

ASPECTE PRIVIND ALEGEREA CRITERIULUI INTEGRAL DE EFICIENȚĂ A REȚELELOR DE TRANSPORT PUBLIC DE PASAGERI

dr.ing. AMBROSI Grigore, drd. AMBROSI Gheorghe

Universitatea Tehnică a Moldovei,
Centrul Național de Cercetare, Inovare și Proiectare în Transporturi

Abstract: Prezenta lucrare abordează problematica alegerii criteriului integral de eficiență a rețelei de transport public de pasageri, care fiind aplicat pentru modelarea morfologiei structurii proiectate, să asigure echilibrul intereselor participanților la procesul de transport.

Cuvinte cheie: transport, criteriu, rețea, model, morfologie, flux, optimizare

1. Introducere

Urbanizarea și transporturile urbane constituie un ansamblu interactiv polivalent în care ambele componente se influențează reciproc în cel mai semnificativ mod. Interacțiunea dintre transporturi și planificarea urbană este de complexitate majoră, fiind din ce în ce mai greu de stabilit relațiile dintre cauze și efecte [1], [2].

În ultimul timp datorită dezvoltării social-economice susținute a municipiilor și orașelor din regiune și din țara noastră s-a modificat esențial structura mobilității urbane, inclusiv și cererea de transport de pasageri. Apar și se extind în ritm rapid noi zone și cartiere, instituții și obiective de business, sportive și culturale de interes public. Se remarcă îndepărtarea serviciilor sociale de locul de trai al populației, supraîncărcarea zonelor centrale cu obiective de menire publică, dotarea neuniformă a sectoarelor cu obiective educaționale, medicale și de protecție socială. Creșterea numărului de automobile, dezvoltarea insuficientă a infrastructurii rutiere și alte incoerențe ale dezvoltării urbane generează congestii cronice de trafic.

Imperativul optimizării rețelelor de transport public de pasageri revine în prim plan, în principal reieșind din înrăutățirea sistematică a condițiilor de circulație rutieră urbană.

În procesul de transport public se suprapun interesele vitale individuale ale fiecărui pasager cu interesele operatorilor de transport și cu cele ale comunității în întregime (fig.1.), iar majoritatea acestor necesități poartă, în mod obiectiv, un caracter contradictoriu [3].

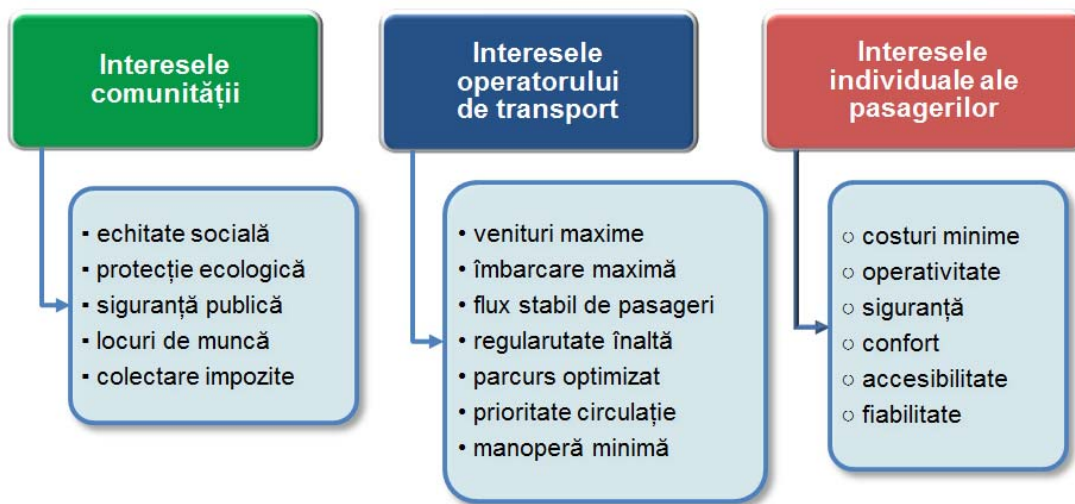


Fig.1. Interesele în procesul de transport public de pasageri

Un subiect dintre cele mai contradictorii este, de exemplu, stabilirea tarifului de călătorie. Dacă publicul călător este interesat de tarife cât mai mici, operatorii de transport, din contra, solicită majorarea lor până la valori maxime pentru a obține venituri operaționale cât mai mari.

Creșterea frecvenței circulației vehiculelor la liniile de transport public micșorează pierderilor de timp în așteptare a pasagerilor, însă solicită majorarea necesarului de automobile, în rezultat este afectată eficiența utilizării capacităților de transport și, în final, randamentul economic al transportului.

Astfel, alegerea criteriului general de eficiență a rețelelor de transport public de pasageri este influențată de diferențele de motivație și de interese ale participanților la procesul de transport.



Fig.2. Suprapunerea intereselor în procesul de transport
S – domeniul comun de suprapunere a intereselor

Prezenta lucrare țintește obiectivul sintezei unui criteriu integral de eficiență a rețelei de transport public de pasageri, care fiind aplicat pentru modelarea morfologiei structurii proiectate, să asigure echilibrul intereselor tuturor participanților la procesul de transport.

2. Criterii de eficiență a rețelei de transport public de pasageri

Proiectarea rețelei de transport public de pasageri este etapa cheie care influențează eficiența funcțională ulterioară a sistemului de transport urban. Nivelul de servire a publicului călător și eficiența activității de producere a operatorilor de transport sunt determinate de gradul în care această rețea se integrează armonios în planificarea localității și cât de rațională este morfologia finală a acesteia [4].

În anii 50 ai secolului trecut s-au elaborat bazele proiectării rețelelor de transport public, inițial fiind formulate condițiile generale de proiectare [5]. În particular, ca indicatori de eficiență a rețelelor proiectate la acea etapă sau stabilit următoarele criterii de optimizare:

- itinerarele liniilor de transport public, incluse în rețeaua finală, se vor trasa pe drumul cele mai scurt dintre punctele inițial și final ale acestora;
- durata minimă a transportului din orice punct inițial în orice punct final al rețelei;
- numărul minim de transbordări în procesul de deplasare din orice punct inițial în orice punct final al rețelei de transport public.

Majoritatea metodologiilor actuale de proiectare a rețelelor de transport public stabilesc ca criteriu tehnologic de optimizare a rețelelor de transport public de pasageri minimumul cheltuielilor integrale de timp de călătorie a pasagerilor în sistemul proiectat, valoarea căruia se determină cu relația [6], [7]:

$$C_T = \sum_{r=1}^u \sum_{s=1}^f Q_{sr} t_{ar} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m Q_{ij} (t_{dij} + t_{ij}) \rightarrow \min, \quad (1)$$

în care: $r = 1, 2, \dots, u$ - sunt liniile de transport public care formează varianta analizată de rețea;

$s = 1, 2, \dots, f$ - stațiile de oprire ale rutei r ;

Q_{sr} - numărul de călători în așteptare la stația s a liniei r , pasageri;

t_{ar} - timpul mediu de așteptare a transportului la linia r , în minute;

Q_{ij} - numărul de pasageri care se deplasează din zona i în zona j (cererea de transport), pasageri;

t_{dij} - timpul de deplasare a pasagerilor din zona i în zona j , în minute;

t_{ij} - timpul de transfer în nodurile rețelei pe relația dintre zonele i și j .

Un alt criteriu integral de eficiență a rețelelor de transport public, utilizat în procesul de modelare, este criteriul minimizării costurilor operaționale ale companiilor de transport [8], criteriu care este în contradicție evidentă cu criteriile nominalizate anterior mai sus.

În continuare urmează să se evidențieze un astfel de criteriu general de optimizare, care pe de o parte să ia în considerație necesitatea minimizării cheltuielilor integrale de timp de călătorie a pasagerilor, iar pe de altă parte să contribuie la micșorarea cheltuielilor operaționale ale operatorilor de transport și ale comunităților respective. Criteriul integral căutat trebuie să fie echilibrat în sensul că trebuie să asigure un compromis tehnologic și economic rezonabil între toate părțile procesului de transport public de pasageri.

Analizele efectuate scot în evidență un nou criteriu integral de eficiență a rețelei de transport public de pasageri - densitatea fluxului de pasageri pe lungimea liniilor care formează rețeaua calculată [9]:

$$D_{ij} = \frac{Q_{ij}}{L_{ij}} \rightarrow \max, \text{ pasageri / oră} \cdot \text{km} \quad (2)$$

pentru următoarele condiții de modelare:

$$L_{\min} \leq L_{ij} \leq L_{\max}, \text{ km} \quad (3)$$

$$Q_{ij} \succ Q_{\min}, \text{ pasageri} \quad (4)$$

în care: D_{ij} este densitatea medie a fluxului de pasageri la linia ij , în pasageri/oră·km;

Q_{ij} – fluxul de pasageri la linia ij de transport public, pasageri/oră

L_{ij} – lungimea liniei ij de transport public, km;

L_{\min} – lungimea minimă limită a liniei de transport public, km;

L_{\max} – lungimea maximă limită a liniei de transport public, km;

Q_{\min} – fluxul minim de pasageri la linie, pasageri/oră.

Acest criteriu reflectă distribuția intensității cererii de transport public de pasageri pe lungimea traseului ales. Paradigma acestui tip de modele presupune îmbinarea într-o rută de transport public a sectoarele succesive ale rețelei de transport urban cu valori majore a intensității cererii de transport de pasageri.

În modelele matematice, care aplică ca criteriu integral de eficiență densitatea medie a fluxului de pasageri, valoarea Q_{ij} caracterizează corespondența de pasageri pe relația de transport ij și este calculată în matricea de corespondență a modelului orașului respectiv.

Maximizarea densității fluxului de pasageri poate fi realizată prin varierea lungimii liniilor proiectate ($L_{ij} = var$). Densitatea optimă D_{ij}^{opt} a fluxului de pasageri determină valoarea rațională a lungimii reale L_{ij}^{real} a rutei de transport public sintetizate.

Relația (3) este condiția stabilită în procesul de modelare pentru excluderea din multitudinea de combinații de linii a tuturor variantelor care nu respectă acest raport logic. Valorile limită L_{\min} , L_{\max} sunt determinate în dependență de caracteristicile dimensionale ale aglomerației urbane și sectoarelor ei.

Condiția (4) stabilește valoarea minimă a fluxului de pasageri, care se va deservi de către operator la linia proiectată. Pentru a majora valoarea densității fluxului de pasageri la linie este posibilă micșorarea lungimii liniei proiectate, astfel sunt luate în considerație interesele publicului călător privind minimizarea duratei transportului și creșterea operativității deplasării.

Pe de altă parte micșorarea lungimii liniei proiectate convine operatorului transportului atât sub aspect tehnologic, cât și sub aspect economic deoarece contribuie la creșterea veniturilor operaționale datorită intensificării utilizării parcului rulant la liniile mai scurte și micșorării necesarului de vehicule pentru deservirea acestor linii.

Pentru îmbunătățirea calității deservirii pasagerilor la liniile cu diferite valori de flux și pentru asigurarea unui nivel înalt de corelare dintre fluxul real de pasageri cu capacitățile disponibile de transport în modelele matematice este necesară stabilirea șirului de densități maxime ale fluxului de pasageri pe lungimea rutei incluse în rețeaua de transport public de pasageri, adaptate capacitativ la tipajul autovehiculelor disponibile în parcul auto al operatorilor.

Liniile cu valori relativ mai mici ale fluxului de pasageri se recomandă să fie deservite de autovehicule cu capacitatea de încărcare adaptată la cererea reală de transport.

3. Concluzii finale

Reieșind din caracterul contradictoriu al intereselor părților procesului de transport public de pasageri, în scopul asigurării unui compromis echitabil sub aspectele tehnologic, organizatoric și economic, a unui echilibru rezonabil între interesele nominalizate, se propune ca în procesul modelării structurii rețelei de transport public ca criteriu integral de eficiență al acesteia să fie aplicat criteriul densității maxime a fluxului de pasageri [9].

Criteriul nominalizat reflectă cu fidelitate evoluția intensității cererii de transport public de pasageri pe lungimea liniilor sintetizate în procesul de modelare. Linia modelată este calificată ca optimă în cazul în care densitatea fluxului de pasageri pe lungimea rutei atinge valoarea maximă pentru condițiile date.

Seria de valori ale densității maxime, stabilite ca date de reper în modelele utilizate pentru simulare, trebuie să fie corelate pe de o parte cu tipajul mijloacelor de transport al operatorilor de transport public, iar pe de altă parte cu standardul minim de calitate al transportului public.

Bibliografie

1. Ortuzar J.D., Willumsen L.G., *Modelling Transport*. London: 2011, 608 p.
2. Вукан Р.Вукич, *Транспорт в городах, удобных для жизни*, Москва, Территория будущего, 2011, 413 с.
3. Кочегурова В.А., Мартынова Ю.А., *Оптимизация составления маршрутов общественного транспорта при создании автоматизированной системы поддержки принятия решений*, Известия Томского политехнического университета., 2013, т.323, №5, стр.79-84.
4. Мартынова Ю.А., *Анализ опыта проектирования рациональных маршрутных сетей городского пассажирского транспорта*, Интернет-журнал "Науковедение", Выпуск 2, март – апрель 2014, стр.1-10.
5. Якшин А.М., *Планировка транспортных сетей. Опыт градостроительного исследования*. Москва, 1946, 88 с.
6. Геронимус Б.Л., Джумаев Д.Д., *Математико-статистический метод выборочного обследования пассажиропотоков*, Автомобильный транспорт, 1966, №4, с. 43-44.
7. Ambrosi Gr., Ambrosi Gh., *Cu privire la modelarea matematică a rețelelor de transport public de pasageri*, în *Lucrările Conferinței naționale științifico-practice cu participare internațională „Transport: Economie, Inginerie și Management”*, Chișinău, UTM, 2015, p.7 – 22.
8. Антошвили М.Е., Либерман С.Ю., Спирин И.В., *Оптимизация городских автобусных перевозок*, Москва, Транспорт, 1985, 102 с.
9. Zhongzhen Ya., Bin Yu, Chuntian Ch. *Parallel ant colony algorithm for bus network optimization*, *Computer - Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 2007, v. 22, p. 44–55.