

## Cercetări pentru estimarea și creșterea performanțelor de siguranță intrinsecă a rețelelor traficului urban

### *Etapa a IV-a*

*Evaluarea unui set de soluții pentru creșterea performanțelor de siguranță intrinsecă pentru anumite tipologii de elemente ale rețelei rutiere urbane a municipiului București*

### Rezumat

---

<b>Contract</b>	<b>193/2012</b>
<b>Autoritatea contractantă</b>	<b>Unitatea Executivă pentru Finanțarea Învățământului Superior, a Cercetării, Dezvoltării și Inovării</b>
<b>Contractor</b>	<b>Universitatea Politehnica din București</b>
<b>Director de proiect</b>	<b>Ș.l. dr. ing. Dorinela COSTESCU</b>
<b>Etapa IV</b>	<b>Decembrie 2015</b>

---

**Coordonator Universitatea POLITEHNICA din București**

Director de proiect – S.I. dr. ing. Dorinela COSTESCU

Responsabil de proiect - Prof. dr. ing. Șerban RAICU

**Parteneri S.C. Metroul S.A.**

Responsabil de proiect - Dr. ing. Ovidiu ARGHIROIU

**Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”**

Responsabil de proiect – Conf. dr. arh. Mihaela Hermina NEGULESCU

**Asociația Generală a Inginerilor din România**

Responsabil de proiect - Dr. ing. Ioan CUNCEV

## Introducere

Tema acestui proiect include cercetări asupra siguranței circulației specifice spațiului urban, particularizate pentru municipiul București. Obiectivul general al proiectului „Cercetări pentru estimarea și creșterea performanțelor de siguranță intrinsecă a rețelelor traficului urban” este creșterea siguranței circulației rutiere urbane prin inițierea unor măsuri de reducere a riscului de producere a accidentelor în zonele rețelei identificate ca având performanțe de siguranță redusă.

În acest cadru, activitățile etapei a IV-a a proiectului (tabelul 0.1), derulată în perioada martie 2015 – decembrie 2015, au urmărit:

- Evaluarea distribuției spațiale a elementelor rețelei cu indicatori de siguranță reduși, pe tipuri de țesuturi urbane;
- Validarea rezultatelor modelelor de simulare a circulației pentru intersecțiile cu indicatori de siguranță reduși;
- Exemplificarea unor soluții de amenajare a zonelor în care sunt amplasate pentru intersecții cu indicatori de siguranță reduși.

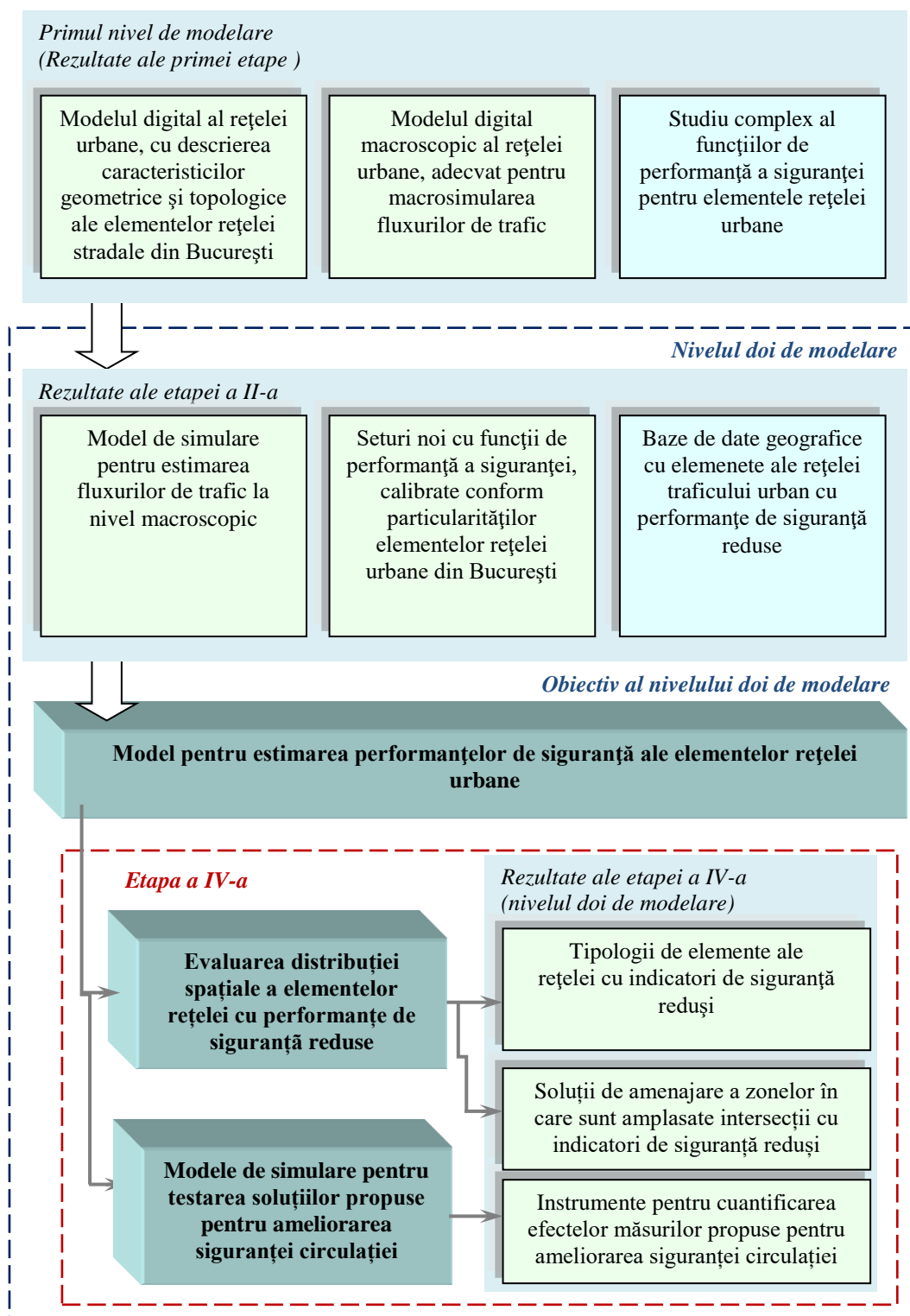
**Tabelul 0.1. Activitățile etapei a IV-a și implicarea partenerilor**

Denumire activitate	Tip activitate	Parteneri			
		CO	P1	P2	P3
IV.1. Stabilirea unei tipologii a elementelor rețelei cu indicatori de siguranță reduși	A2	X	X	X	X
IV.2. Evaluarea unui set de soluții de creștere a performanțelor rețelei pentru diferite intersecții identificate ca având indicatori de siguranță reduși	A2	X	X	X	X
IV.3. Evaluarea la nivel mezoscopic a efectelor unui set de soluții de creștere a performanțelor de siguranță identificate la nivelul intersecțiilor	A2		X		

Din cauza condițiilor impuse pentru prelungirea proiectului și replanificarea activităților, realizările din această etapă reprezintă încă sarcini parțiale din activitățile prevăzute inițial în al doilea nivel de modelare (Fig. 0.1). În plus, au necesitat actualizarea bazei de date cu amplasare accidentelor pentru anii 2013 și 2014, astfel încât analizele să fie actuale și rezultatele să prezinte utilitate. În vederea îndeplinirii obiectivelor proiectului, în această etapă (a IV-a/2015), au fost realizate:

- Caracterizarea distribuției spațiale a elementelor rețelei cu performanțe reduse de siguranță (pe baza datelor actualizate);
- Identificarea unor soluții posibile pentru ameliorarea siguranței în intersecții, ale căror efecte sunt evaluate cu ajutorul modelelor de simulare a circulației la nivel microscopic;

- Dezvoltarea unui model de simulare la nivel mezoscopic pentru evaluarea la nivelul unei zone urbane a unui set de măsuri propuse pentru ameliorarea siguranței circulației.



**Figura 0.1. Relații între rezultatele etapelor anterioare și obiectivul nivelului al doilea de modelare, propus în cadrul proiectului**

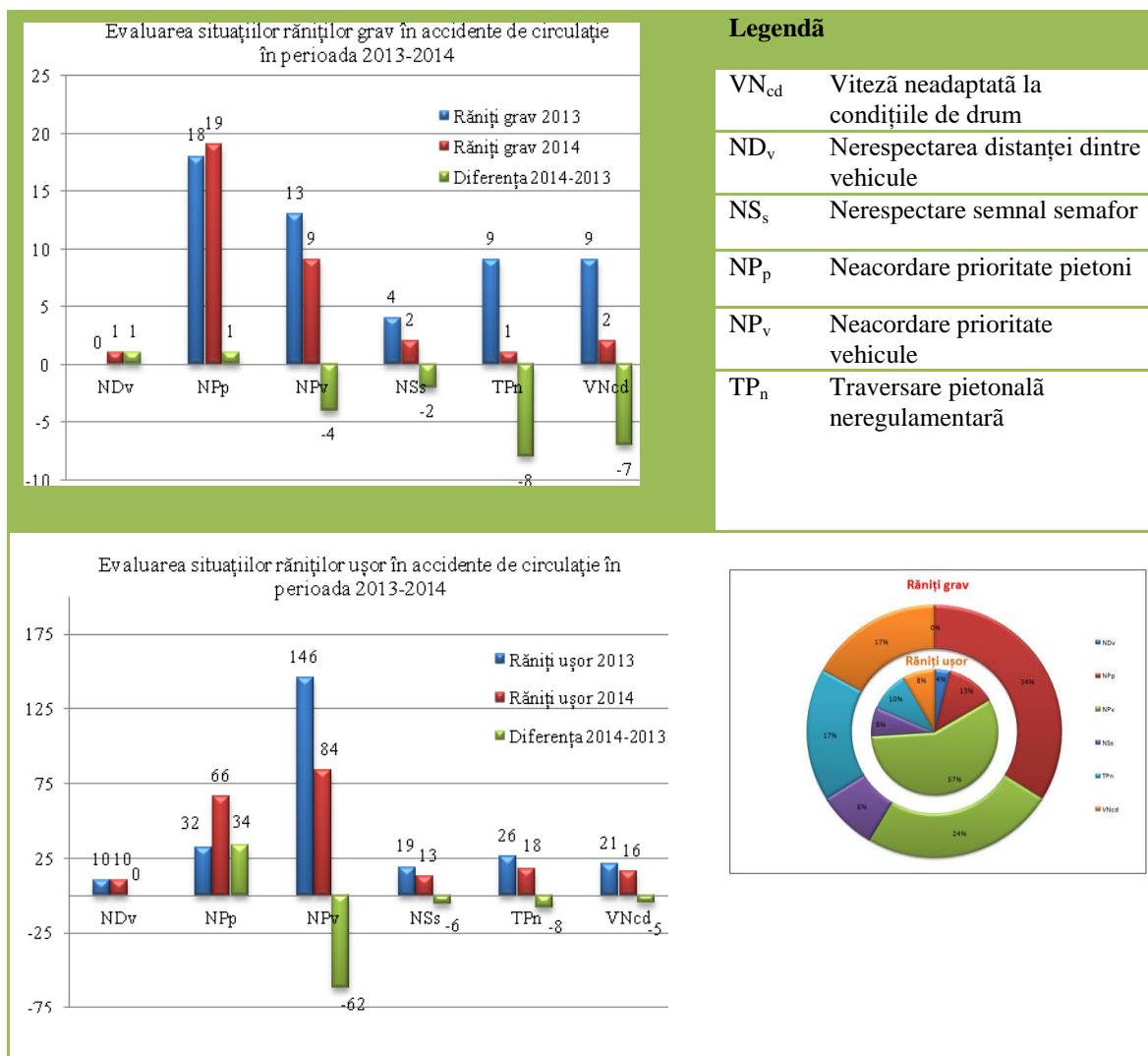
## A.IV.1. Stabilirea unei tipologii a elementelor rețelei cu indicatori de siguranță reduși

Siguranța rutieră este o problemă socială importantă, care din punct de vedere ierarhic, trebuie analizată la nivel național și apoi la nivelul instituțiilor și/sau autorităților locale. Tema dezvoltării durabile, menționată în documentele programatice promovate la nivel European, național și local, ar fi trebuit să conducă la un cadru favorabil îmbunătățirii situației din punct de vedere al riscului asociat traficului (COM 2011).

În ultimele două decenii, marcate de o dinamică intensă a modificării stucturii urbane din București, nu se poate afirma că a existat o strategie a dezvoltării unui set de măsuri orientate pentru ameliorarea siguranței inclusă în planurile de dezvoltare urbană. Siguranța circulației este adesea omisă în planificarea infrastructurii rutiere și, mai ales, în planificarea urbană. În cele mai multe cazuri, acțiunile de ameliorare a siguranței circulației sunt identificate după înregistrarea unui număr semnificativ de accidente în anumite zone. De aceea, cercetările întreprinse în acest proiect vizează dezvoltarea unor instrumente care să permită a-priori evaluarea unor măsuri propuse pentru ameliorarea siguranței, astfel încât să se ajungă la configurații prin care să se evite situații conflictuale și care să conducă în timp la reducerea numărului de accidente.

Pentru identificarea tipologiei și caracteristicilor elementelor rețelei rutiere cu performanțe de siguranță redusă la nivelul orașului București, a fost necesară actualizarea bazei de date cu amplasarea accidentelor (dezvoltată în etapele anterioare pe baza înregistrărilor accidentelor din perioada 2008-2012), cu înregistrări pentru anii 2013 și 2014 (Fig. 1.1). La nivelul anului 2013, cauza principală a producerii accidentelor a fost neacordarea priorității vehiculelor (NPv), din cauza acestui lucru s-au identificat 159 răniți, apoi, în ordine descrescătoare urmează neacordarea priorității pietonilor (NPp) cu 50 răniți, traversarea pietonală neregulamentară (TPn) cu 37 răniți, viteză neadaptată la condițiile de drum (VNcd) cu 30 răniți, nerespectare semnal semafor (NSs) cu 23 răniți, nerespectarea distanței dintre vehicule (NDv) – 10 răniți. În anul 2014, în general s-a constatat o scădere a numărului de accidente; există doar două cazuri unde s-au înregistrat creșteri (dar nesemnificative) ale numărului răniților grav pentru anul 2014: un rănit grav în plus față de anul 2013 pentru nerespectarea distanței dintre vehicule și încă un rănit grav în plus pentru neacordarea priorității pietonilor, restul valorilor având o scădere a răniților pentru diferitele cauze de producere a accidentelor.

Actualizarea bazei de date geografice a localizării accidentelor pe elementele rețelei rutiere cu datele pentru anii 2013 și 2014 a permis și actualizarea clasificării accidentelor pe tipuri de străzi (Fig. 1.1). În total, la nivelul orașului București s-au identificat 420 de puncte negre. În raport cu principalele artere, a rezultat că 57% dintre acestea se situează în zona intersecțiilor cu valori de trafic însemnate.



**Fig. 1.1 Situația accidentelor înregistrate în anii 2013 și 2014 în București**

Se observă că punctele negre care sunt înregistrate cu mai mult de 9 accidente/an sunt situate pe artere mai puțin importante, cu o singură excepție și anume intersecția Spl. Independenței - Șos. Grozăvești (Orhidea - Pod Grozăvești), care însumează în cei 6 ani de înregistrări statistice 27 de accidente. Puncte de negre mai sunt localizate și pe sectorul Calea Călărași și intersecția Str. Anghel Moldoveanu - Str. Roșiori. Această intersecție este una secundară, aflată într-o zonă rezidențială, cu densitate scăzută a populației și relativ puține puncte de interes local.

Din punct de vedere al distribuției punctelor negre în raport cu mărimea traficului, se observă că 26% din punctele negre sunt înregistrate pe elemente de rețea a căror solicitare zilnică este situată între 15000-20000 de vehicule echiv./zi (Fig. 1.2).

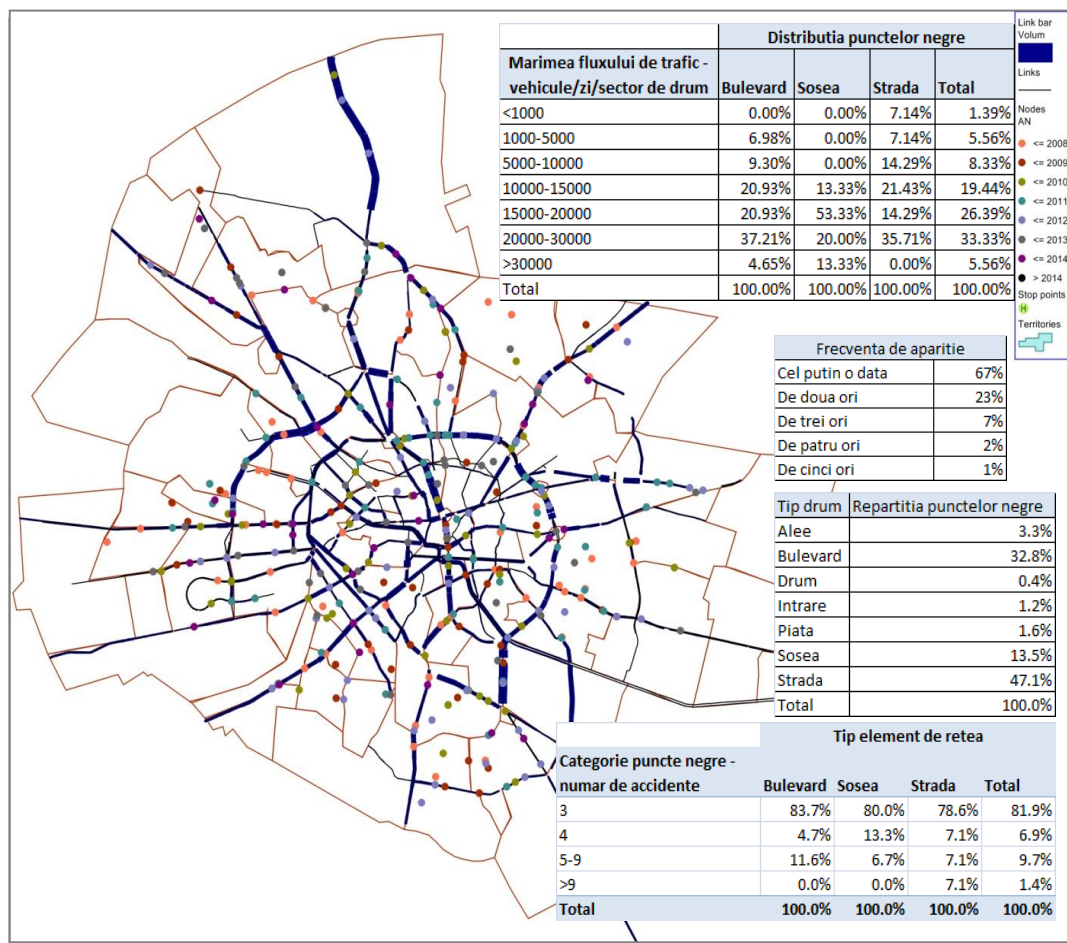


Fig. 1.2. Amplasarea accidentelor înregistrate în anii 2008 - 2013

Pentru stabilirea tipologiei intersecțiilor cu indicatori de siguranță reduși, am utilizat procedurile GIS pentru selecția intersecțiilor cu accidente înregistrate, în funcție de codificarea realizată în etapele I și II ale proiectului. Din rezultatele acestor prelucrări (sintetizate în Tabelul 1.1), reiese că un procent mai mare (63% din intersecții) de accidente s-au produs în intersecții semaforizate.

Intersecțiile semaforizate cu stații pentru transportul public (adică puncte generatoare de fluxuri semnificative de pietoni) și intersecțiile semaforizate cu linii pentru circulația tramvaielor reprezintă categoriile de intersecții cu cele mai multe accidente înregistrate (43% dintre intersecții, aprox. 55% dintre accidentele înregistrate în intersecții). În cazul intersecțiilor nesemaforizate, cele mai multe accidente s-au produs în intersecții fără treceri de pietoni (aprox. 20% dintre accidentele înregistrate în intersecții).

Aceste date au fost avute în vedere în selecția intersecțiilor pentru modelarea fluxurilor de trafic în vederea evaluării diferitelor măsuri pentru ameliorarea siguranței circulației.

**Tab. 1.1. Clasificarea accidentelor pe categorii de intersecții**

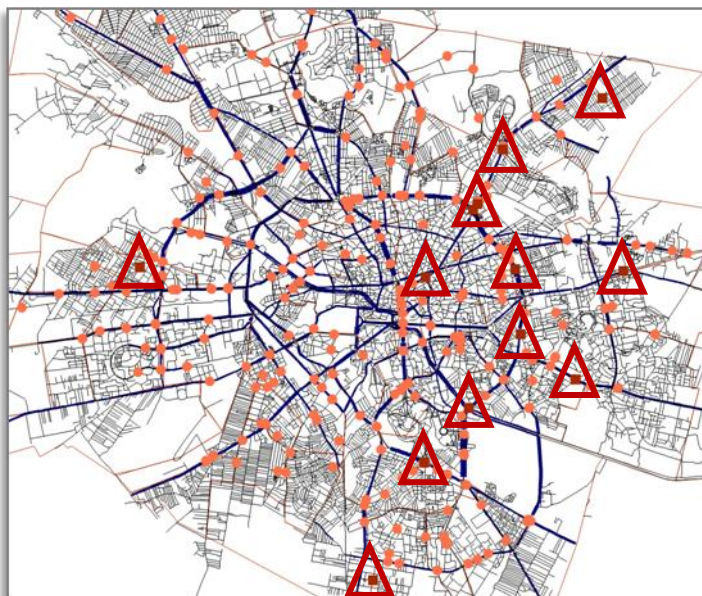
Caracteristici		Intersecții nesemaforizate		Intersecții nesemaforizate	
		Nr. intersecții cu accidente înregistrate	Accidente (Vehicul-vehicul/ Vehicle-pieton/ Total)	Nr. intersecții cu accidente înregistrate	Accidente (Vehicul-vehicul/ Vehicle-pieton/ Total)
<b>Tip infrastructură</b>	Cu linii de tramvai	51	235 – 190 – 425	22	26 – 72 – 98
	Fără linii de tramvai (doar pentru circulația autovehiculelor)	25	74 – 39 – 113	22	62 – 69 – 131
<b>Amplasarea stațiilor de transport public</b>	Cu stații de transport public	52	231 – 194 – 425	17	39 – 71 – 110
	Fără stații de transport public	24	78 – 35 – 113	27	49 – 70 – 107
<b>Tipul trecerilor de pietoni</b>	Treceri de pietoni fragmentate de insule mediane	42	199 – 167 – 366	13	23 – 51 – 74
	Treceri de pietoni continue (fără instalații de fragmentare a traversării)	30	100 – 48 – 149	-	-
	Fără treceri de pietoni	4	10 – 13 – 23	31	65 – 90 – 155
<b>Total</b>		<b>76</b>	<b>309 – 228 - 538</b>	<b>44</b>	<b>88 – 141 – 229</b>



## A.IV.2. Evaluarea unui set de soluții de creștere a performanțelor rețelei pentru diferite intersecții identificate ca având indicatori de siguranță reduși

Soluțiile pentru asigurarea nevoilor de mobilitate, dependente de mărimea, forma și structura aglomerației urbane sunt responsabile de fluxurile de vehicule și pietoni generate și, implicit, de mărimea riscului asociat circulației (Pulugurtha et al. 2013). Raportate la exigențele dezvoltării durabile, aceste soluții trebuie să armonizeze nevoile de accesibilitate ale locuitorilor cu cerințele de protecție a mediului natural și antropoc și cu cele de calitate a locuirii care include și nevoia imperioasă de reducere a riscului accidentelor de circulație (COM 2010).

În cadrul acestei etape, unul dintre principalele obiective a constat în evaluarea unor măsuri aplicate pentru ameliorarea siguranței circulației în intersecții. Din cauza numărului mare de accidente "vehicul-pieton", dar și a dimensiunii reduse a eșantioanelor de date cu înregistrări asupra accidentelor clasificate în raport cu diferite categorii de configurații, funcțiile de estimare a performanțelor de siguranță prezentate în literatură nu sunt adecvate (Elvik 2009, Lord & Mannering 2010, Gaudry & Lapparent 2010). De aceea, a fost necesară inițierea studiului la nivel microscopic a unui set de 12 intersecții cu performanțe de siguranță reduse (Fig. 2.1), pentru care, pe baza contorizărilor de trafic realizate în etapele trecute, s-au realizat modele de simulare care au permis evaluarea efectelor măsurilor propuse pentru reducerea riscului de producere a accidentelor.



**Fig. 2.2. Distribuția spațială a intersecțiilor analizate la nivel microscopic**

Pornind de la ipoteza că numărul situațiilor de conflict care apar într-o intersecție într-o anumită perioadă de timp influențează expunerea la risc de accidente (Gettman et al. 2008,

Gettman & Head 2003, Chin and Quek 1997, Migletz et al. 1985), pe lângă indicatorii obișnuiți rezultați din modelele de simulare a traficului (Archer 2003), am utilizat indici de conflict "vehicul-vehicul" și "vehicul-pieton" ca mărimi pentru cuantificarea efectelor unor măsuri de ameliorare a siguranței circulației. Setul de intersecții selectate însumează 64 de accidente, cu o medie aritmetică de 5,3 accidente/intersecție (cu 40% mai mare față de media frecvenței accidentelor înregistrate). Intersecțiile au fost selectate în funcție de numărul accidentelor înregistrate, de configurație, de arealul urban în care se află, în așa fel încât să existe o diversitate cât mai mare, pentru a putea observa efectele unor măsuri pentru condiții diferite.

Pentru setul de intersecții evaluate la nivel microscopic, s-au identificat o serie de măsuri de îmbunătățire a performanțelor de siguranță, ținând cont de configurația acestor intersecții și de cauzele accidentelor. Structura generală a modelelor de simulare și modul de calcul al indicelui de conflict au fost exemplificate în raportul etapei III<sup>1</sup>. În această etapă, pentru fiecare intersecție s-au propus două scenarii, fiecare cu un set de măsuri. Pentru fiecare scenariu s-au rulat modelele de simulare și indicatorii obținuți s-au comparat cu cei obținuți din simularea situației actuale. Dintre măsurile incluse în scenarii menționăm:

- Reglementarea zonei în care este amplasată intersecția ca "zonă cu viteză limitată" (zonă rezidențială, cu infrastructură rutieră cu utilizare mixtă, vehicule și pietoni);
- Limitarea vitezelor de intrare în intersecții, prin montarea în carosabil a limitatoarelor de viteză care obligă conducătorii de vehicule să reducă viteza, însoțite de indicatoare corespunzătoare de avertizare și restricție de viteză;
- Modificarea reglementării circulației în intersecțiile nesemaforizate, prin înlocuirea semnelor de circulație "Cedează trecerea" cu indicatoare "Stop";
- Modificarea configurației intersecțiilor în cruce în microgirații; utilizarea și microgirațiilor este o alternativă des întâlnită în zonele rezidențiale, pentru reducerea vitezei de deplasare și reducerea numărului de conflicte, eliminând-le pe cele de tipul intersecție de fluxuri. Tipul de conflict intersecție de fluxuri de vehicule este transformat în puncte de compunere și descompunere a fluxurilor de vehicule, punctele de conflict "vehicul-pieton" rămânând însă neschimbate;
- Modificarea sistematizării intersecțiilor semaforizate (număr și amplasare de semafoare, timpi de semaforizare).

Din compararea rezultatelor modelelor de simulare pentru situația prezentă și situația în care se aplică diferite măsuri de ameliorare a siguranței (Tab. 2.1 și Tab. 2.2), se observă o scădere a indicelui de conflict cuprinsă între 30% și 80%, fără urmări majore asupra lungimii medii a șirului de așteptare sau a vitezei medii. Deoarece în cazul intersecțiilor semaforizate s-a simulat și modificarea timpilor de semaforizare, calculul indicilor de conflict s-a realizat pentru fiecare fază (de aceea, în Tab. 2.2 apar mai multe valori pe o linie, pentru fiecare fază

---

<sup>1</sup> <http://www.safenet.pub.ro>

de semaforizare, separate de ”/”). Lungimea șirului de așteptare s-a modificat cu 5 până la 10% în condițiile în care viteza de pe arterele rețelei a fost redusă. Acest lucru a fost posibil datorită reconfigurării intersecțiilor și introducerii benzilor suplimentare de stocare pentru fluxurile direcționate spre stânga, dar și a semnalelor prevestitoare care indică prestabilirea în funcție de direcția de deplasare.

**Tab. 2.1. Valorile indicilor de conflict obținuți din simularea traficului pentru situația actuală**

Situația înainte de implementarea măsurilor				
Tip/ Configurație	Indicator 1 ( indice de conflict)	Indicator 2 (viteză medie de deplasare) [km/h]	Indicator 3 (lungimea medie a șirului de așteptare) [m]	Indicator 4 (întârzierea medie) [sec]
Intersecții în cruce	703197/399306	30	36	37
	153699	25	15	
	6584	32	-	-
	1592013/1273392	11	100	90
	1702580/1634255	25	38	30
	155095	35/35	21/21	3
	2723902/1033317			
	41906/139219	20	10	23
Intersecții circulare	1471035/1934861	20	46	102
	1728615/1967546	13	130	123
	996715/529240/560604	10	136	70
Intersecții în stea	1305936/1140750/779994	14	106	70

**Tab. 2.2. Valorile indicilor de conflict obținuți din simularea traficului pentru situația cu măsuri propuse pentru ameliorarea siguranței circulației**

Situația după implementarea măsurilor				
Tip/ Configurație	Indicator 1 ( indice de conflict)	Indicator 2 (viteză medie de deplasare) [km/h]	Indicator 3 (lungimea medie a șirului de așteptare) [m]	Indicator 4 (întârzierea medie) [sec]
Intersecții în cruce	93587/117711/465851/83509	15	47	30
	-		42	
	694253/209011/312897/260254		70	
	837655/682144/682144/837655		31	
	102636		29/47	
	3536/2340/40611/0		11	
Intersecții circulare	1127953/1364340		48	
Intersecții în stea	231376/420880/173554/185986		62	

În Tabelul 2.3. sunt prezentate sintetic rezultatele modelelor de simulare realizate în această etapă pentru cuantificarea diferitelor măsuri de ameliorare a siguranței circulației.

**Tab. 2.3. Categoriile de măsuri aplicate pentru diferite categorii de intersecții**

Tip/ Configurație	Cauza accidente	Intensitate trafic rutier	Intensitate trafic pietonal	Măsuri trafic rutier	Măsuri trafic pietonal
Intersecții în cruce	Neacordare prioritate vehicule	3822	925	- introducerea unei benzi suplimentare de stocare pentru fluxul de stânga,	Protejarea spațiilor pietonale adiacente stațiilor de transport public
		4287	2442	- îmbunătățirea marcajelor orizontale în intersecție,	
		716	148	- intervenția asupra fazelor de semaforizare)	
		140	96	- reducerea vitezei la maximum 15km/h înainte de intersecție,	
	881	119	- modificare geometriei intersecției într-o microgiratie		
	viteza neadaptată la condițiile de drum	5305	2787	- specializarea benzilor pentru fluxul la stânga,	
	nerespectare semnal semafor	1598	184	- îmbunătățirea marcajelor orizontale în intersecție,	
Intersecții circulare	traversare pietonală neregulamentară	6268	16302	-prioritizare linii de transport public,	Amenajarea spațiilor pietonale adiacente stațiilor de tramvai de pe Șos. Colentina
	nerespectare semnal semafor/traversări neregulamentare	6621	4926	- modificare program de semaforizare	
	nerespectare semnal semafor	5905	2812		
Intersecții în stea	Neacordare prioritate vehicule	6742	5405	- modificare poziție semafor,	
				- intervenție asupra programului de semaforizare,	
				- introducerea benzilor de stocare suplimentare => 4 faze de semaforizare	

În majoritatea cazurilor simulate, s-a ajuns la seturi de măsuri cu un impact pozitiv, reușindu-se să se soluționeze o serie de conflicte relevate de analiza pe teren, dar și de simularea situației prezente. Concluziile se pot formula pentru intersecții nesemaforizate și semaforizate.

**A.** În general, **pentru intersecțiile nesemaforizate** cu volume de trafic rutier sub 1000 vehicule echiv./oră, se propune modificarea geometriei intersecției cu scopul de a limita viteza și amenajări pentru protejarea circulației pietonale. Limitarea vitezei de deplasare pe rețeaua rutieră are ca efect atât reducerea numărului de accidente cât și reducerea gravității acestora. În caz de accident, șansele de supraviețuire ale unui pieton sunt de 8 ori mai ridicate dacă acesta se produce la o viteză a autovehiculului de 30 km/h față de situația în care viteza vehiculului este de 70 km/h (OECD 2006). Limitarea vitezei se poate face fie prin reglementări (max 30 km/h în zone '30, 20km/h în zone partajate, max 5k/m în zone pietonale cu acces

limitat al autovehiculelor, fie prin design stradal (configurări și amenajări ale străzilor și amplasarea unor dispozitive specifice pentru calmarea traficului).

Pentru arterele de rang inferior, III și IV, din interiorul cartierelor, se propune reorganizarea lor, treptat, astfel încât să fie accentuată calitatea lor de spații publice, de spații ale vieții comunitare și să se acorde atenție sporită confortului și siguranței utilizatorilor lor nemotorizați - pietoni și bicicliști. La nivel european, în tot mai numeroase orașe, străzile de rang inferior – III, IV, tind să devină “spații de viață”, adică artere cu trafic motorizat limitat ca viteză și acces. Acest tip de organizare se poate concretiza prin trei categorii majore de modele, cu diverse grade de prioritate acordate pietonilor:

- **Zone cu viteză limitată** – zone în care viteza de deplasare a autovehiculelor este limitată la 30 km/h și pietonii utilizează exclusiv spațiul destinat circulației pietonale (trotuare)
- **Zone “partajate” / “utilizate în comun”** (“*shared-space*”/”*zone de rencontre*”), în care accesul și viteza autovehiculelor sunt controlate și limitate (max. 20km/h), iar pietonii au dreptul de a utiliza întregul spațiu al străzii, după diverse modele
- **Zone pietonale**, zone cu acces exclusiv sau aproape exclusiv pentru pietoni și eventual pentru bicicliști (cu viteză maximă de 5 km/h).

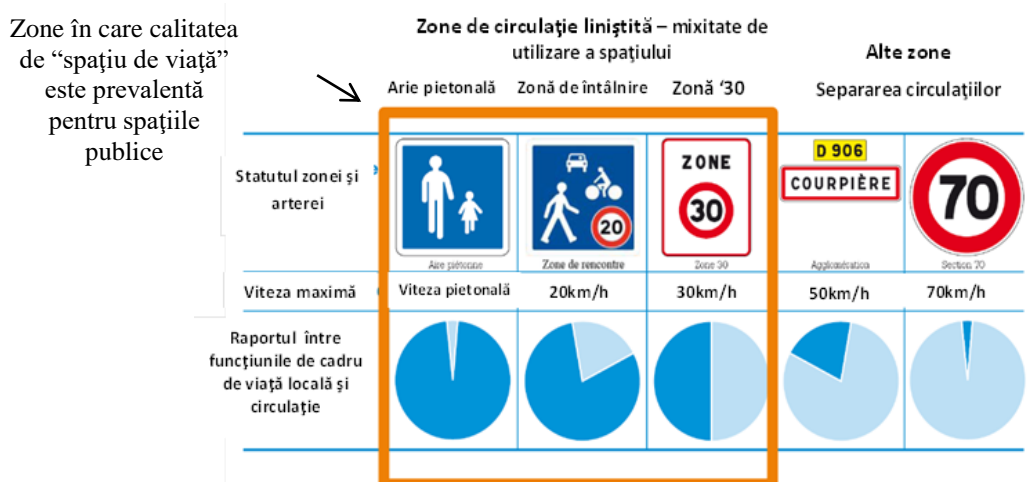


Fig. 2.2. Zone de circulație liniștită - extras din codul rutier francez<sup>2</sup>

Aceste tipuri de zone se amenajează cu prioritate în zonele centrale ale cartierelor, în jurul dotărilor de interes public și în special în jurul acelor care polarizează pietoni vulnerabili - școli, grădinițe, dar tind să se extindă și la nivelul unor cartiere. Amenajarea acestor zone se caracterizează prin:

- modificarea ponderii resurselor de spațiu alocate diferitelor categorii de utilizatori ai spațiului public: pietoni, bicicliști, automobile și automobilisti, activități care se desfășoară în exterior, în favoarea utilizatorilor nemotorizați

<sup>2</sup> Sursă: Code de la rue, France, 2008

- modificarea priorității de deplasare în spațiu, în favoarea deplasărilor nemotorizate
- limitarea vitezei de deplasare a autovehiculelor
- amenajări ale spațiului cu funcție de calmare a traficului.

Organizarea străzilor și piețelor urbane de tip “*shared-space*”/spațiu “partajat”<sup>3</sup> sau “utilizat în comun” este un model de amenajare relativ recentă, care mută accentul pus predominant pe prioritatea acordată autovehiculelor pe o utilizare în comun a spațiului public, cu diverse grade de avantaje și prioritate pentru pietoni. Acest model se aplică mai ales în *arealele urbane cu un volum ridicat de deplasări pietonale* (zone comerciale, zone rezidențiale etc.) și/sau *cu resurse limitate de spațiu stradal*. Caracteristicile generale ale acestui model de organizare a spațiului public sunt:

- *Calmarea traficului prin amenajări specifice și reducerea vitezei de deplasare*
- *Modificarea priorității de deplasare în spațiu, în favoarea deplasărilor nemotorizate; pierderea priorității autovehiculelor, păstrându-se însă posibilitatea de acces a acestora (pe un culoar semnalat prin textura și culoarea pavimentului sau pe toată suprafața unui spațiu)*
- *Alocarea unei ponderi mai ridicate de spațiu pentru pietoni, bicicliști și activități care utilizează spațiul public (manifestări culturale, expoziții, terase etc.)*
- *Accesibilitate ameliorată a spațiului public pentru deplasări nemotorizate, prin eliminarea diferențelor de nivel și eliminarea priorității acordate vehiculelor în acest spațiu*
- *Limitarea sau interzicerea parcurii pe stradă*
- *Eliminarea semnalizării, semaforizării, a reglementărilor circulației.*

Pe lângă ameliorarea ambianței spațiilor publice și a substanței lor social-comunitare, deseori cu efecte de dinamizare economică (aparitia unor funcțiuni comerciale, de recreere, de industrie creativă etc.), un avantaj important al acestui mod de organizare constă în *creșterea siguranței rutiere* - scăderea numărului de accidente și a gravității acestora chiar dacă, în cazul anumitor tipuri de amenajări (fără ”zonă de confort”) există încă o senzație de neclaritate și nesiguranță. Evaluările ulterioare amenajării acestor tipuri de spațiu arată, în majoritatea cazurilor, o scădere a numărului de accidente și a consecințelor lor. Pentru astfel de amenajări în Marea Britanie și Olanda, au fost înregistrate creșteri ale fluxurilor pietonale și de bicicliști și reduceri semnificative ale numărului de accidente (până la 48% în unele cazuri) (Quimbi & Castle 2007, The Laweiplein 2007).

---

<sup>3</sup> Conceptul ”shared space” a fost promovat în 1991, fiind asociat cu cercetările Hans Monderman, inginer în transporturi.



**B.** În privința **intersecțiilor semaforizate**, cu volume de trafic rutier peste 1000 de vehicule echiv./oră, se propune ca măsură de bază intervenția asupra programului de semaforizare, prin introducerea unei faze suplimentare de semaforizare și implicit modificarea ciclului de semaforizare. Deoarece nu este suficient ca o astfel de măsură să fie evaluată la nivel izolat, în Activitatea IV.3 am utilizat un model de simulare la nivel mezosopic pentru evaluarea efectelor aplicării unor astfel de măsuri, de modificare a ciclurilor de semaforizare.

Din punct de vedere al tipurilor de țesuturi urbane (analizate în etapa II a proiectului), se pot recomanda următoarele categorii de intervenții pentru ameliorarea siguranței.

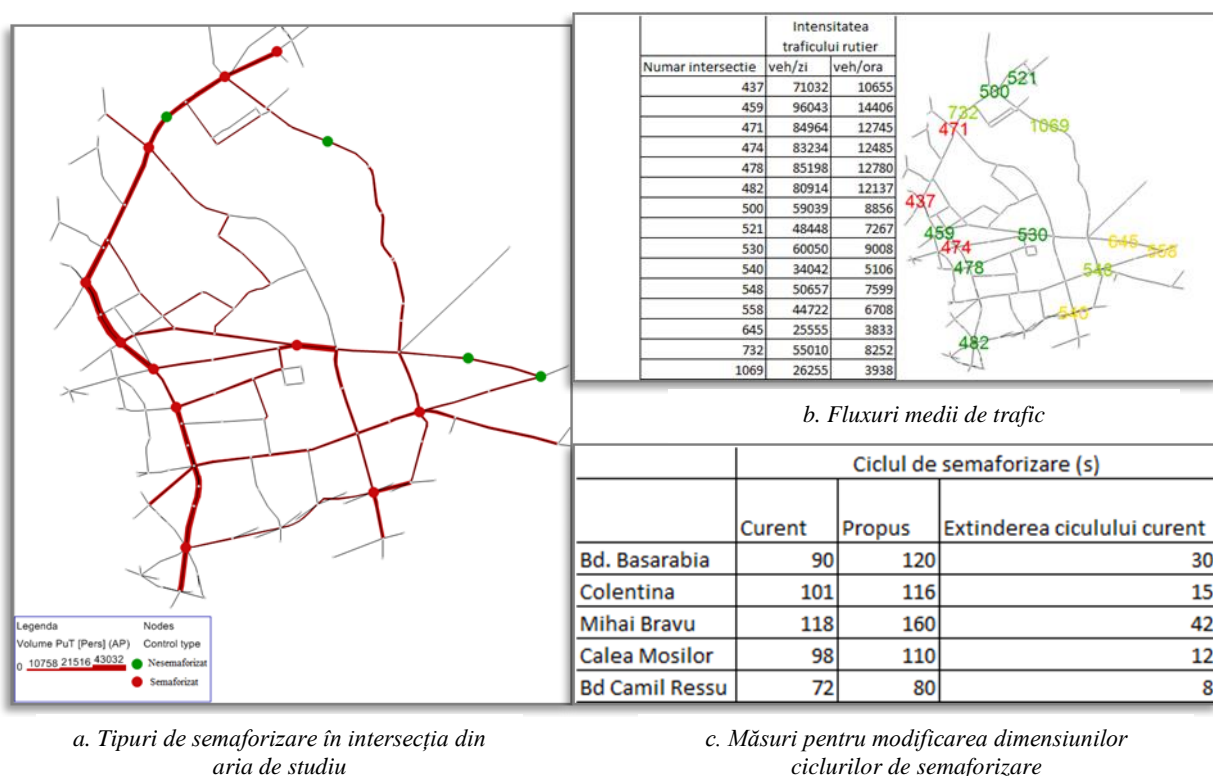
- **Tipuri de intervenții pentru ameliorarea siguranței rutiere în Zona A - Țesut tradițional în zona istorică, centrală, a orașului București** - Este necesară o politică integrată, coerentă, de remodelare a mobilității în zona centrală și istorică a orașului București, prin care să fie restrânse, în mod semnificativ, accesul automobilelor personale și spațiul alocat acestora – carosabil și parcări la sol. O pondere mai mare din spațiul străzilor și piețelor urbane trebuie alocată infrastructurilor pentru pietoni și biciclete, sporindu-se condițiile de siguranță rutieră. Se recomandă transformarea acestui areal în “zonă ecologizată” (“*green zone*”) sau zonă cu emisii scăzute (“*Low emission zone*”). Propuneri de proiecte:
  - Reamenajarea axului urban Lascar Catargiu – Gheorghe Magheru – Nicolae Balcescu – I.C. Bratianu ca (adevărat) bulevard, cu reducerea numărului de benzi carosabile, lărgirea trotuarelor, crearea de benzi pentru biciclete și a unor amenajări cu rol peisagistic și de creștere a siguranței deplasărilor
  - Amenajarea Căii Victoriei ca arteră cu caracter comercial, predominant favorabilă deplasărilor nemotorizate (organizată contextualizat, pe segmente: cu trotuare largi, pietonal sau spațiu “utilizat în comun”, de tip “shared space”) □ Reamenajarea unor intersecții pe Bd. Magheru
  - Posibilă amenajare a unor traversări pe diagonală: ex. între Bd. Magheru și str. George Enescu
  - Posibilă amenajare cu traversare pe diagonală a intersecțiilor Căii Victoriei cu str. Ion Câmpineanu, cu Bulevardul Elisabeta
  - Ameliorarea condițiilor de traversare a pietonilor (lărgiri locale ale trotuarelor până la limita spațiului alocat parcării pe carosabil, împiedicarea parcării în apropierea intersecțiilor, măsuri de calmare a traficului etc.)
- **Intervenții în subzone Ac - Subzone cu țesut tradițional difuz, preponderent rezidențial** (ex. zonele Vasile Conta, Pitar Moș, Labirint, Icoanei, Armenească, 11 Iunie-Parcul Carol etc.)
  - Transformarea acestor areale în zone cu limitarea vitezei la 30km/h, sau 20 km/h în cazul (re)amenajărilor de tip spațiu paerajar (shared-space);

- Pietonizări sau amenajări de tip "shared-space", în arealele în care se dorește acordarea priorității pietonilor.
  - Reamenajarea unor artere secundare cu reducerea carosabilului, lărgirea trotuarelor, împiedicarea parcării neregulamentare pe carosabil și trotuare și/sau organizarea corectă a unor parcări regulamentare în lungul străzii
  - Schimbarea categoriei și rolului unor artere cu capacitate redusă (renunțarea la operațiuni de lărgire – ex. Bd. Mărășești) prin reorganizarea circulației majore pe trasee *ocolitoare* nucleelor de țesut urban istoric
  - Descurajarea parcării pe stradă prin limitarea locurilor și tarifarea acestora, încurajând astfel parcare pe parcelă
  - Amenajări, marcaje și dispozitive pentru calmarea traficului
  - Amenajarea unor noi parcări subterane sau a unor parcaje multietajate supraterane (cu raze de accesibilitate de max. 500m) și diminuarea numărului de locuri de parcare la sol etc.
  - Organizarea parcării la sol cu preocupări peisagistice.
- **Tipuri de intervenții pentru ameliorarea siguranței rutiere în Zone C - Țesut de locuințe colective în mari ansambluri funcționaliste** (ex: ansamblurile Titan, Drumul Taberei, Berceni etc.) Problemele cele mai importante sunt generate de parcare automobilelor pretutindeni, pe carosabil și circulații pietonale. De aceea, o măsură prioritară, dar costisitoare, este aceea a construirii unor parcări multietajate sub- și supraterane, cu rampe, sau de tip "smart-parking" (cu consum redus de spațiu). Alte măsuri:
- Limitarea vitezei la maxim 30 km/h (care în general, deși nereglementată, este deja impusă de structura labirintică a majorității rețelelor stradale interioare)
  - Realizarea treptată a unor străzi și/sau areale cu prioritate pentru pietoni - pietonale și/sau de tip "*shared space*" - în centralități locale, în jurul unităților de învățământ, în alte areale percepute ca spații comunitare, care trebuie să devină spații urbane mai agreabile și mai sigure pentru locuitori
  - Ameliorarea condițiilor de traversare a pietonilor (lărgiri locale ale trotuarelor, împiedicarea parcării în apropierea acestora, măsuri de calmare a traficului, aducerea trotuarelor și carosabilelor la același nivel etc.) pe arterele rutiere de rang superior care delimitează cvartalele rezidențiare
  - Reamenajarea unor artere secundare cu reducerea carosabilului, lărgirea trotuarelor, împiedicarea parcării neregulamentare pe carosabil și trotuare sau organizarea corectă a unor parcări regulamentare în lungul străzii.



### A.IV.3. Evaluarea la nivel mezoscopic a efectelor unui set de soluții de creștere a performanțelor de siguranță identificate la nivelul intersecțiilor

Zona selectată pentru simularea traficului la nivel mezoscopic este reprezentată în Figura 3.1, în care sunt amplasate 15 intersecții cu performanțe de siguranță reduse, dintre care 11 sunt semaforizate, aflate pe artere majore de circulație. Din punct de vedere al măsurii care implică modificarea semaforizării, timpii propuși sunt prezentați în Figura 3.1.c.



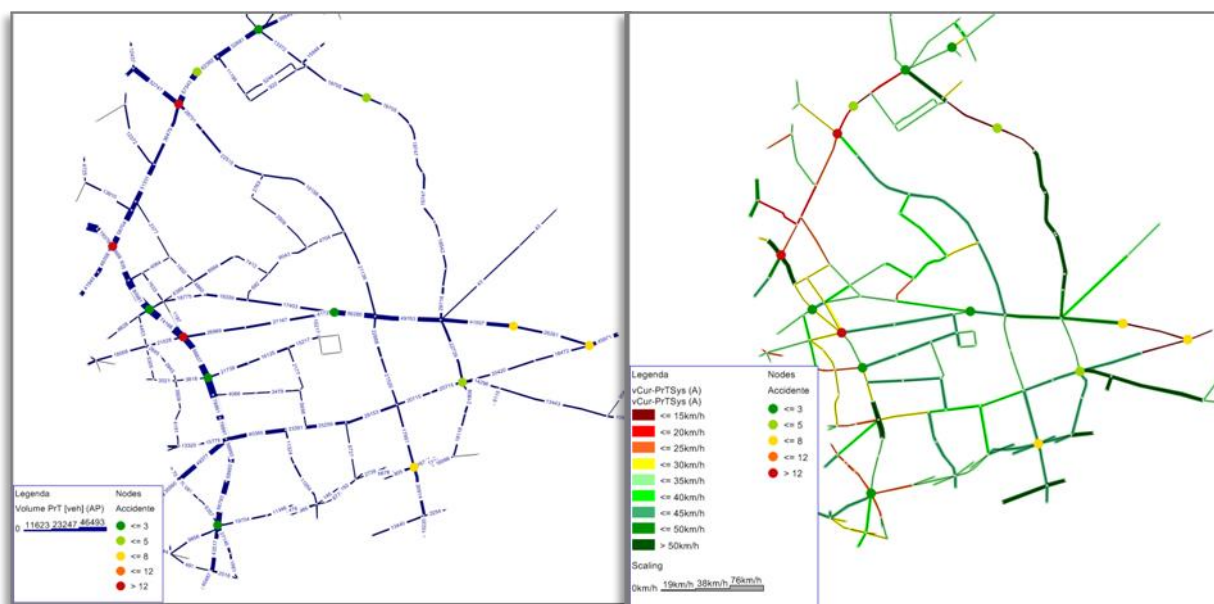
**Fig. 3.1. Reprezentarea rețelei rutiere în aria selectată pentru analiză la nivel mezoscopic**

Analiza la nivel mezoscopic a setului de soluții implică următoarele ipoteze:

- Introducerea variației procentuale a ciclului de semaforizare pentru intersecțiile cu performanțe de siguranță redusă;
- Pentru intersecțiile nesemaforizate, se consideră ca principală ipoteză de ameliorare a distanței diminuarea vitezei de deplasare pe arcele de intrare în intersecții, la 15 km/h.

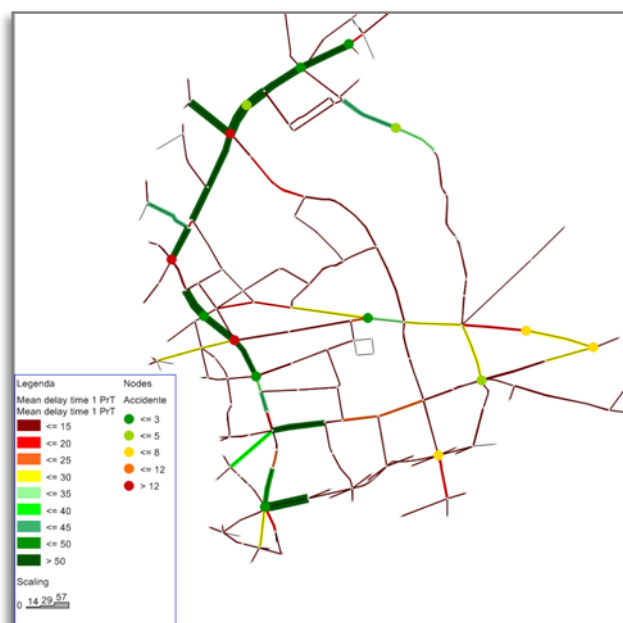
Rezultatele simulării sunt concentrate în Fig. 3.2. Viteza medie de deplasare la nivelul zonei a rezultat 36km/h. Din punct de vedere al întârzierilor în rețea, diagrama distribuției acestora pe elementele rețelei studiate este prezentată în Figura 3.2.c. Întârzierea medie are o

valoare de 5,51 secunde, valori mari ale întârzierilor se înregistrează pe brațele intersecțiilor majore cu fluxuri importante de trafic.



a. fluxuri zilnice medii

b. viteze medii de circulație



c. întârzieri medii

Prestatie Auto	Vehxkm	1195484
Prestatie Marfa	Vehxkm	131116
Prestatie Taxi	Vehxkm	116268
Prestatie Transport public	Pasagerixkm	1046412
Prestatie Auto	Vehxh	37173
Prestatie Marfa	Vehxh	4405
Prestatie Taxi	Vehxh	3565
Prestatie Transport public	Pasagerixh	117550
Transport public	pasageri	621126
Transport auto	veh	420818
Taxi	veh	39527
Vehicule de marfa	veh	43476

d. indicatori generali asupra fluxurilor de trafic simulate

**Fig. 3.2. Rezultate ale simulării fluxurilor de trafic în condițiile propunerii unor modificări ale ciclurilor de semaforizare în vederea ameliorării circulației**

Având în vedere că măsurile propuse pentru ameliorarea circulației au fost verificate la nivel microscopic, simularea la nivel mezosopic are rolul de a verifica consecințele asupra circulației în zonele adiacente (deoarece modificarea timpilor de semaforizare într-o intersecție poate conduce la o ameliorare locală, dar poate duce la efecte negative pe artere învecinate).

Rezultatele au arătat că nu există reduceri semnificative ale vitezelor de circulație și a timpilor de așteptare, ca urmare măsurile propuse au impact pozitiv.

## Concluzii

Deși conform bazelor de date asupra accidentelor prelucrate în cadrul proiectului (pentru București în perioada 2008-2014) s-a constatat o scădere a numărului accidentelor de circulație, problemele de siguranța circulației rămân o preocupare importantă, mai ales ca în statisticile la nivel european, din punct de vedere al siguranței România ocupă o poziție nefavorabilă (CARE 2015). La nivel urban, creșterea siguranței rutiere este semnificativă dacă este sprijinită de un plan integrat de asigurare a mobilității durabile. Din perspectiva ameliorării siguranței rutiere, direcțiile de organizare a mobilității sunt:

- A. Reducerea fluxurilor motorizate și a congestiilor de trafic pe infrastructura rutieră în ansamblu și în particular pe anumite artere, prin:
  - Încurajarea transferului modal către moduri alternative: transport public, moduri nemotorizate de deplasare (pietonale, cu bicicleta) și organizarea punctelor intermodale;
  - Organizarea unor sisteme de ocolire a unor areale în interiorul cărora se dorește diminuarea traficului pe rețeaua rutieră interioară și creșterea siguranței rutiere (zona centrală istorică, zone rezidențiale etc.).
  - Reducerea vitezei de deplasare pe anumite artere și în anumite zone.
- B. Creșterea performanțelor de siguranță a rețelelor de circulație prin:
  - Reamenajări și reconfigurări ale sistemelor tradiționale de sisteme rutiere. Străzile și intersecțiile păstrează modelul disociat carosabil-circulației pentru deplasări nemotorizate;
- C. Reorganizări ale sistemelor de circulație bazate pe noi principii de *repartajare și reorganizare a străzilor în mod echilibrat*, pentru satisfacerea nevoilor tuturor utilizatorilor (motorizați, nemotorizați) și pe *noi principii de organizare și prioritizare a traficului*. *Aceste modele propun modificări structurale în organizarea și utilizarea rețelelor de circulație.*

Înscrise în această viziune, în cadrul acestei etape, au fost continuate cercetările pentru determinarea tipologiilor elementelor rețelei rutiere din București cu performanțe de siguranță reduse și identificarea măsurilor adecvate pentru ameliorarea siguranței circulației. În vederea obținerii acestor obiective, modelele de simulare a circulației dezvoltate la nivel microscopic și mezoscopic au fost aplicate pentru estimări ale efectelor diferitelor măsuri în vederea identificării măsurilor potrivite pentru fiecare tipologie de elemente ale rețelei rutiere urbane și de țesutul urban.

Modelele de simulare a circulației la nivel microscopic reprezintă instrumente utile pentru verificarea efectelor măsurilor propuse pentru ameliorarea siguranței și pentru identificarea celor mai benefice seturi de măsuri. În cazul intersecțiilor semaforizate, când măsurile vizează modificări ale ciclurilor de semaforizare, după verificarea existenței unui impact pozitiv, evaluările trebuie continuate la nivel mezoscopic, în vederea evaluărilor influențelor în "aval" și "amonte" de intersecția/intersecțiilor în care s-au aplicat modificări/reorganizări.

## Diseminarea rezultatelor

- Publicarea unei lucrări în volumul unei conferințe internaționale:
  1. Costescu Dorinela, Roșca M. (2015), *Dezvoltarea durabilă și amenajarea teritoriului*, Conferința Zilele Academiei de Științe Tehnice din România, Ediția a 9-a, "Dezvoltarea durabilă favorabilă incluziunii", Sibiu, 6-7 Noiembrie 2014 (lucrare în curs de publicare, Editura AGIR);
- Au fost finalizate și prezentate public două teze de doctorat:
  1. "Alocarea fluxurilor de trafic pe rețele urbane congestionate", autor ing. Sorin-Ionuț Mitroi, conducător științific: prof. dr. ing. Șerban Raicu, Universitatea Politehnica din București.
  2. "Cercetări privind creșterea atractivității transportului public în marile aglomerări urbane", autor ing. Ana-Maria Ciobâcă, conducător științific: prof. dr. ing. Șerban Raicu, Universitatea Politehnica din București.
- Coordonatorul proiectului, Universitatea Politehnica din București, a actualizat **pagina web dedicată proiectului**, <http://www.safenet.pub.ro/>.

Pagina de internet cuprinde secțiuni privind partenerii, obiectivele generale și cele specifice fiecărei etape, rezultatele obținute în fiecare etapă.

## Bibliografie

- [1] Archer J. (2004) Methods for the Assessment and Prediction of Traffic Safety at Urban Intersections and Their Application in Micro-simulation Modeling. Stockholm, Sweden, Royal Institute of Technology (KTH): PhD Thesis, Division of Transport and Logistics.
- [2] Chin H.-C., Quek S.-T. (1997) Measurement of traffic conflicts. *Safety Science* 26 (3), p. 169-185.
- [3] COM (2010) Towards a European road safety area: policy orientations on road safety 2011-2020, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic & Social Committee & the Committee of the Regions, European Commission, 389 final, Brussels.
- [4] COM (2011) White Paper. Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive & resource efficient transport system, European Commission, 144 final, Brussels.
- [5] Elvik, R. (2009) Developing accident modification functions: exploratory study. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. Vol. 2103. p. 18-24.

- [6] European Commission - Directorate General Energy & Transport (2015) CARE (EU road accidents database), [http://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/](http://ec.europa.eu/transport/road_safety/)
- [7] Gaudry, M., Lapparent, M. (2010) La modélisation structurelle des bilans nationaux de l'insécurité routière. Un état de l'art. INRETS. 2010.
- [8] Gettman D., Head L. (2003) Surrogate safety measures from traffic simulation models, transportation research record. Journal of Transportation Research Board TRB 1840, p. 104–115.
- [9] Gettman, D., Pu, L., Sayed, T., Shelby, S. (2008) Surrogate Safety Assessment Model and Validation. Federal Highway Administration, Washington, DC.: Final Report No. FHWA-HRT-08-051.
- [10] Lord, D., Mannering, F. (2010) The statistical analysis of crash-frequency data: A review and assessment of methodological alternatives. Transportation Research Part A. Vol. 44, p. 291–305.
- [11] Mallschutzke, K., Gatti, G., van de Leur, M. (2005) SEROES – Best Practice in Road Safety Measures. Deliverable D9. of EU FP6 Project RIPCORDER-ISEREST No. 506184.
- [12] Migletz D.J., Glauz W.D., Bauer K.M. (1985) Relationships between traffic conflicts and accidents. US Department of Transportation. Federal Highway Administration: Report No: FHWA/RD-84/042.
- [13] OECD (2006), Cities Safer by Design. Guidance and Examples to Promote Traffic Safety through Urban and Street Design, WRICvITIES.ORG;
- [14] Pulugurtha, S.S., Duddu V.D., Kotagiri, Y. (2013) Traffic analysis zone level crash estimation models based on land use characteristics. Accident Analysis and Prevention. Vol. 50. P. 678– 687.
- [15] Quimby A., Castle J. (2007) A Review of Simplified Streetscape Schemes. TfL/TRL/TSS/06/05, TRL Limited, PPR292.
- [16] \*\*\* (2007) The Laweiplein. Evaluation of the reconstruction into a square with roundabout. January 2007. Noordelijke Hogeschool Leeuwarden / Verkeerskunde.