

DEZVOLTAREA TRANSPORTULUI PUBLIC URBAN DE MARE CAPACITATE – SOLUȚIE PENTRU UN ORAȘ INTELIGENT

Conf. dr. ing. Vasile DRAGU, Ș.l. dr. ing. Ștefan BURCIU,
Asist. dr. ing. Eugenia Alina ROMAN

Universitatea „Politehnica“ din București, România

REZUMAT. Creșterea gradului de motorizare din ultimii ani a condus la degradarea calității vieții în marile orașe prin apariția celui mai iritant fenomen al lumii moderne - congestia traficului. Lucrarea definește noțiunea de congestie prin prisma actorilor implicați în sistemul de transport și propune soluții de limitare și reducere a efectelor acestora asupra vieții orașelor. Pentru limitarea efectelor congestiei este propusă și analizată măsura de dezvoltare și implicit folosire a rețelelor de transport public urban de mare capacitate. Susținerea aserțiunilor teoretice este realizată prin studiul de caz asupra rețelei de metrou din municipiul București. Este prezentată evoluția rețelei, a indicilor de conectivitate și a gradului de omogenitate pentru situația actuală a rețelei și situația din anul 2017 când va fi data în exploatare și magistrala M5 - Eroilor-Drumul Taberei. Sunt formulate concluzii asupra modului în care a fost condusă dezvoltarea rețelei și necesitatea folosirii transportului public urban în deplasările cotidiene.

Cuvinte cheie: congestie, transport public, indici de conectivitate.

ABSTRACT. Increasing motorization in recent years has led to life's quality degradation in major cities by the appearance of the most irritating phenomenon of the modern world - traffic congestion. The paper defines the notion of congestion through the stakeholders involved in the transport system and it proposes solutions to limit and reduce its impact on city life. To limit congestion effects a default measure of development and use of urban public transport networks with high capacity it is proposed and analyzed. The theoretical assertions are supported by a case study on Bucharest's subway network. It presents the network, the connectivity indices and the homogeneity degree of the subway network for the current situation and also for the 2017 year when a new metro line will be put into operation - M5 metro line - Eroilor-Drumul Taberei. Conclusions are drawn on how the development of subway network was led and on the necessity of using public transport in daily trips.

Keywords: congestion, public transport, connectivity indices.

1. CONSIDERAȚII GENERALE

Folosirea intensivă a autoturismului personal în deplasările cotidiene a accentuat efectele externe negative și a condus la niveluri ale congestiei greu de suportat de cei implicați.

Fenomenul cel mai iritant al vieții locuitorilor din marile aglomerări urbane este congestia traficului. În 10 orașe din România numărul de autoturisme în posesie depășește valoarea de 600 de autovehicule la 1000 de locuitori. Bucureștiul a devenit un oraș cu mai multe autovehicule decât Amsterdam, Copenhaga, Praga sau Roma (Univers Ingineresc nr. 17/1-15 septembrie 2015). Planul propus de Asociația de Transport Metropolitan București (structură a societății civile înființată cu acordul Consiliului General al Municipiului București) vizează crearea unei rețele complexe de transport public care să rezolve problemele actuale de congestie. S-a fixat ca

obiectiv pentru anul 2030 creșterea numărului de utilizatori ai transportului public de la 20% în prezent, la cel puțin 80%. Acest obiectiv trebuie realizat în zona cu cea mai mare densitate a populației din țară – peste 8000 loc./km².

Conform *Sustainable Urban Mobility Plan 2016-2030 - Bucharest-Ilfov*, Bucureștiul este orașul cu cea mai mare congestie din Europa, și unul dintre cele mai afectate din întreaga lume. Acest studiu a determinat indicele de congestie pentru mai multe orașe din lume (este raportul procentual dintre diferența între durata reală a deplasării și durata realizată în afara orelor de vârf, raportată la durata în afara orelor de vârf) și a arătat că Bucureștiul are un indice de congestie de 41%, ajungând pe locul 8 (din 146 de țări analizate) în clasamentul celor mai grave din lume și pe primul loc în Europa (fig. 1).

Cu toate acestea, în 2012 Varșovia se afla în fruntea clasamentului, cu un indice de congestie de

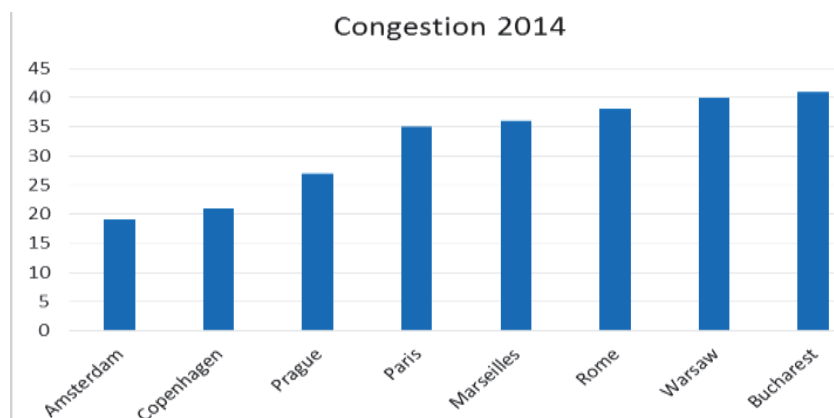


Fig. 1. Indicele de congestie (sursa: *Sustainable Urban Mobility Plan 2016-2030 - Bucharest-Ilfov*).

42%, urmată de Marsilia (40%) și Palermo (39%), în timp ce Bucureștiul se afla cu mult în urma acestora. În timp ce aceste orașe au fost capabile să-și reducă nivelul de congestie, problema în București s-a agravat.

Deși termenul de *congestie* este folosit extrem de frecvent acesta are interpretari diferite din partea partenerilor care cu interese și puncte de vedere, adesea divergente, se întâlnesc pe piața transporturilor (Raicu, 2007). Putem numi aici: *responsabilul cu strategia dezvoltării infrastructurilor de transport, utilizatorul infrastructurii, inginerul de trafic, beneficiarul transportului și economistul din transporturi*. Pentru fiecare dintre aceștia noțiunea de congestie are semnificații diferite în funcție de gradul de implicare în procesul de transport.

Responsabilul cu strategia dezvoltării infrastructurilor de transport este interesat ca elementele infrastructurii să preia fluxurile normate pentru care au fost proiectate. În caz contrar, înseamnă că infrastructura a fost supradimensionată și că resursele financiare consumate nu-și dovedesc eficiența.

Utilizatorul infrastructurii (conducătorul vehiculului) este interesat să nu fie stânjenit în deplasare de alți participanți la traficul de pe aceeași infrastructură. Din punctul lui de vedere, scăderea vitezei sub cea realizată pe calea liberă este interpretată ca un început de congestie.

Pentru *inginerul de trafic*, congestia apare mult mai târziu și anume numai atunci când intensitatea traficului atinge un prag situat în vecinătatea capacității (debitului maxim) al unei artere rutiere și când la creșteri în continuare mici ale intensității traficului se înregistrează scăderi relativ importante ale vitezei de deplasare a fluxului.

Beneficiarul transportului (călătorul sau proprietarul-destinatarul mărfii) este în măsură să pună-n evidență congestia numai în măsura în care așteptările sale privind durata călătoriei sau a deplasării mărfii așa cum și le-a asumat transportatorul nu au fost respectate ca urmare, exclusiv, a prelungirii duratei de parcurgere a itinerariului pe infrastructura dată.

Economistul din transporturi concepe congestia ca pe o externalitate care-i obligă pe cei care nu sunt beneficiarii unei anume activități de deplasare (riverani sau chiar ansamblul populației unei zone sau a planetei, ceilalți participanți la trafic) să plătească costurile efectelor produse de utilizatorii infrastructurii.

Din succinta enumerare a acestor percepții subiective asupra termenului de congestie, rezultă că un prim obiectiv pentru îmbunătățirea cunoașterii în domeniu, îl constituie eliminarea ambiguității noțiunii discutate.

În acest sens, ar fi posibil să definim o solicitare optimă a unei artere rutiere folosind drept criteriu de optimizare costurile sociale totale, solicitare optimă în raport cu care să se definească congestia.

Sistemul pentru măsurarea congestiei traficului trebuie să îndeplinească următoarele cerințe: (Raicu, 2007)

- măsurătorii (indicatorii) să aibă sensuri clare, ușor de definit,
- să permită evaluări la diferite niveluri ale rețelei rutiere (segment, legătură, rută, zonă) și să ofere posibilitatea agregării evaluărilor,
- să confere posibilitatea raportării la o funcționare ideală, la un standard de referință,
- duratele de deplasare (relevante sau estimate) să fie reținute în evaluări,
- să poată pune în evidență condițiile de apariție a congestiei accentuate.

Din examinarea cerințelor enumerate, se desprind elementele primare care stau la baza unui sistem de cuantificare a congestiei. Acestea se referă la:

- durata necesară parcurgerii unei porțiuni dintr-un itinerar, θ [min],
- durata necesară parcurgerii unei unități de lungime din porțiunea unui itinerar (încetineală, lentoare, adică inversul vitezei), I [min/km],
- mărimea absolută a întârzierii medii pe fiecare unitate de lungime, $A = I_r - I_f$, unde I_r și I_f reprezintă

SOLUȚII PENTRU UN ORAȘ INTELIGENT

încetineala parcurgerii unității de lungime în condițiile observate, respectiv în condițiile de flux liber,

- mărimea relativă a întârzierii medii, $a = A/I_f$,
- lungimea porțiunii din itinerar parcursă în condiții de congestie, L_c ,
- efectele congestiei resimțite de utilizatori, calculate ca produs între numărul utilizatorilor (călătorilor) sau vehiculelor, N_c și lungimea porțiunii din itinerar, L_c afectată de congestie,

$$C = L_c \times N_c, \quad (1)$$

– debitul efectiv asigurat de acea porțiune din itinerar, $D_c = N_c \times \bar{V}_c$, unde \bar{V}_c este viteza medie a fluxului mijloacelor de transport pe porțiunea studiată,

– indice al mobilității pe o porțiune omogenă a unui itinerar, $i_m = \frac{D_c}{D_n}$, unde D_n este debitul normal pe acea porțiune.

2. SOLUȚII PENTRU LIMITAREA CONGESTIEI

Reducerea congestiei se realiza până nu demult, prin dezvoltarea capacității infrastructurilor rutiere, neținând seama că este vorba de o resursă limitată și oricât va crește, mereu ea va fi atinsă (Holden et al., 2013, Dragu et al., 2015).

Măsurile clasice de reducere a congestiei vizează exclusiv dezvoltarea infrastructurilor rutiere care conduc la ocuparea terenului, degradarea peisajului natural, creșterea riscului de accidente (din cauza creșterii lățimii drumului) și atragerea de nou trafic, prin care se va ajunge iarăși la congestie și procesul este ciclic până când extinderea infrastructurii rutiere nu mai este posibilă (Banister, 1997 și 2008). Se descrie astfel un cerc vicios al posibilităților de *eliminarea* a congestiei (fig. 2).

Pentru a asigura o dezvoltare durabilă a mobilității și implicit o reducere a congestiei trebuie ca măsurile tradiționale de sporire a capacității infrastructurilor de transport să fie asociate și cu măsuri de reducere a nevoii sociale de deplasare (Banister, 1997). În tabelul 1 sunt prezentate comparativ modelele de planificare a mobilității urbane (Pucher, 2010; www.optar.ro; Dragu et al., 2015).

Din observațiile zilnice asupra evoluției parcului de autovehicule se trage concluzia că numărul de autovehicule și în special autoturisme crește alarmant fapt care va înrăutăți condițiile de circulație și implicit de locuire din marile orașe.

De pe site-ul Direcției Regim Permise de Conducere și Înmatriculare a Vehiculelor din Ministerul Afacerilor Interne (www.drpciv.ro) au fost obținute informații referitoare la numărul de autovehicule înmatriculate în București. A fost întocmit tabelul 2 care arată situația numărului de autovehicule înmatriculate în perioada 1990-2013.

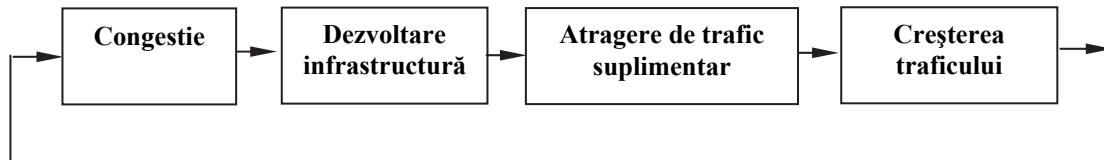


Fig. 2. Ciclul vicios de reducere a congestiei.

Tabelul 1. Comparația modelelor de planificare a mobilității urbane

Model clasic de planificare în transportul urban	Model de planificare durabilă a mobilității urbane
Orientare către trafic	Orientare către oameni
Obiectiv principal: îmbunătățirea condițiilor de circulație	Obiectiv principal: creșterea accesibilității și a calității vieții
Decizii politice ca rezultat al studiilor efectuate de specialiștii din domeniu	Implicare activă a beneficiarilor în procesul de decizie (consultare largă)
Implicarea numai a domeniului ingineriei transporturilor	Implicare interdisciplinară
Acțiuni orientate în principal către dezvoltarea infrastructurii	Acțiuni care vizează reducerea nevoii de deplasare, reafectarea modală și logisticile urbane
Program de investiții orientat	Distribuirea investițiilor către domenii care conduc la realizarea mobilității durabile
Inițierea de proiecte mari și costisitoare în dezvoltarea infrastructurii	Creșterea durabilă a eficienței activității de transport
Impact limitat în rezolvarea problemelor traficului urban	Impact major și de durată în reducerea volumului traficului și schimbării în comportamentul de deplasare

(Prelucrare după: Pucher, 2010; www.optar.ro)

DEZVOLTAREA TRANSPORTULUI PUBLIC URBAN DE MARE CAPACITATE

Tabelul 2. Număr de autovehicule înscrise în circulație în municipiul București

Anul	1990	1992	1995	2002	2003	2013
Nr. autovehicule	336928	377206	468414	655042	695365	1125591
Suprafață ocupată (km ²) (11m ² /autoveh.)	3,71	4,15	5,16	7,21	7,65	12,39
Procent ocupat din supraf. orașului	1,56	1,75	2,17	3,03	3,22	5,21

Din tabelul 2 se observă că numărul de autovehicule înmatriculate în București a crescut extrem de mult iar ocuparea spațiului de asemenea. Folosind funcțiile din programul de calcul tabelar *Microsoft Office Excel* a fost determinată tendința de evoluție. Aceasta poate fi folosită pentru a extrapola viitoarele evoluții ale parcului, în condițiile menținerii aceluiași condiții socio-economice de dezvoltare. Valorile obținute sunt înscrise în tabelul 3.

Din tabelul 3 se observă că cea mai bună ajustare se realizează prin funcția care are o expresie polinomială de grad 2 ($R^2 = 0,999$), urmată de funcția exponențială ($R^2 = 0,996$).

În figura 3 este reprezentată grafic evoluția conform celei mai bune ajustări- cea polinomială de grad 2. Se observă cum graficul funcției reușește să treacă foarte aproape de toate punctele cunoscute.

În cazul traficului rutier atunci când solicitarea efectivă se apropie de capacitatea drumului apare congestia care reduce capacitatea și înrăutățește condițiile de circulație.

Una din măsurile mult vehiculate astăzi de reducere a efectelor congestiei este schimbarea afectării modale în transporturile de călători prin creșterea cotei de piață a transporturilor publice de mare capacitate (metrou, tramvai sau metrou ușor) în defavoarea transportului individual cu autoturismul personal (Rowe et al. 2011, Tyrinopoulos and Antoniou, 2013). Acest lucru se poate realiza numai în cazul în care rețelele respective de transport sunt dezvoltate în concordanță cu dezvoltarea localităților și servesc fidel zonele analizate. Există o aserțiune potrivit căreia orașele nu trebuie lăsate să se dezvolte decât în măsura în care pot fi servite cu transport public de mare capacitate.

Tabelul 3. Funcții de ajustare pentru evoluția parcului de autovehicule

Nr. crt.	Tip funcție	Ecuția	Coefficient de corelație (R^2)
1	Liniară	$y = 33663x + 26751$	0.980
2	Polinomială grd. 2	$y = 658.46x^2 + 17554x + 322978$	0.999
3	Exponențială	$y = 32867e^{0.052x}$	0.996
4	Logaritmică	$y = 21395\ln(x) + 20778$	0.743
5	Putere	$y = 28582x^{0.357}$	0.873

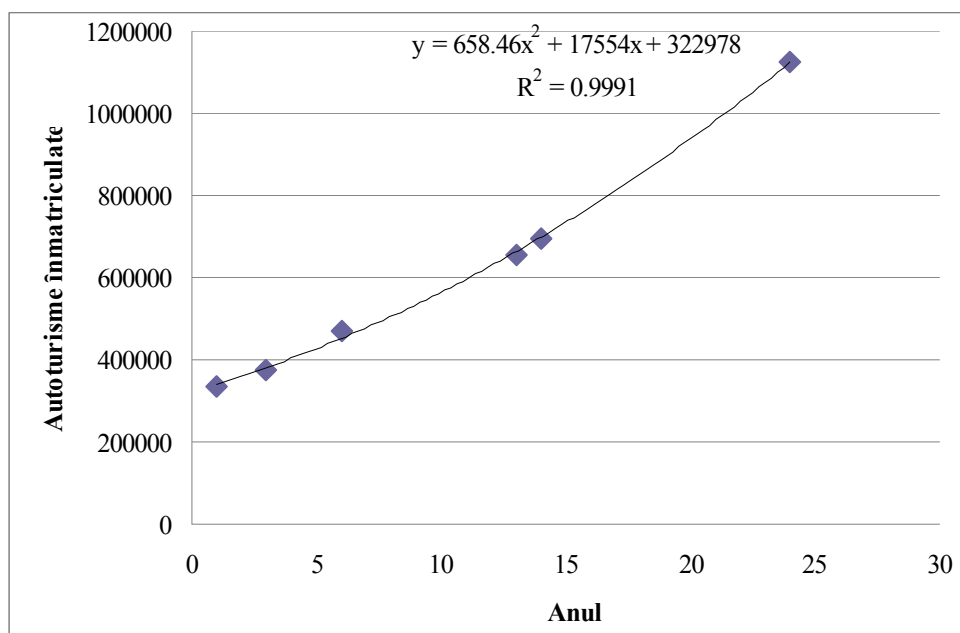


Fig. 3. Reprezentarea grafică a funcției polinomiale de ajustare - grad 2.

SOLUȚII PENTRU UN ORAȘ INTELIGENT

Transportul public este extrem de folosit în țările din Europa de Est și de Centru precum și în țările foarte dezvoltate ale Asiei. Ponderea utilizării este cuprinsă între 57-59% pentru orașele japoneze Tokyo și Osaka după distanța de deplasare zilnică măsurată în călători × km.

În ceea ce privește orașul Moscova, există aproximativ 100 de călătorii pe an și locuitor în timp ce orașe ca Praga și Budapesta au 800 de călătorii pe an și locuitor. De fapt, ponderea modală, măsurată în călători × km, a transportului public este de 50-60% pentru orașele din Europa Centrală și de Est.

Situația orașelor din Europa de Vest se situează între cea a orașelor din America de Nord și Japonia. Repartiția modală arată că transportul public deține în mod normal o pondere între 24-35% (24% pentru orașul Zurich și 35% pentru orașele Munchen și Barcelona). (www.uitp.org)

Pentru a crește rata de folosire a transportului public există viziuni diferite pentru țările dezvoltate și țările în curs de dezvoltare.

În lucrare, se face o analiză a modului cum a fost condusă dezvoltarea rețelei de metrou din București și o analiză asupra variației indicilor de conectivitate și omogenitate ai rețelei.

3. STUDIU DE CAZ PENTRU REȚEAUA DE METROU DIN BUCUREȘTI

Metroul trebuie să reprezinte axa fundamentală pentru rețeaua de transport public urban datorită caracteristicilor și avantajelor sale (durată de deplasare redusă, capacitate mare de transport, regularitate). Există astăzi aproximativ 161 de orașe din lumea întreagă în care circulă metrou sau tramvai. (www.uitp.org)

Prin studiul de caz realizat, a fost evaluată proprietatea de conectivitate (s-au determinat indicii de conectivitate α , γ , β) a rețelei de metrou din București pentru situația existentă în 2009 și situațiile prognozate pentru anii 2017 și 2030, conform estimărilor care se găsesc pe site-ul www.metrorex.ro.

În tabelul 4 sunt prezentate datele caracteristice ale rețelei de metrou din București la momentele 2009 și 2017.

Indicii de *conectivitate* evaluează proprietatea de conectivitate a rețelei. Această proprietate permite evaluarea multiplicității legăturilor asigurate de rețeaua de transport în sistemul teritorial. Astfel se pot aprecia cantitativ legăturile directe și cele alternative oferite de rețea. Pentru stabilirea conectivității se folosesc indicii α , γ și β (Raicu, 2007).

Indicele α reprezintă raportul între numărul de circuite existente în graful $G'[R]$, asociat rețelei analizate și numărul maxim de circuite care pot exista în graful având același număr de noduri;

- pentru graful neplanar:

$$\alpha_{np} = \frac{\sum_{i,j} \rho'_{ij} - n}{\frac{n(n+1)}{2} - n}, \quad (2)$$

unde $\sum_{ij} \rho'_{ij}$ reprezintă numărul de arce ale grafului

prin care este reprezentată rețeaua;

$n+1$ - numărul de noduri ale grafului $G'[R]$.

Indicele γ este un măsurător al legăturilor directe asigurate de rețeaua de transport în sistemul teritorial. Adăugarea unei legături directe între două noduri ale rețelei inițiale, care sunt deja legate, conduce la crearea unor legături alternative (*rețea tip plasă*). Indicele γ poate fi considerat ca un măsurător al *densității plasei* și se calculează ca raportul dintre numărul de arce ale lui $G'[R]$ și numărul maxim de arce posibile pentru un graf conținând același număr de noduri;

- pentru graful neplanar:

$$\gamma_{np} = \frac{\sum_{i,j} \rho'_{ij}}{\frac{n(n+1)}{2}}; \quad (3)$$

Indicele β reprezintă raportul între numărul arcelor și cel al nodurilor din graful $G'[R]$. El se poate determina mult mai ușor decât indicii α și γ , însă imaginea creată asupra conectivității rețelei este mai puțin precisă.

Tabelul 4. Caracteristicile rețelei de metrou din București

Magistrale		2009		2017	
		Lungime [km]	Număr de stații	Lungime [km]	Număr de stații
M1	Pantelimon – Dristor	29,1	22	29,1	22
M2	Berceni – Pipera	18,9	14	18,9	14
M3	Preciziei – Anghel Saligny	15,25	15	15,25	15
M4	Gara de Nord – Parc Bazilescu	3,7	4	6,1	6
M5	Eroilor – Drumul Taberei	-	-	6,8	8
Total		66,95	55	76,15	65
Arie servită [km ²]		238		238	
Densitatea rețelei [km/km ²]		0,281		0,320	

DEZVOLTAREA TRANSPORTULUI PUBLIC URBAN DE MARE CAPACITATE

În tabelul 5 se găsesc valorile indicilor de conectivitate obținuți pentru graful asociat rețelei de metrou, la cele trei momente de timp.

Rețeaua nu este numai o consecință a unei inovații tehnologice sau a alteia. Ea este o consecință a unui principiu de amenajare care stabilește un raport între posibilitățile tehnice și deservirea teritorială (Raicu, 2007).

Nu se poate afirma că cei care intervin în conceperea, amenajarea și gestiunea rețelelor sunt pe deplin conștienți de legăturile esențiale între rețele și teritorii, ignorându-se aproape complet faptul că rețelele deservesc același teritoriu și se înscriu în același spațiu socio-economic.

Omogenitatea reprezintă modul în care diferitele elemente ale sistemului teritorial depind unele de

altele prin intermediul rețelei, independent de caracteristicile particulare ale legăturilor care să afecteze corelațiile spațio-temporale. Omogenitatea este caracterizată de indicatorul $H(R)$, care poate fi definit pentru o legătură, pentru un drum sau pentru întreaga rețea. În acest mod au fost stabiliți indicatori care să măsoare gradul de omogenitate al unei părți sau al întregii rețele (Raicu, 2007).

$$H(R) = \frac{1}{\sigma^2(d)} = \frac{1}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [d_i - \bar{d}]^2}, \quad (4)$$

unde $\sigma^2(d)$ reprezintă dispersia atributului ales (în acest caz distanța dintre stațiile succesive ale rețelei).

Tabelul 5. Indicii de conectivitate ai rețelei de metrou din București

Caracteristicile topologice ale rețelei		Rețea existentă		Rețea proiectată	
		2009	2017	2017	2030
Număr de noduri		12	13	13	24
Număr de arce		13	14	14	30
Indici de conectivitate	α	0.015	0.013	0.013	0.021
	γ	0.166	0.154	0.154	0.1
	β	1.083	1.077	1.077	1.25

Tabelul 6. Gradul de omogenitate a magistralelor de metrou și a întregii rețele pentru situația 2017

Indicador Magistrală	Lungime [km]	Număr de stații	Distanța dintre stații			$\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2$	$\sigma^2(d)$	H(R)
			Minimă	Maximă	Medie			
M1	29,10	22	0,70	1,80	1,39	1,70	0,081	12,35
M2	18,90	14	0,90	1,90	1,45	1,12	0,086	11,63
M3	15,25	15	0,90	2,40	1,61	1,95	0,140	7,18
M4	6,10	6	0,70	1,50	1,22	0,51	0,102	9,84
M5	6,80	8	0,67	1,30	0,85	0,29	0,036	27,91
Rețea	76.15	65	0,67	2,4	1,35	7.98	0,131	7,65

4. CONCLUZII

Lucrarea aduce în atenția opiniei publice și a decidenților locali și centrali ideea că satisfacerea nevoilor de deplasare ale populației din marile orașe prin folosirea autoturismului personal este o modalitate care aduce prejudicii atât celor implicați cât și celor neimplicați în sistemul de transport.

Producția și achiziția de automobile este în continuă creștere, în timp ce infrastructurile rutiere și-au epuizat posibilitățile de extindere fapt ce conduce la ocuparea incoerentă a spațiului, degradarea acestuia (poluare de toate tipurile, accidente, congestie, peisagistică, fauna și floră) cu implicații economice (congestiile traficului consumă circa 2-5% din PIB) și sociale. Se impune găsirea altor măsuri care să satisfacă nevoia de mobilitate fără însă a îngreuna libertatea de mișcare a individului. Una din măsurile intens promovate de specialiștii din transporturi este

și dezvoltarea rețelelor de transport de mare capacitate astfel încât acestea să poată deveni atractive pentru utilizatori. În acest sens, rețelele de metrou din marile orașe trebuie să devină axele principale ale deplasărilor iar în alegerile modale utilizatorii să le prefere. Pentru aceasta, dezvoltarea acestor infrastructuri trebuie să se afle în atenția specialiștilor dar și decidenților din domeniu care trebuie să urmărească deturmarea traficului de la autoturismul personal către modurile de transport prietenoase mediului.

Alegerea modală va fi în favoarea transporturilor publice numai dacă acestea vor oferi condiții de calitate superioare ale călătoriei și accesul la rețea va fi echitabil pentru întreaga populație deservită.

Din analiza indicilor de conectivitate s-a observat ca aceștia nu au crescut, ceea ce se traduce prin faptul că rețeaua nu și-a multiplicat legăturile ci a fost extinsă către noi teritorii neservite până în prezent. Din punct de vedere al omogenității rețelei,

sub aspectul distanțelor dintre stații, se observă că noua magistrală, care va fi dată în exploatare în anul 2017 are cea mai mare omogenitate datorită faptului că distanțele dintre stații sunt cvasiuniforme dar au și distanțe interstații mult mai mici. Acest fapt avantajează deplasările pe distanțe scurte și sporește atractivitatea noii magistrale.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Banister, D. *Reducing the need to travel*, Environmental and Planning B: Planning and Design, **Vol. 24**, 1997, pp. 437-449.
- [2] Banister, D. *The sustainable mobility paradigm*, Transport policy, vol. **15**, 2008, pp. 73-80.
- [3] Dragu, V. Rosca, E. Rusca *Aura Public Transport - Feasible Solution for Sustainable Urban Mobility*, Proceedings of the European Automotive Congress EAEC-ESFA 2015, **Vol. II**, ISBN 978-3-319-27275-7, Springer International Publishing Switzerland, pp. 419-429, 25-27 November 2015, Bucharest Romania.
- [4] Holden, E., Linnerud, K., Banister, D. *Sustainable passenger transport: Back to Brunland*, Transport Research Part A, **54**, 2013, pp. 66-77.
- [5] Pucher J., Buehler R. *Walking and Cycling for Healthy Cities*, Built Environment, vol. **36**, 104, 2010, pp. 415-422
- [6] Raicu, Ș. *Sisteme de transport*, Ed. AGIR, 2007.
- [7] Rowe, E.G., Skippon, S., Gardner, B., Abraham, C. *Can we reduce car use and, if so, how? A review of available evidence*, Transportation Research Part A **45**, 2011, pp. 401-418.
- [8] Tyrinopoulos, Y., Antoniou, C. *Factors affecting modal choice in urban mobility*, European Transport Review 5, 2013, pp.27-39.
- [9] *** Sustainable Urban Mobility Plan 2016-2030 – Bucharest-Ilfov.
- [10] *** Univers Ingineresc nr. **17/1-15**, septembrie 2015.
- [11] *** www.uitp.org
- [12] *** www.drpciv.ro
- [13] *** www.metrorex.ro
- [14] *** www.optar.ro

Despre autori

Conf.dr.ing. **Vasile DRAGU**

Universitatea „Politehnica“ din Bucuresti, România

Absolvent al Universității „Politehnica“ din București, Facultatea Transporturi, specializarea Tehnologia transporturilor și telecomenzi feroviare din anul 1984. Cu începere din 1990 este cadru didactic la aceeași universitate și facultate, departamentul Transporturi, trafic și logistică. Este titularul cursurilor de *Trafic rutier și Terminale de transport* (cu începere din 2007) de la studiile de licență în specializarea Ingineria transporturilor și a traficului și *Infrastructuri de transport urban și Modelarea cererii de transport* (cu începere din 2000) la studiile de master Transport și trafic urban. A fost director de proiect la 6 teme de cercetare realizate din Planurile naționale de cercetare sau cu agenți economici. A scris 8 cărți și a elaborat peste 60 de lucrări științifice în domeniul Ingineriei transporturilor care au fost publicate în reviste de specialitate sau volume ale unor manifestări științifice naționale/internaționale de prestigiu.

Ș.l.dr.ing. **Ștefan BURCIU**

Universitatea „Politehnica“ din Bucuresti, România

Absolvent al Universității „Politehnica“ din București, Facultatea Transporturi, specializarea Tehnica transporturilor din anul 2003. Încă de la absolvire și-a desfășurat activitatea ca asistent universitar în cadrul Departamentului Transporturi, trafic și logistică de la aceeași facultate și universitate. Autor al tezei de doctorat cu titlul: *Amplasarea obiectivelor care generează fluxuri semnificative de transport*. În prezent este șef de lucrări și titular al disciplinelor Teoria informației și coduri și Tehnologii de manipulare, depozitare și transport intern. Domenii de interes: logistica transporturilor, strategii de dezvoltare a sistemelor de transport, amenajarea teritoriului și transporturile.

Asist.dr.ing. **Alina Eugenia ROMAN**

Universitatea „Politehnica“ din Bucuresti, România

Absolventă a specializării Ingineria transporturilor și a traficului din anul 2009, ca șef de promoție al specializării și al Facultății Transporturi, precum și al studiilor de master în Logistica transporturilor din 2011. Autoare a tezei de doctorat *Intermodalitatea și mobilitatea urbană durabilă*, și a 8 lucrări științifice publicate în reviste de specialitate sau volumele unor conferințe naționale/internaționale indexate în baze de date internaționale. În prezent, este cadru didactic la aceeași universitate și facultate, departamentul Transporturi, trafic și logistică din anul 2015. În perioada 2009 - 2015 și-a desfășurat activitatea la SC Metroul SA realizând activități de cercetare/proiectare care vizau studii de trafic folosind programe specializate; studii pentru estimarea și modelarea cererii de transport; planificarea transportului urban, studii de fezabilitate/fezabilitate. Este o bună cunoscătoare a pachetelor software pentru macro și microsimularea proceselor din transporturi - AIMSUN, VISSIM, VISUM, VISWALK.