

# PROIECTAREA PROGRAMELOR DE CIRCULAȚIE ALE TRANSPORTULUI PUBLIC ÎN CONDIȚIILE NEUNIFORMITAȚILOR SPAȚIALE ȘI TEMPORALE ALE CERERII

Asist. ing. Oana Maria DINU  
Universitatea „Politehnica” – București

A absolvit Facultatea de Transporturi a Universității „Politehnica” – București (2002). Este cadru didactic din 2002 și în prezent este asistent la catedra Tehnica transporturilor. Domenii de interes: sisteme de transport, logistica transporturilor, trafic urban de călători. Este doctorand în domeniul Transporturi.

**REZUMAT.** Pe baza principiilor de elaborare a orarilor se prezintă o metodologie de programare a circulației pe liniile cu variații spațiale și temporale ale cererii de deplasare. Realizarea orarilor are la bază determinarea intervalelor între entitățile de trafic. Pentru situația în care sosirile călătorilor sunt aleatoare, intervalele între entitățile de trafic sunt egale. Dacă aceste intervale egale sunt mai mari decât intervalele tehnologice minime posibile pentru urmărirea entităților de trafic în condițiile unei înzestrări tehnice date, atunci este posibilă reducerea probabilității de propagare a întârzierilor. În cazul unei linii de transport caracterizată de variații spațiale și temporale ale cererii, pe distanțele cele mai solicitate în perioadele de vârf, se utilizează trasee parțiale. Pentru două linii de transport care au o porțiune de traseu comună, programul de circulație se întocmește astfel încât să se realizeze corelația între programul pe porțiunea comună și programul pe restul traseului celor două linii.

**Cuvinte cheie:** programarea circulației, interval tehnologic, corelare.

**ABSTRACT.** Taking into consideration the principles of timetables elaboration it is been presented a methodology of traffic scheduling on transport lines with spatial and temporal variation of travel demand. The scheduling process is based on identifying the headways. For random passenger arrivals, the headways are identical. If those headways are bigger than the minimum possible technological intervals taking into consideration the technical equipment, then it is possible the reduction of the probability of delay propagation. Short turns can be used for covering the transport demand on the most requested distances. It is presented the graphical correlation between 2 transport lines timetables.

**Keywords:** traffic scheduling, technological interval, correlation.

## 1. DETERMINAREA CERINȚELOR SERVICIULUI DE TRANSPORT

### 1.1. Definiții, mărimi caracteristice

Realizarea sarcinii de transport este stabilită prin planul de circulație a mijloacelor de transport pe rețeaua dată. Planul de circulație este definit prin traseele și ciclograma circulației (prezentată fie prin intermediul graficului de circulație, fie sub forma orarului sosirilor și expedierilor mijloacelor de transport).

Planul circulației trebuie stabilit pentru fiecare dintre cele  $h = 1, 2, \dots, H$  linii distincte. Pentru una din aceste linii planul circulației este definit dacă sunt cunoscute următoarele elemente:

- numărul mijloacelor de transport afectate liniei;
- traseele pe care circulă mijloacele de transport;

– graficul circulației mijloacelor de transport, care stabilește momentele în care circulă fiecare mijloc de transport pe traseul prestabilit.

Programul de circulație pentru fiecare linie de transport trebuie să satisfacă 2 cerințe: să asigure capacitatea necesară de transport și să asigure o frecvență minimă a serviciului (pentru intervalul maxim de urmărire) necesară din punct de vedere al nivelului de servire.

### 1.2. Distribuția călătorilor în timp și spațiu

Informația necesară pentru realizarea unui program pentru o linie de transport este dată de volumul de călători estimat și de distribuția lor în timp și spațiu.

În figura 1 este prezentată variația detaliată a volumului de călători pe distanța cea mai solicitată a liniei

pentru fiecare oră, jumătate de oră sau alt interval, iar în orele de vârf la intervale de 15 minute. Este acoperită întreaga perioadă de operare a serviciului.

Figura 1 este utilizată pentru a determina intervalele pe care sunt realizate orariile de circulație. În unele cazuri un singur orar de circulație este valabil pentru

întreaga zi (de exemplu o linie de transport utilizată sâmbăta), în cele mai multe cazuri însă există 3, 4 până la 6 intervale cu orarii diferite. În figura este prezentată o zi obișnuită din timpul săptămânii cu programul pentru: vârfurile de dimineață, prânz, vârfurile de după amiază, seară și noapte.

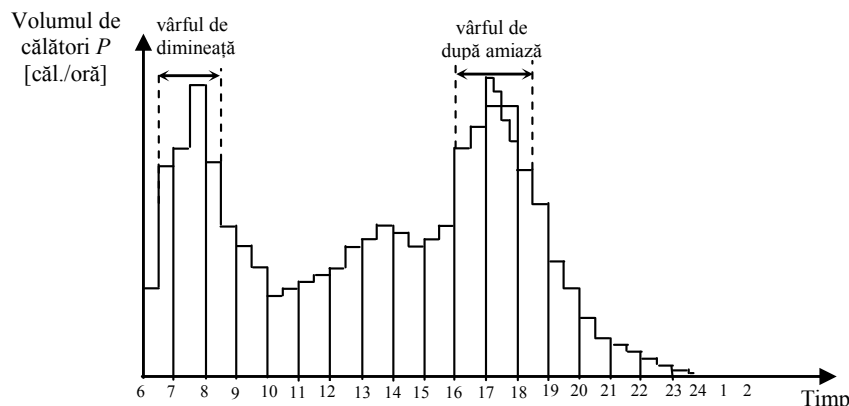


Fig. 1. Variația orară a volumului de călători pe o linie de transport și intervalele pe care se realizează orariile.

Ținând cont de distribuția temporală a volumului de călători (figura 1) pentru o linie de transport, numărul și durata perioadelor de analiză sunt determinate de regulă pentru întreaga rețea de linii de transport.

## 2. STABILIREA PROGRAMULUI DE CIRCULAȚIE

### 2.1. Date caracteristice

Datele necesare începerii analizei:

- lungimea liniei,  $L$  [km];
- durata de operare,  $T_0$  [min];
- capacitatea entității de trafic,  $C_v$  [locuri/veh.];
- intervalul de urmărire considerat,  $h_p$  [min/ET];
- coeficientul de ocupare (pe distanța cea mai solicitată),  $\alpha$  [călători/loc];
- volumul de călători considerat,  $P_d$  [călători/h];
- durata minimă de staționare în stația de capăt,  $t_i$  [minute] sau valoarea minimă a lui  $\gamma$ ;
- numărul de vehicule pe entitatea de trafic,  $n$  [veh/ET].

Volumul de călători pe oră,  $P_d$ , raportat la numărul mediu de călători transportați pe distanța cea mai solicitată determină frecvența necesară

$$f = \frac{P_d}{\alpha \cdot n \cdot C_v} [\text{ET/h}] \quad (1)$$

Intervalul de urmărire va fi:

$$h = \frac{60}{f} = \frac{60 \cdot \alpha \cdot n \cdot C_v}{P_d} [\text{min/ET}] \quad (2)$$

Numărul necesar de vehicule pentru realizarea transportului cu intervalul de urmărire stabilit se determină în funcție de durata unui ciclu,  $T$ .

Componentele duratei unui ciclu sunt:

– durata de mers,  $T_0$  – intervalul între momentul de plecare al ET dintr-o stație terminus (stație de capăt) și momentul de sosire în cealaltă stație terminus pentru fiecare sens;

– durata de staționare în stația de capăt,  $t_i$ ;

$$T = 2(T_0 + t_i) = 2T_0(1 + \gamma) [\text{min}] \quad (3)$$

unde  $\gamma = \frac{t_i}{T}$  și ia valori între 0,1 și 0,3.

### 2.2. Numărul entităților de trafic din parcul activ

Numărul de entități de trafic se determină ca raport între durata unui ciclu și valoarea intervalului de urmărire.

$$N_{ET} = \frac{T}{h} = \frac{f \cdot T}{60} \quad (4)$$

$$\min_h : (h : hN_{ET} - T \geq 0) \quad (5)$$

Cum intervalul de urmărire,  $h$ , este determinat, înseamnă că valoarea lui  $T$  trebuie corectată în raport cu valoarea  $N_{ET}$  rezultată din relația (5)

$$T = h \cdot N_{ET} \text{ [min]} \quad (6)$$

prin mărirea valorii duratei de staționare în stația de capăt peste normele anterior considerate,  $t_i$  în calculul lui  $T$ . Valoarea ajustată a lui  $T$  reprezintă durata unui ciclu. Valoarea lui  $\gamma$  se recalculează:

$$\gamma = \frac{t_i' + t_i''}{2T_0} \times 100\% \quad (7)$$

unde  $t_i'$ ,  $t_i''$  reprezintă duratele de staționare în cele două stații de capăt.

Viteza comercială este definită ca fiind viteza medie a unei entități de trafic pentru parcurgerea unui ciclu complet. Viteza comercială se poate determina și ținând cont de coeficientul  $\gamma$

$$v_c = \frac{v_0}{1 + \gamma} \text{ [km/h]} \quad (8)$$

unde  $v_0$  reprezintă viteza de operare (de mers) și este definită ca fiind viteza medie de mers a entității de trafic de-a lungul unei linii de transport

$$v_0 = \frac{60L}{T_0} \text{ [km/h]} \quad (9)$$

Viteza comercială se poate determina și ca raport între lungimea traseului,  $2L$  și durata unui ciclu,  $T$ .

$$v_c = \frac{120L}{T} = \frac{120L}{h \cdot N_{ET}} \text{ [km/h]} \quad (10)$$

Din relația (10) ținând seama de (2) și de (8) rezultă:

$$N_{ET} = \frac{120L}{h \cdot v_c} = \frac{2L \cdot P_d (1 + \gamma)}{\alpha \cdot n \cdot C_v \cdot v_0} \text{ [ET]} \quad (11)$$

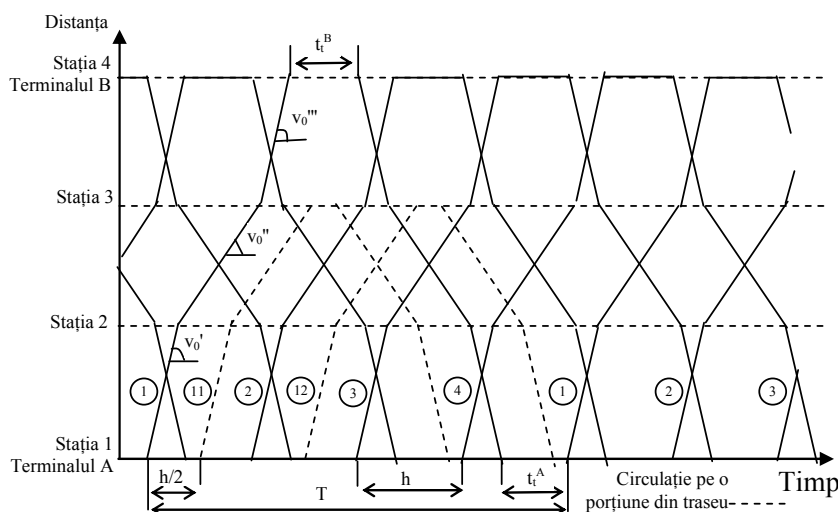
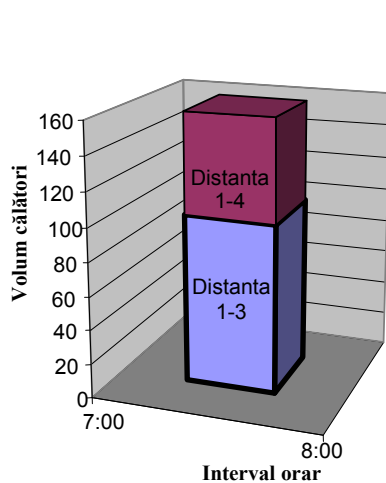


Fig. 2. Graficul de circulație corespunzător unei linii caracterizate de cereri neuniforme.

Relația permite determinarea mărimii parcului activ în funcție de caracteristicile traseului ( $L$ ), de entitățile de trafic ( $C_v$ ,  $n$ ), de volumul de călători estimat ( $P_d$ ) și de modul de organizare a circulației ( $\gamma$ ,  $v_0$ ).

## 2.3. Proiectarea graficului de circulație

### 2.3.1. Graficul de circulație pentru liniile caracterizate de cereri neuniforme

Într-o reprezentare grafică simplificată, spațiu – timp, circulația între stațiile traseului se prezintă ca în figura 2. Se remarcă faptul că, datorită neuniformității spațiale a cererii de transport, unele entități de trafic (cele reprezentate cu linie întreruptă) au stația 3 ca stație terminus pentru perioadele în care cererea pe distanța 1-3 este semnificativ mai mare decât cea de pe distanța 1-4.

Circulația pe o porțiune din traseu se introduce în perioadele de vârf pentru suplimentarea capacității de transport pe distanțele cele mai solicitate.

### 2.3.2. Graficul de circulație pentru linii de transport cu trunchi comun

În cazul liniilor cu trunchi comun și ramificații, graficul de circulație este proiectat astfel încât să existe o corelație între circulația pe trunchiul comun și circulația pe ramificații. Această corelație se poate realiza pe cale grafică.

În figura 3 este proiectat graficul de circulație (distanță – timp) pentru două linii de transport cu trunchi comun și două ramificații.

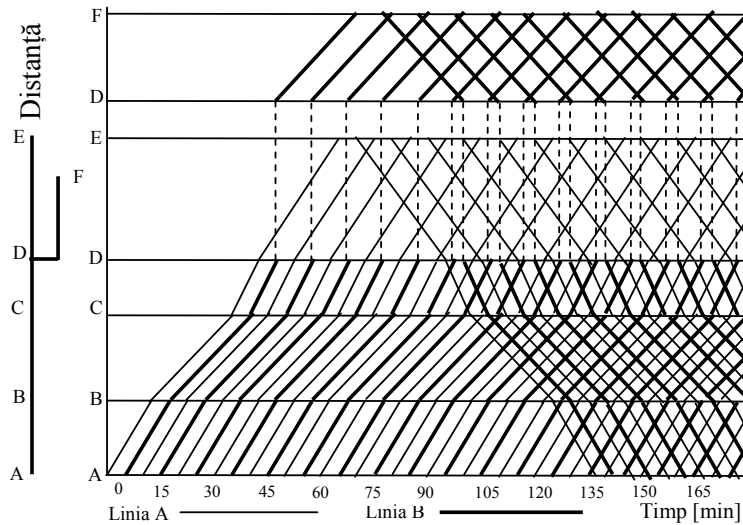


Fig. 3. Grafic de circulație pentru două linii de transport cu trunchi comun și ramificații.

Graficul prezintă circulația între stațiile traseului pe toate cele trei secțiuni: trunchiul comun și cele două ramificații. Este identificată mărimea duratelor de staționare în stațiile de capăt astfel încât intervalele de urmărire pe trunchiul comun să fie uniforme.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Raicu, Ș. (2007), *Sisteme de transport*, Editura AGIR.
- [2] Vukan R. Vuchic (2005), *Urban Transit: Operations, Planning, and Economics*, Wiley (John) and Sons, Incorporated.
- [3] Vukan R. Vuchic (1981), *Urban public transportation. Systems and technology*, Prentice-Hall Inc.