

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 microscopice al fluxului de trafic analizeaza fluxul de trafic prin modelarea interacțiunilor șofer-ofer și ofer-drum in flux de trafic pe trasee diferite cu caracteristici specifice.

Modelele microscopice de trafic simulează comportamentul conducătorului auto ca unitate individuala in 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 in fluxul de trafic.

Câteva aspecte ale acestor abordari 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 oferi răspunde la un stimul (informație) primit de la celelalte vehicule aflate in trafic. Stimulul poate fi o funcție a pozițiilor vehiculelor și derivatele acestei marimi in 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 informatinale in 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 informatinale, 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.6th), 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 medie 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 circulației aferente anului 2045.
- Analize comparative asupra valorilor parametrilor de trafic obținute din modelarea numerică.

Intersecțiile propuse pentru analiză, reprezintă “Noduri” ale viitorului traseu al Centurii metropolitane a Municipiului Cluj-Napoca. Soluțiile propuse de proiectantul general prevăd realizarea de pasaje denivelate pe traseul Centurii metropolitane a Municipiului Cluj-Napoca și amenajarea de intersecții la nivel pentru traseele drumurilor/străzilor locale. Intersecțiile prevăzute pentru arterele locale de circulație sunt proiectate ca amenajări rutiere cu circulație în sens giratoriu. Pentru aceste intersecții au fost realizate analize de trafic utilizând modelarea numerică. Accesul, respectiv ieșirea de pe traseul Centurii metropolitane a Municipiului Cluj-Napoca sunt proiectate ca inserții în trafic.

II.2. Modele ale desfășurării traficului de vehicule

Analiza desfășurării deplasărilor în intersecții s-a realizat prin modelare numerică. În acest sens, au fost realizate modele de trafic separate pentru fiecare nod rutier analizat. Modele realizate estimează condițiile de circulație aferente anilor 2025 și 2045. Perioada de timp folosită pentru analize, corespunde cu estimările de trafic realizate în studiul macroscopic.

Pentru realizarea modelelor de trafic au fost introduse în calcul caracteristicile tramei rutiere prevăzute în planșele proiectate:

- număr de benzi prevăzute în secțiuni transversale proiectate și direcțiile de deplasare pentru fiecare acces;
- caracteristicile geometrice ale acceselor;
- semnalizarea rutieră verticală și orizontală proiectată.

Traseul proiectat al viitoarei Centuri metropolitane a Municipiului Cluj-Napoca este amplasat în partea de sud a municipiului, asigurând legături rutiere cu rețeaua arterelor de circulație din zona de analiză. Centura proiectată va avea un număr de 20 de noduri rutiere. Amplasarea nodurilor rutiere în lungul traseului este prezentată în figura 1.

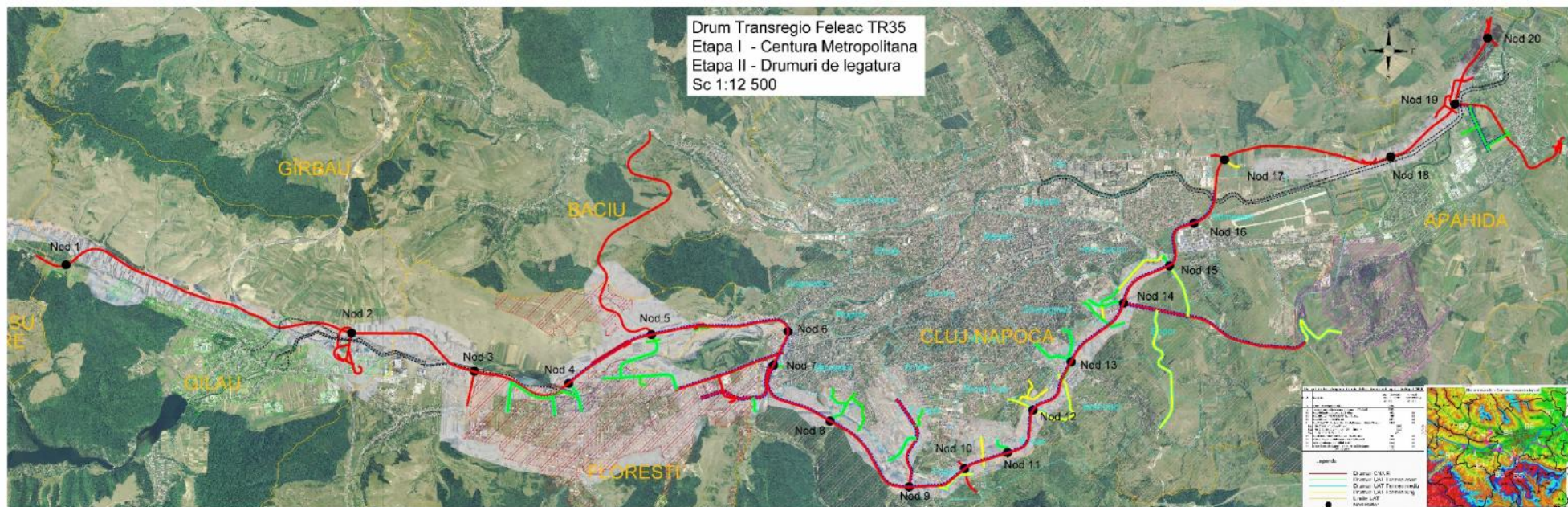


Fig. 1 – Traseul al Centurii metropolitane Cluj-Napoca și legăturile rutiere cu drumurile de legătură (Drum TransRegio Feleac TR35)
[STUDIUL DE FEZABILITATE, PUZ și DTAC - pentru proiectul
ETAPA I - Drum Transregio Feleac Tr35 Centura Metropolitana, ETAPA II - Drum Transregio Feleac Tr35 Drumuri de Legătură]

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 Servici (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.

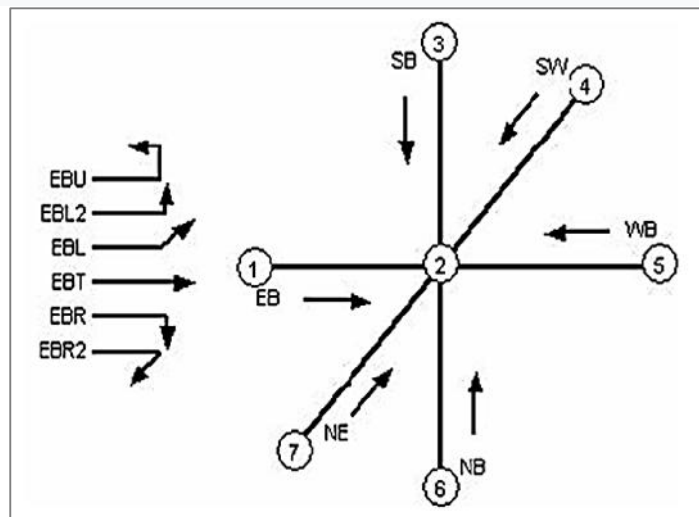


Fig. 2 – Codificarea direcțiilor de deplasare în intersecție

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

Nodul 11

■ Alcatuire

Nodul rutier 6 este alcatuit dintr-o intersectie giratorie la nivel cu 4 accese pentru arterele la nivel 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 11 – 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 4 este prezentat modelul numeric realizat pentru nodul 11.



Fig. 4 – Nod 6 – numerotarea nodurilor rețelei

Pentru nodul rutier 11 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 in tabelele 3 - 5.

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 acesele 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 acesele 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 1

NOD 11

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 servici 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 siru de asteptare
												HC	CO	NOx	
			%	%			sec/veh	sec/veh	sec/veh	%	km/h	g	g	g	m
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	34.2%	65.8%	A	0.359	6.5	2.90	0.10	2%	32	2	81	9	1.70
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	61.0%	39.0%	-	-	-	0.80	0.00	0%	41	7	135	20	0.0
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	61.0%	39.0%	-	-	-	0.40	0.00	0%	47	8	178	22	1.5

Tabel 2

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 siru de asteptare
												HC	CO	NOx	
%	%			sec/veh	sec/veh	sec/veh	%	km/h	g	g	g	m			
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	36.1%	63.9%	A	0.38	6.7	3.1	0.10	10%	32	2	98	10	6.8
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	69.4%	30.6%	-	-	-	0.9	0	0%	41	10	229	32	0.0
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	69.4%	30.6%	-	-	-	0.8	0.30	2%	33	9	207	28	10.7

Tabel 3

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	34.2%	36.1%	65.8%	63.9%	A	A	0.359	0.38
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	61.0%	69.4%	39.0%	30.6%	-	-	-	-
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	61.0%	69.4%	39.0%	30.6%	-	-	-	-

Tabel 4

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	0.10	2.00%	10.00%	32	32
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	1	1	0	0.00	0.00%	0.00%	41	41
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	0	1	0	0.30	0.00%	2.00%	47	33

Tabel 5

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	2	2	81	98	9	10	1.70	6.80
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	7	10	135	229	20	32	0.00	0.00
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	8	9	178	207	22	28	1.50	10.70

Nodul 12

■ Alcatuire

Nodul rutier 12 este alcatuit dintr-o intersectie giratorie la nivel cu 4 accese pentru arterele la nivel 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 12 – 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 12.

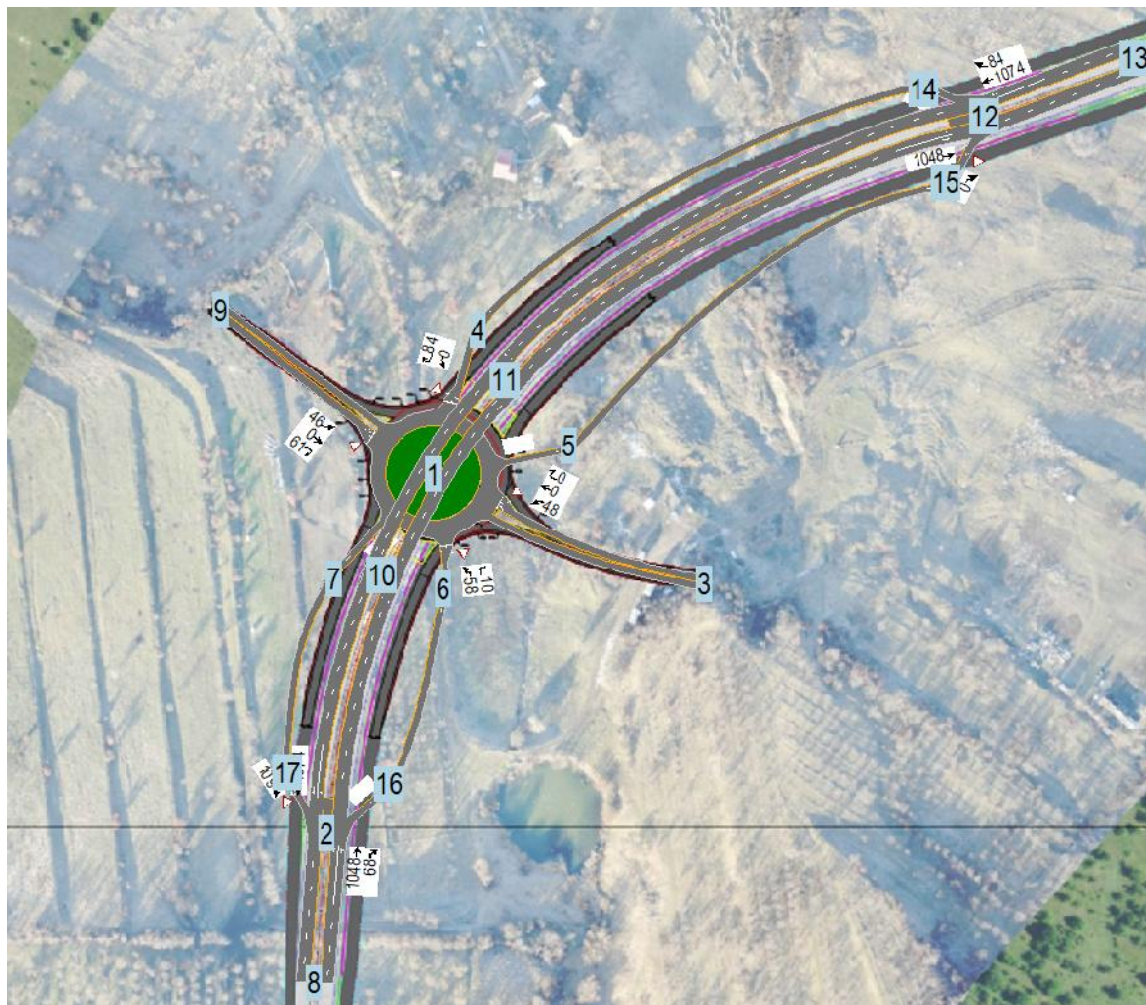


Fig. 6 – Nod 12 – numerotarea nodurilor rețelei

Pentru nodul rutier 12 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 12

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 servici cf. HCM manual 2010	raport max vol/capacitate	Intarzieri in intersectie cf. HCM 2010	Intarzieri medii pe vehicul	Intarzieri medii datorate oprinlor	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	21.9%	78.1%	A	0.089	4	2.90	0.10	49%	30	1	24	3	1.60
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	43.1%	56.9%	-	-	-	0.80	0.30	4%	44	9	212	26	9.3
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	43.1%	56.9%	-	-	-	0.70	0.00	0%	47	13	287	36	0.0

Tabel 7

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 servici 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 sirul de asteptare
												HC	CO	NOx	
			%	%			sec/veh	sec/veh	sec/veh	%	km/h	g	g	g	m
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	37.6%	62.4%	A	0.38	6.7	3.7	1.00	39%	26	4	96	12	13.9
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	56.4%	43.6%	-	-	-	2.3	1.7	4%	35	6	183	19	22.4
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	56.4%	43.6%	-	-	-	1.1	0.50	6%	43	6	190	21	14.3

Tabel 8

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	21.9%	37.6%	78.1%	62.4%	A	A	0.089	0.38
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	43.1%	56.4%	56.9%	43.6%	-	-	-	-
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	43.1%	56.4%	56.9%	43.6%	-	-	-	-

Tabel 9

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	4	0	1.00	49.00%	39.00%	30	26
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	1	2	0	1.70	4.00%	4.00%	44	35
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	1	1	0	0.50	0.00%	6.00%	47	43

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	1	4	24	96	3	12	1.60	13.90
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	9	6	212	183	26	19	9.30	22.40
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	13	6	287	190	36	21	0.00	14.30

Nodul 13

■ Alcatuire

Nodul rutier 13 este alcatuit dintr-o intersectie giratorie la nivel cu 3 accese pentru arterele la nivel 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 13 – 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.

În figura 8 este prezentat modelul numeric realizat pentru nodul 13.



Fig. 8 – Nod 13 – numerotarea nodurilor rețelei

Pentru nodul rutier 13 au fost realizate două modele de trafic:

- **Model 1 – circulația rutieră aferentă debitelor estimate pentru anul 2025**
- **Model 2 – circulația rutieră aferentă debitelor estimate pentru anul 2045**

■ Rezultate obținute din simularea numerică

Rezultatele obținute din calcule exprimă aplicarea principiilor de calcul și a formularelor matematice cuprinse în Manualul de Capacitate (Highway Capacity Manual). Acest document, unanim recunoscut în 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 obținute în urma simulării numerice pentru fiecare ipoteză de calcul este prezentată în tabelele 11- 12. Analiza comparativă a valorilor parametrilor de trafic pentru perioada de perspectivă 2025–2045, este în 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 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 11

NOD 13

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	47.1%	52.9%	A	0.459	7.8	4.70	1.50	32%	25	6	164	22	14.30
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	52.7%	47.3%	-	-	-	1.10	0.30	4%	44	10	264	32	12.9
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	52.7%	47.3%	-	-	-	1.70	0.60	7%	40	9	253	29	14.5

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	m
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	71.1%	28.9%	B	0.506	12.1	7	4.00	55%	21	4	155	15	26.8
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	55.0%	45.0%	-	-	-	3.3	0.9	10%	36	17	409	48	22.2
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	55.0%	45.0%	-	-	-	2.3	1.10	6%	39	15	328	44	22.1

Tabel 13

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	47.1%	71.1%	52.9%	28.9%	A	B	0.459	0.506
2	Intersecția 2 - înscriere în flux	semnalizare	52.7%	55.0%	47.3%	45.0%	-	-	-	-
3	Intersecția 3 - înscriere în flux	semnalizare	52.7%	55.0%	47.3%	45.0%	-	-	-	-

Tabel 14

Model 1 - Model 2

Nr.intersecției	Arterele	Organizarea circulației	Întârzieri medii pe vehicul		Întârzieri 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	7	2	4.00	32.00%	55.00%	25	21
2	Intersecția 2 - înscriere în flux	semnalizare	1	3	0	0.90	4.00%	10.00%	44	36
3	Intersecția 3 - înscriere în flux	semnalizare	2	2	1	1.10	7.00%	6.00%	40	39

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	6	4	164	155	22	15	14.30	26.80
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	10	17	264	409	32	48	12.90	22.20
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	9	15	253	328	29	44	14.50	22.10

Nodul 14

■ Alcatuire

Nodul rutier 14 este alcatuit dintr-o intersectie giratorie la nivel cu 4 accese pentru arterele la nivel 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 14 – 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 14.



Fig. 10 – Nod 14 – numerotarea nodurilor rețelei

Pentru nodul rutier 14 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 în tabelele 8 - 20.

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 16

NOD 14

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	25.8%	74.2%	A	0.089	4	3.20	0.20	27%	32	2	79	9	6.40
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	44.2%	55.8%	-	-	-	1.60	0.20	2%	45	23	469	65	10.3
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	44.2%	55.8%	-	-	-	1.60	0.50	4%	45	21	431	61	10.6

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 siru de asteptare
												HC	CO	NOx	
			%	%			sec/veh	sec/veh	sec/veh	%	km/h	g	g	g	m
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	37.6%	62.4%	A	0.38	6.7	4	0.80	43%	28	3	131	13	13.3
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	56.4%	43.6%	-	-	-	1.8	0.3	4%	44	17	382	52	12.3
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	56.4%	43.6%	-	-	-	1.7	0.50	6%	45	16	361	47	17.6

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	25.8%	37.6%	74.2%	62.4%	A	A	0.089	0.38
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	44.2%	56.4%	55.8%	43.6%	-	-	-	-
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	44.2%	56.4%	55.8%	43.6%	-	-	-	-

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	4	0	0.80	27.00%	43.00%	32	28
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	2	2	0	0.30	2.00%	4.00%	45	44
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	2	2	1	0.50	4.00%	6.00%	45	45

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	2	3	79	131	9	13	6.40	13.30
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	23	17	469	382	65	52	10.30	12.30
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	21	16	431	361	61	47	10.60	17.60

Nodul 15

■ Alcatuire

Nodul rutier 15 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 15 – 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 15.



Fig. 12 – Nod 15 – numerotarea nodurilor rețelei

Pentru nodul rutier 15 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 în tabelele 23 - 25.

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 21

NOD 15

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		
			%	%			sec/veh	sec/veh	sec/veh	%	km/h	HC	CO	NOx
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	43.3%	56.7%	A	0.416	7.1	3.90	0.60	54%	29	5	157	17
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	51.5%	48.5%	-	-	-	2.70	1.60	10%	39	16	372	44
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	51.5%	48.5%	-	-	-	1.60	0.50	5%	43	12	304	37

Tabel 22

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		
			%	%			sec/veh	sec/veh	sec/veh	%	km/h	HC	CO	NOx
1	Intersectia 1	sistem giratoriu	56.8%	43.2%	A	0.38	6.7	2.7	2.70	55%	26	4	186	16
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	48.9%	51.1%	-	-	-	1.4	0.4	4%	44	22	446	63
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	48.9%	51.1%	-	-	-	2.6	0.90	6%	41	24	535	67

Tabel 23

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	43.3%	56.8%	56.7%	43.2%	A	A	0.416	0.38
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	51.5%	48.9%	48.5%	51.1%	-	-	-	-
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	51.5%	48.9%	48.5%	51.1%	-	-	-	-

Tabel 24

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	4	3	1	2.70	54.00%	55.00%	29	26
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	3	1	2	0.40	10.00%	4.00%	39	44
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	2	3	1	0.90	5.00%	6.00%	43	41

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	4	157	186	17	16	13.30	19.60
2	Intersectia 2 - inscriere in flux	semnalizare	16	22	372	446	44	63	28.00	9.40
3	Intersectia 3 - inscriere in flux	semnalizare	12	24	304	535	37	67	16.70	20.30

III. Concluzii:

- ✿ Prezentul studiu de trafic realizeaza o analiza asupra desfasurarii deplasarilor in nodurile 11–15 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 ^a	
	$v/c \leq 1.0$	$v/c > 1.0$
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 - B”. 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 8.9% si 63.4%. 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 30.0m, fapt ce indica cel mult 5 vehicule in asteptare la intrare in intersectie (nod 13).

- ✿ 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 11 – 15 ale Centurii ocolitoare a municipiului Cluj Napoca, pot fi formulate urmatoarele observatii asupra alcatuirii geometrice a nodurilor studiate in aceasta etapa de calcul:
Nod 11
J Brelelele de legatura intre intersectia giratorie si centura metropolita, 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**

12 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.