

## **I. Consideratii generale cu privire la conceptul de modelare microscopica**

Modelarea microscopica a desfasurarii traficului rutier reprezinta o abordare matematica ce ofera utilizatorului informatiile necesare in vederea stabilirii unei solutii viabile cu privire la deplasarea participantilor la trafic pe retelele rutiere.

Modelele microscopice de trafic descriu detaliile fluxului de trafic și interacțiunea ce are loc în cadrul acesteia. Un model microscop al fluxului de trafic analizeaza fluxul de trafic prin modelarea interacțiunilor șofer- șofer și șofer-drum în flux de trafic pe trasee diferite cu caracteristici specifice.

Modelele microscopice de trafic simulează comportamentul conducătorului auto ca unitate individuala în cadrul interacțiunii cu partenerii de deplasare. Variabilele dinamice ale modelelor reprezintă proprietăți microscopice precum poziția și viteza vehiculelor individuale. Aceste modele pot fi împărțite în două categorii: *modele de automate celulare*, ce sunt discrete în timp și spațiu, și *modele continue*, ce sunt continue în timp. Acestea din urmă sunt necesare pentru studii detaliate despre comportamentul vehiculului și instabilitățile miscării în fluxul de trafic.

Câteva aspecte ale acestor abordări sunt discutate mai jos:

Primele modele microscopice de trafic au fost dezvoltate în anii '60. Strategia realizării unui model dinamic al deplasării vehiculului utilizează ecuația de mișcare a fiecărui vehicul se bazează pe ipoteza că fiecare șofer răspunde la un stimul (informație) primit de la celelalte vehicule aflate în trafic. Stimulul poate fi o funcție a pozițiilor vehiculelor și derivatele acestei mărimi în raport de timp (viteza; accelerație). Pentru stabilirea acestei funcții de deplasare se presupunând faptul că toți conducătorii de vehicule respectă regulile codului rutier.

### **I.1. Utilizarea tehnicii informaționale în studiile de trafic microscopice**

Realizarea unui transport eficient necesita in permanenta o atenta analiza si o evaluare asupra modului in care se desfasoara deplasarile.

Utilizarea tehnicii informationale, a programelor specializate pentru domeniul ingineriei de trafic, reprezinta un domeniu de activitate cu multiple avantaje pe planul analizei si optimizarii solutiilor de transport. In acest sens, semnalam posibilitatea de a realiza analize ale modului in care se desfasoara traficul rutier folosind *conceptul de modelarea numerica*. Aceasta abordare ofera specialistilor posibilitatea modelarii pe calculator a retelelor rutiere urbane (artere si intersectii) prin generarea elementelor geometrice si declararea in intersectii a valorilor de trafic pentru care se doreste modelarea.

Dintre produsele I.T. utilizate pentru studiile de trafic mentionam programul "Synchro". Programul "Synchro" este produs de compania "Trafficware" din Albany – U.S.A., el face parte din categoria softurilor "microscopice" specializate pentru modelarea traficului de vehicule si pietoni in zone urbane. Programul este dezvoltat pe baza algoritmilor de calcul cuprinsi in manualul de capacitate (H.C.M.2010 si H.C.M.6<sup>th</sup>), elaborat sub coordonarea organizatiei "Transportation Research Board" (membra a institutiei academice americane "The National Academies"). Programul de calcul realizeaza modelarea retelelor rutiere urbane (artere si intersectii) prin generarea elementelor geometrice si declararea in intersectii a valorilor de trafic pentru care se doreste studiul.

Aplicatia "SimTraffic" care insoteste programul Synchro, permite utilizatorului simularea deplasarilor, oferind utilizatorului un set complet de informatii legate de calitatea desfasurarii traficului. De asemenea, aplicatia ofera posibilitatea vizualizarii, pe modelul digital al intersectiilor, circulatia vehiculelor in sistem animat, precum si scheme ale intersectiilor, in care sunt evidentiata rezultatele procesului de simulare , parametrii de trafic.

Programele de calcul mentionate mai sus pot furniza o paleta larga de informatii asupra desfasurarii traficului de vehicule si pietoni:

- ) Intarzieri ale vehiculelor la accesul in intersectii (sec/veh);
- ) timpul de stationare a vehiculelor la intrarea in intersectie (sec/veh);
- ) viteze medii de circulatie in intersectii (km/h);
- ) consum de carburant (km/l);
- ) numarul de vehicule ce nu pot intra in intersectie pe faze de verde;
- ) lungimi ale sirurilor de vehicule ce se acumuleaza la accese in intersectii.

Pe baza acestor date se pot realiza optimizari ale desfasurarii traficului rutier ce ofera o serie de avantaje:

- ) Sistematizarea si gestionarea datelor de trafic inregistrate din masuratori;
- ) Realizarea de modele de trafic pentru valori actuale ale traficului de vehicule;
- ) Formularea unor estimari asupra desfasurarii circulatiei in perspectiva;
- ) Realizarea unor variante de optimizare a desfasurarii traficului.
- ) Formularea de recomandari pentru proiectarea elementelor geometrice ale intersectiilor.

## **II. Modelarea microscopica a traficului rutier pe viitorul traseu al Centurii metropolitane a Municipiului Cluj-Napoca (Drum TransRegio Feleac TR35).**

### **II.1. Etape de studiu pentru analiza microscopica a desfasurarii deplasarilor in nodurile rutiere**

In cadrul prezentei lucrari au fost realizate urmatoarele etape:

- Analiza intersectiilor proiectate pe traseul Centurii metropolitane a Municipiului Cluj-Napoca - Drum TransRegio Feleac TR35, realizate de proiectantul general.
- Alocarea valorilor de trafic (transmise de proiectantul general), pe directiile de deplasare in intersectii.
- Realizarea modelului de trafic al circulatiei aferente anului 2025.
- Realizarea modelului de trafic al circulatiei aferente anului 2045.

- Analize comparative asupra valorilor parametrilor de trafic obtinute din modelarea numerica.

Intersectiile propuse pentru analiza, reprezinta “Noduri” ale viitorului traseu al Centurii metropolitane a Municipiului Cluj-Napoca. Solutiile propuse de proiectantul general prevad realizarea de pasaje denivelate pe traseul Centurii metropolitane a Municipiului Cluj-Napoca si amenajarea de intersectii la nivel pentru traseele drumurilor/strazillor locale. Intersectiile prevazute pentru arterele locale de circulatie sunt proiectate ca amenajari rutiere cu circulatie in sens giratoriu. Pentru aceste intersectii au fost realizate analize de trafic utilizand modelarea numerica. Accesul, respectiv iesirea de pe traseul Centurii metropolitane a Municipiului Cluj-Napoca sunt proiectate ca insertii in trafic.

## **II.2. Modele ale desfasurarii traficului de vehicule**

Analiza desfasurarii deplasarilor in intersectii s-a realizat prin modelare numerica. In acest sens, au fost realizate modele de trafic separate pentru fiecare nod rutier analizat. Modele realizate estimeaza conditiile de circulatie aferente anilor 2025 si 2045. Perioada de timp folosita pentru analize, corespunde cu estimarile de trafic realizate in studiul macroscopic.

Pentru realizarea modelelor de trafic au fost introduse in calcul caracteristicile tramei rutiere prevazute in plansele proiectate:

- numar de benzi prevazute in sectiuni transversale proiectate si directiile de deplasare pentru fiecare acces;
- caracteristicile geometrice ale acceselor;
- semnalizarea rutiera verticala si orizontala proiectata.

Traseul proiectat al viitoarei Centuri metropolitane a Municipiului Cluj-Napoca este amplasat in partea de sud a municipiului, asigurand legaturi rutiere cu reteaua arterelor de circulatie din zona de analiza. Centura proiectata va avea un numar de 20 de noduri rutiere. Amplasarea nodurilor rutiere in lungul traseului este prezentata in figura 1.

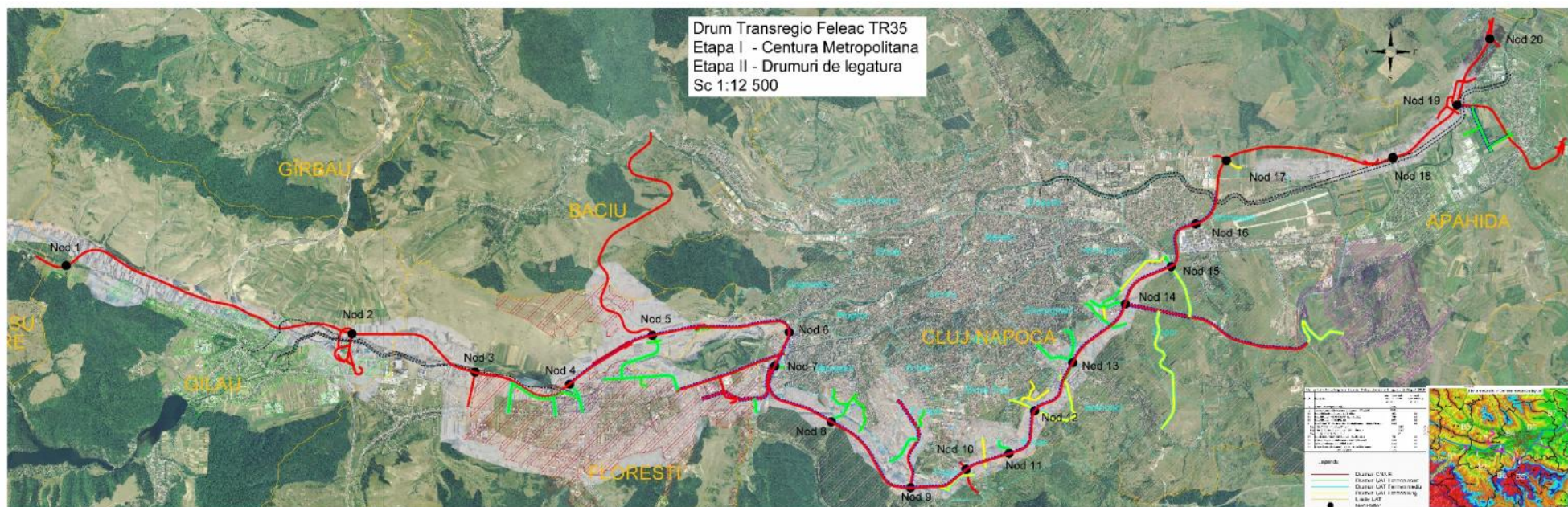


Fig. 1 – Traseul al Centurii metropolitane Cluj-Napoca și legăturile rutiere cu drumurile de legătură (Drum TransRegio Feleac TR35)

[STUDIU DE FEZABILITATE, PUZ și DTAC - pentru proiectul

ETAPA I - Drum Transregio Feleac Tr35 Centura Metropolitana, ETAPA II - Drum Transregio Feleac Tr35 Drumuri de Legatură]

### II.3. Analiza condițiilor de desfășurare a traficului rutier

Prezentul studiu de trafic, evidențiază principalele parametrii ce descriu modul de desfășurare a deplasărilor. Pentru analiza de trafic au fost reținuți: parametrii caracteristici modelului de trafic precum și rezultatele obținute în urma simulării numerice:

**Synchro:** Parametrii caracteristici modelului de trafic

- ) Indicii de Utilizare a Capacității (I.C.U.) calculați în conformitate cu manualul cu același nume publicat de compania Trafficware Ltd.
- ) Nivelul de Serviciu (L.O.S.) în intersecții calculat în conformitate cu manualul HCM 2010
- ) Raportul maxim volum/capacitate în intersecție.

**SimTraffic:** Rezultate obținute în urma simulării numerice

- ) Întârzieri medii ale vehiculelor în intersecție.
- ) Întârzieri medii ale vehiculelor în intersecție datorate opririlor.
- ) Număr de opriri (exprimare procentuală).
- ) Viteza medie de deplasare a vehiculelor.
- ) Emisiile de noxe: HC, CO, NOx.

Rezultatele obținute din simularea numerică sunt prezentate sub două paliere de analiză: tabele de valori calculate ale parametrilor de analiză (piese scrise – anexe) și reprezentări grafice ale indicatorilor ce caracterizează deplasările (planșe desenate).

Modelarea numerică a fiecărei intersecții, respectă convenția de codificare a direcțiilor de deplasare în intersecții cunoscută și sub denumirea “convenția NEMA”. În aceste condiții, identificăm 6 mișcări posibile de deplasare. Codificarea deplasărilor se realizează în funcție de punctele cardinale ce sunt asociate intersecției și nodurile asociate direcției de deplasare. În contextul aspectelor arătate mai sus, semnificația codificărilor se prezintă astfel:

- o direcția EBT se atribuie nodurilor 1-2-5,
- o direcția EBL se atribuie nodurilor 1-2-4,

- o direcția EBL2 se atribuie nodurilor 1-2-3,
- o întoarcerea în intersecție (virajul în U-turn) 1-2-1,
- o direcția EBR se atribuie nodurilor 1-2-6,
- o direcția EBR2 se atribuie nodurilor 1-2-7.

În figura 2 sunt prezentate codificarile direcțiilor de deplasare pentru accesul analizat.

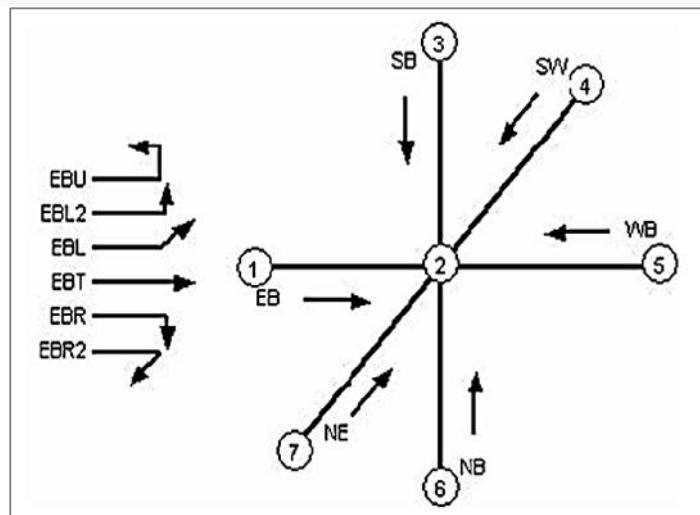


Fig. 2 – Codificarea direcțiilor de deplasare în intersecție

Codificarea direcțiilor de deplasare în intersecții deschise mai sus, este utilizată de programele de calcul Synchro10 și SimTraffic folosite la modelarea numerică.



## Nodul 6

### ■ Alcatuire

Nodul rutier 6 este alcatuit dintr-o intersectie giratorie la nivel cu 3 accese pentru arterele existente si pasajul denivelat pe directia centurii metropolitane. In figura 3 este prezentata solutia de alcatuire a nodului rutier precum si accesele proiectate la centura metropololitana.



Fig. 3 – Nod 6 – Plan situatie - alcatuire geometrica

[Proiect - STUDIU DE FEZABILITATE - Drum Transregio Feleac Tr35 Centura Metropolitana]

### ■ Estimarea debitelor orare de calcul generate/atrase de Centrul Comercial existent



Calculul debitelor orare de trafic generate/atrase de Centrul Comercial existent a fost stabilit in raport de metodologia de estimare a traficului de vehicule prezentata de manualului **“Trip Generation”** editia a-9a.

#### *Metoda pe calcul “Trip Generation”*

Aceasta metoda de calcul estimeaza valoarea deplasarilor atrase/generate de o anumita dezvoltare urbana in functie de datele cuprinse in baza de date pe care o detine manualul *“Trip Generation”*. Informatiile cuprinse in baza de date reprezinta rezultate a sute de studii de trafic realizate in timp, de *“Institute of Transportation Engineering”* (I.T.E.) din Statele Unite ale Americii. In principiu, metoda de calcul ia in considerare deplasările generate/atrase de diferite tipuri de functiuni urbane. Observatiile rezultate din studiile de trafic au fost analizate statistic si pe baza acestora s-au stabilit valorile procentuale pentru deplasările ce acceseaza respectivele amenajari urbane. Utilizand aceasta metoda de calcul se pot estima numarul de deplasari pentru traficul de dimineata (AM) respectiv pentru traficul de dupa amiaza (PM). Metoda de calcul poate fi utilizata apeland la: modulul de calcul specializat al aplicatiei Synchro 10, intitulat *“TripGen-10”*, folosind manualul I.T.E. *“Trip Generation-V9”*, sau folosind spreadsheet-urile de lucru realizate de *“Spack Consulting”* ca open-source.

In cadrul prezentei lucrari, in vederea unei estimari corecte, credibile, a valorilor debitelor generate/atrase de Centrul Comercial existent, s-a realizat un calcul pentru stabilirea numarului de deplasari generate/atrase de viitoarea dezvoltare urbana, utilizand metodologia *“Trip Generation”*. In acest sens, s-au utilizat datele furnizate de proiectant referitoare la tipul functiunilor urbane proiectate si caracteristicile tehnice ale acestora. Pentru estimarea numarului de deplasari generate/atrase de constructiile proiectate s-au utilizat spreadsheet-urile de lucru realizate de *“Spack Consulting”* publicate ca “open source”.

In tabelul 1 este prezentat extrasul din spreadsheetul de lucru utilizat in care sunt evidentiata numarul deplasari orare estimate dimineata (AM) si dupa-amiaza (PM), ce sunt atrase / generate de constructia existenta.

Tabel 1

08-Jun-21

**Spack**  
CONSULTANTS  
THE TRAFFIC STUDY COMPANY

ITE Trip Generation Rates - 8th Edition

Pass-by rates from ITE Trip Generation Handbook - 2nd Edition

(copyrights, Institute of Transportation Engineers)

Enter Expected Unit Volumes into Column "M"

Notes on Color Coding at Bottom

Description/ITE Code	Units	ITE Vehicle Trip Generation Rates								Expected Units	Total Generated Trips			Total Distribution of Generated Trips						
		(peak hours are for peak hour of adjacent street traffic unless highlighted)									Daily	AM 1 hour	PM 1 hour	AM In	AM Out	Pass-Dy	PM In	PM Out	Pass-Dy	
		Weekday	AM	PM	Pass-Dy	AM In	AM Out	PM In	PM Out											
Shopping Center 820 Rate	KSF <sup>2</sup>	42.94	1.00	3.73	34%	51%	35%	49%	51%	198.0	8,502	198	739	80	51	67	239	249	251	
Factory Outlet Center 823	KSF <sup>2</sup>	26.53	0.67	2.20		73%	27%	47%	53%		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Specialty Retail Center 826 (formerly 8) KSF <sup>2</sup>		44.32	0.84	2.71		48%	52%	44%	56%		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Specialty Retail Center 826 (formerly 8) Employees		22.35	NA	NA		NA	NA	NA	NA		0	NA	NA	NA	NA	0	NA	NA	0	

## ■ Modelarera numerica

Modelarea numerica a circulatiei rutiere cuprinde:

- Modelarea geometrica a arterelor ce acced in intersectia giratorie: numar de benzi de circulatie prevazute pe accese, caracteristicile geometrice ale acceselor, semnalizarea rutiera verticala si orizontala proiectata.
- Numerotarea nodurilor rutiere ce alcatuiesc intersectia.
- Declararea debitelor de trafic si directiile de deplasare a participantilor la trafic in intersectie.
- Pentru relatia de trafic catre/dinspre Centrul Comercial exiostent au fost adoptate valorile de debite de trafic calculate conform manualului **"Trip Generation"** editia a-9a.

In figura 4 este prezentat modelul numeric realizat pentru nodul 6.



Fig. 4 – Nod 6 – numerotarea nodurilor rețelei

Pentru nodul rutier 6 au fost realizate doua modele de trafic:

- **Model 1 – circulatia rutiera aferenta debitelor estimate pentru anul 2025**
- **Model 2 – circulatia rutiera aferenta debitelor estimate pentru anul 2045**

#### ■ **Rezultate obtinute din simularea numerica**

Rezultatele obtinute din calcule exprima aplicarea principiilor de calcul si a formularilor matematice cuprinse in Manualul de Capacitate (Higway Capacity Manual). Acest document, unanim recunoscut in domeniul ingineriei de trafic a fost realizat de organismul tehnic american denumit “*Transportation Research Board*”, membru al “*National Academy*” - U.S.A.

Sinteza valorilor parametrilor de trafic obtinute in urma simularii numerice pentru fiecare ipoteza de calcul este prezentata in tabelele 1 - 2. Analiza comparativa a

valorilor parametrilor de trafic pentru perioada de perspectiva 2025–2045, este în tabelele 3 - 5.

### **Structura rezultatelor – planse – anexe**

#### **Model 1 – circulația rutieră aferentă debitelor estimate pentru anul 2025**

Rezultatele obținute din modelarea numerică sunt evidențiate astfel:

- ✿ În anexa 1 sunt prezentați în detaliu toți parametrii calculați în cadrul modelării traficului. Rapoartele prezentate cuprind rezultatele modelării folosind programul “*Synchro*” și rezultatele obținute în cadrul simulării numerice utilizând aplicația “*SimTraffic*”.
- ✿ În planșa 1 sunt prezentate valorile Indicilor de Utilizare a Capacității (ICU) și valorile debitelor de calcul pentru fiecare acces în intersecțiile analizate.
- ✿ În planșa 2 sunt prezentate întârzierile medii la acele în intersecții (calculul este realizat cf. HCM 2010).
- ✿ În planșa 3 sunt prezentate lungimile estimate ale sirurilor de așteptare pe accese (calculul este realizat cf. HCM 2010).

#### **Model 2 – circulația rutieră aferentă debitelor estimate pentru anul 2045**

Rezultatele obținute din modelarea numerică sunt evidențiate astfel:

- ✿ În anexa 2 sunt prezentați în detaliu toți parametrii calculați în cadrul modelării traficului. Rapoartele prezentate cuprind rezultatele modelării folosind programul “*Synchro*” și rezultatele obținute în cadrul simulării numerice utilizând aplicația “*SimTraffic*”.
- ✿ În planșa 1 sunt prezentate valorile Indicilor de Utilizare a Capacității (ICU) și valorile debitelor de calcul pentru fiecare acces în intersecțiile analizate.
- ✿ În planșa 2 sunt prezentate întârzierile medii la acele în intersecții (calculul este realizat cf. HCM 2010).
- ✿ În planșa 3 sunt prezentate lungimile estimate ale sirurilor de așteptare pe accese (calculul este realizat cf. HCM 2010).

Tabel 1

NOD 6

Centralizatorul rezultatelor obtinute din simularea numerica

Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025

Nr.intersectiei	Arterele	Organizarea circulatiei	Parametrii caracteristici modelului de trafic					Rezultate obtinute in urma simularii numerice							
			Indicele de utilizare	Rezerva de capacitate de circulatie	Nivelul de servicii cf. HCM manual 2010	raport max vol/capacitate	Intarzieri in intersectie cf. HCM 2010	Intarzieri medii pe vehicul	Intarzieri medii datorate opririlor	Numar opriri pe vehicul	Viteza medie	Emisii poluante			Lungimea maxima a sirul de asteptare
												HC	CO	NOx	
			%	%			sec/veh	sec/veh	sec/veh	%	km/h	g	g	g	m
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	109.6%	-9.6%	B	0.665	12.1	6.30	3.40	33%	24	11	370	42	27.80
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	54.6%	45.4%	-	-	-	3.00	0.70	9%	39	16	496	51	20.4
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	54.6%	45.4%	-	-	-	0.30	0.00	0%	49	4	81	11	0.0



Tabel 3

Analiza comparativa asupra parametrilor caracteristici ai modelelor de trafic

Model 1 - Model 2

Nr.intersectiei	Arterele	Organizarea circulatiei	Indicele de utilizare		Rezerva de capacitate de circulatie		Nivelul de servicii cf. HCM manual 2010		raport max vol/capacitate	
			Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045
			%	%	%	%				
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	109.6%	115.7%	-9.6%	-15.7%	B	C	0.665	0.904
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	54.6%	67.1%	45.4%	32.9%	-	-	-	-
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	54.6%	67.1%	45.4%	32.9%	-	-	-	-

Tabel 4

Analiza comparativa asupra parametrilor caracteristici ai modelelor de trafic

Model 1 - Model 2

Nr.intersectiei	Arterele	Organizarea circulatiei	Intarzieri medii pe vehicul		Intarzieri medii datorate opririlor		Numar opriri pe vehicul		Viteza medie	
			Model 1 - modelul de trafic al circulatiei existente AM	Model 3 - modelul de trafic cu dezvoltarile imobiliare AM	Model 1 - modelul de trafic al circulatiei existente AM	Model 3 - modelul de trafic cu dezvoltarile imobiliare AM	Model 1 - modelul de trafic al circulatiei existente AM	Model 3 - modelul de trafic cu dezvoltarile imobiliare AM	Model 1 - modelul de trafic al circulatiei existente AM	Model 3 - modelul de trafic cu dezvoltarile imobiliare AM
			sec/veh	sec/veh	sec/veh	sec/veh	%	%	km/h	km/h
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	6	8	3	4.80	33.00%	40.00%	24	21
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	3	6	1	1.40	9.00%	17.00%	39	34
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	0	3	0	1.50	0.00%	19.00%	49	41

Tabel 5

Analiza comparativa asupra parametrilor caracteristici ai modelelor de trafic

Model 1 - Model 2

Nr.intersectiei	Arterele	Organizarea circulatiei	Emisii poluante - HC		Emisii poluante - CO		Emisii poluante - NOx		Lungimea maxima a sirului de asteptare	
			Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045
			g	g	g	g	g	g	m	m
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	11	9	370	346	42	39	27.80	29.50
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	16	18	496	743	51	77	20.40	30.30
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	4	10	81	228	11	32	0.00	34.00

## Nodul 7

### ■ Alcatuire

Nodul rutier 7 este alcatuit dintr-o intersectie giratorie la nivel cu 4 accese pentru arterele existente si pasajul denivelat pe directia centurii metropolitane. In figura 5 este prezentata solutia de alcatuire a nodului rutier precum si accesele proiectate la centura metropololitana.



Fig. 5 – Nod 7 – Plan situatie - alcatuire geometrica

[Proiect - STUDIU DE FEZABILITATE - Drum Transregio Feleac Tr35 Centura Metropolitana]

### ■ Modelarera numerica

Modelarea numerica a circulatiei rutiere cuprinde:

- Modelarea geometrica a arterelor ce acced in intersectia giratorie:  
numar de benzi de circulatie prevazute pe accese, caracteristicile



geometrice ale acceselor, semnalizarea rutiera verticala si orizontala proiectata.

- Numerotarea nodurilor rutiere ce alcatuiesc intersectia.
- Declararea debitelor de trafic si directiile de deplasare a participantilor la trafic in intersectie.

In figura 6 este prezentat modelul numeric realizat pentru nodul 7.



Fig. 6 – Nod 7 – numerotarea nodurilor retelei

Pentru nodul rutier 7 au fost realizate doua modele de trafic:

- **Model 1 – circulatia rutiera aferenta debitelor estimate pentru anul 2025**
- **Model 2 – circulatia rutiera aferenta debitelor estimate pentru anul 2045**

#### ■ **Rezultate obtinute din simularea numerica**

Rezultatele obtinute din calcule exprima aplicarea principiilor de calcul si a formularilor matematice cuprinse in Manualul de Capacitate (Higway Capacity Manual). Acest document, unanim recunoscut in domeniul ingineriei de trafic a fost realizat de organismul tehnic american denumit “*Transportation Research Board*”, membru al “*National Academy*” - U.S.A.

Sinteza valorilor parametrilor de trafic obtinute in urma simularii numerice pentru fiecare ipoteza de calcul este prezentata in tabelele 6 - 7. Analiza comparativa a valorilor parametrilor de trafic pentru perioada de perspectiva 2025–2045, este in tabelele 8 - 10.

#### **Structura rezultatelor – planse – anexe**

##### **Model 1 – circulatia rutiera aferenta debitelor estimate pentru anul 2025**

Rezultatele obtinute din modelarea numerica sunt evidentiata astfel:

- ✿ In anexa 1 sunt prezentati in detaliu toti parametrii calculati in cadrul modelarii traficului. Rapoartele prezentate cuprind rezultatele modelarii folosind programul “*Synchro*” si rezultatele obtinute in cadrul simularii numerice utilizand aplicatia “*SimTraffic*”.
- ✿ In plansa 1 sunt prezentate valorile Indicilor de Utilizare a Capacitatii (ICU) si valorile debitelor de calcul pentru fiecare acces in intersectiile analizate.
- ✿ In plansa 2 sunt prezentate intarzierile medii la acelele in intersectii (calculul este realizat cf. HCM 2010).
- ✿ In plansa 3 sunt prezentate lungimile estimate ale sirurilor de asteptare pe accese (calculul este realizat cf. HCM 2010).



## **Model 2 – circulatia rutiera aferenta debitelor estimate pentru anul 2045**

Rezultatele obtinute din modelarea numerica sunt evidentiata astfel:

- ✿ In anexa 2 sunt prezentati in detaliu toti parametrii calculati in cadrul modelarii traficului. Rapoartele prezentate cuprind rezultatele modelarii folosind programul “*Synchro*” si rezultatele obtinute in cadrul simularii numerice utilizand aplicatia “*SimTraffic*”.
- ✿ In plansa 1 sunt prezentate valorile Indicilor de Utilizare a Capacitatii (ICU) si valorile debitelor de calcul pentru fiecare acces in intersectiile analizate.
- ✿ In plansa 2 sunt prezentate intarzierile medii la acele in intersectii (calculul este realizat cf. HCM 2010).
- ✿ In plansa 3 sunt prezentate lungimile estimate ale sirurilor de asteptare pe accese (calculul este realizat cf. HCM 2010).

Tabel 6

NOD 7

Centralizatorul rezultatelor obținute din simularea numerică

Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025

Nr. intersecției	Arterele	Organizarea circulației	Parametrii caracteristici modelului de trafic					Rezultate obținute în urma simulării numerice							
			Indicele de utilizare	Rezerva de capacitate de circulație	Nivelul de servicii cf. HCM manual 2010	raport max vol/capacitate	Intarzieri în intersecție cf. HCM 2010	Intarzieri medii pe vehicul	Intarzieri medii datorate opririlor	Numar opriri pe vehicul	Viteza medie	Emisii poluante			Lungimea maxima a sirul de asteptare
												HC	CO	NOx	
			%	%			sec/veh	sec/veh	sec/veh	%	km/h	g	g	g	m
1	Intersecția 1	sistem giratoriu	48.1%	51.9%	A	0.539	9.8	5.20	1.70	27%	308	284	27	42	14.50
2	Intersecția 2 - înscriere în flux	semnalizare	56.1%	43.9%	-	-	-	0.20	0.00	0%	42	1	27	5	0.0
3	Intersecția 3 - înscriere în flux	semnalizare	56.1%	43.9%	-	-	-	0.60	0.00	0%	37	4	66	10	0.0

Tabel 7

Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045

Nr.intersecției	Arterele	Organizarea circulației	Parametrii caracteristici modelului de trafic					Rezultate obtinute in urma simulării numerice							
			Indicele de utilizare	Rezerva de capacitate de circulatie	Nivelul de servici cf. HCM manual	raport max vol/capacitate	Intarzieri in intersecție cf. HCM 2010	Intarzieri medii pe vehicul	Intarzieri datorate opririlor	Numar opriri pe vehicul	Viteza medie posibila	Emisii poluante			Lungimea maxima a sirul de asteptare
												HC	CO	NOx	
			%	%			sec/veh	sec/veh	sec/veh	%	km/h	g	g	g	m
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	59.6%	40.4%	C	0.708	16.1	10	6.50	58%	22	10	395	36	35.8
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	60.8%	39.2%	-	-	-	0.7	0.1	2%	37	2	33	5	11.6
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	60.8%	39.2%	-	-	-	1.2	0.20	4%	34	4	88	12	12.0

Tabel 8

Model 1 - Model 2

Nr.intersecției	Arterele	Organizarea circulației	Indicele de utilizare		Rezerva de capacitate de circulație		Nivelul de servicii cf. HCM manual 2010		raport max vol/capacitate	
			Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045
			%	%	%	%				
1	Intersecția 1	sistem giratoriu	48.1%	59.6%	51.9%	40.4%	A	C	0.539	0.708
2	Intersecția 2 - inscriere în flux	semnalizare	56.1%	60.8%	43.9%	39.2%	-	-	-	-
3	Intersecția 3 - inscriere în flux	semnalizare	56.1%	60.8%	43.9%	39.2%	-	-	-	-

Tabel 9

Model 1 - Model 2

Nr.intersecției	Arterele	Organizarea circulației	Intarzieri medii pe vehicul		Intarzieri medii datorate opririlor		Numar opriri pe vehicul		Viteza medie	
			Model 1 - modelul de trafic al circulației existente AM	Model 3 - modelul de trafic cu dezvoltările imobiliare AM	Model 1 - modelul de trafic al circulației existente AM	Model 3 - modelul de trafic cu dezvoltările imobiliare AM	Model 1 - modelul de trafic al circulației existente AM	Model 3 - modelul de trafic cu dezvoltările imobiliare AM	Model 1 - modelul de trafic al circulației existente AM	Model 3 - modelul de trafic cu dezvoltările imobiliare AM
			sec/veh	sec/veh	sec/veh	sec/veh	%	%	km/h	km/h
1	Intersecția 1	sistem giratoriu	5	10	2	6.50	27.00%	58.00%	308	22
2	Intersecția 2 - inscriere în flux	semnalizare	0	1	0	0.10	0.00%	2.00%	42	37
3	Intersecția 3 - inscriere în flux	semnalizare	1	1	0	0.20	0.00%	4.00%	37	34

Tabel 10

Model 1 - Model 2

Nr.intersectiei	Arterele	Organizarea circulatiei	Emisii poluante - HC		Emisii poluante - CO		Emisii poluante - NOx		Lungimea maxima a sirului de asteptare	
			Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045
			g	g	g	g	g	g	m	m
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	284	10	27	395	42	36	14.50	35.80
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	1	2	27	33	5	5	0.00	11.60
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	4	4	66	88	10	12	0.00	12.00

## Nodul 8

### ■ Alcatuire

Nodul rutier 3 este alcatuit dintr-o intersectie giratorie la nivel cu 4 accese pentru arterele existente si pasajul denivelat pe directia centurii metropolitane. In figura 7 este prezentata solutia de alcatuire a nodului rutier precum si accesele proiectate la centura metropololitana.



Fig. 7 – Nod 8 – Plan situatie - alcatuire geometrica

[Proiect - STUDIU DE FEZABILITATE - Drum Transregio Feleac Tr35 Centura Metropolitana]

### ■ Modelarera numerica

Modelarea numerica a circulatiei rutiere cuprinde:

- Modelarea geometrica a arterelor ce acced in intersectia giratorie: numar de benzi de circulatie prevazute pe accese, caracteristicile geometrice ale acceselor, semnalizarea rutiera verticala si orizontala proiectata.
- Numerotarea nodurilor rutiere ce alcatuiesc intersectia.
- Declararea debitelor de trafic si directiile de deplasare a participantilor la trafic in intersectie.

In figura 8 este prezentat modelul numeric realizat pentru nodul 8.





Fig. 8 – Nod 3 – numerotarea nodurilor rețelei

Pentru nodul rutier 8 au fost realizate doua modele de trafic:

- **Model 1 – circulatia rutiera aferenta debitelor estimate pentru anul 2025**
- **Model 2 – circulatia rutiera aferenta debitelor estimate pentru anul 2045**

#### ■ Rezultate obtinute din simularea numerica

Rezultatele obtinute din calcule exprima aplicarea principiilor de calcul si a formularilor matematice cuprinse in Manualul de Capacitate (Higway Capacity Manual). Acest document, unanim recunoscut in domeniul ingineriei de trafic a fost realizat de organismul tehnic american denumit “*Transportation Research Board*”, membru al “*National Academy*” - U.S.A.

Sinteza valorilor parametrilor de trafic obtinute in urma simularii numerice pentru fiecare ipoteza de calcul este prezentata in tabelele 11- 12. Analiza comparativa a valorilor parametrilor de trafic pentru perioada de perspectiva 2025–2045, este in tabelele 13 - 15.

#### **Structura rezultatelor – planse – anexe**

##### **Model 1 – circulatia rutiera aferenta debitelor estimate pentru anul 2025**

Rezultatele obtinute din modelarea numerica sunt evidentiata astfel:

- ✿ In anexa 1 sunt prezentati in detaliu toti parametrii calculati in cadrul modelarii traficului. Rapoartele prezentate cuprind rezultatele modelarii folosind programul “*Synchro*” si rezultatele obtinute in cadrul simularii numerice utilizand aplicatia “*SimTraffic*”.
- ✿ In plansa 1 sunt prezentate valorile Indicilor de Utilizare a Capacitatii (ICU) si valorile debitelor de calcul pentru fiecare acces in intersectiile analizate.
- ✿ In plansa 2 sunt prezentate intarzierile medii la acelele in intersectii (calculul este realizat cf. HCM 2010).
- ✿ In plansa 3 sunt prezentate lungimile estimate ale sirurilor de asteptare pe accese (calculul este realizat cf. HCM 2010).

## **Model 2 – circulatia rutiera aferenta debitelor estimate pentru anul 2045**

Rezultatele obtinute din modelarea numerica sunt evidentiata astfel:

- ✿ In anexa 2 sunt prezentati in detaliu toti parametrii calculati in cadrul modelarii traficului. Rapoartele prezentate cuprind rezultatele modelarii folosind programul “*Synchro*” si rezultatele obtinute in cadrul simularii numerice utilizand aplicatia “*SimTraffic*”.
- ✿ In plansa 1 sunt prezentate valorile Indicilor de Utilizare a Capacitatii (ICU) si valorile debitelor de calcul pentru fiecare acces in intersectiile analizate.
- ✿ In plansa 2 sunt prezentate intarzierile medii la acelele in intersectii (calculul este realizat cf. HCM 2010).
- ✿ In plansa 3 sunt prezentate lungimile estimate ale sirurilor de asteptare pe accese (calculul este realizat cf. HCM 2010).

Tabel 11

NOD 8

Centralizatorul rezultatelor obtinute din simularea numerica

Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025

Nr.intersectiei	Arterele	Organizarea circulatiei	Parametrii caracteristici modelului de trafic					Rezultate obtinute in urma simularii numerice							
			Indicele de utilizare	Rezerva de capacitate de circulatie	Nivelul de servicii cf. HCM manual 2010	raport max vol/capacitate	Intarzieri in intersectie cf. HCM 2010	Intarzieri medii pe vehicul	Intarzieri medii datorate opririlor	Numar opriri pe vehicul	Viteza medie	Emisii poluante			Lungimea maxima a sirului de asteptare
			%	%			sec/veh	sec/veh	sec/veh	%	km/h	HC	CO	NOx	
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	21.0%	79.0%	A	0.189	4.8	2.70	0.00	5%	32	1	32	3	0.00
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	47.4%	52.6%	-	-	-	0.50	0.10	1%	47	11	230	31	3.0
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	47.4%	52.6%	-	-	-	1.10	0.40	5%	43	12	278	35	13.0

Tabel 12

Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045

Nr.intersectiei	Arterele	Organizarea circulatiei	Parametrii caracteristici modelului de trafic					Rezultate obtinute in urma simularii numerice							
			Indicele de utilizare	Rezerva de capacitate de circulatie	Nivelul de servicii cf. HCM manual	raport max vol/capacitate	Intarzieri in intersectie cf. HCM 2010	Intarzieri medii pe vehicul	Intarzieri datorate opririlor	Numar opriri pe vehicul	Viteza medie posibila	Emisii poluante			Lungimea maxima a sirului de asteptare
			%	%			sec/veh	sec/veh	sec/veh	%	km/h	HC	CO	NOx	
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	31.9%	68.1%	C	0.708	16.1	10	6.50	58%	22	10	395	36	35.8
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	56.0%	44.0%	-	-	-	0.7	0.1	2%	37	2	33	5	11.6
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	56.0%	44.0%	-	-	-	1.2	0.20	4%	34	4	88	12	12.0

Tabel 13

Model 1 - Model 2

Nr.intersectiei	Arterele	Organizarea circulatiei	Indicele de utilizare		Rezerva de capacitate de circulatie		Nivelul de servicii cf. HCM manual 2010		raport max vol/capacitate	
			Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045
			%	%	%	%				
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	21.0%	31.9%	79.0%	68.1%	A	C	0.189	0.708
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	47.4%	56.0%	52.6%	44.0%	-	-	-	-
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	47.4%	56.0%	52.6%	44.0%	-	-	-	-

Tabel 14

Model 1 - Model 2

Nr.intersectiei	Arterele	Organizarea circulatiei	Intarzieri medii pe vehicul		Intarzieri medii datorate opririlor		Numar opriri pe vehicul		Viteza medie	
			Model 1 - modelul de trafic al circulatiei existente AM	Model 3 - modelul de trafic cu dezvoltarile imobiliare AM	Model 1 - modelul de trafic al circulatiei existente AM	Model 3 - modelul de trafic cu dezvoltarile imobiliare AM	Model 1 - modelul de trafic al circulatiei existente AM	Model 3 - modelul de trafic cu dezvoltarile imobiliare AM	Model 1 - modelul de trafic al circulatiei existente AM	Model 3 - modelul de trafic cu dezvoltarile imobiliare AM
			sec/veh	sec/veh	sec/veh	sec/veh	%	%	km/h	km/h
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	3	10	0	6.50	5.00%	58.00%	32	22
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	1	1	0	0.10	1.00%	2.00%	47	37
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	1	1	0	0.20	5.00%	4.00%	43	34

Tabel 15

Model 1 - Model 2

Nr. intersectiei	Arterele	Organizarea circulatiei	Emisii poluante - HC		Emisii poluante - CO		Emisii poluante - NOx		Lungimea maxima a sirului de asteptare	
			Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045
			g	g	g	g	g	g	m	m
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	1	10	32	395	3	36	0.00	35.80
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	11	2	230	33	31	5	3.00	11.60
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	12	4	278	88	35	12	13.00	12.00



## Nodul 9

### ■ Alcatuire

Nodul rutier 9 este alcatuit dintr-o intersectie giratorie la nivel cu 3 accese pentru arterele existente si pasajul denivelat pe directia centurii metropolitane. In figura 9 este prezentata solutia de alcatuire a nodului rutier precum si accesele proiectate la centura metropololitana.

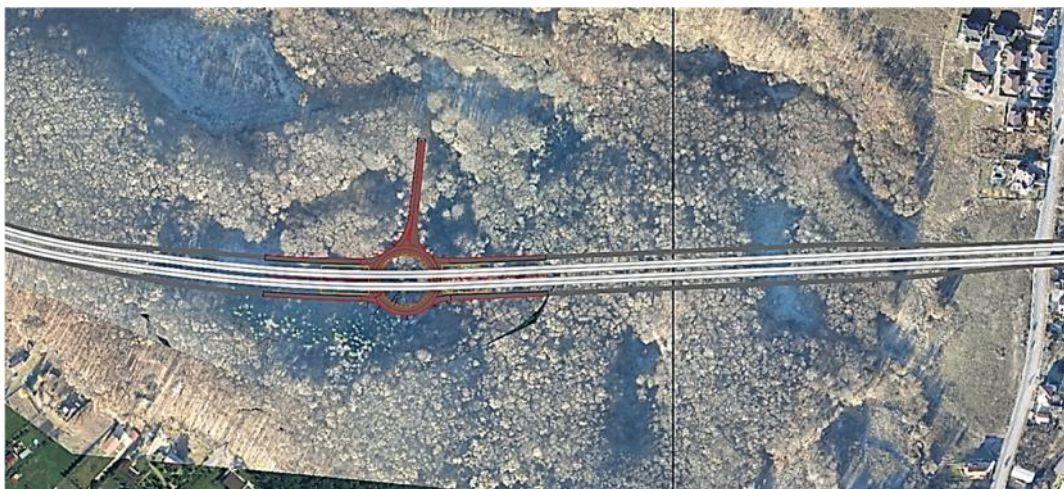


Fig. 9 – Nod 9 – Plan situatie - alcatuire geometrica

[Proiect - STUDIU DE FEZABILITATE - Drum Transregio Feleac Tr35 Centura Metropolitana]

### ■ Modelarera numerica

Modelarea numerica a circulatiei rutiere cuprinde:

- Modelarea geometrica a arterelor ce acced in intersectia giratorie: numar de benzi de circulatie prevazute pe accese, caracteristicile geometrice ale acceselor, semnalizarea rutiera verticala si orizontala proiectata.
- Numerotarea nodurilor rutiere ce alcatuiesc intersectia.
- Declararea debitelor de trafic si directiile de deplasare a participantilor la trafic in intersectie.

In figura 10 este prezentat modelul numeric realizat pentru nodul 9.



Fig. 10 – Nod 9 – numerotarea nodurilor rețelei

Pentru nodul rutier 4 au fost realizate doua modele de trafic:

- **Model 1 – circulatia rutiera aferenta debitelor estimate pentru anul 2025**
- **Model 2 – circulatia rutiera aferenta debitelor estimate pentru anul 2045**

#### ■ Rezultate obtinute din simularea numerica

Rezultatele obtinute din calcule exprima aplicarea principiilor de calcul si a formularilor matematice cuprinse in Manualul de Capacitate (Higway Capacity Manual). Acest document, unanim recunoscut in domeniul ingineriei de trafic a fost realizat de organismul tehnic american denumit “*Transportation Research Board*”, membru al “*National Academy*” - U.S.A.

Sinteza valorilor parametrilor de trafic obtinute in urma simularii numerice pentru fiecare ipoteza de calcul este prezentata in tabelele 16 - 17. Analiza comparativa a valorilor parametrilor de trafic pentru perioada de perspectiva 2025–2045, este in tabelele 8 - 20.

#### **Structura rezultatelor – planse – anexe**

##### **Model 1 – circulatia rutiera aferenta debitelor estimate pentru anul 2025**

Rezultatele obtinute din modelarea numerica sunt evidentiata astfel:

- ✿ In anexa 1 sunt prezentati in detaliu toti parametrii calculati in cadrul modelarii traficului. Rapoartele prezentate cuprind rezultatele modelarii folosind programul “*Synchro*” si

rezultatele obtinute in cadrul simularii numerice utilizand aplicatia “*SimTraffic*”.

- ✿ In plansa 1 sunt prezentate valorile Indicilor de Utilizare a Capacitatii (ICU) si valorile debitelor de calcul pentru fiecare acces in intersectiile analizate.
- ✿ In plansa 2 sunt prezentate intarzierile medii la acelele in intersectii (calculul este realizat cf. HCM 2010).
- ✿ In plansa 3 sunt prezentate lungimile estimate ale sirurilor de asteptare pe accese (calculul este realizat cf. HCM 2010).

## **Model 2 – circulatia rutiera aferenta debitelor estimate pentru anul 2045**

Rezultatele obtinute din modelarea numerica sunt evidentiata astfel:

- ✿ In anexa 2 sunt prezentati in detaliu toti parametrii calculati in cadrul modelarii traficului. Rapoartele prezentate cuprind rezultatele modelarii folosind programul “*Synchro*” si rezultatele obtinute in cadrul simularii numerice utilizand aplicatia “*SimTraffic*”.
- ✿ In plansa 1 sunt prezentate valorile Indicilor de Utilizare a Capacitatii (ICU) si valorile debitelor de calcul pentru fiecare acces in intersectiile analizate.
- ✿ In plansa 2 sunt prezentate intarzierile medii la acelele in intersectii (calculul este realizat cf. HCM 2010).
- ✿ In plansa 3 sunt prezentate lungimile estimate ale sirurilor de asteptare pe accese (calculul este realizat cf. HCM 2010).

Tabel 16

NOD 9

Centralizatorul rezultatelor obtinute din simularea numerica

Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025

Nr.intersectiei	Arterele	Organizarea circulatiei	Parametrii caracteristici modelului de trafic					Rezultate obtinute in urma simularii numerice							
			Indicele de utilizare	Rezerva de capacitate de circulatie	Nivelul de servicii cf. HCM manual 2010	raport max vol/capacitate	Intarzieri in intersectie cf. HCM 2010	Intarzieri medii pe vehicul	Intarzieri medii datorate opririlor	Numar opriri pe vehicul	Viteza medie	Emisii poluante			Lungimea maxima a sirului de asteptare
			%	%			sec/veh	sec/veh	sec/veh	%	km/h	HC	CO	NOx	m
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	14.9%	85.1%	A	0.081	3.8	2.60	0.10	3%	33	0	15	0	2.90
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	46.0%	54.0%	-	-	-	0.70	0.10	1%	45	11	291	32	5.2
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	46.0%	54.0%	-	-	-	1.50	0.30	1%	45	23	478	66	10.8

Tabel 17

Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045

Nr.intersectiei	Arterele	Organizarea circulatiei	Parametrii caracteristici modelului de trafic					Rezultate obtinute in urma simularii numerice							
			Indicele de utilizare	Rezerva de capacitate de circulatie	Nivelul de servicii cf. HCM manual	raport max vol/capacitate	Intarzieri in intersectie cf. HCM 2010	Intarzieri medii pe vehicul	Intarzieri datorate opririlor	Numar opriri pe vehicul	Viteza medie posibila	Emisii poluante			Lungimea maxima a sirului de asteptare
			%	%			sec/veh	sec/veh	sec/veh	%	km/h	HC	CO	NOx	m
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	19.1%	80.9%	A	0.151	4.2	2.7	0.00	3%	32	1	38	5	3.8
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	49.4%	50.6%	-	-	-	1.3	0.7	1%	42	11	300	31	12.1
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	49.4%	50.6%	-	-	-	2.1	0.60	2%	43	16	404	52	16.2

Tabel 18

Model 1 - Model 2

Nr.intersectiei	Arterele	Organizarea circulatiei	Indicele de utilizare		Rezerva de capacitate de circulatie		Nivelul de servicii cf. HCM manual 2010		raport max vol/capacitate	
			Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045
			%	%	%	%				
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	14.9%	19.1%	85.1%	80.9%	A	A	0.081	0.151
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	46.0%	49.4%	54.0%	50.6%	-	-	-	-
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	46.0%	49.4%	54.0%	50.6%	-	-	-	-

Tabel 19

Model 1 - Model 2

Nr.intersectiei	Arterele	Organizarea circulatiei	Intarzieri medii pe vehicul		Intarzieri medii datorate opririlor		Numar opriri pe vehicul		Viteza medie	
			Model 1 - modelul de trafic al circulatiei existente AM	Model 3 - modelul de trafic cu dezvoltarile imobiliare AM	Model 1 - modelul de trafic al circulatiei existente AM	Model 3 - modelul de trafic cu dezvoltarile imobiliare AM	Model 1 - modelul de trafic al circulatiei existente AM	Model 3 - modelul de trafic cu dezvoltarile imobiliare AM	Model 1 - modelul de trafic al circulatiei existente AM	Model 3 - modelul de trafic cu dezvoltarile imobiliare AM
			sec/veh	sec/veh	sec/veh	sec/veh	%	%	km/h	km/h
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	3	3	0	0.00	3.00%	3.00%	33	32
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	1	1	0	0.70	1.00%	1.00%	45	42
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	2	2	0	0.60	1.00%	2.00%	45	43

Tabel 20

Model 1 - Model 2

Nr.intersectiei	Arterele	Organizarea circulatiei	Emisii poluante - HC		Emisii poluante - CO		Emisii poluante - NOx		Lungimea maxima a sirului de asteptare	
			Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045
			g	g	g	g	g	g	m	m
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	0	1	15	38	0	5	2.90	3.80
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	11	11	291	300	32	31	5.20	12.10
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	23	16	478	404	66	52	10.80	16.20



## Nodul 10

### ■ Alcatuire

Nodul rutier 10 este alcatuit dintr-o intersectie giratorie la nivel cu 4 accese pentru arterele existente si pasajul denivelat pe directia centurii metropolitane. In figura 11 este prezentata solutia de alcatuire a nodului rutier precum si accesele proiectate la centura metropololitana.



Fig. 11 – Nod 10 – Plan situatie - alcatuire geometrica

[Proiect - STUDIU DE FEZABILITATE - Drum Transregio Feleac Tr35 Centura Metropolitana]

### ■ Modelarera numerica

Modelarea numerica a circulatiei rutiere cuprinde:

- Modelarea geometrica a arterelor ce acced in intersectia giratorie: numar de benzi de circulatie prevazute pe accese, caracteristicile geometrice ale acceselor, semnalizarea rutiera verticala si orizontala proiectata.
- Numerotarea nodurilor rutiere ce alcatuiesc intersectia.
- Declararea debitelor de trafic si directiile de deplasare a participantilor la trafic in intersectie.

In figura 12 este prezentat modelul numeric realizat pentru nodul 10.



Fig. 12 – Nod 10 – numerotarea nodurilor rețelei

Pentru nodul rutier 5 au fost realizate doua modele de trafic:

- **Model 1 – circulatia rutiera aferenta debitelor estimate pentru anul 2025**
- **Model 2 – circulatia rutiera aferenta debitelor estimate pentru anul 2045**

#### ■ **Rezultate obtinute din simularea numerica**

Rezultatele obtinute din calcule exprima aplicarea principiilor de calcul si a formularilor matematice cuprinse in Manualul de Capacitate (Higway Capacity Manual). Acest document, unanim recunoscut in domeniul ingineriei de trafic a fost realizat de organismul tehnic american denumit “*Transportation Research Board*”, membru al “*National Academy*” - U.S.A.

Sinteza valorilor parametrilor de trafic obtinute in urma simularii numerice pentru fiecare ipoteza de calcul este prezentata in tabelele 21 - 22. Analiza comparativa a valorilor parametrilor de trafic pentru perioada de perspectiva 2025–2045, este in tabelele 23 - 25.

## **Structura rezultatelor – planse – anexe**

### **Model 1 – circulatia rutiera aferenta debitelor estimate pentru anul 2025**

Rezultatele obtinute din modelarea numerica sunt evidentiata astfel:

- ✿ In anexa 1 sunt prezentati in detaliu toti parametrii calculati in cadrul modelarii traficului. Rapoartele prezentate cuprind rezultatele modelarii folosind programul “*Synchro*” si rezultatele obtinute in cadrul simularii numerice utilizand aplicatia “*SimTraffic*”.
- ✿ In plansa 1 sunt prezentate valorile Indicilor de Utilizare a Capacitatii (ICU) si valorile debitelor de calcul pentru fiecare acces in intersectiile analizate.
- ✿ In plansa 2 sunt prezentate intarzierile medii la acele in intersectii (calculul este realizat cf. HCM 2010).
- ✿ In plansa 3 sunt prezentate lungimile estimate ale sirurilor de asteptare pe accese (calculul este realizat cf. HCM 2010).

### **Model 2 – circulatia rutiera aferenta debitelor estimate pentru anul 2045**

Rezultatele obtinute din modelarea numerica sunt evidentiata astfel:

- ✿ In anexa 2 sunt prezentati in detaliu toti parametrii calculati in cadrul modelarii traficului. Rapoartele prezentate cuprind rezultatele modelarii folosind programul “*Synchro*” si rezultatele obtinute in cadrul simularii numerice utilizand aplicatia “*SimTraffic*”.
- ✿ In plansa 1 sunt prezentate valorile Indicilor de Utilizare a Capacitatii (ICU) si valorile debitelor de calcul pentru fiecare acces in intersectiile analizate.
- ✿ In plansa 2 sunt prezentate intarzierile medii la acele in intersectii (calculul este realizat cf. HCM 2010).
- ✿ In plansa 3 sunt prezentate lungimile estimate ale sirurilor de asteptare pe accese (calculul este realizat cf. HCM 2010).

Tabel 21

NOD 10

Centralizatorul rezultatelor obținute din simularea numerică

Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025

Nr. intersecției	Arterele	Organizarea circulației	Parametrii caracteristici modelului de trafic					Rezultate obținute în urma simulării numerice							
			Indicele de utilizare	Rezerva de capacitate de circulație	Nivelul de servicii cf. HCM manual 2010	raport max vol/capacitate	Intarzieri în intersecție cf. HCM 2010	Intarzieri medii pe vehicul	Intarzieri medii datorate opririlor	Numar opriri pe vehicul	Viteza medie	Emisii poluante			Lungimea maximă a sirului de așteptare
			%	%			sec/veh	sec/veh	sec/veh	%	km/h	HC	CO	NOx	m
1	Intersecția 1	sistem giratoriu	67.3%	32.7%	B	0.459	14.9	6.10	2.60	50%	23	5	136	17	18.00
2	Intersecția 2 - înscriere în flux	semnalizare	58.6%	41.4%	-	-	-	1.80	0.90	8%	35	4	110	14	23.8
3	Intersecția 3 - înscriere în flux	semnalizare	58.6%	41.4%	-	-	-	1.20	0.00	1%	41	7	135	21	4.2

Tabel 22

Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045

Nr. intersecției	Arterele	Organizarea circulației	Parametrii caracteristici modelului de trafic					Rezultate obținute în urma simulării numerice							
			Indicele de utilizare	Rezerva de capacitate de circulație	Nivelul de servicii cf. HCM manual	raport max vol/capacitate	Intarzieri în intersecție cf. HCM 2010	Intarzieri medii pe vehicul	Intarzieri datorate opririlor	Numar opriri pe vehicul	Viteza medie posibilă	Emisii poluante			Lungimea maximă a sirului de așteptare
			%	%			sec/veh	sec/veh	sec/veh	%	km/h	HC	CO	NOx	m
1	Intersecția 1	sistem giratoriu	71.1%	28.9%	D	0.903	30.2	7.1	3.50	53%	22	5	150	19	24.9
2	Intersecția 2 - înscriere în flux	semnalizare	67.9%	32.1%	-	-	-	2	0.9	7%	34	5	128	15	27.7
3	Intersecția 3 - înscriere în flux	semnalizare	67.9%	32.1%	-	-	-	3.7	2.10	16%	33	9	207	28	32.6

Tabel 23

Model 1 - Model 2

Nr.intersecției	Arterele	Organizarea circulației	Indicele de utilizare		Rezerva de capacitate de circulație		Nivelul de servicii cf. HCM manual 2010		raport max vol/capacitate	
			Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045
			%	%	%	%				
1	Intersecția 1	sistem giratoriu	67.3%	71.1%	32.7%	28.9%	B	D	0.459	0.903
2	Intersecția 2 - înscriere în flux	semnalizare	58.6%	67.9%	41.4%	32.1%	-	-	-	-
3	Intersecția 3 - înscriere în flux	semnalizare	58.6%	67.9%	41.4%	32.1%	-	-	-	-

Tabel 24

Model 1 - Model 2

Nr.intersecției	Arterele	Organizarea circulației	Intarzieri medii pe vehicul		Intarzieri medii datorate opririlor		Numar opriri pe vehicul		Viteza medie	
			Model 1 - modelul de trafic al circulației existente AM	Model 3 - modelul de trafic cu dezvoltările imobiliare AM	Model 1 - modelul de trafic al circulației existente AM	Model 3 - modelul de trafic cu dezvoltările imobiliare AM	Model 1 - modelul de trafic al circulației existente AM	Model 3 - modelul de trafic cu dezvoltările imobiliare AM	Model 1 - modelul de trafic al circulației existente AM	Model 3 - modelul de trafic cu dezvoltările imobiliare AM
			sec/veh	sec/veh	sec/veh	sec/veh	%	%	km/h	km/h
1	Intersecția 1	sistem giratoriu	6	7	3	3.50	50.00%	53.00%	23	22
2	Intersecția 2 - înscriere în flux	semnalizare	2	2	1	0.90	8.00%	7.00%	35	34
3	Intersecția 3 - înscriere în flux	semnalizare	1	4	0	2.10	1.00%	16.00%	41	33

Tabel 25

Model 1 - Model 2

Nr.intersectiei	Arterele	Organizarea circulatiei	Emisii poluante - HC		Emisii poluante - CO		Emisii poluante - NOx		Lungimea maxima a sirului de asteptare	
			Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045	Model 1 - debite de trafic rutier estimate an 2025	Model 2 - debite de trafic rutier estimate an 2045
			g	g	g	g	g	g	m	m
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	5	5	136	150	17	19	18.00	24.90
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	4	5	110	128	14	15	23.80	27.70
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	7	9	135	207	21	28	4.20	32.60



### III. Concluzii:

- ✿ Prezentul studiu de trafic realizeaza o analiza asupra desfasurarii deplasarilor in nodurile 6–10 ale Centurii metropolitane Cluj-Napoca. Analiza ia in considerare valorile parametrilor de trafic specifici intersectiilor giratorii: nivel de serviciu, intarzieri, raport vol/capacitate, rezultati din calculul numeric, utilizand aplicatia *Synchro10*.
- ✿ Estimările parametrilor de trafic realizate pe baza simulării microscopice utilizand aplicatia *SimTraffic*, se refera atat la intersectiile giratorii cat si la insertia/iesirea traficului de pe centura metropolitana catre/dinspre accesele in giratie.
- ✿ Modelele numerice au fost realizate cu valori ale debitelor de trafic rezultate din “*modelul macroscopic de trafic*” al zonei analizate. Modelele de trafic realizate respecta solutiile de alcatuire geometrica ale nodurilor rutiere propuse de proiectantul general.
- ✿ Rezultatele obtinute din simularea numerica sunt prezentate sub doua paliere de analiza: tabele de valori calculate ale parametrilor de analiza (piese scrise – anexe) si reprezentari grafice ale indicatorilor ce caracterizeaza deplasările (planse desenate).
- ✿ Pentru analiza de trafic au fost retinuti: parametrii caracteristici modelului de trafic si rezultatele obtinute in urma simulării numerice:

#### **Synchro:** Parametrii caracteristici modelului de trafic

- ) Indicii de Utilizare a Capacitatii (I.C.U.) calculati in conformitate cu manualul cu acelasi nume publicat de compania Trafficware Ltd.
- ) Nivelul de Servici (L.O.S.) in intersectii calculat in conformitate cu manualul H.C.M. 2010
- ) Raportul maxim volum/capacitate in intersectie.

**SimTraffic:** Rezultate obtinute in urma simularii numerice

- ) Intarzieri medii ale vehiculelor in intersectie.
- ) Intarzieri medii ale vehiculelor in intersectie datorate opririlor.
- ) Numar de opriri (exprimare procentuala).
- ) Viteza medie de deplasare a vehiculelor.
- ) Emisiile de noxe: HC, CO, NOx.

- ☀ Intersectiile giratorii proiectate in nodurile rutiere analizate nu prezinta probleme sub aspectul capacitatii de circulatie. In conformitate cu prevederile Manualului de Capacitate (H.C.M.2010), nivelul de serviciu se stabileste in raport de intarzierile de control calculate pe fiecare acces separat si pe ansamblul intersectiei. In tabelul 26 sunt prezentate valorile nivelului de serviciu corespunzatoare intrazierilor de control calculate.

Tabel 26

Control Delay (s/veh)	LOS by Volume-to-Capacity Ratio <sup>a</sup>	
	$v/c \leq 1.0$	$v/c > 1.0$
0–10	A	F
>10–15	B	F
>15–25	C	F
>25–35	D	F
>35–50	E	F
>50	F	F

Intersectiile analizate in prezentul studiu de trafic au nivele de serviciu ce se incadreaza in plaja de “A - D”. Aceasta situatie arata faptul ca in intersectiile giratorii nu se estimeaza intarzieri sau blocaje de circulatie.

- ☀ Referitor la raportul vol/capacitate constatam ca acesta are valori cuprinse intre 18.9% si 90.3%. Valorile maxime ale raportului vol/capacitate se inregistreaza pentru traficul de perspectiva – an 2045.
- ☀ Lungimile sirurilor de asteptare in intersectiile giratorii sunt estimate cu valori sub 35.6m, fapt ce indica cel mult 11 vehicule in asteptare la intrare in intersectie (nod 10).

- ✿ Valorile parametrilor de trafic prezentati in acest studiu, se bazeaza exclusiv pe valorile de trafic rezultate din modelul macroscopic al centurii metropolitane. Asa cum este mentionat in literatura de specialitate din domeniul ingineriei de trafic, intensitatea traficului rutier reprezinta o masura ce descrie desfasurarea deplasarilor. Din punct de vedere al practicii curente, *“Intensitatea Traficului Rutier”* poate avea valori variabile in functie de urmatoarele distributii: *“distributia zilnica”*, *“distributia saptamanala”* sau *“distributia anuala”*. In acest context, mentionam ca, pentru sectorul rutier analizat se pot inregistra in anumite perioade ale anului valori de debite de trafic diferite fata de cele utilizate in prezentul studiu. Aceste valori pot modifica sensibil conditiile de circulatie, dar pe perioade de timp limitate.
  
- ✿ Aspectele rezultate din modelarea pe calculator au in vedere valori ale parametrilor de trafic (*Intarzieri medii la intrarea in intersectii, Lungimea sirurilor de asteptare pe accese*) rezultati din simularea numerica de tip microscopic utilizand aplicatiile Synchro10 si SimTraffic.
  
- ✿ In urma modelarii numerice a desfasurarii deplasarilor rutiere in nodurile 6 – 10 ale Centurii ocolitoare a municipiului Cluj Napoca, pot fi formulate urmatoarele observatii asupra alcatuirii geometrice a nodurilor studiate in aceasta etapa de calcul:

### **Nod 6**

- ) Accesul rutier proiectat din directia nord in intersectia giratorie ar trebui sa aiba 2 benzi de circulatie/sens si nu una cum este prevazut in planul de situatie primit.
- ) Valorile de debite de trafic utilizate la modelarea numerica aferente centrului comercia au fost adoptate utilizand metoda de calcul dezvoltata de “Institute of Transportation Engineering” si publicata in manualul: “Trip Generation Manual ed.9”.

### Nod 7

- ) Accesele rutiere in intersectia giratorie din directia nord si din directia sud ar trebui sa aiba fiecare cate 2 benzi de circulatie/sens si nu una cum este prevazut in planul de situatie primit.
- ) Brelelele de legatura intre intersectia giratorie si centura metropolitata, ar trebui sa aiba benzi suplimentare de impletire in flux pe traseul Centurii metropolitane pentru debitele de trafic care urmeaza sa se inscrie in centura.

### Nod 10

- ) Accesele rutiere in intersectia giratorie din directia nord si din directia sud ar trebui sa aiba fiecare cate 2 benzi de circulatie/sens si nu una cum este prevazut in planul de situatie primit.
- ) Brelelele de legatura ce asigura accesele rutiere in intersectia giratorie din centura metropolitata, ar trebui sa aiba fiecare cate 2 benzi de circulatie/sens si nu una cum este prevazut in planul de situatie primit.
- ) Brelelele de legatura intre intersectia giratorie si centura metropolitata, ar trebui sa aiba benzi suplimentare de impletire in flux pe traseul Centurii metropolitane pentru debitele de trafic care urmeaza sa se inscrie in centura.

dr.ing. **Valentin ANTON**



08 06 2021

## **Bibliografie**

- [1]. Transportation Research Board, National Academies:  
„*Highway Capacity Manual*”, ISBN: 978-0-309-16077-3, Washington 2010
- [2]. Synchro Studio 10 User Guide -1993 - 2017 Trafficware Ltd. – U.S.A.
- [3]. „*Traffic Signal Timing and Coordination Manual*” –  
Minnesota Departament of Transportation – 2004.
- [4]. „*Intersection Capacity Utilization*” - Trafficware Corporation – U.S.A., 2003.
- [5]. „*Signalized Intersections: Informational Guide*” – Report No. FHWA-HRT-04-091.
- [6]. „*Signal Timing Process - Final Report*” – FHWA no. Dtfh61-01-c-00183.
- [7]. “*Transportation Engineering & Planning*” –  
C.S. Papacostas & P.D. Prevedouros – Printices Hall – 2001
- [8]. Traffic Engineering – W.R. McSHANE, Roger ROSES, Elena PRASSAS - Printices Hall – 2001
- [9]. Transportation Engineering – Jon D. Fricker, Robert K. Witford - Printices Hall – 2005
- [10]. Transportation Systems Engineering – cap. 16. “Microscopic Traffic Simulation”  
- Dr. Tom V. Mathew – 2014
- [11]. An overview of microscopic and macroscopic traffic models - prof.dr.A.J. van der Schaft,  
dr.ir.R.C.W.P. Verstappen, stud. J. Popping – RINJKSUNUNIVERSITEIT GRONINGEN - 2014
- [12]. Roundabouts: An Informational Guide - NCHRP REPORT 672 - 2010
- [13]. „*Inginerie de trafic – note curs*” - conf.dr.ing. Valentin ANTON - UTCB - 2016.
- [14]. „*Normativ pentru amenajarea intersecțiilor la nivel pe drumuri publice*” –  
AND - 600/2010- (2010-2012)
- [15]. [STUDIU DE FEZABILITATE, PUZ și DTAC - pentru proiectul:  
ETAPA I - Drum Transregio Feleac Tr35 Centura Metropolitană,  
ETAPA II - Drum Transregio Feleac Tr35 Drumuri de Legătură  
– Asocieria TRANSINVEST BUDAPEST Kft, SPECIALTERV EPITOMERNOKI Kft,  
EXPLAN s.r.l., CADSIL s.r.l.