Mr Nikola Bračika,
potpukovnik, dipl. inž.

PLANIRANJE POPUNE NASTAVNIH JEDINICA U USLOVIMA OGRANIČENJA

Zadovoljenje potreba nastavnih jedinica VJ za popunom regrutima, u slučaju kada su zahtevi za popunom veći od mogućnosti popune, svodi se na izradu planova popune prema definisanom prioritetu jedinica i zahtevanih vojnoevolucionih specijalnosti (VES). Rešenje problema je višeznačno i zavisi od načina pridruživanja prioriteta.

Uvod

U sistemu vojne obaveze, proces popune VJ regrutima zauzima značajno mesto u planskom osposobljavanju kadrova i u odbrambenim pripremama društva u celini. Teorijski gledano, regrutni kontingent sposobnih i raspoloživih regruta za služenje vojnog roka trebalo bi da odgovara potrebama mirnodopske VJ. Međutim, u poslednjih nekoliko godina broj regruta raspoloživih za upućivanje u VJ je manji od mirnodopskih potreba. U ovakvoj situaciji sve jedinice ne mogu biti 100% popunjene i javlja se potreba za planiranjem takve popune gde će svakoj jedinici i VES-ti biti dodeljen neki prioritet popune. Tako će stepen popunjivosti jedinica biti zavisian od pridruženog prioriteta, a svi raspoloživi regruti biće raspoređeni. Primer na kojem je prikazan metod planiranja popune u slučaju kada su mogućnosti manje od potreba pretpostavljen je.

Teoretska postavka problema

Planiranju popune nastavnih jedinica VJ regrutima pristupa se kroz sagledavanje njihovih potreba za popunom u posmatranom periodu po strukturi VES-ti, s jedne strane, i mogućnosti za adekvatnom popunom regrutima

odgovarajućih VES-ti s druge strane. Odnos između potreba i mogućnosti može biti takav da je:

$$M_i \geq P_{ij} \text{ ili } M_i < P_{ij} \quad (1)$$

Pri tome su:

M_i — mogućnosti popune i-tom VES-ti, a

P_{ij} — potrebe j-te jedinice za popunom i-tom VES-ti.

U opštem slučaju $i=1,2,\dots,m$, a $j=1,2,\dots,n$.

Problem se javlja u drugom slučaju, kada potrebe prevazilaze mogućnosti popune i gde je moguće definisati različite politike planiranja popune, koje će omogućiti popunu posmatranih jedinica, tako da njihovi zahtevi ostanu u manjoj ili većoj meri zadovoljeni. S obzirom na značaj nastavnih jedinica i VES-ti koje se u njima obučavaju, može im se dodeliti redosled popune prema njihovom značaju. U tom slučaju, redosled popune j-te jedinice i-tom VES-ti (K_{ij}) biće obrnuto proporcionalan nivou prioriteta, a prioritet se iskazuje koeficijentom značajnosti

$$\mu_{ij} = \frac{K_{ij}}{\text{Max}(K_{ij})}; \quad (0 \leq \mu_{ij} \leq 1) \quad (2)$$

gde je

$\text{Max}(K_{ij})$ — maksimalna vrednost redosleda popune.

Za $\mu_{ij}=0$ obezbeđuje se potpuna popuna, a za $\mu_{ij}=1$ najniži nivo popune s obzirom na raspoložive mogućnosti. Pri tome je moguće da više VES-ti i jedinice imaju isti redosled popune K_{ij} . Da bi koeficijent značajnosti μ_{ij} izražavao veličinu neudovoljenih potreba VES-ti po jedinicama, potrebno ga je iskazati kao normalizovani koeficijent značajnosti

$$\mu'_{ij} = \frac{\mu_{ij}}{\sum_{j=1}^n \mu_{ij}} ; \sum_{j=1}^n \mu'_{ij} = 1 \quad (3)$$

Manjak regruta i-te VES-ti može se iskazati izrazom:

$$D_i = P_i - M_i = \sum_{j=1}^n P_{ij} - M_i \quad (4)$$

gde su:

P_i — potrebne jedinice za popunom i-tom VES-ti;

M_i — mogućnosti popune i-tom VES-ti;

P_{ij} — potrebe j-te jedinice za popunom i-tom VES-ti.

Moguće rešenje plana popune regrutima kojim se pojedinim jedinicama uskraćuje izvesni broj zahtevanih regruta, nalazi se raspodelom raspoloživog broja regruta, tako da vredi:

$$M_i = \sum_{j=1}^n P'_{ij} = \sum_{j=1}^n P_{ij} - D_i \quad (5)$$

Pri tome je:

P'_{ij} — planirani broj regruta i-te VES-ti za popunu j-te jedinice tako da bude $P'_{ij} \leq P_{ij}$.

Nadležna organizacijska jedinica GŠ VJ, koja vrši planiranje popune nastavnih jedinica regrutima, ceneći faktore koji definišu prioritete u popuni, određuje iznose redosleda popune K_{ij} , a preko njih se izražavaju normalizovani koeficijenti prioriteta μ_{ij} .

Zahtevi jedinica sa koeficijentom $\mu_{ij}=0$ zadovoljavaju se u potpunosti, a

ostalim se uskraćuju iznosi δ_{ij} , tako da se pokriva manjak koji iznosi

$$D_i = \sum_{j=1}^n \delta_{ij} \quad (6)$$

Da bi se odredio nedostajući broj regruta δ_{ij} po VES-tima i jedinicama potrebno je odrediti koeficijent nepopunjenosti β_{ij} prema izrazu

$$\beta_{ij} = \frac{\mu'_{ij} \cdot P_{ij}}{\sum_{j=1}^n \mu'_{ij} \cdot P_{ij}} ; \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \beta_{ij} = 1 \right) \quad (7)$$

Sada je manjak regruta po VES-tima i jedinicama moguće rasporediti prema izrazu

$$\delta_{ij} = \beta_{ij} \cdot D_i \quad \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \delta_{ij} = 1 \right) \quad (8)$$

a moguća popuna tada iznosi

$$P'_{ij} = P_{ij} - \delta_{ij} \quad (9)$$

Pri tome mora biti zadovoljen uslov iskazan izrazom (5).

Konačno, popuna j-te jedinice i-tom VES-ti može se iskazati koeficijentom popune

$$\lambda_{ij} = \frac{P'_{ij}}{P_{ij}} ; (0 \leq \lambda_{ij} \leq 1) \quad (10)$$

Za vrednosti $\lambda_{ij}=1$ obezbeđena je potpuna popuna, što odgovara koeficijenti značajnosti $\mu'_{ij}=0$.

Računarski model plana popune i primer planiranja

U skladu sa teoretskom razradom problema planiranja popune nastavnih jedinica regrutima, izrađen je računarski model planiranja popune u uslovima nedostatka sposobnih i raspoloživih regruta za upućivanje na odsluženje vojnog roka. Listing programa izrađenog u programskom jeziku dBASE IV prikazan je u prilogu, a blok-dijagram na slici 1.

Sl. 1 — Algoritam planiranja popune u uslovima nedostatka resursa

U primeru koji sledi zahteva se popuna četiri nastavne jedinice sa jedanaest VES-ti prema podacima datim u tabeli 1.

Pri tome su:

- MBRJ — matični broj nastavne jedinice;
- VES — šifra vojnoevidencione specijalnosti;

- PRIJ — redosled popune preko kojeg se iskazuje normalizovani koeficijent značajnosti μ'_{ij} ;
- POT — potrebe jedinica za popunom regrutima po VES-ti.

Mogućnosti popune za posmatrani period, za koji se plan radi, iskazane su u tabeli 2, u kojoj je MOG — broj sposobnih i raspoloživih regruta za upućivanje na služenje vojnog roka u posmatranom planskom periodu.

Tabela 1

Potrebe nastavnih
jedinica za popunom
regrutima

V E S	MOG
11101	2000
11102	2500
11103	5000
11104	2400
11105	1500
11106	1000
12101	360
12102	220
12103	550
12401	460
12402	603
12403	762
UKUPNO	17355

Tabela 2

Mogućnosti popune regrutima

VES	MBRJ	PRIJ	POT
11101	0001	0	1198
	0002	2	499
	0004	2	298
	0003	3	242
	Svega:		2237
11102	0002	0	527
	0001	2	1087
	0003	3	769
	Svega:		2383
11103	0003	0	3081
	0004	2	1067
	0002	4	2337
	0001	5	1198
	Svega:		7683
11104	0002	1	850
	0003	4	410
	Svega:		1260
11105	0002	0	820
	0004	3	400
	Svega:		1220
12101	0001	1	100
	0002	2	150
	0003	3	130
	Svega:		380
12102	0001	2	85
	0003	2	94
	0004	3	106
	Svega:		285
12103	0002	2	329
	0004	3	274
	Svega:		603
12401	0001	1	234
	0002	2	195
	0003	3	83
	Svega:		512
12402	0002	2	342
	0004	4	281
	Svega:		623
12403	0001	2	243
	0002	5	374
	0004	6	193
	Svega:		810
U K U P N O :			17996

Tabela 3

Rezultati planiranja popune

V E S	MBRJ	POP
11101	0001	1198
	0002	482
	0003	229
	0004	288
	Svega	2197
11102	0001	1049
	0002	527
	0003	730
	Svega	2306
11103	0001	1094
	0002	2176
	0003	3081
	0004	1030
	Svega	7381
11104	0002	835
	0003	382
	Svega	1217
11105	0002	820
	0004	379
	Svega	1199
12101	0001	98
	0002	145
	0003	123
	Svega	366
12102	0001	82
	0003	91
	0004	101
	Svega	274
12103	0002	317
	0004	260
	Svega	577
12401	0001	230
	0002	188
	0003	79
	Svega	497
12402	0002	330
	0004	262
	Svega	592
12403	0001	234
	0002	342
	0004	173
	Svega	749
U K U P N O		17355

Rezultati proračuna smeštaju se u tabelu 3, a kolona POP sadrži proračunati broj regruta zahtevane VES-ti koji se, s obzirom na iskazane prioritete, mogu planirati za upućivanje u posmatrane nastavne jedinice.

Način proračuna popune pojedinih VES-ti za jedinicu sa matičnim brojem »0001« prikazan je u tabeli 4.

že se prikazivati na više načina. U tabelama 5, 6 i 7 prikazani su pregled popune jedinica po VES-ti, popune VES-ti, regruta u posmatranim jedinicama i popune rodova-službi u tim jedinicama. Moguće su i druge kombinacije pregleda, ako se uključe nivoi posmatranja (korpusi, armije i VJ kao celina).

Tabela 4

Proračun popune za jedinicu »0001«

VES	K_i	μ_i	μ'_i	P_i	$\mu'_i \cdot P_i$	β_i	δ_i	P_i'	λ_i
11101	0	0.0	0.000	1198	0.000	0.000	0	1198	1.000
12101	1	0.2	0.077	100	7.700	0.011	2	98	0.980
12401	1	0.2	0.077	234	18.018	0.026	4	230	0.983
11102	2	0.4	0.154	1087	167.398	0.237	37	1050	0.966
12102	2	0.4	0.154	85	13.090	0.019	3	82	0.964
12403	2	0.4	0.154	243	37.422	0.053	9	234	0.963
11103	5	1.0	0.384	1198	461.230	0.654	103	1095	0.914
UKUPNO		2.6	1.000	4145	704.853	1.000	158	3987	0.962

Prikazani primer predstavlja, zapravo, prostu raspodelu jednorodnog resursa jednodimenzionalnog procesa optimalne raspodele u dinamičkom programiranju [3].

Naime, ako se kao funkcija cilja definiše

$$F(\lambda)_{\text{Max}} = \sum K_i \cdot P_i \cdot \lambda_i \quad (11)$$

problem se svodi na iznalaženje skupa promenljivih $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_7$ za koji će $F(\lambda)$ imati maksimum uz uslov $\sum P_i \cdot \lambda_i = M$. Osim toga, promenljive λ_i moraju se naći u intervalu $0 \leq \lambda_i \leq 1$, a mogu se menjati nekim korakom (npr. 0.01).

Način iznalaženja optimalnog rešenja, koji je prikazan u tabeli 4, u odnosu na model dinamičkog programiranja (11), jednostavniji je, brži za proračun i lakše primenjiv u praksi, pa mu zato treba dati prednost.

Plan popune, zavisno od potreba planskih organa i njegove namene, mo-

Za dobijanje prikazanih i drugih pregleda nije potrebno mukotrpno programiranje, jer se oni mogu dobiti korišćenjem upitnog jezika SQL ili QBE i generatora izveštaja koje dBASE IV sadrži.

Iz totala tabela 5, 6 i 7 (poslednji red) uočava se da je planiranjem obezbeđenja popuna nastavnih jedinica od 96,44%.

Uporedni prikaz ulaznih i izlaznih rezultata (tabela 8) ukazuje na izvesnu neusklađenost iskazanih potreba sa veličinom i strukturom regrutnog kontingenta. Tako su mogućnosti popune VES-tima »11102«, »11104«, »11105« veće od potreba za popunom, a VES »11106« se i ne traži, iako postoje mogućnosti od 1000 regruta za njegovom popunom. Posledica toga je da će se izvesnom broju regruta morati promeniti VES, kako bi se zadovoljili zahtevi za popunom. Radi se o broju od 2704 regruta, što predstavlja zbir negativnih odstu-

Tabela 5

Pregled popune po VES-tima

V E S	MBRJ	PRIJ	POT	POP	K_POP
11101	0001	0	1198	1198	1.0000
	0002	2	499	482	0.9700
	0004	2	298	288	0.9700
	0003	3	242	229	0.9500
	S v e g a		2237	2197	0.9821
11102	0002	0	527	527	1.0000
	0001	2	1087	1049	0.9700
	0003	3	769	730	0.9500
	S v e g a		2383	2306	0.9677
11103	0003	0	3081	3081	1.0000
	0004	2	1067	1030	0.9700
	0002	4	2337	2176	0.9300
	0001	5	1198	1094	0.9100
	S v e g a		7683	7381	0.9607
11104	0002	1	850	835	0.9800
	0003	4	410	382	0.9300
	S v e g a		1260	1217	0.9659
11105	0002	0	820	820	1.0000
	0004	3	400	379	0.9500
	S v e g a		1220	1199	0.9828
12101	0001	1	100	98	0.9800
	0002	2	150	145	0.9700
	0003	3	130	123	0.9500
	S v e g a		380	366	0.9632
12102	0001	2	85	82	0.9600
	0003	2	94	91	0.9700
	0004	3	106	101	0.9500
	S v e g a		285	274	0.9614
12103	0002	2	329	317	0.9600
	0004	3	274	260	0.9500
	S v e g a		603	577	0.9569
12401	0001	1	234	230	0.9800
	0002	2	195	188	0.9600
	0003	3	83	79	0.9500
	S v e g a		512	497	0.9707
12402	0002	2	342	330	0.9600
	0004	4	281	262	0.9300
	S v e g a		623	592	0.9502
12403	0001	2	243	234	0.9600
	0002	5	374	342	0.9100
	0004	6	193	173	0.9000
	S v e g a		810	749	0.9247
U K U P N O :			17996	17355	0.9644

panja planirane popune od mogućnosti (tabela 8). Pored toga, javlja se potreba da se za 100 regruta promeni rod »11« u službe »21« ili »24«, što pokazuje analiza prikazana u tabeli 9.

Kritičkom analizom dobijenih rezultata planiranja iz tabele 5, 6 i 7 mo-

že se sagledati realnost planiranja popune i u kojoj meri plan zadovoljava iskazane potrebe kroz pridružene prioritete. Ukoliko se ukaže potreba za drugačijim stepenom popune jedinica, rodova-službi ili konkretnih VES-ti, plan se može korigovati variranjem vrednosti iz kolone PRIJ u tabeli 1.

Pored prikazanog načina iskazivanja prioriteta za popunom, mogu se od-

Tabela 6

Pregled popune po jedinicama

MBRJ	V E S	PRIJ	POT	POP	K_POP
0001	11101	0	1198	1198	1.0000
	12101	1	100	98	0.9800
	12401	1	234	230	0.9800
	11102	2	1087	1049	0.9700
	12102	2	85	82	0.9600
	12403	2	243	234	0.9600
	11103	5	1198	1094	0.9100
	S v e g a		4145	3985	0.9614
0002	11102	0	527	527	1.0000
	11105	0	820	820	1.0000
	11104	1	850	835	0.9800
	11101	2	499	482	0.9700
	12101	2	150	145	0.9700
	12103	2	329	317	0.9600
	12401	2	195	188	0.9600
	12402	2	342	330	0.9600
	11103	4	2337	2176	0.9300
	12403	5	374	342	0.9100
	S v e g a		6423	6162	0.9594
0003	11103	0	3081	3081	1.0000
	12102	2	94	91	0.9700
	11101	3	242	229	0.9500
	11102	3	769	730	0.9500
	12101	3	130	123	0.9500
	12401	3	83	79	0.9500
	11104	4	410	382	0.9300
	S v e g a		4809	4715	0.9805
0004	11101	2	298	288	0.9700
	11103	2	1067	1030	0.9700
	11105	3	400	379	0.9500
	12102	3	106	101	0.9500
	12103	3	274	260	0.9500
	12402	4	281	262	0.9300
	12403	6	193	173	0.9000
	S v e g a		2619	2493	0.9519
U K U P N O :			17996	17355	0.9644

Tabela 7

Pregled popune po rodovima-službama

ROD-SL	MBRJ	PRIJ	POT	POP	K_POP
11	0001	-	3483	3341	0.9592
	0002	-	5033	4840	0.9617
	0003	-	4502	4422	0.9822
	0004	-	1765	1697	0.9615
	S v e g a :		14783	14300	0.9673
21	0001	-	185	180	0.9730
	0002	-	479	462	0.9645
	0003	-	224	214	0.9554
	0004	-	380	361	0.9500
	S v e g a :		1268	1217	0.9598
24	0001	-	477	464	0.9727
	0002	-	911	860	0.9440
	0003	-	83	79	0.9518
	0004	-	474	435	0.9177
	S v e g a :		1945	1838	0.9450
U K U P N O :			17996	17355	0.9644

Tabela 8

Upotredni pregled potreba, mogućnosti i planirane popune po VES-tima

V E S	MOG	POT	POP	+/-
11101	2000	2237	2197	197
11102	2500	2383	2306	-194
11103	5000	7683	7381	2381
11104	2400	1260	1217	-1183
11105	1500	1220	1199	-301
11106	1000	0	0	-1000
12101	360	380	366	6
12102	220	285	274	54
12103	550	603	577	27
12401	460	512	497	37
12402	603	623	592	-11
12403	762	810	749	-13
UKUPNO	17355	17996	17355	0

Literatura:

- [1] N. Bračika: »Automatizovani informacioni sistem regrutovnja i popune«, projekat, III uprava GŠ OS SFRJ, Beograd, 1990.
- [2] M. Nikolić: »Modeliranje procesa u tehničkom obezbeđenju«, lekcija, TVA KoV, Zagreb, 1980.

Tabela 9

Upotredni pregled potreba, mogućnosti i planirane popune po rodovima-službama

ROD-SL	MOG	POT	POP	+/-
11	14400	14783	14300	-100
21	1130	1268	1217	87
24	1825	1945	1838	13
UKUPNO:	17355	17996	17355	0

nositi i na nastavne jedinice kao celine, rodove službe ili vrste jedinica, kao npr. jedinice vojne policije, granične jedinice, i sl. Ovakvi zahtevi takođe se mogu realizovati uz manje izmene u strukturi ulaznih podataka i programskoj proceduri.

Zaključak

U uslovima smanjenog regrutnog kontingenta, a značajnih potreba za potpunom nastavnih jedinica regrutima, planiranje popune na prikazani način predstavlja efikasno i racionalno rešenje. Podaci o trenutnim potrebama nastavnih jedinica za potpunom regrutima u posmatranom planskom periodu i raspoloživom brojnom stanju regruta slobodnih za upućivanje na odsluženje vojnog roka, obezbeđuju se sistemom izveštavanja u automatizovanom informacionom sistemu ljudstva, a prioriteti u popuni određuju se u zavisnosti od niza faktora koji su prisutni u trenutku izrade plana popune.

Prikazani računarski model omogućava dobijanje različitih pregleda vezanih za posmatrani plan, što učesnicima u planiranju omogućava sagledavanje stepena realnosti planiranja i korekcije dobijenog plana promenom pridruženih prioriteta.

Listing programa POP_DEF.PRG

Strana: 1

 Program: POP_REG.PRG — popuna u uslovima nedostatka resursa

 Autor : Nikola Bračika

PROCEDURE POP_DEF.PRG

```

DECLARE A[4],C[3]
STORE " " TO A[1],A[2],C[1],C[2]
STORE 0 TO A[3],A[4],C[3],MAKS,SM,SMB,OST
SELECT 3                                && Otvaranje izlazne datoteke "POP.DBF"
USE POP.DBF
ZAP
SELECT 2                                && Otvaranje datoteke mogućnosti popune
USE MOG.DBF
SUM MOG TO S_MOG                        && Sagledavanje mogućnosti popune
SELECT 1                                && Otvaranje datoteke potreba za popunom
USE POT.DBF
SUM POT TO S_POT                        && Sagledavanje potreba za popunom
D=S_POT-S_MOG
IF D<0                                  && Sagledavanje odnosa POTREBE-MOGUĆNOSTI

  * 1,1 SAY "Resursi prevazilaze potrebe — KRAJ!"
  WAIT "Pritisni bilo koju tipku."
  RETURN

ENDIF
GO TOP
DO WHILE .NOT. EOF( )
  COPY TO ARRAY A NEXT 1
  SKIP 1
  MAKS=MAX(MAKS,A[3])                  && Nalaženje maks. koef. redosleda popune
ENDDO
IF MAKS=0
  * 1,1 SAY "Ne mogu svi potrošači imati najviši prioritet!"
  WAIT "Pritisni bilo koju tipku."
  RETURN
ENDIF
GO TOP
DO WHILE .NOT. EOF( )
  COPY TO ARRAY A NEXT 1
  SKIP 1
  MI=A[3]/MAKS                        && Svođenje koef. značajnosti na interval [0,1]
  SM=SM+MI                            && Suma svedenih koef. značajnosti
ENDDO
GO TOP
DO WHILE .NOT. EOF( )

```



```

COPY TO ARRAY A NEXT 1
SKIP 1
MI=A[3]/MAKS
MI1=MI/SM
SMB=SMB+MI1*A[4]

```

```

&& Normalizacija svedenih koef. značajnosti
&& Sum. produkata norm. korf. značajnosti i pot
reba

```

```

ENDDO

```

Strana: 2

```

GO TOP
DO WHILE .NOT. EOF( )
    COPY TO ARRAY A NEXT 1
    SKIP 1
    MI=A[3]/MAKS
    MI1=MI/SM
    BETA=MI1*A[4]/SMB
    DELTA=BETA*D+OST
    DEL=INT(DELTA+.5)
    OST=DELTA-DEL
    C[1]=A[1]

    C[2]=A[2]
    C[3]=A[4]-DEL
    SELECT 3
    APPEND FROM ARRAY C
    SELECT 1

```

```

&& Skok na početak datoteke "POT.DBF"

```

```

&& Kopiranje sloga datoteke "POT.DBF"
&& Skok na sledeći slog

```

```

&& Nalaženje koef. učešća u deficitu
&& Proračunati deficit po potrošaču
&& Zaokruživanje na ceo broj
&& Ostatak od zaokruživanja

```

```

&& Popunjavanje radne zone C elementima izlaznog
sloga

```

```

&& — " —

```

```

&& — " —

```

```

&& Prelazak na izlaznu datoteku "POP.DBF"
&& Upis sadržaja radne zone C u izl. datoteku
&& Povratak na ulaznu datoteku "POT.DBF"

```

```

ENDDO
CLOSE DATABASES

```

```

&& Ponavljanje do kraja datoteke "POT.DBF"
&& Zatvaranje svih datoteka

```

```

RETURN

```

```

* --- Kraj programa POP_DEF.PRG -----

```