

# ASUPRA FLUIDIZĂRII CIRCULAȚIEI ÎNTR-O INTERSECȚIE URBANĂ

As.dr.ing. Cristina OPREA, Ș.l.dr.ing. Oana DINU, As.dr.ing. Anamaria ILIE,  
Ș.l.dr.ing. Ștefan BURCIU

Universitatea Politehnică București, România

**REZUMAT** Pentru a analiza traficul într-o intersecție urbană în vederea fluidizării, inginerii de trafic au la dispoziție diverse softuri de simulare. În lucrarea de față este studiată intersecția rezultată prin încrucișarea Bvd-ului Carol I cu Str. Armand Călinescu și Paleologu din București utilizând pachetul de programe AIMSUN. Analiza se face pe parcursul unei zile lucrătoare. Se propune introducerea unor benzi dedicate pentru virajul la dreapta pentru trei dintre accese. Se evidențiază ameliorarea parametrilor de trafic (lungimea șirului de așteptare, numărul de opriri, întârzierea medie, capacitatea intersecției, gradul de saturație)

**Cuvinte cheie:** flux de trafic, intersecție, fluidizare, AIMSUN.

**ABSTRACT.** For smoothing of the traffic in an urban intersection, the traffic engineers can use various simulation software. The aim of this paper is represented by the analysis of an intersection resulted from the confluence of Carol I avenue with Armand Călinescu street and Paleologu street from Bucharest using AIMSUN. The analysis is realized during a working day. One proposes to introduce some right turn dedicated lanes for three accesses. It can be seen that the traffic parameters are improved (queue, number of stops, delay time, capacity, saturation index).

**Keywords:** traffic flow, intersection, smoothing, AIMSUN.

## 1. INTRODUCERE

Analiza intersecțiilor se realizează în funcție de complexitatea acestora avându-se în vedere, asigurarea unui grad cât mai ridicat de siguranță a traficului care tranzitează intersecția [4]. Proiectarea intersecțiilor trebuie să aibă la bază o analiză temeinică întrucât acestea prezintă un grad ridicat de pericol de producere a evenimentelor rutiere (accidente). Astfel, pentru identificarea soluțiilor de fluidizare a circulației este necesară realizarea unei analize a situației existente [1].

Proiectarea intersecțiilor se face ținând cont de planul urbanistic general (PUG) al localității și de studiul de trafic [2]. Organizarea circulației în intersecțiile din zonele cu o densitate a populației ridicată, cu fond istoric și arhitectural valoros, se soluționează în funcție de spațiul disponibil, stabilindu-se capacitatea maximă de circulație în condițiile păstrării fondului construit existent [7].

Inginerii de trafic responsabili cu asigurarea parametrilor de calitate (viteza, frecvența opririlor, durata opririlor, siguranța circulației, limitarea efectelor externe, consumul de combustibil și costurile specifice) și cu identificarea strategiilor de dezvoltare a infrastructurilor de transport și a

sistemelor de control al traficului, își încep analiza prin identificarea gradului de încărcare a infrastructurilor de transport [3].

În funcție de natura fluxurilor care se intersectează, există intersecții omogene (fluxurile aparțin unui singur mod de transport) și intersecții neomogene (fluxurile aparțin mai multor moduri de transport).

În funcție de numărul căilor care se intersectează, există intersecții simple (două căi) și intersecții complexe (trei sau mai multe căi).

În funcție de modul în care mijloacele de transport ocupa intersecția există intersecții fără prioritate (primul sosit ocupă intersecția) și intersecții cu prioritate (entitățile de trafic de pe o anumită direcție au prioritate de trecere).

## 2. CARACTERISTICI ALE INTERSECȚIEI ANALIZATE

Intersecția analizată se află în Sectorul 2 din București și rezultă din încrucișarea Bulevardului Carol I cu străzile Armand Călinescu și Paleologu. În figura 1 este reprezentată schema intersecției cu elemente geometrice ale acesteia.

## INTERACȚIUNI DINTRE TRANSPORTURI ȘI DEZVOLTAREA REGIONALĂ

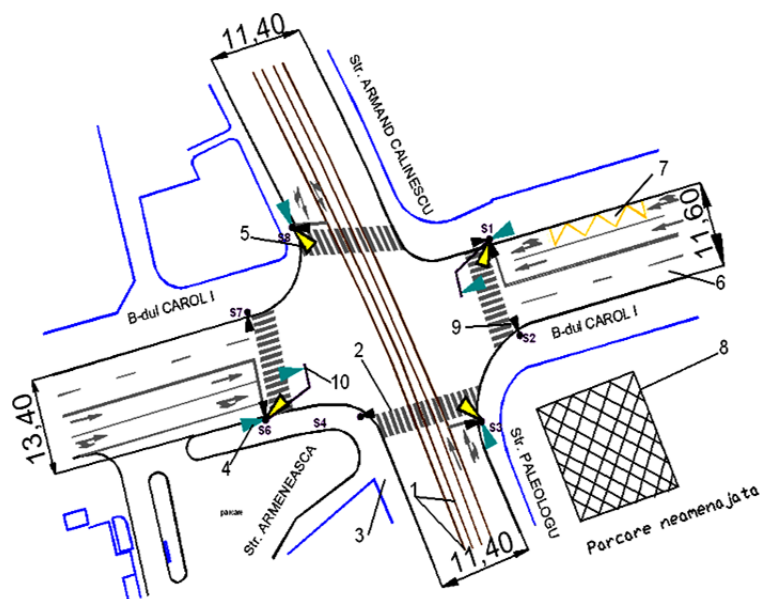


Fig. 1. Schema intersecției:

1 – linii de tramvai, 2 – trecere pietoni, 3 – trotuar, 4 - semafor pentru dirijarea traficului, 5- semafor de atenționare, 6 - benzi evacuare, 7- refugiu stației de autobuz, 8 - parcare neamenajată, 9- semafor pietoni, 10 – semafoare repetitive, S<sub>1</sub>- S<sub>8</sub> – numărul semaforului.

Conform legislației în vigoare, arterele de circulație care formează intersecția analizată se clasifică astfel :

- Bulevardul Carol I se încadrează în categoria III (stradă colectoră) – preia fluxul de trafic din zonele: Bd. Ion C. Brătianu și Bd. Regina Elisabeta,

- Bd. Nicolae Bălcescu se încadrează în categoria III (stradă colectoră) – preia fluxul generat de străzile adiacente, și îl dirijează spre străzile de legătură. Bulevardul este prevăzut cu două benzi de circulație pe sens. Bulevardul este străzi urbane largi și drepte, de mare circulație, în general mărginite de plantații de arbori.

- Străzile Paleologu și Armand Călinescu se încadrează în categoria IV (stradă de folosință locală), asigurând accesul la locuințe și servicii curente și sunt prevăzute cu câte o bandă pe sens.

Din punctul de vedere al numărului căilor care se intersectează, intersecția este simplă, fiind implicate doar două căi care se intersectează (Bd. Carol I cu străzile Armand Călinescu și Paleologu).

Valorile maxime ale fluxurilor de trafic obținute în urma măsurătorilor sunt cuprinse între 368..1016 veh.echiv/ h pentru direcția Paleologu – Armand Călinescu, iar pentru direcția Piața Rosetti – intersecția

Bd. Carol I cu Calea Moșilor se încadrează între 506...1302 veh.echiv/ h (tabelul 1).

În traversarea intersecțiilor, numărul de benzi directe trebuie să fie cel puțin egal cu numărul de benzi din calea curentă, prevăzându-se după caz, spații de stocare și benzi speciale pentru ocolire [7].

Spațiile de stocare se dimensionează ținând cont de numărul de vehicule care opresc pe timpul aferent semnalului roșu al semaforului [5]. Lățimea spațiilor de stocare se stabilește în funcție de caracteristicile vehiculelor și nu va fi mai mică de 3,00 m (excepțional 2,75 m pentru autoturisme) în cazul dispunerii pe o bandă în aliniament.

Durata ciclului de semaforizare se încadrează, de regulă, în următoarele limite:

- în sistem cu două faze de semaforizare (intersecții cu trei sau patru accese), durata minimă este de 35 s, cea curentă este de 45...65 s, iar cea maximă este de 80 s;

- în sistem cu trei sau patru faze de semaforizare, durata minimă este de 40 s, cea curentă este de 70...80 s, iar cea maximă este de 90 s;

- durata maximă a ciclului de semaforizare nu trebuie să fie mai mare de 120s, peste această valoare este mai eficientă intersecția denivelată;

- timpul verde nu trebuie să fie mai mic de 10 s.

Tabelul 1 Fluxuri de trafic [veh. echiv/h]

Accesul	Minime	Medii	Maxime
I - B-dul Carol I (dinspre Piața Rosetti)	524	965	1292
II - B-dul Carol I (dinspre Calea Moșilor)	506	1009	1302
III - Strada Armand Călinescu	368	608	737
IV - Strada Paleologu	447	823	1016

## ASUPRA FLUIDIZĂRII CIRCULAȚIEI ÎNTR-O INTERSECȚIE URBANĂ

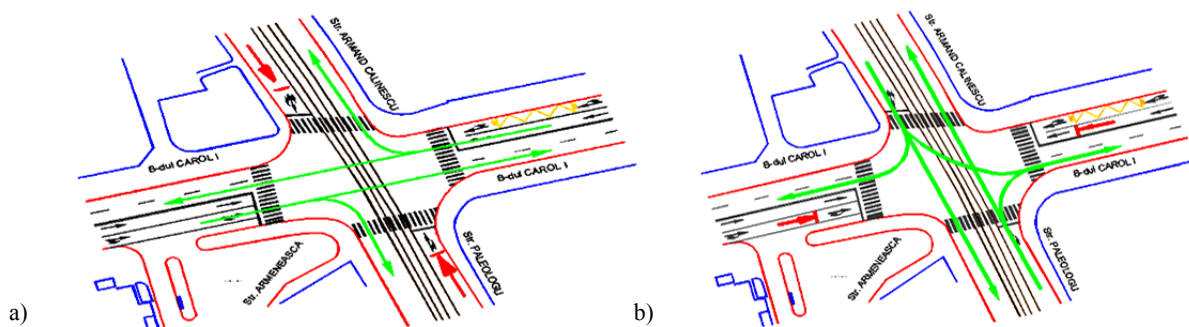


Fig. 2. Fazele de circulație:  
a) Faza 1; b) Faza 2

Intersecția analizată are două faze de circulație cu o durată a ciclului de semaforizare de 93 s. **Faza 1** este alcătuită din accesul 1 (dinspre Piața Rossetti) și accesul 2 (dinspre Calea Moșilor), iar **Faza 2** este alcătuită din accesul 3 (Strada Armand Călinescu) respectiv accesul 4 (Strada Paleologu):

$$\text{Faza 1 : } \begin{cases} T_{v1} = 51s; \\ g = 3s; \\ T_{r1} = 39s. \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{Faza 2 : } \begin{cases} T_{v2} = 36s; \\ g = 3s; \\ T_{r2} = 54s. \end{cases} \quad (2)$$

unde:  $T_{v1}$ ,  $T_{v2}$  reprezintă timpii de verde pentru cele două faze;

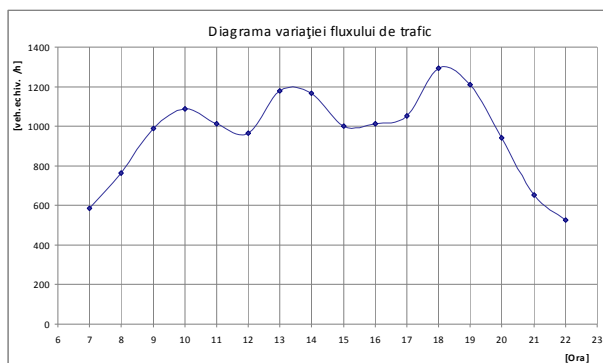
$g$  – durata de galben;

$T_{r1}$ ,  $T_{r2}$  – durata de roșu.

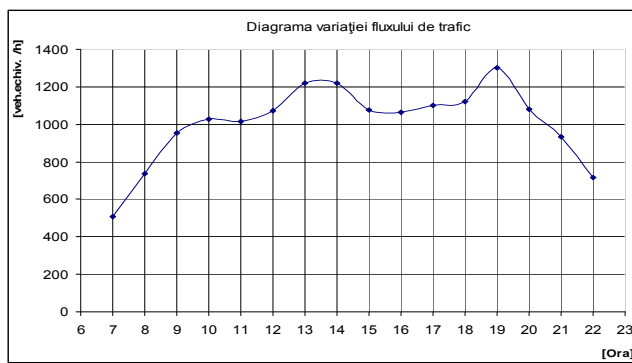
Cele două faze sunt reprezentate în figura 2.

### 3. FLUXUL DE TRAFIC

Fluxurile de trafic sunt constituite din entități de trafic eterogene. Spațiul ocupat, viteza de deplasare sau durata de ocupare a aceluiași element al infrastructurii sunt mărimi caracteristice ale structurii



a)



b)

Fig. 3. Fluxuri orare de trafic pe Bd-ul Carol I:  
a) dinspre Piața Rossetti; b) dinspre Calea Moșilor.

fluxurilor de trafic. Acestea se află în legătură directă cu tipul entității de trafic (autoturism, camion, autobuz, tractor cu remorcă), cu destinația acesteia (pentru transport de persoane sau de mărfuri) și cu caracteristicile mecanice și de gabarit care, la rândul lor, trebuie nuanțate în funcție de relația „conducător-echipaj-cale de transport-mediul ambiant” din care provin factori care măresc suplimentar lipsa de omogenitate a fluxului de trafic rutier [6].

Traficul, alcătuit din fluxuri și curenți de vehicule sau călători este eterogen în ce privește structura sa. Eterogenitatea derivă din faptul că pe arterele de circulație, circulă vehicule de mărimi și viteze diferite.

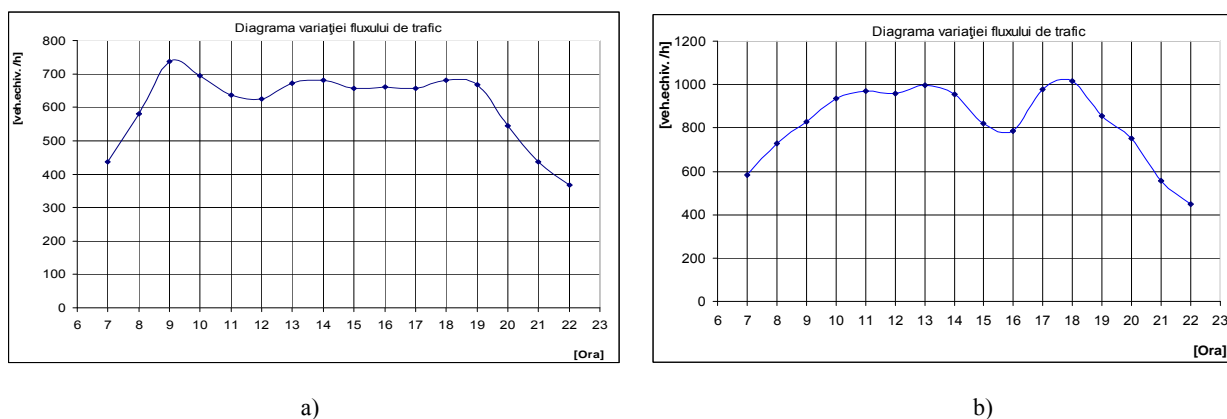
În diagramele de mai jos (fig.3, 4) sunt prezentate variațiile fluxului de trafic, observându-se fluctuațiile acestuia pe parcursul a celor 16 ore în care s-a realizat sondarea.

Fluxurile de trafic pe toate cele 4 accese sunt cvasi-uniforme, neidentificându-se un vârf clar de trafic de dimineață sau de după-amiază (este suficient un singur program de semaforizare).

### 4. SISTEMATIZAREA INTERSECȚIEI

Matricea origine – destinație (fig. 5) este alcătuită din valoarea fluxului de trafic în vehicule echivalente distribuit pe direcțiile de deplasare [8, 9].

## INTERACȚIUNI DINTRE TRANSPORTURI ȘI DEZVOLTAREA REGIONALĂ



**Fig. 4.** Fluxuri orare de trafic:  
a) pe Strada Armand Călinescu; b) pe Strada Paleologu.

În urma analizei situației actuale a intersecției, după rularea simulării, au rezultat parametrii de tranzitare a intersecției: lungimea maximă a șirului de așteptare [veh.echivalente/bandă&sens], întârzierile [secunde/km] și numărul de opriri (fig. 6).

Pentru a determina capacitatea intersecției rezultate din încrucisarea a două artere cu mai mult de o bandă pe sens trebuie să se determine numărul de vehicule echivalente care pot tranzita intersecția pe semnalul verde într-o oră pe o bandă  $Q$  [7].

Dacă se notează cu  $Q_v$  numărul de vehicule etalon care pot tranzita intersecția pe semnalul verde pe durata unei ore de timp verde, între  $Q$  și  $Q_v$  există relația:

$$Q = Q_v \cdot \frac{t_v}{T_c} \quad (3)$$

unde  $t_v$  reprezintă timpul verde;

$T_c$  – durata unui ciclu de semaforizare.

Pentru cazul analizat s-au considerat următoarele mărimi:

- Acces Armand Călinescu:  $Q_v = 800$  veh.echiv./h banda;  $t_v = 36$  s;  $T_c = 93$  s; rezultă  $Q_{AC} = 348$  veh.echiv./sens bandă;
- Acces Paleologu:  $Q_p = 348$  veh.echiv./sens bandă;

- Acces Carol 1:  $Q_{C1} = 493$  veh.echiv./sens bandă;
  - Acces Carol 2:  $Q_{C2} = 493$  veh.echiv./sens bandă;
- Capacitatea intersecției este  $Q = 3364$  veh.echiv./h. Intrarea în intersecție este saturată atunci când vehiculele sosite așteaptă la stop mai mult de un ciclu de semaforizare până să intre în intersecție [7]. Gradul de saturație a unei intrări prevăzută cu semafoare,  $G_{st}$ , este:

$$G_{st} = \frac{F_s}{F} \quad (3)$$

unde  $F_s$  este numărul de faze verzi saturate;  
 $F$  – numărul total de faze verzi.

Gradul de saturație al intersecției este  $G_{st} = 0,12$ .

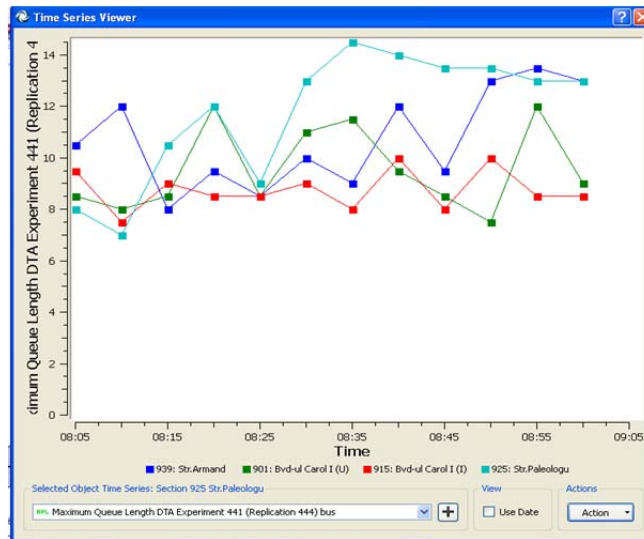
Pentru  $G_{st} > 0,3$  este necesară reamenajarea intersecției, introducerea unei noi echipări pentru dirijare sau o nouă organizare.

Pentru îmbunătățirea parametrilor de tranzitare a intersecției este posibil să fie introduse benzi dedicate pentru virajul la dreapta pentru fiecare dintre accese, cu excepția accesului 2 (dinspre Calea Moșilor), deoarece lățimea trotuarului este prea mică și nu permite introducerea unei benzi suplimentare. În figura 7 este reprezentată schema intersecției după sistematizare

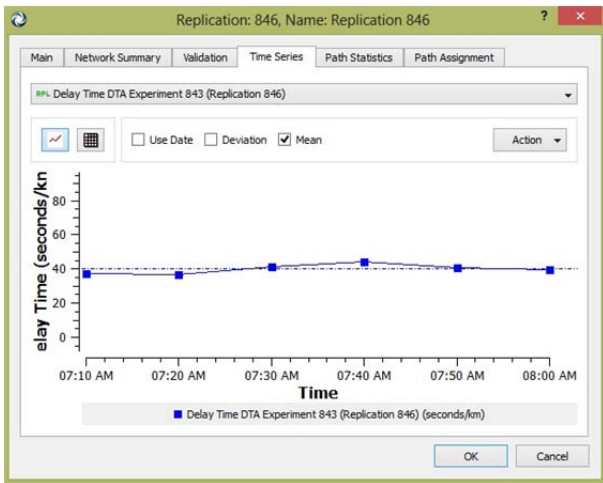
O/D Matrix: 559, Name: matrix car: 00:00 01:00, External Id: OD Matrix						
Main Path Assignment Parameters						
External Id:	OD Matrix				Headers:	Id : Name
Vehicle Type:	9: car				Initial Time:	12:00:00 AM
					Duration:	1:00:00
	524: Str. Dr. Paleologu	527: Str. Armand Calinescu	872: Carol 2	873: carol 1	Total	
524: Str. Dr. Paleologu		168	106	147	421	
527: Str. Armand Calinescu	158		45	106	309	
872: Carol 2	108			982	1090	
873: carol 1	91		977		1068	
Total	357	168	1128	1235	2888	

**Fig. 5.** Matricea totală origine - destinație.

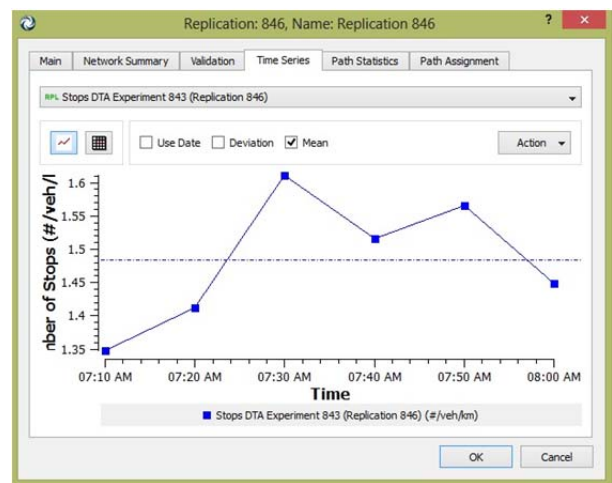
# ASUPRA FLUIDIZĂRII CIRCULAȚIEI ÎNTR-O INTERSECȚIE URBANĂ



a)



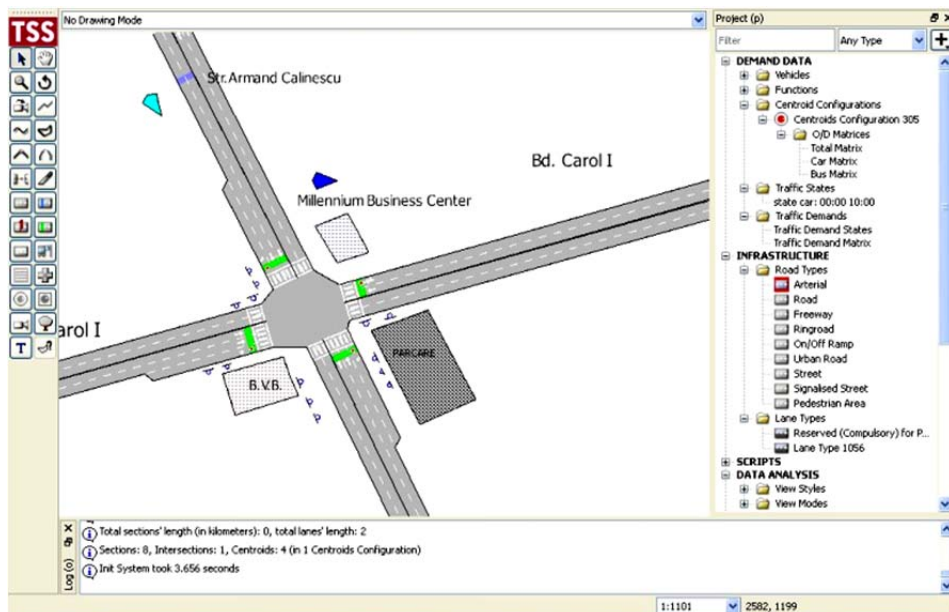
b)



c)

**Fig. 6.** Parametri de tranzitare a intersecției:

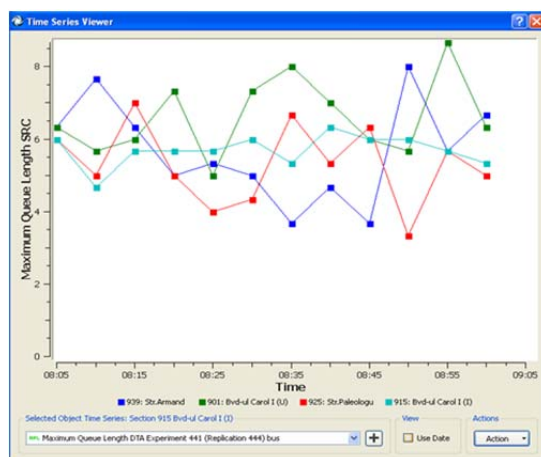
a) lungimea maximă a șirului de așteptare pe cele patru acces; b) întârzierea; c) număr de opriri.



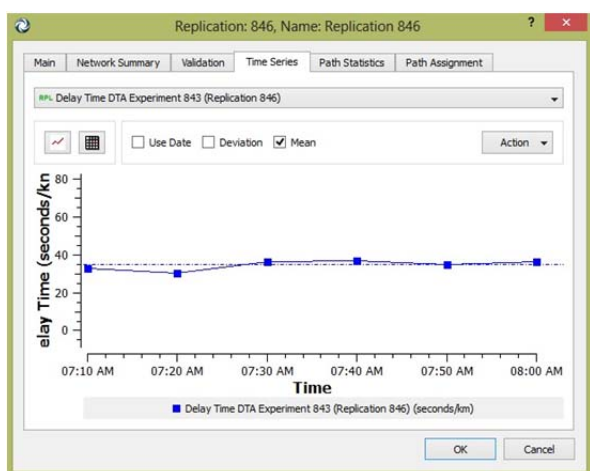
**Fig. 7.** Schema intersecției după sistematizare.



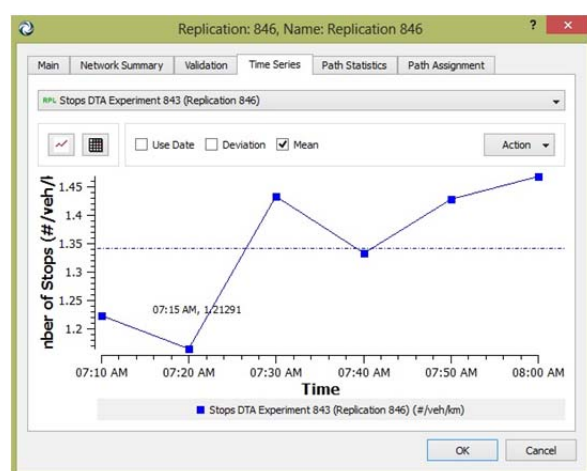
## INTERACȚIUNI DINTRE TRANSPORTURI ȘI DEZVOLTAREA REGIONALĂ



a)



b)



c)

**Fig. 8.** Parametrii de tranzitare a intersecției:

a) lungimea maximă a șirului de așteptare pe cele patru accese; b) întârzierea; c) număr de opriri.

Pentru simulare s-au utilizat aceleași valori ale timpilor de verde și aceleași valori ale fluxului de trafic.

În figura 8 sunt prezentați parametrii de tranzitare a intersecției rezultați după introducerea benzilor suplimentare. Capacitatea intersecției este:  $Q = 3364$  veh.echiv./h și gradul de saturație  $G_{st} = 0,02$ .

O comparație între situația actuală și situația propusă este realizată în tabelul 2. Se poate observa

că lungimea maximă a șirului ajunge la valoarea de 8 vehicule pe Bd. Carol (dinspre Piața Rosetti), îmbunătățindu-se semnificativ față de valoarea inițială de 14 vehicule; întârzierea scade de la 40 secunde/vehicul echivalent la 34 secunde/vehicul echivalent; numărul de opriri scade de la 1,48 la 1,34, capacitatea intersecției crește de la 3364 veh.echiv./h la 4453 veh.echiv/h și gradul de saturație devine 0.

**Tabelul 2** Parametrii de tranzitare a intersecției înainte și după sistematizare

Parametru	Înainte de sistematizare				După sistematizare			
	Armand Călinescu	Carol 1	Paleologu	Carol 2	Armand Călinescu	Carol 1	Paleologu	Carol 2
Lungimea maximă a șirului de așteptare	14	12	10	14	8	9	7	6
Întârziere (media) [s/veh.echiv]	40				34			
Număr de opriri (media) [nr.opriri/veh. echiv]	1,48				1,34			
Capacitate [veh. echiv./h]	3364				4453			
Gradul de saturație	0,12				0,02			

### 5. CONCLUZII

Congestia traficului reprezintă una din cele mai iritante probleme ale lumii moderne, reprezentând prețul plătit pentru multiplele beneficii în urma concentrării populației în marile aglomerări urbane.

În urma analizei intersecției înainte și după sistematizare se observă că parametrii de tranzitare se îmbunătățesc semnificativ.

Legat de nivelul de încărcare a elementelor infrastructurii, strategiile de control trebuie să se concentreze pe:

- 1) prevenirea atingerii gradului de saturație;
- 2) felul în care este tratată saturația atunci când nu poate fi evitată
- 3) intervenția imediată asupra cauzelor care determină congestia de saturație.

Strategiile de control și de planificare ar putea fi extinse la nivelul mai multor intersecții alăturate.

### BIBLIOGRAFIE

[1] Fang, F. C., Elefteriadou, L., *Some guidelines for selecting microsimulation models for interchange traffic operational*

*analysis*, Journal of Transportation Engineering, Vol. 131, 7, 2005, p.535-543.

- [2] Popa, M., Raicu, Ș., Roșca, E., Costescu, D., *Optimal planning for developing, modernizing and maintaining the street infrastructure of dense and large urban areas*, in Urban Transport XIII: Urban Transport and the Environment in the 21st Century (editor C.A. Brebbia), vol. 96, p. 471-480, WIT Press, 2007.
- [3] Raicu, Ș., Dragu, V., Burciu, Ș., Ștefănică, Cristina, *Junction design and planning for the penetration of a major route determined by a new centroid (commercial centre)*, The 5th international conference on manufacturing science and education- MSE, Universitatea „Lucian Blaga” din Sibiu, Volume I, Ed. Univ. Lucian Blaga din Sibiu, 2011, p. 479-483.
- [4] Raicu, Ș., *Sisteme de transport*, Editura AGIR, București, 2007.
- [5] Roșca, M., Roșca, E., Rusca, F., Carlan, V., *Computer Simulation for Operational Traffic Improvement in Urban Intersections*, in Advances in Automatic Control, Modelling & Simulation – Proceedings of the 15th International Conference on Automatic Control, Modelling & Simulation (ACMOS '13, Brasov, June 1-3, 2013), Recent Advances in Electrical Engineering Series, Eds. V.M. Klein, M. Ciontu, V. Ciucur, vol. 13, 2013, p. 98-102.
- [6] Waller, P.F., *Transportation and Society*, in Traffic & Transport Psychology, Rothengater T. & Carbonell V.E. (Eds.), Pergamon Press, Oxford
- [7] \*\*\* STAS 10144/6, *Amenajarea intersecțiilor de străzi*.
- [8] \*\*\* TSS-Transport Simulation Systems S.L., Aimsun User's manual, Draft Version, July 2009.
- [9] \*\*\* TSS-Transport Simulation Systems S.L, Microsimulator in Aimsun 6 User's Manual, 2008.

---

### Despre autori

As. dr. ing. **Cristina OPREA**

Universitatea Politehnica Bucuresti, Facultatea de Transporturi, Departamentul Transporturi, trafic si logistica, București, România

A absolvit Facultatea Transporturi a Universității „Politehnica” București, (2003). Este cadru didactic din 2003 și doctor in domeniul Transporturi din 2012. Domenii de interes: calitatea in transporturi, trafic rutier, economia transporturilor.

Ș.l. dr. ing. **Oana DINU**

Universitatea Politehnica Bucuresti, Facultatea de Transporturi, Departamentul Transporturi, trafic si logistica, București, România

A absolvit Facultatea Transporturi a Universității „Politehnica” București, (2002). Este cadru didactic din 2002 și doctor in domeniul Transporturi din 2015. Domenii de interes: sisteme de transport, logistica transporturilor, sisteme pentru comanda si controlul circulatiei.

As. dr. ing. **Anamaria ILIE**

Universitatea Politehnica Bucuresti, Facultatea de Transporturi, Departamentul Transporturi, trafic si logistica, București, România

A absolvit Facultatea Transporturi a Universității „Politehnica” București, (2003). Este cadru didactic din 2003 și doctor in domeniul Transporturi din 2014. Domenii de interes: mobilitate urbana, transport public urban, transport multimodal

Ș.l. dr. ing. **Ștefan BURCIU**

Universitatea Politehnica Bucuresti, Facultatea de Transporturi, Departamentul Transporturi, trafic si logistica, București, România

A absolvit Facultatea Transporturi a Universității „Politehnica” București, (2003). Este cadru didactic din 2003 și doctor in domeniul Transporturi din 2013. Domenii de interes: logistica transporturilor, tehnologii de manipulare, depozitare și transport intern, teoria informatiei și coduri.