

I. HADZI-NEŠIĆ

Elektronski fakultet - Niš

REFERAT

D. ZLATKOVIĆ, R. JOVANOVIĆ, B. STOJKOVIĆ

RO PTT - saobraćaja - Niš

ODREĐJIVANJE OPTIMALNOG BROJA I LOKACIJA
CENTRALA U MESHNOJ TELEFONSKOJ MREŽIDETERMINATION OF OPTIMAL NUMBER AND LOCATIONS
OF TELEPHONE EXCHANGES IN LOCAL TELEPHONE NETWORKS

SADRŽAJ - U ovom članku su dati neki aspekti problema optimizacije telefonske mreže uz pomoć kompjutera i opisan je matematički metod optimizacije u zavisnosti od datih uslova. Na kraju je dat primer rezultata optimizacije za grad Niš.

ABSTRACT - In this paper some aspects of computer aided optimisation of local telephone networks are given, and mathematical method of optimisation depending on given conditions is described. Finally, an example of results of optimisation for the city of Nis is given.

1. U V O D

Teritorije gradova doživljavaju nagli porast u telekomunikacionim potrebama i prognoze pokazuju još veći porast u narednom periodu. Ovo zahteva permanentnost ulaganja finansijskih sredstava u TT opremu, za duži vremenski period, a veličina ulaganja zavisi od tačnosti dugoročnih prognoza. Zbog toga je veoma važno naći optimalno rešenje u smislu: izbora TT postrojenja, prognoze broja telefonskih pretplatnika u planiranom periodu, prognoza saobraćaja i odredjivanju broja spojnih vodova, odredjivanju broja i lokacija centrala, kao i pripadnost pretplatnika pojedinim centralama, odredjivanju tandem područja, odredjivanja i etapa proširenja.

U ovom radu biće objašnjen postupak odredjivanja optimalnog broja i lokacija centrala za odredjeni vremenski period - dugoročno planiranje.

2. ODREĐJIVANJE OPTIMALNIH LOKACIJA CENTRALA

Odredjivanje optimalnih lokacija centrala vrši se prema kriterijumu minimalne dužine pretplatničkih vodova, pri čemu je potrebno uvesti ograničenja u pogledu kapaciteta centrala i maksimalnih dužina pretplatničkih vodova.

Prema algoritmu, Slika 2.1. najpre se formira pretplatnička matrica kao šema koja daje raspored gustine pretplatnika. Pretplatnička matrica P se formira tako što se za njene elemente p_{ij} uzimaju brojevi pretplatnika u odgovarajućim (i,j) lokacijama mreže, nastale podelom plana grada na jednake kvadrate, Slika 4.1. Zatim se formiraju matrice pripadnosti pretplatnika k -toj centrali $G^{(k)}$, čiji su elementi $g_{ij}^{(k)} = 0$ ako pretplatnici sa (i,j) lokacije pretplatničke matrice ne pripadaju k -toj centrali, a $g_{ij}^{(k)} = 1$ ako pripadaju.

Pri formiranju matrice $G^{(k)}$ mogu se fiksirati, lokacije postojećih centrala i lokacije pretplatnika na unapred definisanom odstojanju od tih centrala.

Na osnovu formirane pretplatničke matrice, planer pretpostavlja određeni broj centrala n_c za koji smatra da može biti optimalan, a zatim pretpostavlja njihove početne lokacije $x_k^{(0)}, y_k^{(0)}$. Početne lokacije centrala se slobodno pomeraju sve dok se ne zadovolji kriterijum minimalne dužine pretplatničkih vodova. Ovaj kriterijum je zadovoljen tako što se najpre odredi pripadnost pretplatnika pojedinim centralama, iz uslova najkraćeg rastojanja pretplatnika od centrale, a zatim za tako definisane granice odredjuju se lokacije centrala metodom težišta.

Odredjivanje lokacija centrala vrši se iterativnim postupkom koji je definisan jednačinama:

$$x_k^{(n)} = \begin{cases} |x_k^{(n)*}| + 1, & \text{za } x_k^{(n)*} - |x_k^{(n)*}| > 0,5 \\ |x_k^{(n)*}|, & \text{za } x_k^{(n)*} - |x_k^{(n)*}| \leq 0,5 \end{cases} \quad (2.1)$$

$$y_k^{(n)} = \begin{cases} |y_k^{(n)*}| + 1, & \text{za } y_k^{(n)*} - |y_k^{(n)*}| > 0,5 \\ |y_k^{(n)*}|, & \text{za } y_k^{(n)*} - |y_k^{(n)*}| \leq 0,5 \end{cases}$$

gde $x_k^{(n)}, y_k^{(n)}$ definišu lokacije k -te centrale u n -toj iteraciji.

U jednačini (2.1) oznake imaju sledeće značenje: $x_k^{(n)*}$ i $y_k^{(n)*}$ - definisane su izrazima

$$x_k^{(n)*} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M x_{ij} g_{ij(k)}^{(n-1)} \cdot p_{ij}}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M g_{ij(k)}^{(n-1)} \cdot p_{ij}}, \quad y_k^{(n)*} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M y_{ij} g_{ij(k)}^{(n-1)} \cdot p_{ij}}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M g_{ij(k)}^{(n-1)} \cdot p_{ij}} \quad (2.2)$$

$|x_k^{(n)*}|$ i $|y_k^{(n)*}|$ - predstavljaju celobrojne delove izraza (2.2) n -je broj iteracija ($n=1, 2, \dots, n_{gr}$) koji je unapred ograničen; k - redni broj centrala ($k = 1, 2, \dots, n_c$); n_c - ukupan broj centrala ($n_c = n_{cfix} + n_{cvar}$); gde je n_{cfix} broj fiksnih centrala; a n_{cvar} broj centrala čije se lokacije variraju; x_{ij} i y_{ij} - rastojanja pretplatnika koji se nalaze na (i, j) lokaciji pretplatničke matrice; s - predstavlja veličinu pretplatničkog kvadrata u km; p_{ij} - broj pretplatnika na (i, j) lokaciji pretplatničke matrice; $g_{ij(k)}^{(n)}$ - element matrice pripadnosti k -toj centrali pri n -toj iteraciji.

Iterativni postupak opisan jednačinama (2.1) je konvergentan, a prekida se kada je ispunjen uslov:

$$x_k^{(n)} = x_k^{(n-1)} \quad i \quad y_k^{(n)} = y_k^{(n-1)}$$

za svako k , ($k = 1, 2, \dots, n_c$). Ovo n pri kome se iterativni proces zaustavlja označeno je sa n_{gr} . Brzina konvergencije zavisi od početnih lokacija centrala $x_k^{(0)}$ i $y_k^{(0)}$.

3. ODREĐIVANJE UKUPNE CENE MESNE MREŽE

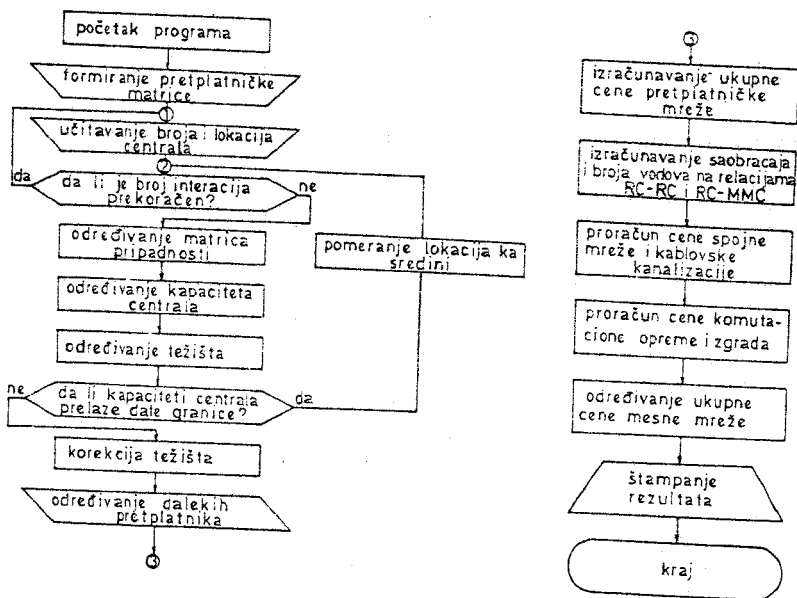
Da bi se dobilo što optimalnije rešenje u smislu rasporeda i broja centrala u mesnoj mreži, potrebno je definisati funkciju cilja, uzimajući u obzir tehničko-ekonomske aspekte pojedinih elemenata. Pri planiranju mesne mreže funkciju cilja definišemo:

$$F = \sum_{i=1}^m X_i$$

gde je m broj elemenata koji utiču na ukupnu cenu mesne mreže, X_i su cene tih elemenata, a F je ukupna cena mesne mreže. U programu je obuhvaćeno 6 elemenata:

- X_1 - ukupna cena pretplatničke mreže,
- X_2 - ukupna cena petljaste mreže spojnih vodova RC-RC,
- X_3 - ukupna cena zvezdaste mreže spojnih vodova RC-MMC,

- X_4 - ukupna cena kablovske kanalizacije,
- X_5 - ukupna cena komutacione opreme,
- X_6 - ukupna cena zgrada sa zemljištem.



Sl. 2.1. Dijagram toka algoritma optimizacije mesne mreže

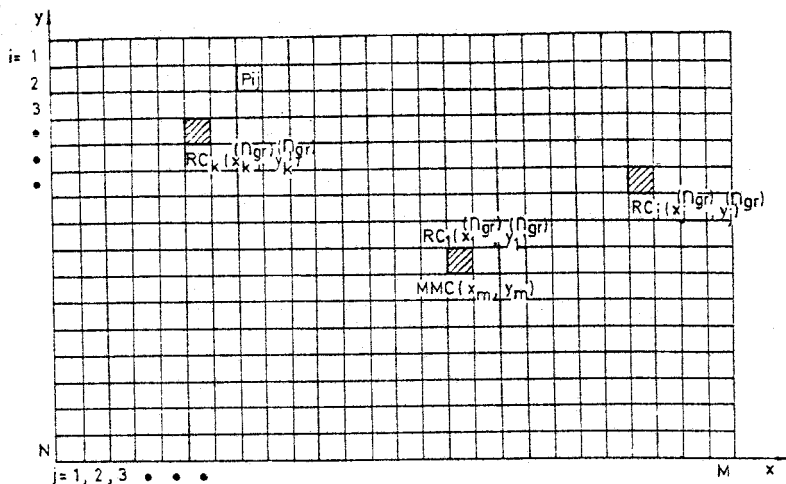
Kako su X_i funkcije broja centrala n_c i početnih lokacija centrala, to je F funkcija istih promenljivih, te je možemo napisati u obliku:

$$F(n_c, x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, \dots, x_{n_c}^{(0)}, y_1^{(0)}, y_2^{(0)}, \dots, y_{n_c}^{(0)}) = \sum_{i=1}^m X_i \quad (3.2)$$

Ova funkcija za određeni broj centrala i njihove početne lokacije, a za konstantni broj pretplatnika i njihove raspodele, ima minimum.

3.1. Ukupna cena pretplatničke mreže računa se pomoću jednačine:

$$X_1 = \sum_{k=1}^{n_c} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M s_{ij}(k) \cdot p_{ij} \cdot c_{ij} \cdot l_{ij}(k) \quad (3.3)$$



SL.3.1 ELEMENTI PRETPLATNIČKE MATRICE

gde je: $l_{ij}(k)$ - ortogonalno rastojanje pretplatnika koji se nalaze na (i,j) pretplatničke matrice od k -te centrale, Slika 3.1;

c_{ij} - jedinična cena pretplatničkih vodova za pretplatnike na (i,j) lokaciji i zavisi od rastojanja pretplatnika od centrale.

3.2. Ukupna cena petljaste mreže spojnih vodova RC-RC računa se pomoću jednačine:

$$X_2 = \sum_{k=1}^{n_c} \sum_{j=k+1}^{n_c} v_{kj} \cdot l_{kj} \cdot v_{kj} \quad (3.4)$$

gde je v_{kj} - broj spojnih vodova, l_{kj} - rastojanje a v_{kj} cena km voda između k -te i j -te RC.

3.3. Ukupna cena zvezdaste mreže spojnih vodova RC-MMC računa se pomoću jednačine:

$$X_3 = \sum_{k=1}^{n_c} w_{km} \cdot l_{km} \cdot \mu_{km} \quad (3.5)$$

gde je: w_{km} - broj spojnih vodova, l_{km} - rastojanje a μ_{km} - cena km voda između k -te RC i MMC.

3.4. Ukupna cena kablovske kanalizacije za spojne kablove računa se pomoću jednačine:

$$X_4 = \sum_{k=1}^{n_c} \sum_{j=k+1}^{n_c} l_{kj} \cdot \psi_{kj} \quad (3.6)$$

gde je: l_{kj} - rastojanje izmedju k-te i j-te RC a ψ_{kj} cena km-cevi.

3.5. Ukupna cena komutacione opreme sa montažom računara se pomoću jednačine

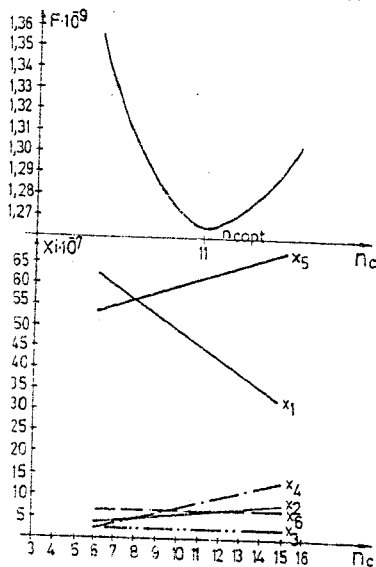
$$X_5 = \sum_{k=1}^{n_c} \theta_k \quad (3.7)$$

gde je θ_k - cena komutacione opreme k-te centrale.

3.6. Ukupna cena zgrada računara se pomoću jednačine:

$$X_6 = \sum_{k=1}^{n_c} \omega_k \quad (3.8)$$

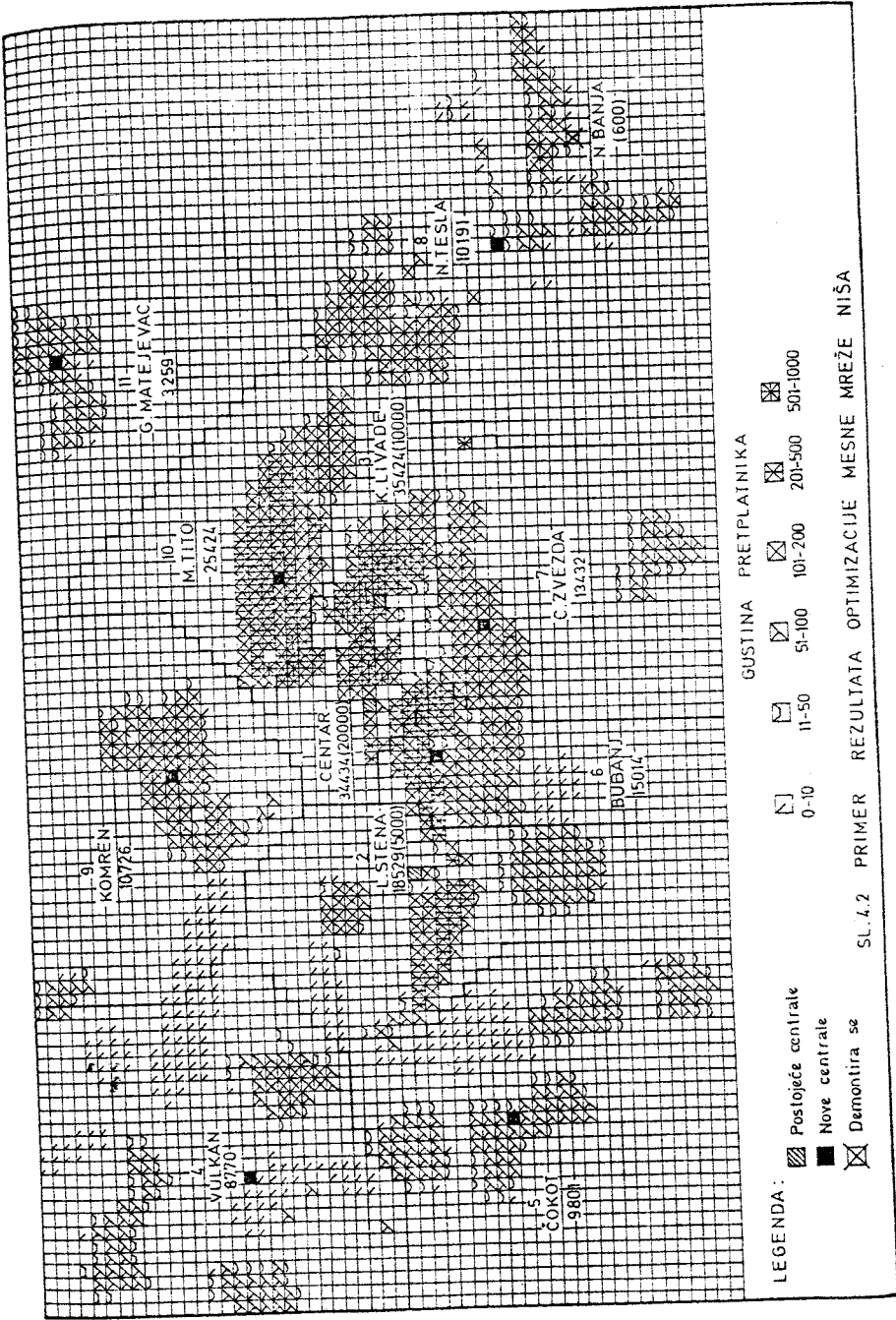
gde je ω_k cena zgrade sa zemljištem k-te centrale.



Sl. 4.1. Dijagrami funkcije cilja F i X_i u zavisnosti od broja centrala n_c za telefonsku mrežu Niša

4. NAČIN IZNALAZENJA OPTIMALNE VARIJANTE

Iznalaženje optimalne varijante sastoji se u određivanju onog broja centrala i njihovog rasporeda za koji ukupna cena mesne mreže F ima minimum. Da bi



se došlo do optimalne varijante potrebno je raspolagati dovoljnim brojem rezultata za različiti broj centrala. Koliko puta, za određeni broj centrala, treba primeniti navedeni postupak zavisi od vrednosti funkcije cilja. Naime, veća pažnja posvećuje se traženju optimalnog rešenja za onaj broj centrala za koji F ima znatno manju vrednost.

Da bi se za određeni broj centrala našao njihov najpovoljniji raspored, potrebno je izvršiti analizu raspodele gustine pretplatnika u pretplatničkoj matrici i birati one početne lokacije koje dovode do najbrže konvergencije iterativnog postupka i najnižih vrednosti funkcije cilja.

Na Sl. 4.1. prikazani su dijagrami funkcija F i X_i za najpovoljnije početne lokacije u funkciji n_c za mesnu mrežu Niš. Sa dijagrama se vidi da F ima minimum za $n_c = 11$. Lokacije centrala, granice pripadnosti pretplatnika pojedinim centralama i kapaciteti centrala date su na Sl.4.2. Optimizacija je vršena za period do 2000. godine.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu dat je matematički model iterativnog postupka određivanja optimalnog broja i lokacija centrala, kao i model funkcije cilja, što omogućuje u spešnu primenu elektronskog računara pri optimizaciji mesnih telefonskih mreža. Značaj korišćenja elektronskog računara vidi se u 4-tom poglavlju, gde je za iznalaženje optimalne varijante bilo neophodno uraditi veliki broj kombinacija.

6. LITERATURA

- [1] L.A.Gimpelson: "Modern techniques for metropolitan network planning", *Telecommunication Journal*, Vol. 38, pp. 829-836, XII/1971.
- [2] J.J.Petrić: *Operaciona istraživanja, knjiga prva i druga*, Beograd: "Savremena administracija", 1976. i 1974. godina.
- [3] M.Strazmešterov: "Primena elektronskog računara pri planiranju mesnih telefonskih mreža", *Telekomunikacije*, br. 3., str. 14-22, 1975. Beograd.
- [4] Y.Rapp: "The use computers for network planning", *Telecommunication Journal*, Vol. 38, pp. 865-873, XII/1971.
- [5] *Perspektivni plan razvoja mesne telefonske mreže Skoplja do 2000. godine*, Elektrotehnički fakultet Zagreb.