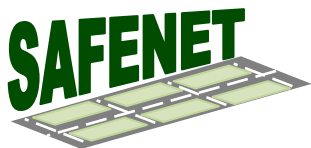


**Programul PARTENERIATE ÎN DOMENIILE PRIORITARE**  
**Proiect PCCA Tip 2**  
**Cod PN-II-PT-PCCA-2011-3.2-1439**



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

## ***Etapa a II-a***

# ***Soluții pentru creșterea performanțelor de siguranță intrinsecă a rețelei rutiere urbane a municipiului București***

---

<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>Coordonator</b>	<b>Universitatea POLITEHNICA din București</b> Director de proiect - Ș.l. dr. ing. Dorinela COSTESCU Responsabil de proiect - Prof. dr. ing. Șerban RAICU
--------------------	---

<b>Parteneri</b>	<b>S.C. Metroul S.A.</b> Responsabil de proiect - Dr. ing. Ovidiu ARGHIROIU  <b>Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”</b> Responsabil de proiect – Conf. dr. arh. Mihaela Hermina NEGULESCU  <b>Asociația Generală a Inginerilor din România</b> Responsabil de proiect - Dr. ing. Ioan CUNCEV
------------------	--

---

**Decembrie 2013**

## Rezumatul etapei

Siguranța circulației constituie un obiectiv constant în domeniul reglementărilor dezvoltate și aplicate în transporturi. Situația accidentelor de circulație din România, prezentată în rapoartele statistice la nivel național și la nivelul Uniunii Europene (CARE, 2012, DaCoTa, 2011), accentuează faptul că sunt necesare cercetări pentru identificarea măsurilor care să conducă la ameliorarea siguranței rutiere.

Până acum circa două decenii, impactul siguranței circulației era foarte rar inclus în proiectele traficului urban, deși costurile sociale ale accidentelor sunt apreciate cvasipretutindeni ca fiind foarte mari. În ultima vreme însă, s-a ajuns la concluzia că siguranța circulației trebuie să reprezinte un criteriu adițional în selecția celor mai bune alternative de *planning urban*. Scopul este de a minimiza *a-priori* numărul accidentelor în fiecare alternativă de proiectare analizată. În alți termeni, aceasta înseamnă că este necesară o predicție a siguranței intrinseci a fiecărei configurații rutiere. De aici decurge necesitatea și oportunitatea proiectului SAFENET - „Cercetări pentru estimarea și creșterea performanțelor de siguranță intrinsecă a rețelelor traficului urban”, ambele accentuate de preocupările din ce în ce mai relevante din țările dezvoltate ale Europei pentru făurirea unei economii a siguranței rutiere.

În acest cadru, activitățile etapei a II-a a proiectului (tab. 1), derulată în perioada ianuarie 2013 – decembrie 2013, au urmărit:

- estimarea performanțelor de siguranță pentru elementele rețelei rutiere din Municipiul București;
- identificarea sensibilității performanțelor de siguranță în funcție de intensitatea fluxurilor de trafic;
- identificarea tipologiei elementelor rețelei urbane cu performanțe de siguranță reduse;
- diseminarea rezultatelor.

**Tab. 1. Activitățile etapei a II-a și implicarea partenerilor**

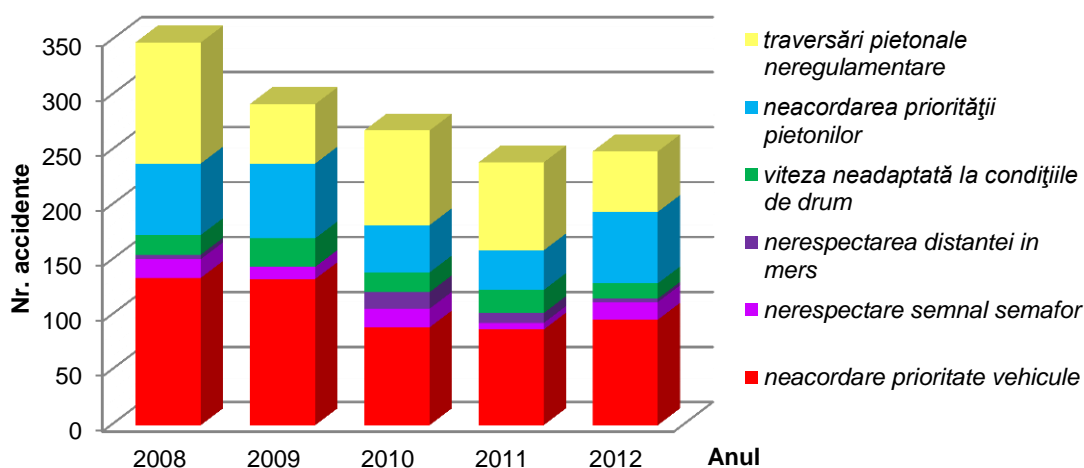
Denumire activitate	Tip activitate	Parteneri			
		CO	P1	P2	P3
II.1. Experimentarea și calibrarea modelului de simulare cu date statistice	A2	X	X		
II.2. Demonstrarea funcționalității modelului pentru diferite valori ale fluxurilor de trafic și punerea în evidență a sensibilității performanțelor modelului	A2	X	X		
II.3. Stabilirea unei tipologiei a elementelor rețelei identificate ca având indicatori de siguranță reduși	A2	X	X	X	X

Pentru îndeplinirea obiectivelor propuse, pe baza rezultatelor din prima etapă, în etapa a II-a a proiectului au fost realizate :

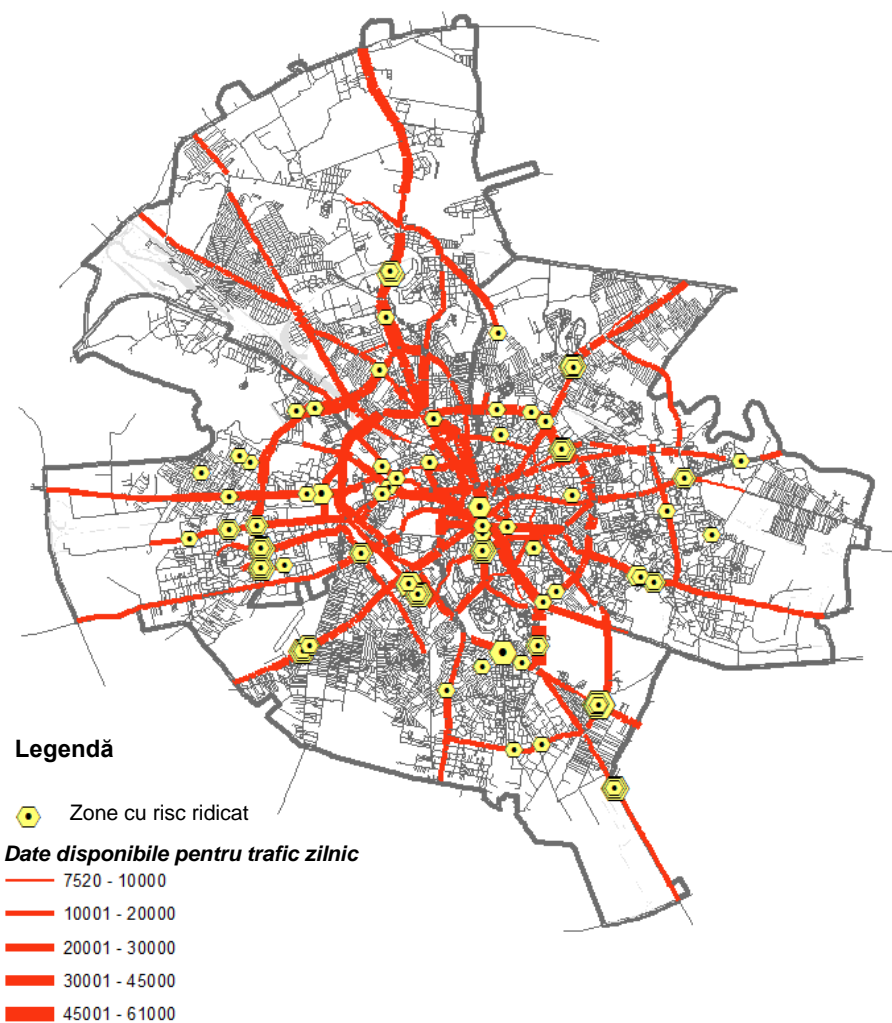
- modelul de simulare pentru estimarea fluxurilor de trafic la nivel macroscopic;
- cercetări teoretice și experimentale pentru definirea și calibrarea funcțiilor de siguranță intrinsecă a elementelor rețelei;
- crearea, editarea, prelucrarea și analiza bazelor de date geografice ale rețelei stradale a municipiului București pentru evidențierea zonelor cu siguranță intrinsecă redusă.

Dezvoltarea modelului pentru estimarea performanțelor de siguranță a circulației necesită elaborarea modelului rețelei urbane la nivel macroscopic (model realizat în prima etapă a proiectului) și elaborarea modelului de alocare a fluxurilor de trafic, pe baza cărora să se aplice funcțiile de estimare a performanțelor de siguranță rutieră, pe categorii de secții și intersecții. În activitatea II.1 “*Experimentarea și calibrarea modelului de simulare cu date statistice*” au fost realizate cercetări experimentale cu scopul de a calibra funcțiile de estimare a performanțelor de siguranță rutieră, pe categorii de secții și intersecții.

Pentru determinarea variabilelor și parametrilor care pot fi incluși în funcțiile de estimare a performanțelor de siguranță, au fost analizate datele statistice înregistrate pentru fluxurile de trafic pentru componentele importante ale modelului macroscopic al rețelei și datele statistice referitoare la accidentele de circulație înregistrate în București în perioada 2008 - 2012. Aceste analize au condus la clasificarea principalelor cauze ale accidentelor (fig. 1.), completarea modelului digital al rețelei urbane cu atribute pentru descrierea accidentelor de circulație și identificarea particularităților zonelor încadrate ca zone cu risc ridicat de producere a accidentelor (fig. 2), utile în calibrarea coeficienților funcțiilor de siguranță.



**Fig. 1. Evoluția accidentelor de circulație în București în perioada 2008-2012**



**Fig. 2. Identificarea zonelor cu risc ridicat de producere a accidentelor**

Parametrii funcțiilor de estimare a performanțelor de siguranță pot diferi considerabil în funcție de configurațiile intersecțiilor, de tipul vehiculelor, de modul de amenajare și funcțiunile urbane ale zonei etc. De aceea, funcțiile de estimare a performanțelor de siguranță trebuie definite și calibrate pentru diferite categorii de drumuri și intersecții, pentru diferite solicitări și regimuri de circulație. Din bazele de date geografice cu descrierea atributelor elementelor rețelei rutiere și date statistice referitoare la cauzele accidentelor am clasificat (tab. 2) și am extras informațiile referitoare la accidentele care s-au înregistrat în perioada 2008-2012 pe 13 arce. Dintre funcțiile propuse în etapa anterioară a proiectului<sup>1</sup> am optat pentru următoarea funcție a performanței siguranței circulației (FPSC) pe arteră:

$$A = \alpha \cdot e^{\beta \cdot x_1 + \delta \cdot x_3} \quad (1)$$

unde  $A$  este numărul accidentelor din perioada în care s-au făcut înregistrările (5 ani) raportat la lungimea arterei, în km;

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

- $x_1, x_3$  – numărul de benzi, respectiv tipul parcărilor din carosabil;  
 $\alpha, \beta, \delta$  – parametrii care trebuie estimați.

Din prelucrarea datelor selectate, am obținut numărul mediu anual al accidentelor pe unitatea de lungime:

$$A_1 = 8,78 \cdot e^{-0,26 \cdot x_1 + 0,36 \cdot x_3} \text{ [accidente / an și km]} \quad (1)$$

**Tab. 2. Clasificarea pe categorii de elemente a accidentelor din perioada 2008 – 2012 din București**

Accidente în care au fost implicate vehicule						
<b>accidente in intersecții</b>	<b>626</b>					
din care	intersecții 3 brate	93	cu tramvai	243	cu trecere de pietoni cu refugiu median	227
	intersecții 4 brate	257	fara tramvai	383	cu trecere de pietoni fara refugiu median	158
	intersecții >4 brate	44			fara trecere de pietoni	9
	altele	232			altele	232
<b>accidente pe arce</b>	<b>77</b>					
din care	străzi categoria I	41	6 benzi	31	cale dedicata tramvai	7
	străzi categoria II	9	4 benzi	10	cale tramvai inclusa in carosabil	16
	altele	27	2 benzi	36	fara cale tramvai	54
Accidente în care au fost implicați pietoni						
<b>accidente in intersecții</b>	<b>478</b>					
din care	intersecții semaforizate	226	cu trecere de pietoni cu refugiu median	119	cu tramvai	257
	intersecții nesemaforizate	141	cu trecere de pietoni fara refugiu median	228	fara tramvai	110
	altele	111	fara trecere de pietoni	20	altele	284
<b>accidente pe arce</b>	<b>173</b>					
din care	intersecții semaforizate	226	cu trecere de pietoni cu refugiu median	119	cu tramvai	257
	intersecții nesemaforizate	141	cu trecere de pietoni fara refugiu median	228	fara tramvai	110
	altele	111	fara trecere de pietoni	20	altele	284

În activitatea II.2. ”Demonstrarea funcționalității modelului pentru diferite valori ale fluxurilor de trafic și punerea în evidență a sensibilității performanțelor modelului”, s-a verificat funcționalitatea modelului pentru diferite artere ale rețelei municipiului București pe care au fost înregistrate accidente. În acest scop, am folosit metoda Bayes Empirică (BE) în variantă prescurtată (din cauza numărului redus de înregistrări disponibile).

Estimarea numărului accidentelor viitoare pentru o entitate (secțiune de drum, intersecție) s-a realizat în funcție de:

- numărul accidentelor determinat din FPSC pentru parametrii specifici ai arterei,
- numărul accidentelor înregistrate anterior pe acea arteră și
- o pondere determinată ca funcție de supradispersia repartiției binomial negative a numărul accidentelor determinat din FPSC , estimată pe unitatea de lungime.

Pentru identificarea tipologiei și caracteristicilor zonelor cu premize specifice de nesiguranță rutieră, în activitatea II.3. *"Stabilirea unei tipologiei a elementelor rețelei identificate ca având indicatori de siguranță reduși"*, s-au parcurs următorii pași :

1. identificarea criteriilor morfologice și funcționale de clasificare tipurilor de țesuturi urbane, care au relevanță (și) pentru caracterizarea acestora din perspectiva siguranței rutiere;
2. identificarea formelor de nesiguranță a deplasărilor pe care le generează diversele caracteristici morfologice și funcționale;
3. identificarea tipurilor de țesuturi urbane și caracterizarea lor din perspectiva siguranței rutiere.

S-au delimitat pentru studiu următoarele tipuri de țesuturi urbane:

**A. Țesut tradițional în zona istorică al orașului București:** Zona centrală și istorică a orașului București, cuprinsă în interiorul primului inel rutier, este un areal cu structură urbană veche, constituită preponderent în perioada de dinaintea apariției automobilului, care reunește cel mai valoros patrimoniu arhitectural și urbanistic al acestuia. Cuprinde câteva *subzone cu caracteristici morfologice diferite* (proporție, deschiderea și suprafețele loturilor, procentul de ocupare a terenurilor, regim de înălțime, funcțiuni), dar care au câteva caracteristici comune:

- procent de ocupare a parcelei (POT) foarte ridicat (în medie, peste 60%), cu resurse minime sau inexistente pentru staționarea autovehiculelor în interiorul zonei;
- fronturi semi-închise sau închise, predominant cu aliniere la stradă, cu minime posibilități de acces carosabil pe parcele (pentru care este necesară o deschidere de minim 2,50m), cvasi inexistente în subzonele a și b;
- fond construit valoros, cu o densitate ridicată de clădiri cu valoare instituită – monumente clasificate în lista CNMASI - și clădiri cu valoare ambientală, în zone protejate, a căror probabilitate și posibilitate de înlocuire sunt foarte limitate.

**B. Țesut rezidențial interbelic – parcelări în interiorul și în exteriorul primului inel rutier** (de exemplu zona Cotroceni, Dorobanți, Maior Coravu, Vatra Luminoasa etc.):  
Din punct de vedere parcellar și al fondului construit, zona se caracterizează prin

parcelări proiectate/planificate, reglementate, cu zone protejate, clădiri cu puține etaje (1-3), pe loturi de dimensiuni medii (300-400 m), având alinieri laterale ale clădirilor mergând deseori până la 1,90m (conform Codului Civil), posibilitate și probabilitate limitate de înlocuire a clădirilor existente, țesut cu densitate ridicată (comparabilă cu cea a marilor ansambluri de locuințe colective). Zona are funcțiuni predominant rezidențiale, cu dotări și servicii de interes cotidian, de proximitate, cu prezență redusă a unor funcțiuni generatoare de trafic.

**C. Țesut rezidențial cu locuințe individuale pe lot, în exteriorul primului inel rutier:**

Zona se caracterizează prin dimensiuni diferite ale parcelelor: mici: 200-250 m, în special medii 250-400m, mari; >400m, case cu aliniere retrasă de la aliniament, densitate mică și medie, spațiu public/liber limitat (mici scuaruri), POT mediu între 30-50% și  $CUT < 1$ . Fondul construit este fără valoare arhitecturală, în stare medie sau proastă, în multe cazuri supus presiunilor de înlocuire cu un fond construit nou, adesea cu un POT și un CUT superior (în anumite cazuri creșterea este excesivă). De exemplu, în Bucureștii Noi se construiesc pe loturile vechilor clădiri P, locuințe colective cu 4 niveluri și POT care ajunge chiar și la 90%, fără a se asigura în mod real necesarul de locuri de parcare.

**D. Țesut de locuințe colective în mari ansamblurifuncționaliste** (ansamblurile Titan, Drumul Taberei, Berceni etc.): Din punct de vedere parcellar și al fondului construit, zonele (fig. 3.4) se caracterizează prin blocuri de locuințe cu multe niveluri ( $>P+3$ ), fără garaje, distanțe medii și mari între clădirile înalte, aliniere retrasă de la stradă, spații libere de mari dimensiuni, cu spațiu public disponibil (în special în ansamblurile care nu au fost “îndesite” într-o etapă ulterioară construirii lor), dar excesiv dedicat staționării automobilelor, în detrimentul vegetației și altor amenajări care ameliorează calitatea locuirii.

**În concluzie**, evaluarea performanțelor de siguranța circulației pe rețelele urbane necesită cercetări fundamentale și experimentale pentru definirea și calibrarea funcțiilor de siguranță. Deși la nivel European există o serie de studii în acest domeniu, în România nu au existat preocupări pentru colectarea datelor referitoare la fluxurile de trafic necesare cuantificării variabilelor și calibrării parametrilor funcțiilor de estimare a performanțelor de siguranța circulației. Cercetările realizate în această etapă a proiectului au condus la:

- dezvoltarea bazelor de date geografice cu atribute pentru caracterizarea accidentelor rutiere și crearea selecțiilor variabilelor necesare calibrării FPSC pentru diferite categorii de elemente ale rețelei urbane și diferite cazuri;
- dezvoltarea și definirea funcțiilor de estimare a performanțelor de siguranță adecvate particularităților rețelei urbane din București;



- clasificarea și identificarea morfologiei și funcțiilor urbane ale zonelor cu risc ridicat de producere a accidentelor în vederea identificării soluțiilor adecvate pentru ameliorarea siguranței circulației (obiectiv al etapei a III-a a proiectului).

## Diseminarea rezultatelor

- Membrii echipei de cercetare au realizat **8 lucrări științifice** publicate (sau în curs de publicare) în reviste indexate în baze de date internaționale și în volumele unor manifestări științifice internaționale și naționale:
  1. Raicu Ș., Costescu Dorinela, Roșca M.A. (2013) *Evaluation of Road Safety Performances in Urban Areas*, Mechanics. Transport. Communications. Academic Journal, Vol. 11, Issue 3/2013 Part 1, 21st International Scientific Conference "Transport 2013", p. II-37 – II-43, ISSN 1312-3823;
  2. Rosca E., Raicu Ș., Popa Mihaela, Rusca F. (2013) *The Greening of the Traffic Calming Methods*, Mechanics. Transport. Communications. Academic Journal, Vol. 11, Issue 3/2013 Part 2, 21st International Scientific Conference "Transport 2013", p. VIII-21 - VIII-26, ISSN 1312-3823;
  3. Raicu Ș., Costescu Dorinela (2013) *Mobilitatea, transportul și traficul - teme majore ale dezvoltării durabile*, Conferința Zilele Academiei de Științe Tehnice din România, Brașov, 04 - 05.10.2013, lucrare în curs de publicare în Buletinul AGIR;
  4. Raicu, R., Raicu, S., Popa, M., Costescu, D. (2013) *Predictive models for routing in urban distribution*, in Taniguchi E., Thomson R.G. (Editors), The 8th International Conference on City Logistics, 17-19 June, Bali – Indonesia, Institute for City Logistics, pag. 280 -293;
  5. Raicu, S., Costescu, D. (2013) *Modele pentru estimarea performanțelor de siguranță a rețelei rutiere*, International Scientific Conference Road Research and Administration C.A.R. 2013, VIth edition, Bucharest, Romania, COMPRESS Bucuresti, ISBN 978-973-100-289-7, p. 212;
  6. Negulescu M. (2013) *Formulas of traffic and streets (re)shaping, for a new quality of living and travels safety in city areas*, International Scientific Conference Road Research and Administration C.A.R. 2013, VIth edition, Bucharest, Romania, COMPRESS Bucuresti, ISBN 978-973-100-289-7;
  7. Rosca M.A., Rosca E., Rusca F., Carlan V. (2013) *Computer Simulation for Operational Traffic Improvement in Urban Intersections*, in Advances in Automatic Control, Modelling&Simulation – Proceedings of the 15th International



Conference on Automatic Control, Modelling & Simulation (ACMOS '13, Brasov, June 1-3, 2013), Recent Advances in Electrical Engineering Series, Eds. V.M. Klein, M. Ciontu, V. Ciucur, Vol. 13, pag. 98-102ș

8. Negulescu M. (2013) *Old spatial patterns brought into actuality of urban planning by the new sustainable mobility paradigm*, The Fifth Edition of the Research Conference on Constructions, Economy of Constructions, Architecture, Urbanism and Territorial Development “Old and new” in Urbanism, Architecture and Constructions”, 19th April 2013, Bucharest.

- A fost finalizată și prezentată public **teza de doctorat** ”*Corelații între urbanism și infrastructură de transport. Soluții pentru asigurarea mobilității durabile*”, autor: as.ing. Aura Panica Ruscă, conducător științific: prof. dr. ing. Șerban Raicu, Universitatea Politehnica din București;
- Coordonatorul proiectului, Universitatea Politehnica din București a actualizat permanent **pagina web dedicată proiectului**, aflată la adresa <http://www.safenet.pub.ro/>. Pagina de internet cuprinde secțiuni privind partenerii, obiectivele generale și cele specifice fiecărei etape, rezultatele obținute în fiecare etapă.
- Partenerul 3 – AGIR a publicat **volumul** “*Viața și activitățile în mari aglomerații urbane. București, prezent și viitor*”, coordonator prof. dr. ing. Șerban Raicu, <http://www.agir.ro/carte/viata-si-activitatile-in-mari-aglomeratii-urbane-bucuresti-prezent-si-viitor-121595.html>  
Volumul include 5 lucrări (menționate în capitolul ”Diseminare” în raportul primei etape a proiectului) prezentate de membrii echipei de cercetare în cadrul secțiunii B ”*Structuri spațiale. Mediul ecologic*”, organizate de P3 - AGIR, moderator prof. dr. ing. Șerban Raicu (reponsabil al activităților proiectului SAFENET - CO – UPB).
- Partenerul 2, Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”, sub coordonarea responsabilului de proiect, conf. dr. arh. Mihaela HerminaNegulescu, a publicat **volumul** ”*Cercetări interdisciplinare privind relația formă urbană – siguranța deplasărilor*”, Editura Universitară „Ion Mincu”, ISBN 978-606-638-066-9.  
Volumul include rezultate ale cercetărilor realizate de membrii echipei proiectului SAFENET în cadrul etapei I, “*Studiul rețelei rutiere urbane și elaborarea modelului pentru estimarea funcțiilor de siguranță intrinsecă a rețelei rutiere*”, desfășurată în perioada iulie 2012 – decembrie 2012.