

Pukovnik
dr NEDELJKO JOKIĆ

Profesor
dr JOVAN PETRIĆ

Primena operacionih istraživanja u planiranju ishrane u JNA

Jugoslovenska narodna armija, kao najorganizovanija i tehnički najopremljenija komponenta naših oružanih snaga, nastoji da u planiranju svoga razvoja obezbedi potpunu primenu naučnotehničkih i organizacionih saznanja. U okviru tih napora, organizovanje ishrane na naučnim osnovama ima veliki značaj za potpunu racionalizaciju postupaka, a time i ekonomskih efekata.

Cilj tih nastojanja je: humanizacija rada stvaranjem povoljnijih uslova za svestrani razvoj ličnosti pripadnika JNA; maksimalno povećanje efikasnosti rada uz minimalne utroške snaga i sredstava i obezbeđenje zdrave, pravilne, kvalitetne, a jeftinije ishrane; racionalno korišćenje vremena i stalno optimiziranje svih elemenata ishrane sa fiziološkog, vojnog i ekonomskog gledišta.

Efekti pravilne ishrane u JNA ukazuju na mnoga merila stabilnosti morala i snage odbrambene moći društva, od kojih su osnovna: 1) *fiziološko-psihološko merilo*, koje određuje intenzitet delatnosti, efikasnost u obnavljanju utrošene energije i eliminisanje profesionalnih oboljenja, trauma i udesa; 2) *sociološko merilo*, koje određuje stepen razvoja umnih i fizičkih sposobnosti, političke svesti i sadržajnosti rada; 3) *ekonomsko merilo*, koje određuje ekonomsku opravdanost organizacije i celishodnost stimulisanja; i 4) *vojno merilo*, koje određuje borbenu gotovost jedinica i korišćenje njihovih mo-

gućnosti za efikasno izvršavanje zadataka u ratu i miru u najkraćem mogućem vremenu uz minimalan utrošak snaga i sredstava.

Složenost funkcionisanja objekata ishrane u JNA ilustruje priložena shema, koja se odnosi na osnovne načine savremene proizvodnje i snabdevanja gotovim jelima. Očito je da klasični model planiranja ishrane ne može da usaglašava sve mogućnosti i ograničavajuće faktore u dnevnoj i periodičnoj planiranoj ishrani. Neophodna je izgradnja realnog matematičkog modela koji oponaša stvarno stanje. Time se omogućuje iznalaženje najpovoljnijeg rešenja i, zahvaljujući primeni savremenih elektronskih računara, skraćuje vreme dobijanja konačnih rezultata i olakšava analiza različitih uticaja, koji proizlaze iz promena parametara i ograničenja kvaliteta ishrane.

1. Pravci izgradnje savremenog modela planiranja ishrane

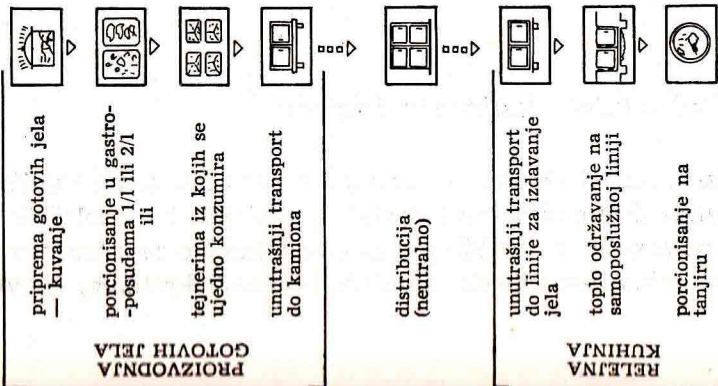
Planiranje ishrane u JNA veoma je značajno za zdravlje ljudi i njihovu zaštitu u određenim uslovima rada, kvalitet i izvršenje zadataka i za usmeravanje pripadnika JNA da se i posle izlaska iz JNA pravilno i racionalno hrane. Primenom operacionih istraživanja u ishrani JNA treba da se i dobije najpovoljnije rešenje za ishranu sa stanovišta mogućnosti i potreba; skрати vreme izrade programa i planova ishrane; utvrdi više varijanti ishrane, koje treba da se izanaliziraju i odabere najpovoljnija s obzirom na nutritivne parametre, vrste, podvrste i delove namirnica, fiziološke potrebe, specifične vojne potrebe, vreme, vremenske periode i klimatska područja, ekonomske mogućnosti i slično, i da se ojača i sistematizuje informativna baza podataka u vezi sa analizom različitih varijanti.

Radi realizacije postavljenih ciljeva, primena operacionih istraživanja treba da obuhvati tri osnovne oblasti: planiranje, programiranje i normiranje ishrane; organizaciju i tehnologiju obezbeđenja, skladištenja, obavljanja zaliha, pripremanja, manipulaciju i distribuciju hrane i kontrolu i upravljanje kvalitetom u ishrani JNA.

U JNA su poslednjih godina istraživane mogućnosti za primenu operacionih istraživanja u oblasti planiranja, programiranja i normiranja ishrane. Rezultat tog istraživanja je novi matematički model ishrane, koji je uspešno realizovan. Do sada razvijeni modeli ishrane, poznati u nama dostupnoj literaturi, vezivani su za izbor vrste i mase prehrambenih proizvoda koje treba koristiti u ishrani u određenom planskom periodu. Međutim, novodobijeni model odnosi se na struk-

OSNOVNI NAČINI SAVREMENE PROIZVODNJE I SNABDEVANJA GOTOVIM JELIMA

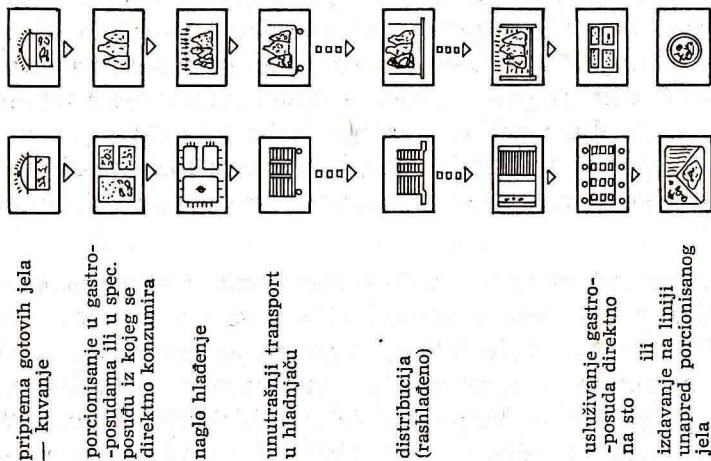
TOPLO



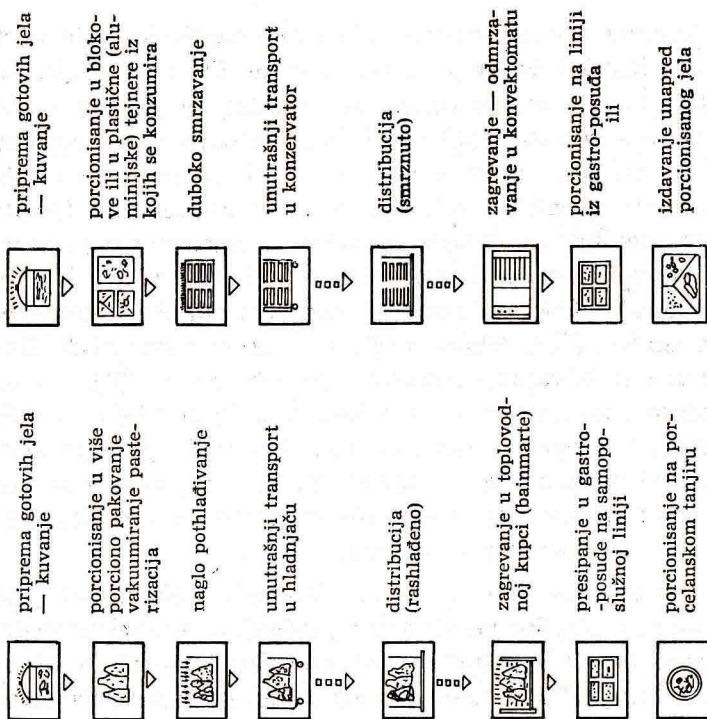
PROIZVODNJA GOTOVIM JELIMA

RELEJNA KUHINJA

NAGLO HLAĐENO VAKUMIRANO PASTERIZOVANO



DUBOKO SMRZNUTO



KOMENTAR SEME: Jela dobijena na bilo koji način od pri-kazanih u ovoj šemi, i sterilisana i instant jela, pogotovu jela i konzervirane namirnice, treba da se u pogonima ishra-ne — relejnim kuhinjama dorađuju, dovršavaju i komponuju

u nova jela uz korišćenje svežih namirnica, začina, dodataka jelima i sl. Stoga se danas ne može zamisliti funkcionisanje pogona ishrane — relejne kuhinje bez naučnih postavki i savremene i racionalne organizacije i humanizacije rada.

turiranje ishrane izborom normiranih jela i namirnica čije su nutritivne i druge karakteristike u celosti poznate. Pri tome se, kao konačan rezultat, dobija rešenje vezano za mesečni, tromesečni i godišnji plan uz najbolje zamene jela i namirnica, s obzirom na: broj korisnika, dopustive troškove za mesečnu ishranu, korisne sastave nutritivnih komponenti, specifične vojne potrebe itd. Jedino tako formulisan i postavljen problem ima smisla, ne samo sa zdravstvenog i humanog stanovišta nego i sa stanovišta standarda i ekonomskih i drugih mogućnosti i potreba. Dobijeni model omogućava određenu konstantnost troškova u ishrani JNA, odnosno njihovo usklađivanje sa društvenim mogućnostima u izdvajanju sredstava za ishranu u JNA i u okviru takvih troškova favorizovanje jela koja pozitivno utiču na ukupni kvalitet ishrane. Stoga je jedino svrsishodno praćenje ishrane na osnovu izbora normiranih jela i namirnica koje su usklađene tako da kompromisno zadovoljavaju higijensko-zdravstvene i kulinarske zahteve, i navike i ekonomske mogućnosti.

Radi operativnog praćenja zaliha hrane i svakodnevnog proračuna i obračuna utroška namirnica i praćenja i analiziranja dnevne cene koštanja hrane u objektima ishrane, izrađen je i usvojen projekat čija su programska rešenja realizovana na mikroračunaru *APPLEIVELA 2*, domaće proizvodnje. Rezultati ispitivanja programskih rešenja su zadovoljavajući, pa predstoji nabavka mikroračunara, kojima će se opremiti objekti ishrane, a koji će doprineti efikasnijem praćenju troškova svakodnevne ishrane i racionalizaciji ishrane u celini.

Treba naglasiti da je to pionirski rad u oblasti primene operacionih istraživanja, ne samo u ishrani JNA nego i u društvu u celini. Stoga treba očekivati veće interesovanje za primenu tog projekta i u ostalim strukturama društvene ishrane, naročito u školskim, studentskim, dečjim, bolničkim i radničkim objektima ishrane. To bi imalo veliki značaj za zdravu, racionalnu i ekonomičnu ishranu u našem društvu, čime se direktno utiče i na njegovu odbrambenu sposobnost.

2. Klasični model planiranja ishrane

Sadašnji razvoj sistema ishrane u JNA zasniva se na studijskom osvetljavanju dostignutih materijalnih, tehničkih i tehnoloških mogućnosti, po pravilu, za svakih pet godina, s tim što se u tom periodu, prema zahtevima tekućih ekonomskih i tržišnih kretanja, obavljaju

nužne korekcije. Na taj način ishrana u JNA uvek je u granicama kompromisa između mogućnosti i potreba.

Postupak planiranja ishrane sastoji se iz nekoliko međusobno logički povezanih operacija, praćenih određenim ograničavajućim činiocima, i to:

1) Izrada receptura za pripremanje jela, koje sadrže grupe jela sa sledećim karakteristikama: naziv jela, vrste i masa namirnica, tablične energetske i biološke vrednosti jela, tehnologija pripremanja, normativi pripremljenog jela za podelu i vremena i načina podele jela. Recepture (normirani deo) moguće je raditi prema utvrđenom matematičkom modelu na računaru.

2) Na osnovu receptura rade se ciklusi primene normiranih jela za plan ishrane. To je najsloženiji deo posla, jer kombinacije moraju zadovoljiti zahteve nauke koje se odnose na dnevnu ishranu (higijensko-zdravstvene), specifične vojne zahteve, kulinarske zahteve, navike i ekonomske mogućnosti. Osim toga, tom operacijom treba da se ostvari: raznovrsnost ishrane, usklađivanje potrošnje namirnica sa dinamikom obnavljanja namirnica i konzerviranih dnevnih obroka iz ratne rezerve i tržišnom ponudom, što niži dnevni troškovi ishrane, najpovoljnije korišćenje instaliranih kapaciteta mašina, uređaja i radne snage u objektima ishrane i slično.

3) Plan utroška namirnica drugi je deo plana ishrane, koji proističe iz ciklusa primene normiranih jela. Ukupno, u ishrani učestvuje oko 106 vrsta i podvrsta namirnica. Plan utroška namirnica je osnovica za planiranje novčanih sredstava i dinamiku obezbeđenja namirnica.

Pravilnikom o ishrani u JNA i Planom ishrane omogućeno je neposrednim realizatorima ishrane da u okviru receptura i plana utroška namirnica izrađuju sopstvene planove ishrane i dnevne, dekadne i mesečne dnevne jelovnike. Te mogućnosti do sada nije ni jedna jedinica koristila. Međutim, nestručnih zamena namirnica i jela u dnevnoj ishrani bilo je mnogo. Osnovni razlog za to jeste nedovoljna stručnost raspoloživih kadrova, broj izvršilaca i vreme za koje se može takav sopstveni plan ishrane sačiniti a da zadovolji sve zahteve. Tako veliki posao, koji se radi ručno, nije moguće završiti u roku kraćem od dve godine. Svaka izmena ili dopuna izaziva lančane reakcije, pa se one ne mogu završiti u roku kraćem od tri do šest meseci, što je, u odnosu na današnja privredna kretanja i tržišne i ekonomske mogućnosti, krajnje neefikasno i skupo, bez obzira na sva naprezanja.

Matematički iskazan, klasičan model ishrane sastoji se u minimizaciji ukupnih troškova ishrane definisanih funkcijom $f^0(x)$, tj. traži se:

$$\text{Min } f^0(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

pri ograničenjima

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq \bar{b}_i \quad (i=1, 2, \dots, m)$$

$$x_j \geq 0 \quad (j=1, 2, \dots, n)$$

gde je:

x_j — količina j -tog prehrambenog proizvoda,

c_j — cena jedinice mere j -tog prehrambenog proizvoda,

a_{ij} — sadržaj i -te komponente (13—17 komponenti) u jedinici mere j -tog prehrambenog proizvoda,

$\underline{b}_i, \bar{b}_i$ — donja i gornja granica nutritivnog ili energetskog sastava u ishrani za planski period.

Takav matematički model ishrane, koji se susreće u navedenoj literaturi (7 i 8), iako je logičan, nema mogućnosti za primenu u procesima planiranja i programiranja ishrane vojnika, jer se u njemu ne vodi računa o jelima i njihovom kvalitetu, ukusu i drugim osobinama, o mogućnostima izdvajanja određenih sredstava za ishranu itd. To su bili osnovni razlozi koji su uticali na organizovanje matrice modela, o kojima ćemo navesti kraće podatke.

3. Postavljanje problema planiranja ishrane u JNA

S obzirom na navedene i druge značajne elemente izrade plana ishrane, problemi planiranja celodnevne ishrane u JNA mogu se svesti na sledeću verbalnu interpretaciju: a) nepoznate veličine u modelu su broj jela iz jelovnika i koja jela i koliko puta treba uzeti u jednom mesecu; b) matematički model mora zadovoljiti dnevne energetske i nutritivne potrebe i obezbeđivati kvalitet i raznovrsnost ishrane; c) model treba da obezbedi postizanje cilja programiranja, pri čemu su sredstva koja se izdvajaju za ishranu limitirana društvenim mogućnostima i standardom.

Sadašnja metodologija i elementi izrade plana ishrane su celoviti i sveobuhvatniji, ali je tehnologija i tehnička opremljenost klasična i

spora, pa se ne mogu pratiti savremena tehničko-tehnološka dostignuća u osvajanju i upotrebi prehrambenih proizvoda prema kvalitetu i cenama koštanja. U tom okviru trošenja u ishrani u osnovi su nepoznata veličina i nema mogućnosti da se efikasno optimiziraju. Činjenica je da je primena operacionih istraživanja u ishrani JNA nužna sa ekonomskog, nutritivnog i specifičnog vojnog gledišta.

Na osnovu postavljenog cilja i zadataka koji proizlaze iz njega, u periodu realizacije projekta izgrađeni su i izanalizirani: 1) opšti matematički model optimizacije planova i programa ishrane vojnika; 2) razvijen je novi, originalni matematički model, koji je prilagođen zahtevima koji se postavljaju u okviru ishrane vojnika; 3) ispitane su najadekvatnije metode i algoritmi rešavanja razvijenih modela, kako optimizacionog tako i simulacionog karaktera; 4) sačinjeni su odgovarajući programi za primenu računara i izvršeno njihovo testiranje na pogodnim test-primerima; 5) pripremljene su potrebne baze podataka za formiranje realnog konkretnog modela planiranja i programiranja ishrane vojnika; 6) testirani su programi za primenu računara na realnom primeru; 7) analizirana su dobijena rešenja i ocene različite mogućnosti njihove primene i interpretacije u konkretnim uslovima; 8) oformljena je potrebna dokumentacija za obuku kadrova korisnika rezultata istraživanja *plana i programa ishrane za vojnički obrok* (br. 1), i to u više varijati; 9) svi programi su preneti i sada funkcionišu na računaru, što ima poseban značaj.

4. Matematički model ciljnog programiranja ishrane

Razvijeni matematički model ciljnog programiranja ishrane razlikuje se od klasičnog. Ne razmatrajući kompleksnu organizaciju, tehnologiju i kombinatoriku rada, u najkraćem ćemo pokušati da objasnimo razvijeni matematički model ciljnog programiranja, koji se sa uspehom može koristiti u planiranju i programiranju ishrane, a sastoji se u određivanju:

Min ($d^+ + d^-$), tj. minimuma pojasa odstupanja od fiksiranih troškova ishrane,

pri ograničenjima

$$(1) \sum_{j=1}^n c_j x_j + d^- - d^+ = C \quad \text{troškovi}$$

$$(2) \sum_{j=1}^{nl} x_j = a_d \quad \text{doručak}$$

- (3) $\sum_{j=n_j+1}^{n_3} x_j = a_u$ užina
- (4) $\sum_{j=n_3+1}^{n_4} x_j = a_r$ ručak (glavna jela)
- (5) $\sum_{j=n_4+1}^{n_5} x_j = a_s$ supa
- (6) $\sum_{j=n_5+1}^{n_6} x_j = a_v$ večera (glavna jela)
- (7) $\sum_{j=n_6+1}^{n_7} x_j = a_h$ hladna večera
- (8) $\sum_{j=n_7+1}^{n_8} x_j = \bar{a}_s$ salata
- (9) $\sum_{j=n_8+1}^{n_9} x_j = a_k$ slatkiši
- (10) $\underline{d}_k t \sum_{j=1}^n d_{jk} x_j \underline{d}_k t$ ($t = \text{masa svih namirnica}$
($k = 1, 2, \dots, 9$) namirnice)
- (11) $\underline{a}_i \sum_{j=1}^n a_{ij} a_i$ ($i = 1, 2, \dots, m$) nutritivna ograničenja
- (12) $\underline{b} \sum_{j=1}^n b_j x_j \bar{b}$ energetska vrednost
- (13) $\sum_{j=1}^n e_{jk} x_j e_k$ ($k = 1, \dots, 7$) obavezan utrošak
namirnica
- (14) $\underline{a}_j x_j \bar{a}_j$ ($j = 1, \dots, n$) ograničenje broja jela

gde su:

x_j — nepoznate veličine koje predstavljaju broj jela j -te vrste koja treba koristiti u planskom periodu (ovde je planski period mesec),

c_j — cena j -otog jela,

d^+ , d^- — devijacione promenljive,

$a_d, a_u, a_r, a_s, a_v, a_h, a_s, a_k$, — broj doručaka, užina, ručkova, supa, večera (glavna jela), hladnih večera, salata, slatkiša — respektivno koje treba uzimati u planskom periodu,

d_{jk} — učešće k -te namirnice u j -tom jelu,

a_{ij} — učešće i -te nutritivne komponente u j -tom jelu,

$\underline{a}_i, a$, — donja i gornja granica i -te nutritivne komponente donje i gornje granice energetske vrednosti,

C — dopustivi troškovi za ishranu po jednom vojniku itd.

Tim modelom obuhvaćeno je 14 osnovnih ograničavajućih činilaca, mada ih ima više. Za njegovu izradu korišćeni su savremeni modeli i metode operacionih istraživanja, posebno modeli i metode ciljnog i celobrojnog programiranja. Pri tome su korišćene ne samo optimizacione metode (koje daju optimalno rešenje) već i simulacione metode, koje daju više varijanti dopustivih rešenja između kojih se bira najbolje.

Zadate korekcije, prema izračunatom planu ishrane, mogu se na računaru završiti za manje od dva sata. Klasični način dosadašnjeg rada zahtevao je oko tri do šest meseci, tako da neke korekcije toliko zakasne da se pre njihove primene moraju raditi nove, što ne obezbeđuje ažurnost u planiranju, smanjenje troškova ishrane i slično.

Razvijeni matematički model omogućuje izradu plana ishrane prema periodičnim i godišnjim finansijskim planovima.

Osim izrađenog plana ishrane za vojnike, predstoji izrada planova ishrane za: učenike, pitomce, bolesnike, pripadnike stranih armija na školovanju u JNA, letače, ishranu na radnom mestu, u vojnim odmaralištima i slično.

Dosadašnje analize su pokazale da se primenom operacionih istraživanja može obuhvatiti i organizacija i tehnologija obezbeđenja namirnica, distribucija hrane i njena kontrola i upravljanje kvalitetom u ishrani JNA. Time bi se, primenom savremenih metoda operacionih istraživanja, obuhvatio celokupan sistem planiranja, programiranja, organizacije i tehnologije ishrane u JNA, koji značajno može svesti ostatke nepojedene hrane u normalne granice, poboljšati kvalitet ishrane i zadovoljstvo korisnika, humanizovati nivo organizacije rada i smanjiti troškove ishrane, koji su vrlo visoki. Stoga taj prilaz planiranju ishrane u JNA u narednom srednjoročnom planu čini, kako u smislu matematičke interpretacije problema tako i u smislu poboljšanja metoda njegovog rešavanja, područje posebnog interesovanja u svetlu unapređenja celokupnog procesa planiranja ishrane i podizanja njenog kvaliteta na viši nivo.

L I T E R A T U R A

1. Jovan Petrić, Nedeljko Jokić, Slobodan Krčevinac, Radoslav Blagojević i saradnici: *Mogućnost primene metoda operacionih istraživanja u programiranju i planiranju ishrane vojnika*, Fakultet organizacionih nauka i Intendantska uprava SSNO, Beograd 1982 (preliminarna studija, 1984. elaborat).
2. *Programi i rezultati o planiranju i programiranju ishrane vojnika dobijene pomoću računara H-66* (elaborat), Fakultet organizacionih nauka Beograd, Intendantska uprava SSNO, 1984.

3. *Propisi o ishrani u JNA*, Intendantska uprava SSNO.
4. Nedeljko Jokić: *Istraživanja o ishrani u JNA*, VIZ, Beograd 1982.
5. Nedeljko Jokić i Milić Radović: *Organizovanje rada u pogonima ishrane JNA* (Priručnik), VIZ, Beograd 1982.
6. *Recepture za pripremanje jela u JNA*, dopunjeno izdanje, Intendantska uprava SSNO, 1983.
7. Jovan Petrić i Zora Petrić: *Operaciona istraživanja u vojsci*, VIZ, Beograd 1974.
8. Dantzig, G. B.: *Linear Programming and Extensions*, »Princeton University Press«, Princeton, New Jersey, 1963.
9. Slobodan Krčevinac i Milutin Čupić: *Ekonometrijske metode*, »Privredno-finansijski vodič«, Beograd 1980.