

Dr Đorđe Matić,
pukovnik
VP 3652 Novi Sad

Dr Dragan Acketa,
profesor
Prirodnomatematički fakultet,
Novi Sad

FORMIRANJE INICIJALNOG PREDLOGA ZA RASPOREĐIVANJE UČESNIKA OPERATIVNE JEDINICE U RADIO-MREŽE

UDC: 623.61:355.424.3:681.322.06

Rezime:

U radu je prikazana mogućnost izrade programa rada organa veze u jednoj operativnoj jedinici, a posebno u planiranju i organizovanju veza. Program je pisan u jeziku PROLOG (Programming in Logic). Ugrađena su neka od pravila koje načelnik veze operativne jedinice mora koristiti. Najvažnije od njih odnosi se na raspoređivanje jedinica — učesnika iz sastava operativne jedinice u radio-mreže prema zadatim kriterijumima. Na osnovu željenog broja učesnika po radio-mreži i ukupnog broja radio-uređaja u operativnoj jedinici formira se inicijalni predlog za raspoređivanje u radio-mreže.

Ključne reči: radio-mreže, inicijalni predlog, PROLOG, operativna jedinica, načelnik veze.

FORMULATION OF AN INITIAL PROPOSAL FOR THE DISPOSITION OF OPERATING UNIT PERSONNEL INTO RADIO NETWORKS

Summary:

The paper presents a possibility to formulate a program of communication personnel work in an operating unit, especially in the domain of planning and organization. The program is written in PROLOG (Programming in Logic). It contains some of the rules which a communication officer has to comply with. The most important one concerns the disposition of participating units from the operating unit into radio networks according to the given criteria. The initial proposal for the disposition into radio networks is formed based on the desired number of participants per radio network and the total number of radio devices in the operating unit.

Key words: radio networks, initial proposal, PROLOG, operating unit, communication officer.

Uvod

Najnovija dostignuća u razvoju programske podrške računarskih sistema, posebno u oblasti veštačke inteligencije, ukazuju na to da je automatizacijom moguće obuhvatiti i kreativne procese. U radu organa veze operativne jedinice to mogu biti sve faze ko-

mandovanja sistemom veza. Pojavom ekspertnih sistema stvoren je alat koji može udovoljiti većini zahteva u efikasnoj upotrebi novih programa — aplikacija za komandovanje.

Jedan od često korišćenih programskih jezika za izgradnju ekspertnih sistema (originalnih), ali i, uopšte, za izradu programa u kojima se prime-

njuje predikatski račun prvog reda, jeste logički programski jezik PROLOG (Programming in Logic). To je i deklarativni programski jezik, a zadatak programera je da specificira šta treba da se dobije za rezultat [5]. Pri tome se koriste logička tvrđenja koja sadrže i proceduralno značenje, a ne samo deklarativno. On daje odgovore na upite u bazi znanja koja je sastavljena od činjenica i pravila. Baza znanja čini najvažniji deo programa; između *pravila* pisanih u PROLOG-u i pravila u bazi znanja uspostavlja se obostrano jednoznačna korespondencija. PROLOG program sastoji se samo od činjenica i pravila [4]. Za ove dve vrste rečenica, koristi se zajednički naziv *klauzula*. Njima se deklarativno opisuju objekti i relacije među objektima posmatranog domena.

U ovom radu daje se prikaz programa, koji je namenjen za formiranje inicijalnog predloga za raspoređivanje učesnika iz sastava jedne operativne jedinice u radio-mreže. Osnovna karakteristika programa je da se raspoređivanje učesnika u radio-mreže predlaže na osnovu odabranih kriterijuma, broja željenih učesnika po pojedinoj radio-mreži, kao i broja slobodnih radio-uređaja u komandi operativne jedinice.

Programski jezik PROLOG podržava logičko programiranje i primenu pravila zaključivanja. Takve mogućnosti su značajne za rešavanje problema u planiranju i organizovanju veza.

Model za formiranje inicijalnog predloga

Načelnik veze prilikom planiranja radio-veza za operativne jedinice mora rasporediti jedinice i radio-uređaje u radio-mreže, prema određenim pravilima o organizaciji radio-veza. Osnov za planiranje radio-veza jeste zadatak koji su dobile jedinice i njihovo grupisanje u okviru operativnog raspore-

da. S obzirom na to da protivnik u odnosu na radio-veze stalno vodi protiv-elektronsku borbu treba obezbediti što raznovrsniju organizaciju radio-veza, prvenstveno kroz različito grupisanje jedinica — učesnika u radio-mrežama.

Načelnik veze formira predlog na osnovu:

— odabranog kriterijuma (prema vrsti jedinice, rodu jedinice, pravcu, operativnom — borbenom rasporedu, rastojanju, prioritetu, posebnim name-nama, određivanjem rednog broja mreže);

— planiranog broja učesnika po radio-mreži;

— broja radio-uređaja u komandi operativne jedinice.

U modelu se uzima u obzir samo ukupan broj radio-uređaja u operativnoj jedinici, zato što taj broj predstavlja *gornje ograničenje* za broj radio-mreža koje inicijalni predlog može da sadrži.

Pri formiranju predloga za realizaciju radio-veza koriste se samo *odabrani* podaci iz baze jedinice, oni koji su značajni za radio-vezu.

Organizacija i korišćenje programa

Osnovni sastavni delovi programa su:

— baza jedinica, njeno formiranje i održavanje,

— meni za izbor kriterijuma i planiranog broja učesnika po radio-mreži,

— formiranje inicijalnog predloga za raspodelu učesnika u radio-mreži (raspodela jedinica po kriterijumu — operativni raspored, formiranje predloga unutar jedinica sa faksim operativnim rasporedom);

— ispis inicijalnog predloga u spoljnu datoteku (kao konačnog rešenja i kao ulaza za program kojim će se predložiti i tehnička realizacija inicijalnog predloga);

— analiza potrebnog broja radio-mreža u odnosu na razne kriterijume i razne planirane brojeve učesnika po radio-mreži;

— procena potrebnog broja radio-mreža (unutar fiksnog operativnog rasporeda i za sve operativne rasporede).

Program za formiranje inicijalnog predloga za raspodelu jedinica u radio-mreže (pod nazivom *JED.ARI*), poziva se iz DOS-a komandom *j <Enter>*. Time se program spaja sa prethodno pripremljenom prološkom bazom (nazvanom *JED*).

Komandna datoteka *J.BAT* kopira datoteke *JED* i *JED.ARI* u jedinstveni PROLOG program *J.ARI*. Time se

PROJED. PRG

```
JED. DBF -----> JED. (baza podataka) - - - - - |
                                     J. BAT | ---> J.ARI
JED. ARI (baza pravila) - - - - -
```

Sema datoteka koje koristi program

Nakon aktiviranja programa, korisnik se na odgovarajućem ekranskom meniju opredeljuje za kriterijum po kome će se predlagati radio-mreže i za planirani broj učesnika po radio-mreži. Na osnovu ova dva podatka program određuje potreban broj radio-mreža i, saglasno tome, potreban broj radio-uređaja za organizovanje radio-veza u operativnoj jedinici. U programu je predviđena i mogućnost šire analize potrebnog broja radio-mreža, u zavisnosti od parametara koje korisnik odabira.

Upravna stanica — komanda operativne jedinice ima posebnu ulogu u ovom programu i nije predviđeno da se prikazuje kao učesnik predloženih mreža. Podrazumeva se da se u svakoj od mreža angažuje (kao upravna stanica) po jedan od radio-uređaja.

Centralni deo programa čini samo generisanje inicijalnog predloga. Pro-

postizuje integracija baze podataka i baze pravila (baze znanja).

Prološka baza podataka *JED* je prethodno pripremljena iz DBASE baze jedinica *JED.DBF* programom *PRO JED.PRG*. Ovaj DBASE (ili CLIPPER) program preuzima iz baze jedinica podatke relevantne za formiranje predloga za raspodelu u radio-mreže po kriterijumima i prevodi ih u oblik potreban za dalji rad u PROLOG-u. Komforan unos podataka u bazu *JED.DBF* realizovan je posebnim CLIPPER programom.

Nakon formiranja baze *JED.DBF* i naknadnog formiranja prološke baze *JED*, aktivira se prološki program *JED.ARI*. Šematski prikaz pomenutih programa i baza podataka dat je na slici.

blem se, najpre, rešava u okviru skupova jedinica koje su izjednačene po odabranom kriterijumu, a potom se tako dobijena rešenja integrišu u celinu.

Predlozi mreža zapisuju se u posebne izlazne datoteke, iz kojih se mogu neposredno štampati i analizirati. Druga mogućnost jeste da se generisani inicijalni predlozi prerade tako da se mogu koristiti kao ulaz za drugi PROLOG program, koji će uzimati u obzir tehničke mogućnosti i generisati detaljnije predloge za tehničku realizaciju mreža (u skladu sa drugom navedenom namenom modela).

Opis programa

Radi boljeg razumevanja mogućnosti programa, detaljnije će se opisati korišćena prološka rešenja. Razmatranja se i dalje, uglavnom, vezuju za kriterijum operativnog rasporeda.

Baza jedinica

Za formiranje inicijalnog predloga za podelu jedinica-učesnika u radio-mreže dovoljno je koristiti, kao ulaz, prološku bazu *jed*. To je osnovna baza

jed(Jedinica, Vrsta, Rod, Prioritet, Operativni-borbeni-raspored, Rastojanje, Pravac, Namena, Klasicno).

Stavljanjem "džokera", tj. znaka "-" na mesto pojedinih argumenata ističu se samo preostali argumenti, na osnovu kojih se vrši selektivni odabir jedinica.

meni :-

write(' 1 = mreze po rodu jedinice '), nl,

.....

write(' 4 = mreze po operativnom (borbenom) rasporedu '), nl,

.....

write(' 9 = mreze po svim kriterijumima '), nl,

write(' Nacin rada (1..9) = '), read(X), meni(X).

Iza unetog broja potrebno je napisati tačku; isto važi za svaki podatak koji se unosi pomoću prološkog predikata *read*.

Na primer, izborom broja 4 zahteva se predlog podele u radio-mreže, s

*meni(4) :- create(Dat, 'podela'), not obr, nl, nl,
write(' Po koliko ? '), read(Koliko-po-mrezi),
borras(Dat, Koliko-po-mrezi).*

Da bi se predlozi mogli lako čitati i naknadno višestruko koristiti, treba ih ispisati u neku spoljnu datoteku. U tu svrhu angažuje se sistemski predikat *create*, koji vezuje ime izlazne datoteke na disku (ovde: 'podela') sa imenom odgovarajuće prološke promenljive (ovde: *Dat*):

Uslovom *not obr* korisniku se nudi mogućnost procene potrebnog broja radio-mreža pre nego što se odgovorom na pitanje ' *Po koliko ?* ' odluči za planirani broj učesnika *Koliko-po-mre-*

za formiranje inicijalnog predloga, u kojoj se zapisuju odabrani podaci o jedinicama, relevantni za radio-veze, preuzeti iz baze jedinica *JED.DBF*. Baza ima sledeću strukturu:

Izbor kriterijuma podele i planiranog broja učesnika po radio-mrežama

Izbor jednog od kriterijuma ili svih zajedno, na osnovu čega se predlaže podela u radio-mreže, vrši se pozivom predikata *meni*, kojim se zahteva unos broja od 1 do 9:

obzirom na operativni (borbeni) raspored, tj. da se svaka od mreža formira samo unutar skupa jedinica-učesnika sa istim operativnim (borbenim) rasporedom. Formiranje predloga realizuje se sledećom prološkom rečenicom:

zi po pojedinoj radio-mreži. Formiranje i ispisivanje inicijalnog predloga dalje se vrši posredstvom predikata *borras*.

Posebno je interesantna mogućnost formiranja radio-mreža (tj. grupisanja učesnika) po svim kriterijumima, jer se tada u datoteci *podela* može sagledati kako je program raspodelio učesnike u radio-mreže, odnosno po kom kriterijumu je potrebno više ili manje radio-mreža. Programom je moguće, na više različitih načina, sas-

taviti radio-mreže, a zatim te različite načine uporediti sa klasičnom organizacijom radio-mreža.

Formiranje inicijalnog predloga

Glavni predikat za formiranje predloga podele jedinica po operativnom (borbenom) rasporedu je *borras*(*Dat*, *Koliko-po-mrezi*):

```
borras( Dat, Koliko-po-mrezi ) :- write(Dat, ' '), nl(Dat),  
write( Dat, 'Mreze po operativnom (borbenom) rasporedu: ' ),  
nl(Dat), listaj-bor(Dat,Koliko-po-mrezi, 1), ... ,  
listaj-bor( Dat, Koliko-po-mrezi,15).
```

Posredstvom predikata *listaj-bor*, predlozi mreža se nezavisno daju za razne operativne (borbene) rasporede, u ovom slučaju numerisane od 1 do 15.

Formiranje inicijalnog predloga za raspodelu učesnika sa istim operativnim (borbenim) rasporedom u radio-mreže realizuje se nižim predikatom *list-bor* na sledeći način:

```
list-bor( Dat, Koliko-po-mrezi, X ) :- inicbr,  
jed( Nazi,-,-,X,-,-,), name( Naziv, Nazi ), povecaj(N),  
write( Dat, Naziv ), write( Dat, ' '),  
pazired(Dat, Koliko-po-mrezi, N), fail.
```

Predikatom *inicbr* inicijalizuje se sa 0 pomoćni brojač, označen predikatom *puta*:

```
inicbr :- retract( puta(X) ). inicbr :- assert( puta(0) ).
```

Svaki put kada se u bazi *jed* nađe nova jedinica sa istim operativnim (borbenim) rasporedom, vrednost bro-

jača se poveća za 1 aktiviranjem predikata *povecaj*:

```
povecaj(N) :- retract( puta( N-minus-1 ) ),  
N is N-minus-1 + 1, assert( puta(N) ).
```

Nađena jedinica ispisuje se u spoljnu datoteku *podela*. , pomoću predikata *name*.

Radio-mreže u inicijalnom predlogu popunjavaju se učesnicima redosledom koji zavisi od redosleda jedinica u bazi, pri čemu se popunjavanje vrši odvojeno za učesnike sa različitim operativnim (borbenim) rasporedom.

Planirani broj učesnika *Koliko-po-mrezi* se ne mora dostići u svakoj predloženoj radio-mreži, ali se ne sme premašiti. Tokom generisanja predloga odmah se vrši njegovo izlistavanje u spoljnu datoteku, pri čemu se učesnici svake radio-mreže ispisuju u posebnom redu.

Ispis predloga u novu prološku bazu

Program omogućava korisniku da se odluči da li da se inicijalni predlog formira u obliku tekstualnog izveštaja ili u obliku nove prološke baze (ili obe varijante zajedno), namenjene formiranju detaljnijeg predloga, koji uključuje mogućnosti tehničke realizacije, u skladu sa predloženom drugom namenom modela.

U drugom slučaju potrebno je predlog u spoljnoj datoteci (novoj bazi) zapisati u formi proloških činjenica, sa svim potrebnim pratećim oznakama.

Primeri takvih činjenica su:

```
vfrmr(['45.okp      ","1.odred      "], 1 ).
vfrmr(['18.mbr     ","22.mtbr     "], 2 ).
```

Struktura podataka u novoj bazi je:

```
vfrmr( Lista-jedinica-u-radio-mrezi, Operativni-borbeni-raspored ).
```

Umesto argumenta *Operativni-borbeni-raspored* može se navesti i argument koji odgovara nekom drugom kriterijumu.

Analiza potrebnih radio-mreža

Ovaj deo programa namenjen je načelniku veze da bi mogao da analizira koliko mu je potrebno radio-mreža pri raspoređivanju učesnika prema navedenim kriterijumima i određivanju broja učesnika. Posebno je značajna analiza potrebnog broja radio-mreža u

granice(*D, G*) :-

```
write(' DONJA granica za broj ucesnika u mrezi: '), read( D ), nl,
write(' GORNJA granica za broj ucesnika u mrezi: '), read( G ), nl.
```

Narednim predikatom *analiza* vrši se proračun broja $M(I, J)$ mreža (odnosno potrebnih uređaja u operativnoj jedinici) za svaki broj I između donje i gornje granice uključno (tj. za svaki broj I iz intervala $Int = [D, G]$), kao i za svaki kriterijum J između razmatra-

```
abr( Int ) :- write(' bor.ras: '), odaberi( X, Int ),
write(' '), borras( Dat, X ), retract( suma(Y)), fail.
```

Procene broja radio-mreža u predlogu

Program posebno nudi mogućnost *skraćene analize*, tj. procene broja ra-

zavisnosti od kriterijuma na osnovu koga se formiraju. U okviru takve analize načelnik veze navodi više brojeva učesnika po mreži, kako bi se mogao opredeliti za što bolju organizaciju radio-veza u odnosu na broj radio-uređaja koji mu stoji na raspolaganju.

Najpre se učitaju donja i gornja granica za (željene) brojeve učesnika, za koje će se proračunavati potreban broj mreža. Ove granice zavise od odgovarajućeg pravila. Na primer, ako se traži da pojedina radio-mreža ima 5 do 10 učesnika, onda se može fiksirati da je donja granica 5, a gornja 10.

nih osam. Brojevi $M(I, J)$ ispisuju se na ekranu, u pravougaonoj šemi brojeva (matrici).

Tako se unutar analize, kada je u pitanju operativni raspored, posredstvom predikata *abr* poziva opisani predikat *borras*:

radio-mreža prema odabranom kriterijumu i traženom broju učesnika.

Tako se predikat *obr*, za procenu broja radio-mreža formiranih prema kriterijumu operativni raspored, može zapisati ovako:

```
obr :- write(' Proracun potrebnog broja uredjaja u zavisnosti'), nl,
write(' od toga koliko ce ucesnika biti po mrezi (D/N) ? '),
read(Z), ( Z = d), cls,
write(' Planirani broj ucesnika po mrezi: '),
write(' Potreban broj uredjaja upravne '), nl, nl,
odaberi(X, Lista-planiranih-brojeva),
borras( Dat, X ), nred(X,12), retract( suma(Y)), fail.
```

Načelniku veze program postavlja pitanje da li ovu procenu uopšte želi, budući da ona iziskuje vreme od nekoliko sekundi do nekoliko minuta, u zavisnosti od tipa računara koji se koristi, broja jedinica, i načina rada (na disku ili disketi). Ako je ponuda za procenu prihvaćena, pojavljuje se zaglavlje sa tumačenjem brojeva koji će se proračunati. Procena se izdaje za sve moguće vrednosti planiranog broja X učesnika po mreži iz liste planiranih brojeva. Suština procene je u činjenici da se broj mreža ne može dobiti direktnim deljenjem ukupnog broja je-

dinica sa X ; ukupan broj mreža mnogo zavisi od ostataka pri deljenju sa X brojeva jedinica sa fiksnim operativnim rasporedom.

Unutar poziva *burras(Dat, X)* posebnim se predikatom *dodatak(Y, Koliko)* realizuje pravilo:

»Ako u nekoj klasi učesnika (po nekom kriterijumu) preostane samo jedan učesnik, onda se on priključuje prethodnoj mreži (za njega se ne osniva posebna mreža) — izuzetak predstavlja slučaj kad cela klasa ima samo jednog učesnika.«

*dodatak(Y, Koliko) :- Y > 1, !,
 Dod is (Y + Koliko — 2) // Koliko, assert(dod(Dod)).
 dodatak(Y, -) :- assert(dod(Y)). % za Y = 0 ili 1*

Za $Koliko = 4$ i Y između 1 i 13 redom dobija da je dodatak *Dod* (dodatni broj radio-mreža potrebnih za novi operativni raspored sa Y učesnika) redom jednak 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3.

laze u sastavu operativne jedinice i da za njih treba organizovati radio-vezu.

Primer primene programa

U ovom odeljku ilustruje se rad opisanog programa na primeru *delimične* prološke baze *jed* sa 41. učesnikom. Pretpostavka je da se ove jedinice na-

Baza jedinica

U bazi *jed* navedeni su podaci za kriterijume: vrstu, rod, operativni raspored i klasičnu radio-mrežu, dok su izostavljeni podaci za naziv jedinice, prioritet, rastojanje, pravac i namenu (umesto ovih podataka u bazi navodi se anonimna promenljiva -). Radi jednostavne identifikacije jedinica u formiranom predlogu, u tabeli 1, pridruženi su im redom brojevi 1 do 41:

Tabela 1

| Baza jed. jedinica-učesnika | | | | | | | |
|-----------------------------|----------------|-----------------|---|-------------------|----|-----|------------------|
| 1. | <i>jed</i> (_, | <i>brigada</i> | , | <i>motoriz</i> | ,, | 2, | ,, -, -, -, 31). |
| 2. | <i>jed</i> (_, | <i>brigada</i> | , | <i>laka</i> | ,, | 3, | ,, -, -, -, 31). |
| 3. | <i>jed</i> (_, | <i>brigada</i> | , | <i>laka</i> | ,, | 13, | ,, -, -, -, 32). |
| 4. | <i>jed</i> (_, | <i>brigada</i> | , | <i>laka</i> | ,, | 3, | ,, -, -, -, 33). |
| 5. | <i>jed</i> (_, | <i>brigada</i> | , | <i>motoriz</i> | ,, | 2, | ,, -, -, -, 34). |
| 6. | <i>jed</i> (_, | <i>brigada</i> | , | <i>laka</i> | ,, | 2, | ,, -, -, -, 33). |
| 7. | <i>jed</i> (_, | <i>brigada</i> | , | <i>laka</i> | ,, | 2, | ,, -, -, -, 33). |
| 8. | <i>jed</i> (_, | <i>brigada</i> | , | <i>laka</i> | ,, | 2, | ,, -, -, -, 33). |
| 9. | <i>jed</i> (_, | <i>brigada</i> | , | <i>laka</i> | ,, | 1, | ,, -, -, -, 33). |
| 10. | <i>jed</i> (_, | <i>brigada</i> | , | <i>laka</i> | ,, | 3, | ,, -, -, -, 33). |
| 11. | <i>jed</i> (_, | <i>puk</i> | , | <i>artiljeris</i> | ,, | 1, | ,, -, -, -, 35). |
| 12. | <i>jed</i> (_, | <i>divizion</i> | , | <i>protivokl</i> | ,, | 1, | ,, -, -, -, 36). |
| 13. | <i>jed</i> (_, | <i>divizion</i> | , | <i>protivokl</i> | ,, | 2, | ,, -, -, -, 36). |

| | | | |
|-----|-----------------|--------------|-----------------------|
| 14. | jed(., bataljon | , inzinjer | ,-, 4, -,-, -,-, 37). |
| 15. | jed(., ceta | , inzinjer | ,-, 4, -,-, -,-, 37). |
| 16. | jed(., ceta | , inzinjer | ,-, 4, -,-, -,-, 37). |
| 17. | jed(., brigada | , laka | ,-, 1, -,-, -,-, 33). |
| 18. | jed(., ceta | , pesadija | ,-, 5, -,-, -,-, 38). |
| 19. | jed(., vod | , pesadija | ,-, 5, -,-, -,-, 38). |
| 20. | jed(., vod | , pesadija | ,-, 5, -,-, -,-, 38). |
| 21. | jed(., vod | , pesadija | ,-, 5, -,-, -,-, 38). |
| 22. | jed(., vod | , pesadija | ,-, 5, -,-, -,-, 38). |
| 23. | jed(., vod | , pesadija | ,-, 5, -,-, -,-, 38). |
| 24. | jed(., vod | , pesadija | ,-, 5, -,-, -,-, 38). |
| 25. | jed(., vod | , pesadija | ,-, 5, -,-, -,-, 38). |
| 26. | jed(., bataljon | , abh | ,-, 9, -,-, -,-, 39). |
| 27. | jed(., ceta | , abh | ,-, 9, -,-, -,-, 39). |
| 28. | jed(., ceta | , abh | ,-, 9, -,-, -,-, 39). |
| 29. | jed(., vod | , abh | ,-, 9, -,-, -,-, 39). |
| 30. | jed(., vod | , abh | ,-, 9, -,-, -,-, 39). |
| 31. | jed(., vod | , abh | ,-, 9, -,-, -,-, 39). |
| 32. | jed(., puk | , arjpvo | ,-, 3, -,-, -,-, 57). |
| 33. | jed(., brigada | , pesadija | ,-, 1, -,-, -,-, 30). |
| 34. | jed(., brigada | , oklopna | ,-, 1, -,-, -,-, 30). |
| 35. | jed(., puk | , inzinjer | ,-, 4, -,-, -,-, 37). |
| 36. | jed(., bataljon | , pesadija | ,-, 7, -,-, -,-, 51). |
| 37. | jed(., ceta | , pesadija | ,-, 7, -,-, -,-, 51). |
| 38. | jed(., ceta | , pesadija | ,-, 7, -,-, -,-, 51). |
| 39. | jed(., ceta | , pesadija | ,-, 7, -,-, -,-, 51). |
| 40. | jed(., bataljon | , inzinjer | ,-, 4, -,-, -,-, 37). |
| 41. | jed(., puk | , artiljeris | ,-, 2, -,-, -,-, 39). |

Prebrajanjem učesnika u klasama vezanim za pojedine kriterijume dobijeni su podaci sadržani u tabeli 2:

Kako su podelom po svakom, od razmatrana četiri kriterijuma obuhvaćene sve jedinice, to je zbir brojeva u svakoj desnoj koloni jednak 41.

Tabela 2

Broj jedinica prema razmatranim kriterijumima

| Brojevi jedinica-ucesnika po pojedinim: | | | | | |
|---|----|----------|----|--------|-------------------|
| Rodovima | | Vrstama | | O/R | Klasicnim mrezama |
| motoriz | 2 | brigada | 13 | 2 7 | 31 2 |
| laka | 9 | puk | 4 | 3 4 | 32 1 |
| artiljeris | 2 | divizion | 2 | 13 1 | 33 7 |
| protivokl | 2 | bataljon | 4 | 1 6 | 34 1 |
| inzinjer | 5 | ceta | 8 | 4 5 | 35 1 |
| pesadija | 13 | vod | 10 | 5 8 | 36 2 |
| abh | 6 | | | 9 6 | 37 5 |
| arjpvo | 1 | | | 7 4 | 38 8 |
| oklopna | 1 | | | | 39 7 |
| | | | | | 57 1 |
| | | | | | 30 2 |
| | | | | | 51 4 |

Prološki program za prebrojavanje učesnika u klasama vezanim za pojedine kriterijume napravljen je tako da se klase listaju redosledom svog prvog javljanja u bazi. Tako se npr., jedinica sa operativnim rasporedom O/R = 2 našla pre prve jedinice sa O/R = 1.

Inicijalni predlog

Na osnovu prikazane baze program raspodeljuje jedinice u radio-mreže prema navedenim kriterijumima. U tabeli 3 dat je primer inicijalnog predloga (u formi izveštaja, a ne u formi prološke baze spremne za formiranje detaljnijeg predloga) za raspodelu jedinica u radio-mreže. Predlog je dat za primer kriterijuma *vrsta (jedinice)* i za željeni broj jedinica po mreži (*Koliko-po-mreži*) jednak 4. Ukupan broj predloženih radio-mreža je 11; to je prvi broj u drugoj vrsti tabele 5 (prijedložene analizi).

Svaki red ovog izveštaja, ispod poruke o vrsti jedinice, sadrži redne brojeve jedinica odgovarajuće vrste, koje su smeštene u po jednu radio-mrežu. Tako se deset vodova grupiše u tri radio-mreže, pri čemu se u prvoj nalaze vodovi sa rednim brojevima 19, 20, 21, 22. u drugoj su vodovi sa rednim brojevima 23, 24, 25, 29. dok se u trećoj radio-mreži nalaze samo dva voda, sa rednim brojevima 30 i 31. Treća mreža za brigade ima 5 učesnika (iako je traženo 4), po pravilu o pripajanju preostalog usamljenog učesnika prethodnoj mreži.

Iz izveštaja se vidi da među razmatranim jedinicama nisu zastupljene vrste: odeljenje, baterija, odred, divizija, korpus i armija.

Isti inicijalni predlog, smešten u prološku bazu *vfrmr* (spremnju za dalju obradu), ima izgled dat u tabeli 4.

Tabela 3

Predlog raspoređivanja jedinica prema vrstama (izveštaj)

Mreze po vrstama :

Vrsta jedinice = odeljenje:

Vrsta jedinice = vod:

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 19. | 20. | 21. | 22. |
| 23. | 24. | 25. | 29. |
| 30. | 31. | | |

Vrsta jedinice = ceta:

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 15. | 16. | 18. | 27. |
| 28. | 37. | 38. | 39. |

Vrsta jedinice = baterija:

Vrsta jedinice = bataljon:

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 14. | 26. | 36. | 40. |
|-----|-----|-----|-----|

Vrsta jedinice = divizion:

| | |
|-----|-----|
| 12. | 13. |
|-----|-----|

Vrsta jedinice = odred:

Vrsta jedinice = puk:

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 11. | 32. | 35. | 41. |
|-----|-----|-----|-----|

Vrsta jedinice = brigada:

| | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|
| 1. | 2. | 3. | 4. | |
| 5. | 6. | 7. | 8. | |
| 9. | 10. | 17. | 33. | 34. |

Vrsta jedinice = divizija:

Vrsta jedinice = korpus:

Vrsta jedinice = armija:

Tabela 4

Inicijalni predlog kao prološka baza

vfrmr([19,20,21,22], vod).

vfrmr([23,24,25,29], vod).

vfrmr([15,16,18,27], ceta).

vfrmr([14,26,36,40], bataljon).

vfrmr([12,13], divizion).

vfrmr([1,2,3,4], brigada).

vfrmr([9,10,17,33,34], brigada).

vfrmr([30,31], vod).

vfrmr([28,37,38,39], ceta).

vfrmr([11,32,35,41], puk).

vfrmr([5,6,7,8], brigada).

Analiza izrađenih radio-mreža

Ako se želi proveriti koliko bi bilo potrebno radio-mreža s obzirom na broj i karakteristike jedinica u operativnoj jedinici, kao i na navedene kriterijume, onda treba koristiti deo programa koji se odnosi na analizu. Za četiri kriterijuma, čije su vrednosti zapisane u bazi *jed*, kao i za željene brojeve učesnika po pojedinoj mreži iz intervala [4,8], navodi se tabela 5, koja sadrži odgovarajuće ukupne potrebne brojeve radio-mreža:

Tabela 5

Brojevi radio-mreža prema kriterijumima

| Koliko_po_mrezi | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------|----|----|----|----|----|
| rod | 13 | 12 | 11 | 11 | 10 |
| vrsta | 11 | 10 | 9 | 8 | 8 |
| O/R | 12 | 10 | 9 | 8 | 8 |
| klasicno | 15 | 15 | 13 | 12 | 12 |

Na primer, konstrukcija treće kolone ove tabele može se i ovako objasniti: Za *Koliko-po-mrezi* = 6, broj po-

trebnih radio-mreža u pojedinoj klasi (po nekom kriterijumu) je jednak 1 ako u klasi nema više od 7 učesnika, odnosno jednak je 2 ako je broj učesnika u klasi između 8 i 13 (uključno). Sabiranjem ovih sabiraka jednakih 1 i 2 redom po kriterijumima i klasama dobijaju se elementi za tabelu 6.

Daje se i detaljnije tumačenje tabele 6 na primeru kriterijuma *vrsta*. Iz tabele 2 vidi se da u primeru postoji 6 različitih vrsta jedinica, i to: 13 brigada, 4 puka, 2 divizion, 4 bataljona, 8 četa i 10 vodova. Iz toga sledi da je broj potrebnih radio-mreža za *Koliko-po-mrezi* = 6 redom jednak 2, 1, 1, 1, 2, 2.

Prema ovim rezultatima može se zaključiti da ako se raspoređuje, primera radi, po 6 učesnika u jednu mrežu, onda je najbolje organizovati radio-vezu u operativnoj jedinici prema kriterijumu vrste ili prema kriterijumu operativnog rasporeda, budući da je u tim slučajevima potrebno organizovati najmanji broj radio-mreža (po devet).

Tabela 6

Objašnjenje rešenja za 6 učesnika po radio-mreži

$$\text{rod} : 11 = 1+2+1+1+1+2+1+1+1$$

$$\text{vrsta} : 9 = 2+1+1+1+2+2$$

$$\text{O/R} : 9 = 1+1+1+1+1+2+1+1$$

$$\text{klasicno} : 13 = 1+1+1+1+1+1+1+2+1+1+1+1$$

Zaključak

U radu su prikazane mogućnosti izrađenog programa u PROLOG-u koji raspoređuje učesnike u radio mreže. Program može umnogome pomoći načelniku veze operativne jedinice da na više načina raspoređuje učesnike, tako da mu organizacija veza može uvek biti različita.

Kroz objašnjenje funkcionisanja navedenog programa može se sagledati šta je sve potrebno znati da se znanja eksperta — načelnika veze opera-

tivne jedinice pretvore u program koji će pomoći ostalim načelnicima veza da bi brže i tačnije planirali i organizovali vezu za predstojeća borbena dejstva.

Programski jezik PROLOG pogodan je za predstavljanje i rešavanje problema koji se mogu prikladno izraziti pomoću datih objekata i odnosa među njima [4]. Glavne karakteristike su mu sposobnost deklarativnog izražavanja, automatizam u traženju re-

šenja i intenzivnoj primeni rekurzije, zbog čega je izabran za izradu programa za raspoređivanje učesnika u radio-mreže. Detaljnija objašnjenja o programu i njegovoj primeni data su u [6].

Ovakav program može poslužiti kao osnova za izradu složenijih programa, ali i kao osnova za izradu ekspertnog sistema za komandovanje sistemom veza u operativnim jedinicama.

L i t e r a t u r a :

- [1] Pravilo veze, Uprava veza, Beograd, 1979.
- [2] Pravilo bataljon veze, VINC, Beograd, 1989.
- [3] Davidović, B.: Organizacija veze u operacijama strategijskih i operativnih sastava, CVŠ VJ, Katedra taktike i operatike, N-1206, Beograd, 1994.
- [4] Radovan, M.: Programiranje u PROLOG-u, Informator, Zagreb, 1988.
- [5] Ristić, Ž., Balaban, N., Bošnjak, Z.: Ekspertni sistemi, Savremena administracija, Beograd, 1993.
- [6] Matić, Đ.: Sinteza jedne klase ekspertnih sistema za podršku komandovanja sistemom veza u ..., doktorska disertacija, Vojna akademija VJ, Beograd, 1995.
- [7] Čubrilo, M.: Matematička logika za ekspertne sisteme, Informator, Zagreb, 1988.
- [8] Rijckaert, M. J., Debrey, V., Bogaerts, W.: Expert systems: The state of the art, Katholieke universiteit Leuven, Belgium, 1988.