

CONGRUENȚA REȚELELOR DE TRANSPORT CU REȚELELE STRADALE

Conf. dr. ing. Florian GHIONEA,
Universitatea „Politehnica” din
București



A absolvit în 1976 Facultatea de Transporturi. Până în 1986 a îndeplinit funcții de execuție și de conducere în cadrul Regionalei C.F.R. București. Între 1986 și 1996 a funcționat ca șef serviciu mișcare și trafic călători în cadrul METROREX R.A..

În prezent este conferențiar la catedra Tehnica transporturilor din U.P.B.. A publicat 25 de articole științifice, 3 cărți de specialitate, 5 alte lucrări și a finalizat 6 contracte de cercetare.

Prep. ing. Rareș MOVILEANU,
Universitatea „Politehnica” din
București



A absolvit în 2003 Facultatea de Transporturi, secția Tehnica transporturilor, ca șef de promoție cu diplomă de excelență pentru rezultate deosebite. De la absolvire este cadru didactic universitar la catedra Tehnica transporturilor. În prezent urmează cursurile de master „Transport și trafic urban”, ale Universității „Politehnica” – București.

REZUMAT. Materialul prezintă asigurarea unei rețele de transport care să se transpună cât mai exact pe rețeaua majoră de străzi a orașului pentru a satisface în condiții calitative cererile de transport apărute. În acest context o rețea de transport va putea deservi toate cererile, considerate concentrate doar în noduri (dar de fapt ele existând de-a lungul tuturor arcelor), doar dacă se va apropia topologic de rețeaua de străzi a orașului. Noțiunea de congruență aplicată rețelelor de transport și stradală trebuie înțeleasă prin similitudine cu noțiunea de izomorfie a grafurilor. Introdusă astfel noțiunea de congruență devine măsurabilă și, pentru fiecărei pereche rețea de transport-rețea de străzi se poate cuantifica măsura în care sistemul de transport răspunde cerințelor publicului călător.

ABSTRACT. This paper deals with ensuring a transportation network able to transpose, as precisely as possible, on the major city streets network as a mean of satisfying the transportation requests that may appear at the highest quality conditions. In this context, the transportation network will answer all the requests, considered as concentrated only in the nodes (but, in fact, already existing along all the lines) only if it will topologically fit to the city streets network. Applied to the transportation and streets networks, the congruence coefficient must be understood by proximity with the graph isomorphic notion. The congruence notion introduced in this way, it becomes measurable and for each pair of transportation network-street network we may quantify how much of the transportation structure answer the requests of the public travellers.

1. NOȚIUNEA DE CONGRUENȚĂ A REȚELELOR DE TRANSPORT CU REȚELELE DE STRĂZI

Prin materialul de față se urmărește obținerea unui indicator care, conform opiniei autorilor, acoperă o necesitate obiectivă: apreciază în ce măsură masa probabilă de solicitanți de prestație are la dispoziție linia de transport, cuantificând modul în care rețelele de transport se suprapun rețelelor de străzi, adică peste acele elemente de pe care sunt emanate cantitățile eterogene și aleatoare ale cererii. Noțiunea de congruență* aplicată rețelelor trebuie înțeleasă prin similitudine cu noțiunea de izomorfie a

grafurilor; astfel, se poate considera că o rețea de transport este congruentă cu rețeaua de străzi atunci când cele două grafuri asociate rețelelor sunt izomorfe (reprezintă aceeași situație). Din punct de vedere al elementului central căruia i se aplica noțiunea de congruență, pot exista două abordări ale problemei: cu referire la nodurile rețelei sau cu referire la arcele rețelei. Conform primul punct de vedere, ar putea să se pretindă ca fiecare nod al rețelei să fie deservit de către toate liniile de transport puse în funcțiune; aceasta abordare este pur teoretică, fără posibilități de punere în practică, datorită imposibilității de a se găsi întotdeauna grafuri hamiltoniene în rețelele reale, plus apariția unor densități extreme, neraționale, de linii de transport pe unitatea de suprafață a orașului. Cel de-al doilea punct de vedere, mai modest în formă, dar încadrând mult mai adecvat fondul problemei, ar avea ca cerință principală deservirea fiecărui arc al rețelei prin cel

* În acest caz particular, congruent înseamnă „care concordă, echivalent” și nu are semnificația „care coincide perfect”.

puțin o linie de transport (condiție mult mai aproape de necesitățile și posibilitățile reale). Numeric, aceasta se poate reda prin raportul:

$$C_o = \frac{\text{număr de arce acoperite prin linii de transport}}{\text{numărul total de arce al rețelei de străzi}} \quad (1)$$

Totuși, calculat în acest mod, indicele poate fi suspectat de lipsă de generalitate deoarece se referă la arce (străzi sau tronsoane de linie), iar deservirea propriu-zisă a publicului se realizează prin linii de transport care, în mod obișnuit, se desfășoară de-a lungul a mai mult de un arc de legătură între două noduri oarecare. De aceea, o modalitate de calcul mult mai realistă a unui indice de congruență este redată de următorul raport:

$$C = \frac{\text{număr de linii de transport exploatate}}{\text{număr de linii de transport care ar asigura congruența}} \quad (2)$$

Definit astfel, indicele de congruență ar impune, de fapt, condiția ca liniile puse în funcțiune să fie cât mai lungi, ceea ce se constituie ca un factor de calitate în transportul urban (pentru a nu fragmenta, în mod artificial, deplasările origine-destinație).

2. DETERMINAREA COEFICIENTULUI DE CONGRUENȚĂ

Se pot imagina cel puțin trei modalități de obținere a numitorului relației de mai sus (evident, nu sunt probleme în ceea ce privește determinarea numărătorului): fixând sensuri pe arce, o origine și o destinație a liniilor de transport; renunțând la sensuri (deci acționând în grafuri neorientate); eliminând și condiția de origine și destinație unice.

O rezolvare ordinară a acestei probleme se poate obține prin determinarea fluxului minim prin grafuri cu ajutorul algoritmului Ford-Fulkerson. Cerința pusă în fața ansamblului de arce, noduri și relații interdependente este de a oferi, pe baze raționale și pe cât posibil în mod univoc, structura intrărilor care asigură prin graf un flux complet: se admite că un flux este complet dacă este imposibil să se găsească un drum, de la intrare la ieșire, care să conțină arce ce nu și-au atins capacitatea (unu, în acest caz). În figura 1 este redat un exemplu.

Pe de o parte, se constată că abordarea problemei congruenței rețelei de transport cu rețeaua de străzi implică existența a 4 linii de transport (fig. 2,a), ceea ce ar permite, în situația din figura 2,b, să cuantifice numeric congruența astfel:

$$C^{Ford-F} = \frac{\text{număr de linii în funcțiune}}{\text{număr minim de linii care asigură acoperirea străzilor}} = \frac{2}{4} = 0,5 \quad (3)$$

Pe de altă parte, în figura 3 este prezentată acoperirea aceleiași rețele de străzi cu doar 3 linii.

Soluția grafică din figura 3 este rezultatul unei rezolvări speciale a problemei congruenței rețelelor, și anume al constituirii ansamblului de linii de transport prin tehnici euleriene. În aceste circumstanțe, problema congruenței rețelelor se poate trata astfel:

- a) se poate admite că un nod de intrare sau de ieșire care beneficiază de numărul maxim de m arce incidente necesită, după plecarea inițială, încă un număr de $m/2$ sau $(m-1)/2$ întoarceri, în funcție de paritate (conform procedurii de rezolvare a grafurilor în care se caută linia euleriană) (fig. 4);

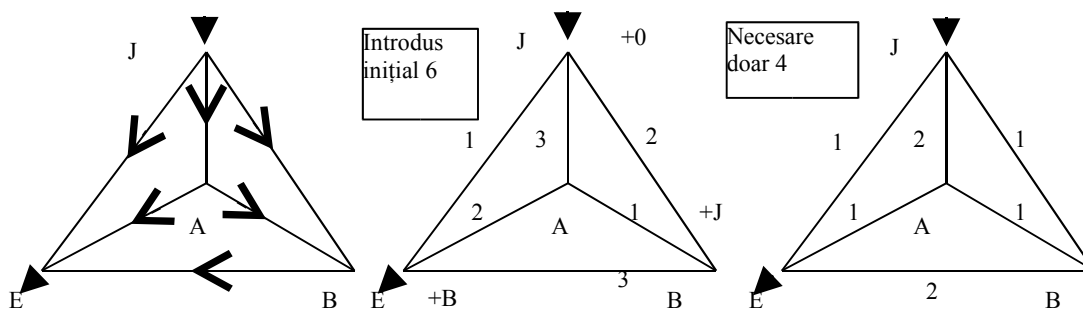


Fig. 1. Ilustrarea algoritmului Ford-Fulkerson.

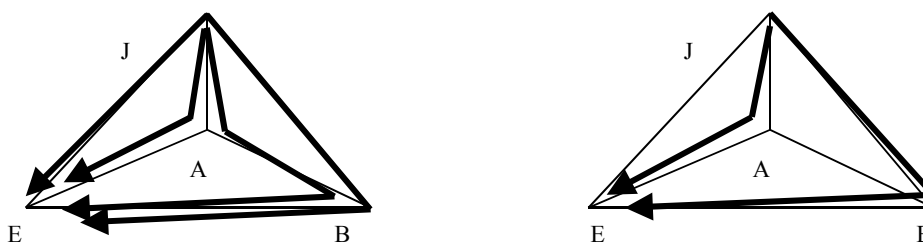


Fig. 2. Rețea de transport congruentă cu rețeaua de străzi, în comparație cu liniile de transport în exploatare.

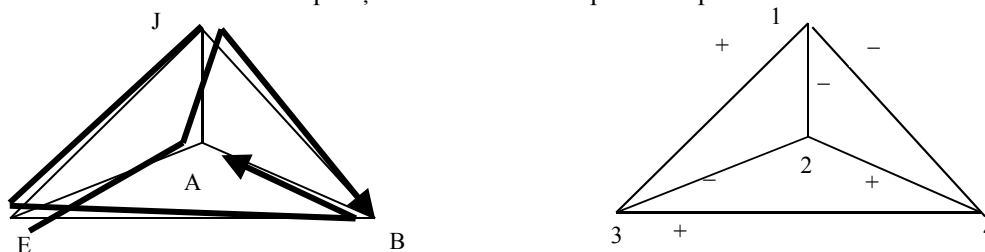
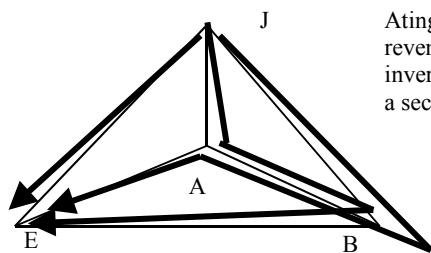


Fig. 3. Număr redus de linii care acoperă rețeaua de străzi.



Atingerea *E* coroborată cu revenirea iminentă în *J* impune inversarea sensului de parcurgere a secțiunii (fig. 4).

Fig. 4. Linie euleriană în graful suplimentat pe traseul *AB*.

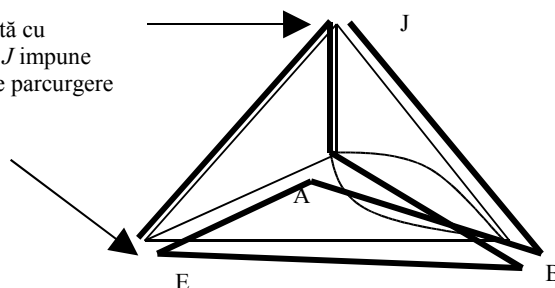


Fig. 5. Rețea de transport determinată prin calcul operațional (cel mai redus număr de linii care acoperă rețeaua de străzi).

- b) această repetată atingere a nodului de start sau de finalizare impune fragmentarea parcursului eulerian în *m* secțiuni (unele vor trebui considerate în sens invers parcursului eulerian inițial);
- c) întotdeauna, arcele adăugate pot fi suplinite prin parcurgerea altor arce reale, iar arcele eliminate pot fi înglobate într-una din secțiunile din care este alcătuit circuitul eulerian.

Aceste condiții conduc la posibilitatea constituirii unei valori de calcul ce oferă numărul minim de linii, care pot deservii o rețea stradală printr-o rețea de transport congruentă : dacă se indică intrarea și ieșirea în/din graf, dar se renunță la orientarea arcelor, mulțimea numărului de linii de transport necesare acoperirii integrale a unui graf este mărginită inferior (la stânga axei reale) de valoarea cea mai mare a gradelor locale ce caracterizează nodurile de intrare și de ieșire (numărul maxim de arce incidente constatată în graf, pentru nodurile de origine sau destinație ale liniei euleriene).

Pentru cazul particular analizat de mai sus (fig. 2,b), noua valoare a indicelui de congruență este:

$$C^{Euler} = \frac{\text{număr de linii în funcțiune}}{\text{număr minim de linii care asigură acoperirea străzilor}} = \frac{2}{3} = 0,66 \quad (4)$$

Dificultățile pe care le implică ultima modalitate de determinare a numitorului relației (2) pot fi depășite doar prin calculul operațional. Anticipând rezultatele obținute prin soluționarea problemei congruenței cu ajutorul calculului operațional, în figura 5 a se oferă imaginea grafică a rețelei de transport, care oferă o altă valoare a indicelui de congruență:

$$C^{Calc.Op} = \frac{\text{număr de linii în funcțiune}}{\text{număr minim de linii care asigură acoperirea străzilor}} = \frac{2}{2} = 1 \quad (5)$$

Scurte considerații referitoare la un capitol al calculului operațional – util scopului urmărit în prezentul material – se redau în continuare (acest capitol al calculului operațional se ocupă de descompunerea grafurilor în arbori constituenți : un arbore este un graf conex, fără cicluri și care are cel puțin două noduri).

Indicații pentru găsirea arborilor de lungime totală maximă într-un graf și, în plus, care să fie neramificați (deci, sub formă de lanț), respectiv care, în ansamblul lor, să reconstituie exact graful inițial, se pot obține prin cel puțin două căi : prima, un procedeu simplu, bazat pe euristici, aplicabil direct, însă nu întotdeauna eficace ; a doua, un procedeu analitic, care dă sistematic o soluție, însă laborios, necesitând pe lângă calculele de rutină și putere de sinteză din partea cercetătorului. În continuare se va explicita, pe un graf simplu, procedeul euristic de obținere a arborilor dintr-un graf, arbori care în final definesc numărul liniilor ce acoperă integral graful asociat rețelei de străzi (deși prin aplicarea celor două căi se pot obține chiar și traseele liniilor de transport, modelarea de față nu îndeplinește, încă, toate condițiile pentru a fi folosită la determinarea liniilor de transport). Fie graful din figura 5,b, asociat rețelei de străzi a orașului.

Se admite aprioric că arcele grafului pot fi acoperite cu un număr oarecare de linii, ceea ce revine la a considera că se poate descompune graful în 2, 3... arbori cu structura tip lanț. Fie valoarea inițială 2 ; se alege un nod oarecare de start. Fie acesta 1 ; se marchează unul din arce cu (+). Fie acesta 13 ; semnul distinctiv pentru al doilea arbore va fi (-) ; deoarece din nodul 1 pleacă trei arce, celelalte două, 12 și 14 vor putea face parte din arborele doi ; deci se marchează aceste două arce cu (-). Se constată că arcul 23 poate să aparțină arborelui unu (+) sau doi (-). Se alege a doua alternativă ; primul arc adiacent construcției începute este 34 , deci (+). În consecință, arcul rămas, 24 ,

nu poate fi decât componentul arborelui unu (întrucât arborele doi nu poate fi continuat către nodul 2 – apare o arborescență).

Se constată grafic, din figura 5,a și b, îndeplinirea condițiilor cerute : 2 arbori, 1-3-4-2, respectiv, 3-2-1-4 ; fără arborescență (tip lanț); care acoperă tot graful.

3. CONCLUZII

Scopul unui organizator de rețea de transport public urban de călători este asigurarea unei rețele de transport care să se transpună cât mai exact pe rețeaua majoră de străzi a orașului, ca un mijloc de satisfacere în condiții calitative a cererilor de transport apărute. În acest context, o rețea de transport va putea deservi toate cererile, considerate concentrate doar în noduri (dar, de fapt, ele existând și de-a lungul tuturor arcelor), doar dacă se va apropia topologic de rețeaua de străzi a orașului. Determinarea structurii și configurației rețelei de transport a

unui oraș trebuie efectuată astfel încât aceasta să îndeplinească cerințele de călătorie ale cât mai multor solicitanți de prestație (se subliniază faptul că, prin concentrarea cererii de transport doar în nodurile rețelei, se pot neglija o gamă destul de extinsă de cereri disipate de-a lungul arcelor). Coeficientul de congruență este introdus ca un indicator ce permite aprecierea bunei deserviri sau a subservirii unei zone de către rețeaua de transport public colectiv. Metoda este complementară calculului izocroniei, dar este mult mai ușor de aplicat, nemaifiind nevoie de reprezentarea la scară a orașului, ci doar de graful rețelei stradale.

BIBLIOGRAFIE

1. **Ackoff, R.L.**, *Bazele cercetării operaționale*, Editura Tehnică, București, 1975.
2. **Constandache, G.G.**, *Raționalitate, limbaj, decizie*, Editura Tehnică, București, 1994.
3. **Maynard, H.B.**, *Manual de inginerie industrială*, Editura Tehnică, București, 1975.
4. **Postolache, M.**, *Metode numerice*, Editura Sirius, București, 1994.

NOI APARIȚII ÎN EDITURA AGIR

Gh. Ivănuș, I. Ștefănescu, Șt.-Tr. Mocuța, M.P. Coloja
ISTORIA PETROLULUI ÎN ROMÂNIA, ediția a II-a

Format 170×240 mm, 580 pagini, legată, 190.000 lei/exemplar

Lucrarea este dedicată dezvoltării industriei petroliere din România, din 1850 până în prezent, precum și epocii preindustriale a acesteia. Cartea prezintă documente inedite care atestă principalele etape de dezvoltare ale prospecțiunilor geologice, forajului sondelor petroliere, extracției de țiței, prelucrării petrolului, precum și activitățile conexe de transport, desfacere a produselor, cercetare-dezvoltare și perspectivele industriei petroliere în România pe termen mediu.

Lucrarea se adresează în principal specialiștilor din sectorul petrolier, precum și cercetătorilor din domeniul economiei și istoriei petrolului, aducând în prim-plan evoluția tehnică a mijloacelor de investigare, extracție și prelucrare. Totodată, cartea este deosebit de utilă factorilor de decizie din extracția și prelucrarea țițeiului.