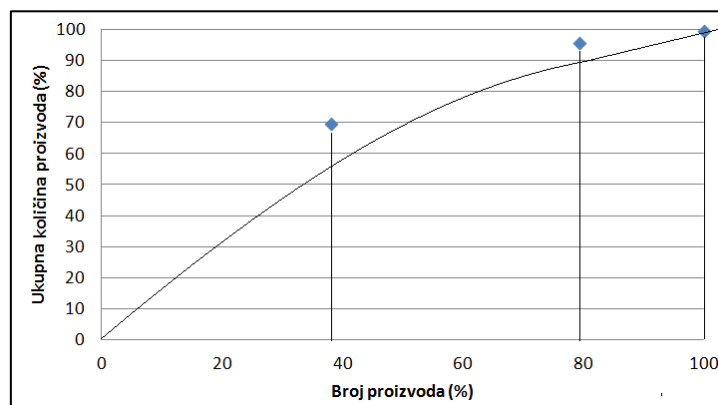
Rang	Naziv proizvoda	Planirana količina (kom.)	Ukupna količina (kom.)	Σ (%)	Grupa
1	Beli hleb (500 gr.)	85.000	85.000	9,56	A
2	Beli hleb (400 gr.)	84.427	169.427	19,06	
3	Beli hleb – zvezda	68000	237.427	26,71	
4	Beli hleb (700 gr.)	60.000	297.427	33,45	
5	Kifla	55.550	352.977	39,70	
6	Polubeli hleb	55.000	407.977	45,89	
7	Beli hleb (600 gr.)	52.000	459.977	51,74	
8	Beli hleb – isečen i pakov.	45.625	505.602	56,87	
9	Sovital hleb	44.600	550.202	61,89	
10	Domaći hleb	40.000	590.202	66,38	
11	Vekna	30.500	620.702	69,82	
12	Zemička	25.820	646.522	72,72	
13	Pšenični hleb	25.013	671.535	75,53	
14	Set zemički-beli (5 kom. • 60 gr.)	25.000	696.535	78,34	
15	Pšenični hleb – pakovan	23.400	719.935	80,98	
16	Set kifli–crni (5 kom. • 60 gr.)	21.648	741.583	83,41	
17	Sendvič hleb	21.450	763.033	85,82	
18	Set zemički-crni (5 kom. • 60 gr.)	19.450	782.483	88,01	
19	Perek	18.080	800.563	90,05	
20	Kukuruzni hleb	14.500	815.063	91,68	
21	Pletenica	13.500	828.563	93,20	C
22	Lepinja	12.100	840.663	94,56	
23	Ražani hleb	12.000	852.663	95,91	
24	Rolat hleb	10.000	862.663	97,03	
25	Lisnato testo punjeno slanim filom	5.660	868.323	97,67	
26	Lisnato testo punjeno slatkim filom	5.640	873.963	98,30	
27	Bavarski hleb – okrugli	5.600	879.563	98,93	
28	Rogena mix	5.500	885.063	99,55	
29	Nordlander	4.000	889.063	100,00	

Da bi se grafički prikazala selekcija proizvodnog programa, potrebno je formirati Tabelu 8.

Tabela 8. Selekcija proizvoda po grupama

Grupa		A	B	C	Σ
Broj proizvoda	Količina	11	12	6	29
	%	37,93	41,38	20,69	100,00
Količina proizvoda	Količina (kom.)	620.702	231.961	36.400	889.063
	%	69,82	26,09	4,09	100,00

Grafički prikaz selekcije plana proizvodnje predstavljen je na slici 9.



Slika 9. Selekcija plana proizvodnje

Novi osnovni plan proizvodnje prikazan je u Tabeli 9.

Tabela 9. Novi osnovni plan proizvodnje

Rb	Naziv proizvoda	Planirana količina (kom)	Povećanje obima (%)	Novi obim proizvodnje (kom./god.)
1.	Beli hleb (500 gr.)	85.000	45%	123.250
2.	Beli hleb (400 gr.)	84.427	45%	122.419
3.	Beli hleb – zvezda	68.000	45%	98.600
4.	Beli hleb (700 gr.)	60.000	45%	87.000
5.	Kifla	55.550	45%	80.548
6.	Polubeli hleb	55.000	45%	79.750
7.	Beli hleb (600 gr.)	52.000	45%	75.400
8.	Beli hleb – isečen i pakov.	45.625	45%	66.156
9.	Sovital hleb	44.600	45%	64.670
10.	Domaći hleb	40.000	45%	58.000
11.	Vekna	30.500	45%	44.225
Ukupno		620.702	/	900.018

Očigledno je da je novi obim proizvodnje nešto veći od zadatog ($889.063 < 900.018$). Ipak, jasno je naglašeno da je maksimalno uvećanje 45%, što podrazumeva da kod određene vrste proizvoda to uvećanje može biti nešto manje da bi se obim proizvodnje uskladio sa postojećim kapacitetima od 889.063 komada godišnje. [30]

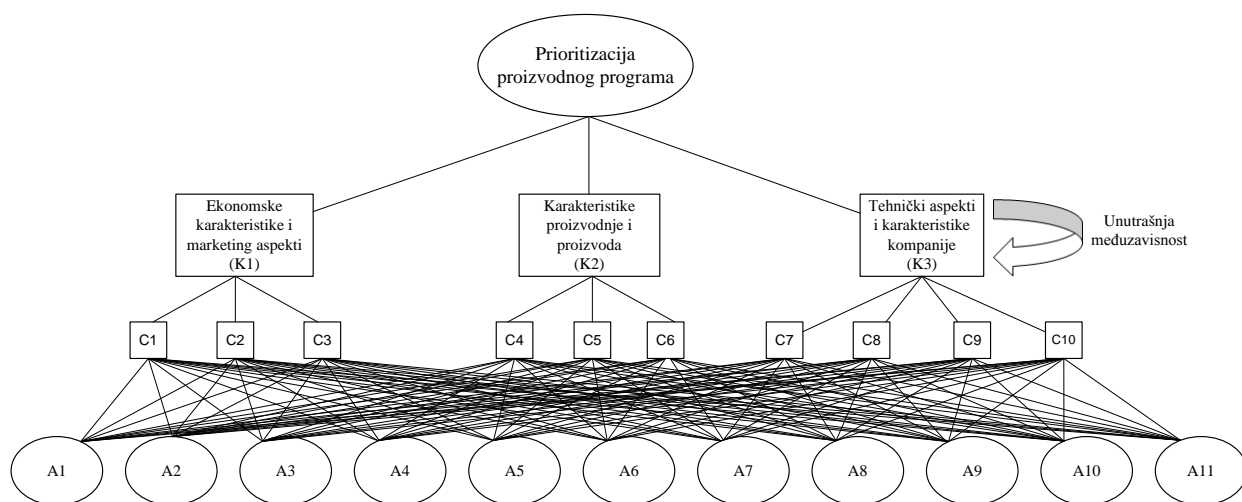
Na osnovu rezultata do kojih se došlo primenom ABC metode, pri čemu se grupa od 11 proizvoda koji sačinjavaju novi optimalni proizvodni program izdvojila kao relevantna za nastavak ovog istraživanja i primenu ANP metodologije, osnovne alternative između kojih će se odrediti prioriteta rang lista najboljih, definisane su na sledeći način:

- A₁ - beli hleb (500 gr.)
- A₂ - beli hleb (600 gr.)
- A₃ - beli hleb (700 gr.)
- A₄ - beli hleb – isečen i pakov.
- A₅ - beli hleb – zvezda
- A₆ - beli hleb (400 gr.)
- A₇ - domaći hleb
- A₈ - kifla
- A₉ - polubeli hleb
- A₁₀ - sovital hleb
- A₁₁ – vekna

Definisanjem datih alternativa, *kriterijumi i potkriterijumi* na osnovu kojih će vršiti kasnija poređenja i uspostaviti sistem interkonekcije između njih, a u skladu sa odgovarajućim *klasterima* prikazanim na slici grafičkog strukturiranja konkretnog problema, jesu sledeći:

- | | | |
|--|---|---|
| C ₁ – troškovi proizvodnje i dobavljača materijala | } | K₁ – Ekonomske karakteristike i marketing aspekti |
| C ₂ – cena proizvoda | | |
| C ₃ – tražnja za proizvodom | | |
| C ₄ – obim proizvodnje | } | K₂ – Karakteristike proizvoda i proizvodnje |
| C ₅ – kvalitet proizvoda | | |
| C ₆ – proizvodni gubici | | |
| C ₇ – raznovrsnost ponude | | |
| C ₈ – lokacija prodajnog objekta | } | K₃ – Tehnički aspekti i karakteristike kompanije |
| C ₉ – tehnologija proizvodnje | | |
| C ₁₀ – broj identičnih komponenti u prehrambenom pogonu | | |

Na osnovu gore definisanih elemenata odlučivanja, u prvom koraku strukturiran je i jasno razložen problem u racionalan sistem nalik mreži, što je i prikazano na Slici 8. Struktura prikazana na ovoj slici napravljena je uz pomoć programa Super Decision.



Slika 10. ANP model za prioritizaciju proizvodnog programa prehrambenog preduzeća

U nastavku, izvršena su poređenja parova elemenata odlučivanja u svakom klasteru i određeni su njihovi prioriteti u odnosu na kontrolni kriterijum [31]. Takođe, iz prethodne mrežne konstrukcije jasno se uočava da je posebna pažnja prilikom poređenja pridata internoj međuzavisnosti kriterijuma: ekonomske karakteristike i marketing aspekti, karakteristike proizvodnje i proizvoda i tehnički aspekti i karakteristike kompanije, na osnovu kojih su definisani relevantni klasteri. Adekvatnom matičnom formom za upoređivanje parova elemenata odlučivanja, te odgovarajućom procedurom za izračunavanje relativnih težina i provere konzistentnosti, dobijeni su rezultati dati u narednim tabelama [31]. Značajnom olakšanju pri proračunu doprinelo je korišćenje programskog paketa Super Decision.

Dodeljivanjem ocena određen je značaj svakog kriterijuma u modelu, i to najpre u odnosu na postavljeni cilj u okviru nivoa 1: ekonomske karakteristike i marketing aspekti, karakteristike proizvodnje i proizvoda i tehnički aspekti i karakteristike kompanije. Dobijeni značaj svakog kriterijuma prikazan je na osnovu ocena u Tabeli 9.

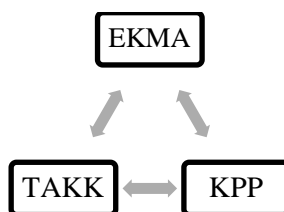
Tabela 10. Upoređivanje parova kriterijuma u odnosu na cilj

Cilj	Ekonomске karakteristike i marketing aspekti	Karakteristike proizvodnje i proizvoda	Tehnički aspekti i karakteristike kompanije	Težinski značaj (w_j)
Ekonomске karakteristike i marketing aspekti	1	$\frac{1}{3}$	5	0.27895
Karakteristike proizvodnje i proizvoda	3	1	7	0.64912
Tehnički aspekti i karakteristike kompanije	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{7}$	1	0.07193

Stepen konzistentnosti u odnosu na cilj: CR = 0,06239

$$w_I = \begin{bmatrix} 0.27895 \\ 0.64912 \\ 0.07193 \end{bmatrix} \quad (13)$$

U narednom koraku unutrašnja međuzavisnost određena je na osnovu veza prikazanih na Slici 9. Tabele 10-12 prikazuju rangove upoređivanih parova kriterijuma koji su ocenjeni, kao i rezultirajuće vektore težina za unutrašnju međuzavisnost datih kriterijuma.



Slika 11. Unutrašnja međuzavisnost kriterijuma [31]

Tabela 11. Matrica unutrašnje međuzavisnosti kriterijuma u odnosu na Ekonomske karakteristike i marketing aspekte

Ekonomske karakteristike i marketing aspekti	Karakteristike proizvodnje i proizvoda	Tehnički aspekti i karakteristike kompanije	Težinski značaj (w_j)
Karakteristike proizvodnje i proizvoda	1	5	0.83333
Tehnički aspekti i karakteristike kompanije	$\frac{1}{5}$	1	0.16667
<i>Stepen konzistentnosti u odnosu na Ekonomske karakteristike i marketing aspekti: CR = 0,00000</i>			

Tabela 12. Matrica unutrašnje međuzavisnosti kriterijuma u odnosu na Karakteristike proizvodnje i proizvoda

Karakteristike proizvodnje i proizvoda	Ekonomske karakteristike i marketing aspekti	Tehnički aspekti i karakteristike kompanije	Težinski značaj (w_j)
Ekonomske karakteristike i marketing aspekti	1	7	0.875
Tehnički aspekti i karakteristike kompanije	$\frac{1}{7}$	1	0.125
<i>Stepen konzistentnosti u odnosu na Karakteristike proizvodnje i proizvoda: CR = 0,00000</i>			

Tabela 13. Matrica unutrašnje međuzavisnosti kriterijuma u odnosu na Tehničke aspekte i karakteristike kompanije

Tehnički aspekti i karakteristike kompanije	Ekonomske karakteristike i marketing aspekti	Karakteristike proizvodnje i proizvoda	Težinski značaj (w_j)
Ekonomske karakteristike i marketing aspekti	1	6	0.85714
Karakteristike proizvodnje i proizvoda	$\frac{1}{6}$	1	0.14286
<i>Stepen konzistentnosti u odnosu na Tehnički aspekti i karakteristike kompanije: CR = 0,00000</i>			

Na osnovu proračunatih težinskih značaja postavljena tri kriterijuma, matrica unutrašnje međuzavisnosti w_2 prikazana je na sledeći način:

$$w_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0.875 & 0.85714 \\ 0.83333 & 1 & 0.14286 \\ 0.16667 & 0.125 & 1 \end{bmatrix} \quad (14)$$

Dobijeni relativni težinski značaji kriterijuma u matrici unutrašnje međuzavisnosti w_2 iskorišćeni su za korekciju inicijalnih težina datih kriterijuma u odnosu na cilj, a koji su definisani u matrici w_1 . Stoga, težinski značaj kriterijuma biće [31]:

$$W_{\text{kriterijumi}} = w_1 \cdot w_2 = \begin{bmatrix} 0.27895 \\ 0.64912 \\ 0.07193 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0.875 & 0.85714 \\ 0.83333 & 1 & 0.14286 \\ 0.16667 & 0.125 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.45429 \\ 0.44593 \\ 0.09978 \end{bmatrix} \quad (15)$$

Na osnovu dobijenih prioriteta međuzavisnih kriterijuma, primetna je značajna promena nastala sa aspekta važnosti kriterijuma Ekonomske karakteristike i marketing aspekti. Naime, uticaj ovog kriterijuma porastao je za 62,963%, i to sa početnih 27,895% na 90,858% [23].

U narednom koraku u okviru svakog klastera, koji ujedno predstavljaju i odgovarajuće kriterijume, izvršena su ocenjivanja potkriterijuma u odnosu na svaki kriterijum. Proračunati težinski koeficijenti dati su u Tabelama 13-15.

Tabela 14. Matrica poređenja potkriterijuma u okviru klastera Ekonomske karakteristike i marketing aspekti

Ekonomske karakteristike i marketing aspekti	Cena proizvoda	Tražnja za proizvodom	Troškovi proizvodnje i dobavljača materijala	Težinski značaj (w_j)
Cena proizvoda	1	4	3	0.62501
Tražnja za proizvodom	$\frac{1}{4}$	1	$\frac{1}{2}$	0.1365
Troškovi proizvodnje i dobavljača materijala	$\frac{1}{3}$	2	1	0.23849
<i>Stepen konzistentnosti u odnosu na Ekonomske karakteristike i marketing aspekti: CR = 0,01759</i>				

Tabela 15. Matrica poređenja potkriterijuma u okviru klastera Karakteristike proizvodnje i proizvoda

Karakteristike proizvodnje i proizvoda	Kvalitet proizvoda	Obim proizvodnje	Proizvodni gubici	Težinski značaj (w_j)
Kvalitet proizvoda	1	5	4	0.68698
Obim proizvodnje	$\frac{1}{5}$	1	2	0.18648
Proizvodni gubici	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	0.12654
<i>Stepen konzistentnosti u odnosu na Karakteristike proizvodnje i proizvoda: CR = 0,09040</i>				

Tabela 16. Matrica poređenja potkriterijuma u okviru klastera Tehnički aspekti i karakteristike kompanije

Tehnički aspekti i karakteristike kompanije	Broj identičnih komponenti	Lokacija prodajnog objekta	Raznovrsnost ponude	Tehnologija proizvodnje	Težinski značaj (w_j)
Broj identičnih komponenti	1	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{7}$	0.06597
Lokacija prodajnog objekta	5	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	0.19729

Raznovrsnost ponude	3	3	1	1	0.36051
Tehnologija proizvodnje	7	2	1	1	0.37623
<i>Stepen konzistentnosti u odnosu na Tehnički aspekti i karakteristike kompanije: CR = 0,08780</i>					

Globalni značaj potkriterijuma dobijen je međusobnim množenjem vektora prioriteta kriterijuma koji su proračunati u prethodnom koaraku i lokalnih značajnosti potkriterijuma.

Tabela 17. Značajnost kriterijuma i sveukupna značajnost potkriterijuma

Kriterijumi	Značajnost kriterijuma	Potkriterijumi	Lokalna značajnost potkriterijuma	Sveukupna značajnost potkriterijuma
Ekonomske karakteristike i marketing aspekti	0.45429	Cena proizvoda	0.62501	0.28398
		Tražnja za proizvodom	0.1365	0.06201
		Troškovi proizvodnje i dobavljača materijala	0.23849	0.10834
Karakteristike proizvodnje i proizvoda	0.44593	Kvalitet proizvoda	0.68698	0.30634
		Obim proizvodnje	0.18648	0.08316
		Proizvodni gubici	0.12654	0.05643
Tehnički aspekti i karakteristike kompanije	0.09978	Broj identičnih komponenti		
		Lokacija prodajnog objekta	0.06597	0.00658
		Raznovrsnost ponude	0.19729	0.01969
		Tehnologija proizvodnje	0.36051	0.03597
			0.37623	0.03754

Dobijeni rezultati u Tabeli 17 ukazuju da dominantan uticaj imaju sledeći potkriterijumi: *cena proizvoda* (0.62501 – lokalni značaj i 0.28398 – globalni značaj), *kvalitet proizvoda* (0.68698 – lokalni značaj i 0.30634 – globalni značaj), *tehnologija proizvodnje* (0.37623 – lokalni značaj i 0.03754 – globalni značaj).

$$w_3 = W_{\text{potkriterijumi(global)}} \begin{bmatrix} 0.28398 \\ 0.06201 \\ 0.10834 \\ 0.30634 \\ 0.08316 \\ 0.05643 \\ 0.00658 \\ 0.01969 \\ 0.03597 \\ 0.03754 \end{bmatrix} \quad (16)$$

U idućem koraku određeni su težinski značaji alternativa u odnosu na odgovarajuće potkriterijume iz relevantnih klastera, a rezultati su prikazani u sledećim Tabelama 16-25.

Komparacija alternativa na osnovu potkriterijuma klastera “Tehnički aspekti i karakteristike kompanije”

Najpre su izvršena poređenja alternativa na osnovu četiri potkriterijuma klastera “Tehnički aspekti i karakteristike kompanije”, a rezultati su dati respektivno sa izvršenim proračunima u predstojećim tabelama.

Tabela 18. Matrica poređenja alternativa u odnosu na potkriterijum Broj identičnih komponenti u pogonu

Broj identičnih komponenti u pogonu	Beli hleb (500 g)	Beli hleb (600 g)	Beli hleb (700 g)	Beli hleb-isečen i pakov.	Beli hleb-zvezda	Belil hleb (400 g)	Domaći hleb	Kifla	Polubeli hleb	Sovital hleb	Vekna	Težinski značaj (w_j)
Beli hleb (500 g)	1	0.5	3	5	3	5	0.25	4	3	9	2	0.14554
Beli hleb (600 g)	2	1	5	4	4	2	0.20	3	5	9	0.33	0.13645
Beli hleb (700 g)	0.33	0.20	1	2	0.33	0.33	0.20	0.25	0.5	3	0.33	0.03015
Beli hleb-isečen i pakov.	0.20	0.25	0.5	1	0.20	0.33	0.17	0.25	0.20	3	0.20	0.02221
Beli hleb-zvezda	0.33	0.25	3	5	1	0.33	0.17	0.33	0.33	4	0.33	0.0435
Belil hleb (400 g)	0.20	0.5	3	3	3	1	0.25	0.5	2	6	0.33	0.06358
Domaći hleb	4	5	5	6	6	4	1	4	5	9	3	0.27851
Kifla	0.25	0.33	4	4	3	2	0.25	1	3	6	0.5	0.0809
Polubeli hleb	0.33	0.20	2	5	3	0.5	0.20	0.33	1	4	0.25	0.05099
Sovital hleb	0.11	0.11	0.33	0.33	0.25	0.17	0.11	0.17	0.25	1	0.20	0.01357
Vekna	0.5	3	3	5	3	3	0.33	2	4	5	1	0.13461

Stepen konzistentnosti u odnosu na Broj identičnih komponenti u prehrambenom pogonu: CR = 0,09109

Tabela 19. Matrica poređenja alternativa u odnosu na potkriterijum Lokacija prodajnog objekta

Lokacija prodajnog objekta	Beli hleb (500 g)	Beli hleb (600 g)	Beli hleb (700 g)	Beli hleb-isečen i pakov.	Beli hleb-zvezda	Belil hleb (400 g)	Domaći hleb	Kifla	Polubeli hleb	Sovital hleb	Vekna	Težinski značaj (w_j)
Beli hleb (500 g)	1	0.5	4	9	7	0.25	0.25	3	3	7	4	0.11501
Beli hleb (600 g)	2	1	3	4	4	0.20	0.20	4	3	4	5	0.11333
Beli hleb (700 g)	0.25	0.33	1	7	4	0.16	0.20	0.16	2	3	4	0.054
Beli hleb-isečen i pakov.	0.11	0.25	0.14	1	0.5	0.11	0.11	0.16	0.33	3	0.5	0.0177
Beli hleb-zvezda	0.14	0.25	0.25	2	1	0.11	0.11	0.33	0.33	3	4	0.02757
Belil hleb (400 g)	4	5	6	9	9	1	0.5	3	5	9	9	0.23332
Domaći hleb	4	5	5	9	9	2	1	4	8	9	9	0.27602
Kifla	0.33	0.25	6	6	3	0.33	0.25	1	2	5	4	0.08428
Polubeli hleb	0.33	0.33	0.5	3	3	0.20	0.125	0.5	1.0	3	5	0.04399
Sovital hleb	0.14	0.25	0.33	0.33	0.33	0.11	0.11	0.20	0.33	1	0.5	0.01529
Vekna	0.25	0.20	0.25	2	0.25	0.11	0.11	0.25	0.20	2	1	0.01951

Stepen konzistentnosti u odnosu na Lokaciju prodajnog objekta: CR = 0,09903

Na potpuno isti način određeni su i težinski značaji w_j i za definisane alternative po osnovu potkriterijuma “Raznovrsnost proizvoda” i “Tehnologija proizvodnje”, a u okviru istog klastera.

Tabela 20. Matrica poređenja alternativa u odnosu na potkriterijum Raznovrsnost ponude

Raznovrsnost ponude	Beli hleb (500 g)	Beli hleb (600 g)	Beli hleb (700 g)	Beli hleb-isečen i pakov.	Beli hleb-zvezda	Belil hleb (400 g)	Domaći hleb	Kifla	Polubeli hleb	Sovital hleb	Vekna	Težinski značaj (w_i)
Beli hleb (500 g)	1	3	5	8	6	4	3	7	5	9	5	0.28845
Beli hleb (600 g)	0.33	1	9	7	6	0.33	0.5	3	0.5	8	0.25	0.10949
Beli hleb (700 g)	0.20	0.11	1.0	0.33	2	0.33	0.5	3	0.33	3	0.20	0.03289
Beli hleb-isečen i pakov.	0.125	0.14	3	1	4	0.5	0.5	3	2	5	0.25	0.05641
Beli hleb-zvezda	0.16	0.16	0.5	0.25	1	0.25	0.33	2	0.5	2	0.125	0.0241
Belil hleb (400 g)	0.25	3	3	2	4	1	2	5	2	9	0.33	0.11353
Domaći hleb	0.33	2	2	2	3	0.5	1	6	3	7	0.5	0.09679
Kifla	0.14	0.33	0.33	0.33	0.5	0.20	0.167	1	0.25	2	0.11	0.01922
Polubeli hleb	0.20	2	3	0.5	2	0.5	0.33	4	1	4	0.33	0.06361
Sovital hleb	0.11	0.125	0.33	0.20	0.5	0.11	0.14	0.5	0.25	1	0.11	0.01324
Vekna	0.20	4	5	4	8	3	2	9	3	9	1	0.18227
Stepen konzistentnosti u odnosu na Raznovrsnost ponude: $CR = 0,09915$												

Tabela 21. Matrica poređenja alternativa u odnosu na potkriterijum Tehnologija proizvodnje

Tehnologija proizvodnje	Beli hleb (500 g)	Beli hleb (600 g)	Beli hleb (700 g)	Beli hleb-isečen i pakov.	Beli hleb-zvezda	Belil hleb (400 g)	Domaći hleb	Kifla	Polubeli hleb	Sovital hleb	Vekna	Težinski značaj (w_i)
Beli hleb (500 g)	1	2	3	3	3	2	0.5	3	3	5	3	0.16028
Beli hleb (600 g)	0.5	1	3	4	4	2	0.5	3	3	5	3	0.14833
Beli hleb (700 g)	0.33	0.33	1	2	2	0.5	0.33	3	1	4	2	0.07598
Beli hleb-isečen i pakov.	0.33	0.25	0.5	1	2	0.25	0.167	0.33	0.5	3	0.33	0.03774
Beli hleb-zvezda	0.33	0.25	0.5	0.5	1	2	0.167	0.5	0.33	4	0.5	0.04614
Belil hleb (400 g)	0.5	0.5	2	4	0.5	1	0.25	2	0.5	5	2	0.08221
Domaći hleb	2	2	3	6	6	4	1	3	3	6	3	0.21846
Kifla	0.33	0.33	0.33	3	2	0.5	0.33	1.0	0.5	4	0.33	0.0531
Polubeli hleb	0.33	0.33	1	2	3	2	0.33	2	1	5	3	0.09263
Sovital hleb	0.20	0.20	0.25	0.33	0.25	0.20	0.167	0.25	0.20	1	0.20	0.01828
Vekna	0.33	0.33	0.5	3	2	0.5	0.33	3	0.33	5	1	0.06684
Stepen konzistentnosti u odnosu na Tehnologiju proizvodnje: $CR = 0,07278$												

Komparacija alternativa na osnovu potkriterijuma klastera “Ekonomске karakteristike i marketing aspekti”

U nastavku, izvršena su poređenja alternativa na osnovu triju potkriterijuma klastera “Ekonomске karakteristike i marketing aspekti”, a rezultati su dati respektivno sa izvršenim proračunima u predstojećim tabelama.

Tabela 22. Matrica poređenja alternativa u odnosu na potkriterijum Cena proizvoda

Cena proizvoda	Beli hleb (500 g)	Beli hleb (600 g)	Beli hleb (700 g)	Beli hleb-isečen i pakov.	Beli hleb-zvezda	Beli hleb (400 g)	Domaći hleb	Kifla	Polubeli hleb	Sovital hleb	Vekna	Težinski značaj (w_j)
Beli hleb (500 g)	1	2	2	2	2	0.5	0.5	0.5	0.5	2	0.5	0.07073
Beli hleb (600 g)	0.5	1	0.33	2	0.33	0.5	0.25	0.25	0.33	0.25	0.33	0.02988
Beli hleb (700 g)	0.5	3	1	1	0.33	0.33	0.33	0.25	0.20	0.33	0.20	0.0322
Beli hleb-isečen i pakov.	0.5	0.5	1	1	0.25	0.20	0.14	0.14	0.167	0.20	0.20	0.02011
Beli hleb-zvezda	0.5	3	3	4	1	0.33	0.33	0.25	0.33	0.25	0.25	0.04598
Beli hleb (400 g)	2	2	3	5	3	1	0.25	0.5	0.20	0.33	0.20	0.06622
Domaći hleb	2	4	3	7	3	4	1	0.33	0.5	4	0.33	0.131
Kifla	2	4	4	7	4	2	3	1	2	2	3	0.19439
Polubeli hleb	2	3	5	6	3	5	2	0.5	1	0.5	0.33	0.12623
Sovital hleb	0.5	4	3	5	4	3	0.25	0.5	2	1	0.5	0.1048
Vekna	2	3	5	5	4	5	3	0.33	3	2	1	0.17844

Stepen konzistentnosti u odnosu na Cenu proizvoda: CR = 0,09996

Tabela 23. Matrica poređenja alternativa u odnosu na potkriterijum Tražnja za proizvodom

Tražnja za proizvodom	Beli hleb (500 g)	Beli hleb (600 g)	Beli hleb (700 g)	Beli hleb-isečen i pakov.	Beli hleb-zvezda	Beli hleb (400 g)	Domaći hleb	Kifla	Polubeli hleb	Sovital hleb	Vekna	Težinski značaj (w_j)
Beli hleb (500 g)	1	2	0.33	3	0.5	0.25	0.25	1	2	3	0.20	0.04836
Beli hleb (600 g)	0.5	1	0.25	3	0.25	0.25	0.20	0.5	3	2	0.25	0.04038
Beli hleb (700 g)	3	4	1	9	4	0.5	0.33	2	4	3	0.33	0.11595
Beli hleb-isečen i pakov.	0.33	0.33	0.11	1	0.20	0.25	0.11	0.25	0.33	0.33	0.11	0.0155
Beli hleb-zvezda	2	4	0.25	5	1	0.33	0.5	2	3	3	0.25	0.07706
Beli hleb (400 g)	4	4	2	4	3	1	0.25	3	4	3	0.25	0.12198
Domaći hleb	4	5	3	9	2	4	1	6	8	9	0.5	0.21996
Kifla	1	2	0.5	4	0.5	0.33	0.167	1	0.33	2	0.167	0.04213
Polubeli hleb	0.5	0.33	0.25	3	0.33	0.25	0.125	3	1	4	0.14	0.0412
Sovital hleb	0.33	0.5	0.33	3	0.33	0.33	0.11	0.5	0.25	1	0.167	0.02551
Vekna	5	4	3	9	4	4	2	6	7	6	1	0.25196

Stepen konzistentnosti u odnosu na Tražnju za proizvodom: CR = 0,07921

Tabela 24. Matrica poređenja alternativa u odnosu na potkriterijum Troškovi proizvodnje i dobavljača materijala

Troškovi proizvodnje i dobavljača materijala	Beli hleb (500 g)	Beli hleb (600 g)	Beli hleb (700 g)	Beli hleb-isečen i pakov.	Beli hleb-zvezda	Beli hleb (400 g)	Domaći hleb	Kifla	Polubeli hleb	Sovital hleb	Vekna	Težinski značaj (w_j)
Beli hleb (500 g)	1	3	3	0.25	3	4	4	3	3	0.33	0.33	0.12045
Beli hleb (600 g)	0.33	1	0.5	0.33	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	0.03584
Beli hleb (700 g)	0.33	2	1	0.14	0.5	2	0.33	0.5	0.5	0.25	0.33	0.03484
Beli hleb-isečen i pakov.	4	3	7	1	4	4	4	3	3	2	2	0.21698
Beli hleb-zvezda	0.33	2	2	0.25	1	2	0.5	2	1	0.33	0.33	0.05499
Beli hleb (400 g)	0.25	1	0.5	0.25	0.5	1	0.25	0.33	0.25	0.20	0.25	0.0253
Domaći hleb	0.25	2	3	0.25	2	4	1	3	3	0.33	0.5	0.08656
Kifla	0.33	2	2	0.33	0.5	3	0.33	1	2	0.25	2	0.0687
Polubeli hleb	0.33	2	2	0.33	1	4	0.33	0.5	1	0.33	2	0.06607
Sovital hleb	3	2	4	0.5	3	5	3	4	3	1	3	0.1782
Vekna	3	4	3	0.5	3	4	2	0.5	0.5	0.33	1	0.11208

Stepen konzistentnosti u odnosu na Troškove proizvodnje i dobavljače materijala: CR = 0,09633

Komparacija alternativa na osnovu potkriterijuma klastera "Karakteristike proizvodnje i proizvoda"

Na samom kraju, izvršena su poređenja alternativa na osnovu triju potkriterijuma klastera "Karakteristike proizvodnje i proizvoda", a rezultati su dati respektivno sa izvršenim proračunima u predstojećim tabelama.

Tabela 25. Matrica poređenja alternativa u odnosu na potkriterijum Kvalitet proizvoda

Kvalitet proizvoda	Beli hleb (500 g)	Beli hleb (600 g)	Beli hleb (700 g)	Beli hleb-isečen i pakov.	Beli hleb-zvezda	Belil hleb (400 g)	Domaci hleb	Kifla	Polubeli hleb	Sovital hleb	Vekna	Težinski značaj (w _j)
Beli hleb (500 g)	1	0.33	0.5	2	0.5	1	0.5	0.5	0.33	0.5	0.33	0.04256
Beli hleb (600 g)	3	1	2	4	2	3	0.5	2	1	3	3	0.13846
Beli hleb (700 g)	2	0.5	1	3	0.33	2	0.5	2	0.5	2	2	0.08313
Beli hleb-isečen i pakov.	0.5	0.25	0.33	1	0.25	0.33	0.14	0.33	0.167	0.25	0.33	0.02145
Beli hleb-zvezda	2	0.5	3	4	1	2	0.33	3	0.5	3	4	0.12365
Belil hleb (400 g)	1	0.33	0.5	3	0.5	1	0.25	0.5	0.33	0.33	3	0.0512
Domaci hleb	2	2	2	7	3	4	1	3	4	3	3	0.20863
Kifla	2	0.5	0.5	3	0.33	2	0.33	1	0.33	0.5	2	0.05939
Polubeli hleb	3	1	2	6	2	3	0.25	3	1	0.33	3	0.12278
Sovital hleb	2	0.33	0.5	4	0.33	3	0.33	2	3	1	0.5	0.09145
Vekna	3	0.33	0.5	3	0.25	0.33	0.33	0.5	0.33	2	1	0.05729

Stepen konzistentnosti u odnosu na Kvalitet proizvoda: CR = 0,08999

Tabela 26. Matrica poređenja alternativa u odnosu na potkriterijum Obim proizvodnje

Obim proizvodnje	Beli hleb (500 g)	Beli hleb (600 g)	Beli hleb (700 g)	Beli hleb-isečen i pakov.	Beli hleb-zvezda	Belil hleb (400 g)	Domaci hleb	Kifla	Polubeli hleb	Sovital hleb	Vekna	Težinski značaj (w _j)
Beli hleb (500 g)	1	1	2	3	2	1	0.5	0.5	1	4	0.25	0.08006
Beli hleb (600 g)	1	1	1	5	3	1	0.33	0.33	2	2	0.33	0.08281
Beli hleb (700 g)	0.5	1	1	2	2	1	0.25	0.5	2	3	0.33	0.07049
Beli hleb-isečen i pakov.	0.33	0.20	0.5	1	0.33	0.25	0.5	0.33	0.5	0.5	0.5	0.03478
Beli hleb-zvezda	0.5	0.33	0.5	3	1	0.33	0.20	0.33	0.5	2	0.25	0.04097
Belil hleb (400 g)	1	1	1	4	3	1	2	2	1	5	0.33	0.11439
Domaci hleb	2	3	4	2	5	0.5	1	4	2	3	0.5	0.15439
Kifla	2	3	2	3	3	0.5	0.25	1	0.5	2	0.25	0.09095
Polubeli hleb	1	0.5	0.5	2	2	1	0.5	2	1	5	0.25	0.07891
Sovital hleb	0.25	0.5	0.33	2	0.5	0.20	0.33	0.5	0.20	1	0.20	0.03133
Vekna	4	3	3	2	4	3	2	4	4	5	1	0.22092

Stepen konzistentnosti u odnosu na Obim proizvodnje: CR = 0,08765

Tabela 27. Matrica poređenja alternativa u odnosu na potkriterijum Proizvodni gubici

Proizvodni gubici	Beli hleb (500 g)	Beli hleb (600 g)	Beli hleb (700 g)	Beli hleb-isečen i pakov.	Beli hleb-zvezda	Belil hleb (400 g)	Domaci hleb	Kifla	Polubeli hleb	Sovital hleb	Vekna	Težinski značaj (w _j)
Beli hleb (500 g)	1	2	1	0.5	0.5	3	2	0.5	2	0.33	2	0.08056
Beli hleb (600 g)	0.5	1	0.5	0.33	0.33	0.5	2	0.33	2	0.20	3	0.04894
Beli hleb (700 g)	1	2	1	0.33	0.5	2	3	0.5	2	0.33	2	0.07503
Beli hleb-isečen i pakov.	2	3	3	1	0.5	2	2	3	3	2	3	0.16492
Beli hleb-zvezda	2	3	2	2	1	2	2	1	3	0.5	4	0.13475
Belil hleb (400 g)	0.33	2	0.5	0.5	0.5	1	5	0.5	2	0.33	3	0.07179
Domaci hleb	0.5	0.5	0.33	0.5	0.5	0.20	1	0.25	0.5	0.167	1	0.03392
Kifla	2	3	2	0.33	1	2	4	1	4	0.5	5	0.12307
Polubeli hleb	0.5	0.5	0.5	0.33	0.33	0.5	2	0.25	1	0.167	2	0.0396
Sovital hleb	3	5	3	0.5	2	3	6	2	6	1	6	0.19804
Vekna	0.5	0.33	0.5	0.33	0.25	0.33	1	0.20	0.5	0.167	1	0.0294

Stepen konzistentnosti u odnosu na Proizvodne gubitke: CR = 0,05419

$$w_4 = \begin{bmatrix} 0.14554 & 0.11501 & 0.28845 & 0.16028 & 0.07073 & 0.04836 & 0.12045 & 0.4256 & 0.08006 & 0.08056 \\ 0.13645 & 0.11333 & 0.10949 & 0.14833 & 0.02988 & 0.04038 & 0.03584 & 0.13846 & 0.08281 & 0.04894 \\ 0.03015 & 0.054 & 0.03289 & 0.07598 & 0.0322 & 0.11595 & 0.03484 & 0.08313 & 0.07049 & 0.07503 \\ 0.02221 & 0.0177 & 0.05641 & 0.03774 & 0.02011 & 0.0155 & 0.21698 & 0.02145 & 0.03478 & 0.16492 \\ 0.0435 & 0.02757 & 0.0241 & 0.04614 & 0.04598 & 0.07706 & 0.05499 & 0.12365 & 0.04097 & 0.13475 \\ 0.06358 & 0.23332 & 0.11353 & 0.08221 & 0.06622 & 0.12198 & 0.0253 & 0.512 & 0.11439 & 0.07179 \\ 0.27851 & 0.27602 & 0.09679 & 0.21846 & 0.131 & 0.21996 & 0.08656 & 0.20863 & 0.15439 & 0.03392 \\ 0.0809 & 0.08428 & 0.01922 & 0.0531 & 0.19439 & 0.04213 & 0.0687 & 0.05939 & 0.09095 & 0.12307 \\ 0.05099 & 0.04399 & 0.06361 & 0.09263 & 0.12623 & 0.0412 & 0.06607 & 0.12278 & 0.07891 & 0.0396 \\ 0.01357 & 0.01529 & 0.01324 & 0.01828 & 0.1048 & 0.02551 & 0.1782 & 0.09145 & 0.03133 & 0.19804 \\ 0.13461 & 0.01951 & 0.18227 & 0.06684 & 0.17844 & 0.25196 & 0.11208 & 0.05729 & 0.22092 & 0.0294 \end{bmatrix} \quad (17)$$

Konačno, sveukupni prioritet razmatranih alternativa proračunat je na sledeći način:

$$W_{\text{alternative}} = w_4 \cdot W_{\text{potkriterijumi(global)}} = \begin{bmatrix} 0.15250 \\ 0.11562 \\ 0.05519 \\ 0.03692 \\ 0.04831 \\ 0.09946 \\ 0.20843 \\ 0.07460 \\ 0.07248 \\ 0.01686 \\ 0.11963 \end{bmatrix} \quad (18)$$

Dobijeni konačni rezultati sveukupnog prioriteta razmatranih alternativa omogućili su prioritizaciju istih po opadajućem nizu (označavanje datih alternativa prikazano je pri samom definisanju problema i biće korišćeno u postupku rangiranja):

$$A_7 > A_1 > A_{11} > A_2 > A_6 > A_8 > A_9 > A_3 > A_5 > A_4 > A_{10}$$

Dakle, može se zaključiti da se postojećim modelom došlo do adekvatnog rasporeda alternativa po definisanim kriterijumima i potkriterijumima, pri čemu je najbolja alternativa i ona na koju prehrambeno preduzeće treba da obrati najviše pažnje u procesu proizvodnje upravo alternativa A_7 – *domaći hleb*.

4. DISKUSIJA REZULTATA

Svrha ovog rada jeste elaboracija višekriterijumske metodologije primenom hibridnog ABC-ANP modela kako bi se izvršila prioritizacija proizvoda primarne A grupe na osnovu jasno definisanih i relevantnih kriterijuma.

Odabrani pristup baziran je na višekriterijumskoj MAUT (*engl.* Multi – Attribute Utility Theory) metodologiji u sprezi sa ABC metodom određivanja optimalnog proizvodnog programa na bazi jednog kriterijuma. Modifikacija primenjena u ovom hibridnom modelu prvenstveno kroz ANP metodologiju bazirana je na određivanju globalnih vektora prioriteta, čime je izmenjena standardna postavka ove metode koja podražava formiranje super matrice. Naime, kroz ovaj rad izvršena je međukonekcija jednokriterijumske ABC postavke (obim proizvodnje) i Saaty-jeve višekriterijumske ANP analize, koja je nadgrađena na primarnu A grupu dobijenu putem ABC metode.

Uzimajući u obzir različite preferencije u pogledu poređenih parova elemenata odlučivanja, primenjena metodologija dala je odgovarajuće rezultate u vidu rang liste jedanaest alternativa, odnosno proizvoda, na osnovu čega prehrambeno preduzeće može doneti odluku o adekvatnijem fokusiranju, prvenstveno na prvorangirani proizvod, ali i na ostale. Mrežno strukturiranje datog problema definisano u vidu interkonekcije između postavljenih kriterijuma, kao i spoljašnje konekcije među klasterima doprinelo je tome da se kao konačni rezultat svih proračuna alternativa A_7 (domaći hleb) javi kao preferentna u odnosu na ostalih deset.

Podrška pri odlučivanju u vidu softvera Super Decision, omogućila je donosiocima odluke da artikulišu preferencije prema različitim kriterijumima u okruženju i da ilustruju rezultate na najadekvatniji način.

Metodologija primenjena u radu zasniva se na originalnom pristupu ABC metodi, s obzirom da u sličnim naučno-istraživačkim radovima ona kao takva nije primenjena, a i nema velikog broja radova koji integrišu upravo ABC analizu sa nekom od MAUT metoda višekriterijumske analize na način na koji je to izvršeno u ovom radu. Naime, originalnost se odnosi na činjenicu da je u većini radova koji su uzeti kao osnova ovog istraživanja ANP metoda primenjena u izvornom obliku, kroz proračun supermatrica, dok je u ovom radu proračun vršen matričnim putem, odnosno ponderisanjem relevantnih elemenata odlučivanja.

ZAHVALNICA / ACKNOWLEDGEMENT

Autori rada svesrdno zahvaljuju prof. dr Đorđu Nikoliću na velikoj pomoći u obradi podataka, razvoju samog modela i na dragocenoj diskusiji o dobijenim rezultatima.

THE IMPLEMENTATION OF HYBRID ABC - ANP MODEL IN THE CASE OF DECISION MAKING IN FOOD PROCESSING INDUSTRY

Dušan Bogdanović, Sandra Blagojević, Natalija Tomić, Danijel Bogosavljević
*University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Engineering Management Department
Bor, Serbia*

Abstract

This paper presents the developed hybrid ABC - ANP model in terms of multi-criteria decision-making in the food processing industry. In fact, first in this study a selection of products according to the criterion of production volume was carried out with the ABC method and a new production plan of bakery, which was taken for this study, was made. After that, a new production program based on the primary A group of products was obtained. The appropriate ANP model for decision making was developed with the introduction the criteria through which the eleven products were examine. Based on the ANP method, ranking of the alternatives (products of the group A) was conducted and those alternatives which were the most favorable in terms of precisely defined attributes were selected.

Keywords: *ABC method, ANP method, hybrid model, multicriteria decision making, food processing industry.*

LITERATURA / REFERENCES

- [1] Mimović, P. (2012): Primena analitičkog mrežnog procesa u privređivanju prodaje automobila Fiat 500L, *Ekonomski horizonti* 14(3), Ekonomski fakultet, Kragujevac, pp. 165-176
- [2] Görener, A. (2012): Comparing AHP and ANP: An Application of Strategic Decisions Making in a Manufacturing Company, *International Journal of Business and Social Science* 3(11), Center for Promoting Ideas (CPI), New York, pp. 194-208
- [3] Grinting, M., Grinting, J. (2015): Fuzzy Continuous Review Inventory Model using ABC Multi-Criteria Classification Approach: A Single Case Study, *The Asian Journal of Technology Management* 8 (1), School of Business and Management, Bandung, Indonesia pp. 22-36
- [4] Flores, E., Whybark, D., C. (1986): Multiple Criteria ABC Analysis, *International Journal of Operations & Production Management* 6(3), Emerald Group Publishing, Bingley, UK, pp. 38-46
- [5] De Felice, F., Falcone, D., Forcina, A., Petrillo A., Silvestri A. (2014): *Inventory management using both quantitative and qualitative criteria in manufacturing system*, The 19th World Congress of the International Federation of Automatic Control, Cape Town, South Africa, pp. 8048-8053
- [6] Falcone, D., Silvestri, A., Forcina, A., Pacitto, A. (2005): *Application of AHP to Inventory Management and Comparison to Cross Analysis*, International Symposium on the Analytic Hierarchy Process, Honolulu, Hawaii, USA, pp. 1-6
- [7] Šarić, T., Šimunović, K., Pezer, D., Šimunović, G. (2014): Inventory classification using multi – criteria ABC analysis, neural networks and cluster analysis, *Tehnički vjesnik* 21(5), Univerzitet u Osijeku, Osijek, Hrvatska, pp. 1109-1115
- [8] Dehghani, M., Esmailian, M., Tavakkoli-Moghaddam, R. (2013): Employing Fuzzy ANP for Green Supplier Selection and Order Allocations: A Case Study, *International Journal of Economy, Management and Social Sciences* 2(8), Technology Institute of Dadaab, Dadaab, Kenya, pp. 565-575
- [9] Kiriş, Ş. (2013): Multi-Criteria Inventory Classification by Using a Fuzzy Analytic Network Process (ANP) Approach, *Informatica* 24(2), Vilnius University, Vilnius, Lithuania, pp. 199-217
- [10] Jovanović, A., Mihajlović, I., Živković, Ž. (2005): *Upravljanje proizvodnjom*, Tehnički fakultet u Boru, Bor, p.
- [11] Sajfert, Z., Nikolić, M. (2007): *Proizvodno-poslovni sistemi*, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin, p. 37
- [12] Radhouane Douissa, M., Jabeur, K. (2016): *A New Model for Multi-criteria ABC Inventory Classification: PROAFTN Method*, 20th International Conference on Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems, Procedia-Computer Science 96(2016), York, pp. 550 – 559
- [13] Omerhodžić, S. (2007): *Finansijski menadžment*, Harfo-Graf, Tuzla, p. 290.
- [14] Živković, Ž., Nikolić, Đ., Đordjević, P., Mihajlović, I., Savić, M. (2015): Analytical Network Process in the Framework of SWOT Analysis for Strategic Decision Making

- (Case Study: Technical Faculty in Bor, University of Belgrade, Serbia), *Acta Polytechnica Hungarica* 12(7), Budapest, pp. 199 – 216
- [15] Selcuk Kilic. H., Zaim, S., Delen, D. (2015): Selecting „The Best“ ERP system for SMEs using a combination of ANP and PROMETHEE methods, *Expert Systems with Applications* 42(5), Elsevier, Amsterdam, pp. 2343–2352
- [16] Svirčević, V. (2016): *Razvoj sistema za procenu i odabir direktnih dobavljača u automobilske industriji*, Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, pp. 72–74
- [17] Da Silveira Guimarães, J., L., Pamplona Salomonb, V., A. (2015): *ANP applied to the evaluation of performance indicators of reverse logistics in footwear industry*, Information Technology and Quantitative Management (ITQM 2015), Procedia-Computer Science 55 (2015), Rio de Janeiro, pp. 139 – 148
- [18] Saaty, T., L. (2008): The analytic hierarchy and analytic network measurement processes: Applications to decisions under Risk, *European Journal of Pure and Applied Mathematics* 1(1), Istanbul, pp. 122-196
- [19] Bayazit, O. (2006): Use of analytic network process in vendor selection decisions. Benchmarking, *Benchmarking: An International Journal* 13(5), Bingley, pp. 566-579
- [20] Majača, S. (2015): *Izbor strategije održavanja primenom metoda višekriterijumskog odlučivanja*, Diplomski rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, p. 29, 30, 39
- [21] Sevkli, M., Oztekin, A., Uysal, O., Torlak, G., Turkyilmaz, A., Delen, D. (2012): Development of a Fuzzy ANP-based SWOT Analysis for the Airline Industry in Turkey, *Expert Systems with Applications* 39(1), Elsevier, Amsterdam, pp. 14-24
- [22] Stojanović, S. (2016): *Razvoj modela za evaluaciju internet informacionih resursa primenom metoda višekriterijumskog odlučivanja*, Doktorska disertacija, Fakultet za menadžment, Zaječar, pp. 43–45
- [23] Yüksel, I., Dağdeviren, M. (2007): Using the analytic network process (ANP) in a SWOT analysis – A case study for a textile firm, *Information Sciences* 177(16), Elsevier, Amsterdam, pp. 3364–3382
- [24] Backović, M., Babić, S. (2013): Višekriterijumska optimizacija postupka izbora najpovoljnije polise životnog osiguranja, *Economics & Economy* 1(1), ELIT, Podgorica, pp. 41-66
- [25] Srđević, B., Jandrić, Z. (2000): *Analitički hijerarhijski proces u strateskom gazdovanju sumama*, Studija za JP „Srbijašume“, Šumarsko gazdinstvo „Novi Sad“, Novi Sad, p. 21
- [26] Saaty, T. (2008): The Analytic Network Process, *Iranian Journal of Operation Research* 1(5), Iranian Society of Operations Research, Tehran, pp. 1-27
- [27] Nukala, S., Gupta, S. M. (2006): *Supplier selection in a closed-loop supply chain network: an ANP-goal programming based methodology*, Proceedings of the SPIE International Conference on Environmentally Conscious Manufacturing VI, SPIE, Boston, Massachusetts, pp. 130-138
- [28] Chung, S. H., Lee, A., Pearn, W. L. (2005): Analytic network process (ANP) approach for product mix planning in semiconductor fabricator, *International Journal of Production Economics* 96(1), Elsevier, Amsterdam, pp. 15-36

- [29] Tzeng, G. H., Huang, J. J. (2011): *Multiple Attribute Decision Making – Methods and applications*, CRC Press, Boca Raton, pp. 29-30
- [30] Jovanović, A., Mihajlović, I., Živković, Ž. (2005): *Zbirka zadataka iz upravljanja proizvodnjom* [Skripta], Tehnički fakultet u Boru, Bor, p. 21
- [31] Živković, Ž., Nikolić, Đ. (2016): *Osnove matematičke škole strategijskog menadžmenta*, Tehnički fakultet u Boru, Bor, p. 85, 183, 184