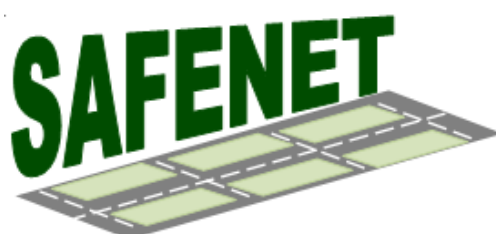


**Programul PARTENERIATE ÎN DOMENIILE PRIORITARE**

**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**

---

**Raport științific și tehnic**

*Etapa a V-a*

---

<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>Conf. dr. ing. Dorinela COSTESCU</b>
<b>Etapa a V-a</b>	<b>Decembrie 2016</b>

---

**Coordonator** **Universitatea POLITEHNICA din București**

Director de proiect – Conf. dr. ing. Dorinela COSTESCU

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

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

Responsabil de proiect - Dr. ing. Iulian BĂDĂRCEA

**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

## Cuprins

<b>Rezumatul etapei .....</b>	<b>1</b>
<b>V.1. Soluții de creștere a performanțelor de siguranță pentru diferite tipologii de elemente .....</b>	<b>2</b>
V.1.1. Considerații generale asupra categoriilor de măsuri pentru creșterea performanțelor de siguranță rutieră .....	2
V.1.2. Creșterea performanțelor de siguranță rutieră prin măsuri de modificare a structurii și intensității fluxurilor de trafic .....	3
V.1.3. Măsuri de creștere a performanțelor de siguranță la nivelul intersecțiilor .....	6
V.1.4. Evaluarea economică a proiectelor de creștere a siguranței circulației .....	17
<b>V.2. Diseminarea rezultatelor.....</b>	<b>22</b>
<b>Bibliografie .....</b>	<b>B</b>

## Rezumatul etapei

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 urbane.

Prelungirea proiectului și replanificarea planului de realizare inițial (propus în 2012, pentru o durată de 27 de luni) a determinat ca activitățile inițiale să fie defalcate în subactivități. De aceea, activitățile etapei a V-a a proiectului (Tab. 0.1) au reprezentat ultimul set de subactivități din sarcinile inițiale, care au avut ca obiective:

- Elaborarea unui set de recomandări pentru dezvoltări urbanistice corelate cu asigurarea nevoilor de mobilitate în condițiile reducerii riscului asociat traficului rutier;
- Set de soluții tip pentru creșterea performanțelor de siguranță ale elementelor rețelei rutiere (sistematizări, reglări).

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

Denumire activitate	Tip activitate	Parteneri			
		CO	P1	P2	P3
V.1. Soluții de creștere a performanțelor de siguranță pentru diferite tipologii de elemente	A2	X	X	X	X
V.2. Implicațiile rezultatelor proiectului asupra creșterii siguranței circulației rutiere în municipiul București	C1	X		X	X
V.3. Diseminarea rezultatelor prin acțiuni de comunicare pe scară largă și publicații	D2		X		

În vederea îndeplinirii obiectivelor proiectului, în această etapă (a V-a/2016), s-au realizat:

- Identificarea soluțiilor adecvate pentru diferite categorii de intersecții pe baza modelelor de simulare a traficului dezvoltate pentru un set de intersecții cu performanțe de siguranță reduse;
- Definirea unor propuneri pentru ameliorarea siguranței circulației prin măsuri de modificare a structurii și intensității fluxurilor de trafic din București
- Elaborarea unei metode de ierarhizare și selectare a celor mai eficiente măsuri/proiecte propuse pentru ameliorarea siguranței circulației
- Diseminarea rezultatelor proiectelor.

## **A.V.1. Soluții de creștere a performanțelor de siguranță pentru diferite tipologii de elemente**

### **V.1.1. Considerații generale asupra categoriilor de măsuri pentru creșterea performanțelor de siguranță rutieră**

În ansamblul preocupărilor pentru reducerea efectelor negative ale traficului rutier urban, o atenție deosebită se acordă - atât la nivel local, cât și global - problemelor care vizează siguranța circulației rutiere. Sub aspect fenomenologic, spațiul urban în care apare riscul de producere a accidentelor de circulație, este un sistem spațial complex. Clasele de intrări în sistem, definitorii pentru situația de risc asociat traficului, se pot clasifica în patru categorii (Raicu & Costescu 2014):

- obiecte (entități mobile – vehicule, pietoni etc. și entități funcționale ale infrastructurii de trafic),
- actori (autorități locale, administratori ai infrastructurilor de trafic, operatori de transport public etc.),
- structuri spațiale și
- structuri temporale.

În ultimele două decenii, toate aceste clase au suferit modificări importante în București, aria de studiu la care se referă cercetările din acest proiect. Schimbările radicale ale vieții socio-economice, modificările majore ale structurii sectorului comercial – cauzate de dezvoltarea marilor centre comerciale, noi concentrări ale zonelor rezidențiale și de birouri, amplasate în aria urbană sau la perimetrul acesteia, modificările structurale și spațiale ale punctelor de interes (pentru muncă, educație, petrecerea timpului liber) au determinat intensificarea și creșterea eterogenității traficului, adică expunerea la risc. Identificarea zonelor urbane vulnerabile la accidente de circulație, înțelegerea cauzelor accidentelor, identificarea unor direcții de acțiune pentru reducerea riscului de producere a accidentelor și aplicarea lor încă din etapa de planificare urbană pot conduce la ameliorarea siguranței circulației rutiere (Fleury 2011, Hauer 2001, Landron et al. 2004, Pulugurtha et al. 2013).

În etapele anterioare, s-au identificat și analizat zonele urbane și elementele rețelei traficului rutier din București cu performanțe reduse de siguranță rutieră, s-au identificat diferitele categorii de măsuri de natură urbanistică pentru reducerea riscului asociat traficului rutier, precum și măsuri referitoare la reamenajarea și reconfigurarea elementelor rețelei traficului rutier. Creșterea siguranței rutiere este semnificativă dacă se sprijină pe efectele conjugate ale unei politici integrate de mobilitate, orientată către reducerea ponderii și volumului traficului motorizat și către ameliorarea condițiilor pentru deplasările nemotorizate. Din perspectiva ameliorării siguranței rutiere în spațiul urban, direcțiile relevante vizează:

- Reducerea volumului și ponderii fluxurilor motorizate în structura modală a deplasărilor și, în consecință, a solicitărilor și congestiei pe infrastructura traficului rutier în ansamblu și, în particular, pe anumite artere, prin:
  - ameliorarea ofertei urbane specifice modurilor alternative: transport public, moduri active de deplasare – pe jos sau cu bicicleta (infrastructură, servicii, costuri);
  - organizarea unor terminale intermodale, în zone de interes, pentru modificarea structurii modale în interiorul orașelor în ansamblu și/sau a unor zone urbane;

- organizarea unor sisteme de ocolire a unor areale în interiorul cărora se dorește diminuarea traficului pe rețeaua rutieră interioară, creșterea calității spațiilor publice și a siguranței rutiere (de exemplu, în interiorul zonei centrale, în zone rezidențiale, comerciale etc.).
- Creșterea performanțelor de siguranță ale elementelor rețelelor de circulație prin:
  - Reducerea limitelor vitezei de deplasare pe anumite artere și în anumite zone, prin reglementări, dispozitive de calmare a traficului și/sau reconfigurări ale străzilor;
  - Reamenajări și reconfigurări minore ale modelelor tradiționale de artere rutiere și intersecții. Străzile și intersecțiile păstrează modelul disociat alcătuit din circulații carosabile și trotuare, puternic diferențiate.
  - Reorganizări ale străzilor și intersecțiilor după noi modele recent aplicate și experimentate în Europa, bazate pe noi principii de organizare și prioritizare a circulației și pe noi principii de alocare a funcțiilor străzilor, pentru satisfacerea echilibrată și echitabilă a nevoilor tuturor utilizatorilor (motorizați, nemotorizați). Aceste modele propun modificări structurale în organizarea și utilizarea rețelelor de circulații. Un exemplu este modelul de utilizare partajată/în comun a spațiului străzii (*shared-space*), fără coridoare de circulație total disociate pe orizontală și verticală și fără prioritate de trecere a vehiculelor a căror circulație este permisă doar cu viteze de maximum 20-30 km/h. Evaluările remodelărilor cu utilizare în comun a străzilor, din ultimii ani, au demonstrat efectul de creștere a siguranței deplasărilor, în ciuda circumspecției inițiale.

### V.1.2. Creșterea performanțelor de siguranță rutieră prin măsuri de modificare a structurii și intensității fluxurilor de trafic

Un factor determinant pentru creșterea riscului de accidente este volumul mare de trafic motorizat care adesea depășește capacitatea de circulație a arterelor din București. Această situație este cauzată de (Negulescu 2016):

- O rată de motorizare foarte ridicată. Orașul București are o rată de motorizare de 475 autoturisme la 1000 de locuitori, față de o medie națională de 220 de autoturisme la 1000 de locuitori (PMUD 2016 - 2030)
- Un comportament de mobilitate orientat în mare măsură către utilizarea automobilului personal - ponderea deplasărilor cu automobilul în totalul deplasărilor este de 47 %. (PMUD 2016 - 2030)
- Existența unui trafic (inutil) de tranzit în anumite areale (de exemplu traficul de tranzit pe axul rutier și urban N-S - Bd. General Gheorghe Magheru – Bd. Nicolae Bălcescu – Bd. Ion Constantin Brătianu, chiar prin zona centrală și istorică a orașului București)
- Pătrunderea în interiorul capitalei a unui număr ridicat de vehicule din localitățile periurbane (dintre care o mare parte sunt pentru călătorii pendulare, de navetism).

În consecință, pentru corectarea acestei situații, diminuarea potențialului ridicat de accidente, dar și a altor consecințe negative, de diverse naturi (poluare, zgomot, spații publice degradate, cadru de viață dezagreabil), se impun câteva *obiective și măsuri* (Tab. 1.1). Dintre acestea, în continuare, vom analiza următoarele propuneri (Negulescu 2016):

- **Dezvoltarea de poli intermodali la porțile rutiere ale orașului București** (PMUD 2016 - 2030) - propunere corespunzătoare obiectivului D, vizează transformarea zonelor intrărilor autostrăzilor A1, A2, A3, dar și ale altor artere penetrante majore (drumuri naționale și drumuri județene) în Municipiul București în platforme intermodale (Fig. 1.1), cu facilități eficiente de transfer intermodal (autorutier, rutier, parcări de transfer – *park & ride* și *bike & ride*, transport de suprafață, transport subteran, taxiuri și, în cazul A2 - M3, gară regională - la un orizont îndelungat de timp etc.). Aceste puncte intermodale ar trebui să fie corelate cu mici nuclee cu funcțiuni comerciale sau alte tipuri de servicii, în logica corelării și integrării planificării mobilității cu planificarea dezvoltării spațiale.

Acest mecanism va avea rolul de a diminua pătrunderea fluxurilor motorizate din zona periurbană pe rețeaua rutieră internă orașului București, prin transferul de la autoturism la transport public. În acest fel, se creează premise de reducere a congestiei de trafic și de creștere a siguranței rutiere.

Tabelul 1.1. Obiective și măsuri pentru diminuarea fluxurilor motorizate pe infrastructura rutieră (Negulescu, 2016)

Obiective	Categoriile de măsuri
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reformularea structurii modale a deplasărilor <b>prin măsuri pentru orientarea comportamentului de mobilitate dinspre utilizarea automobilului către modurile alternative de deplasare</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Dezvoltarea și creșterea atractivității Transportului Public (TP) – condiții superioare de confort, frecvență, accesibilitate fizică și economică la TP</li> <li>■ Crearea unei oferte urbane adecvate pentru deplasări nemotorizate: <ul style="list-style-type: none"> <li>• infrastructuri, parcări, servicii publice pentru utilizarea și mentenanța bicicletelor.</li> <li>• infrastructură și amenajări pentru pietoni (trotuare, trasee și areale cu prioritate pentru pietoni).</li> </ul> </li> <li>■ Implementarea unui pachet de măsuri consensuale pentru descurajarea, condiționarea, limitarea și creșterea costurilor utilizării automobilului, cu deosebire în anumite zone, începând cu zona centrală, istorică (de exemplu, limitarea ofertei/suprafețelor de carosabil și parcare și/sau costuri ridicate ale accesului și parcării în anumite areale etc.).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Diminuarea volumelor de trafic în anumite areale, <b>cu rețea rutieră de capacitate redusă și/sau sensibile la efectele traficului motorizat (zona centrală, zone rezidențiale, comerciale, de recreere)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Identificarea unor sisteme/scheme zonale de reorganizare a mobilității pentru protejarea unor areale de accesul și efectele unor volume mari de trafic motorizat: <ul style="list-style-type: none"> <li>• crearea unor sisteme ocolitoare.</li> <li>• crearea unor sisteme pentru restructurarea modală a mobilității în interiorul acestor areale: puncte de transfer, transport zonal (suplimentar celui orașenesc), servicii car-sharing, bike-sharing etc.</li> </ul> </li> <li>■ Descurajarea și limitarea accesului autovehiculelor în anumite areale.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Diminuarea fluxurilor pendulare (de navetism)</b> bazate pe utilizarea automobilului, între localitățile periurbane și orașul București și reducerea accesului acestora în interiorul capitalei</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Dezvoltarea unui sistem metropolitan/regional de transport, coerent organizat la scara bazinului de mobilitate cotidiană a orașului București ('orașul funcțional'). Este preferabil ca acesta să fie un sistem de transport nepoluant, de viteză ridicată, de tip feroviar: tren, tram-tren, metrou etc.</li> <li>■ Crearea unor mecanisme de transfer și restructurare modală a fluxurilor la intrările autostrăzilor și ale altor penetrante rutiere majore, în orașul București: organizarea intermodală a acestor intrări în relație cu terminale de transport de viteză ridicată (preferabil metrou) și parcări de transfer, de tip '<i>park &amp; ride</i>'.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Reducerea ratei de motorizare</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Politică de descurajare a achiziționării de automobile proprietate personală. (de exemplu, creșterea costurilor: impozite, taxe parcare etc.).</li> <li>■ Crearea unor oferte alternative, trans-modale, de utilizare a automobilelor (de exemplu servicii de închiriere pe termen scurt '<i>car-sharing</i>', servicii de închiriere de biciclete '<i>bike-sharing</i>' sau platforme pentru utilizarea în comun a unor vehicule personale / '<i>car-pooling</i>').</li> </ul>



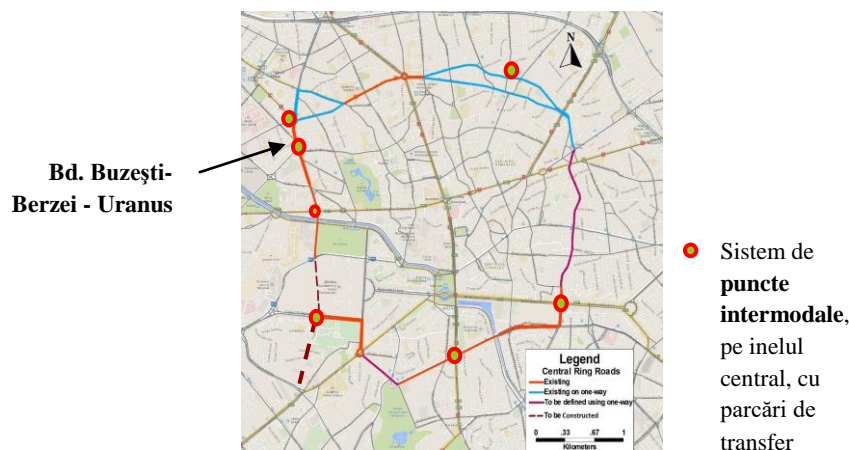
Fig. 1.1. Platforme intermodale în punctele de acces rutier în orașul București (Negulescu, 2016)

■ **Limitarea fluxurilor motorizate în interiorul zonei centrale a orașului**, cu condiții de transfer modal pe perimetrul zonei - propunere corespunzătoare obiectivului C. Considerăm necesară o strategie de remodelare a mobilității în zona centrală a orașului București, care să vizeze schimbarea ierarhiei modale, descurajarea și limitarea accesului automobilelor în vederea creșterii confortului și siguranței deplasărilor, recuperării și realocării unor resurse importante de spațiu public pentru utilizatorii nemotorizați, activități exterioare, artă urbană și infrastructură verde. Este necesară identificarea și implementarea unui pachet de măsuri consensuale, pornind de la următoarele variante:

- a. *Identificarea și ameliorarea unui sistem ocolitor al zonei centrale*, pentru reducerea circulației de tranzit. Închiderea inelului rutier principal în partea de nord, prin Pasajul Basarab, constituie o bună premisă de ocolire a zonei centrale, în ansamblu. De asemenea, axul urban N-S (Buzești - Berzei - Uranus), în curs de dezvoltare, poate constitui o oportunitate pentru consolidarea unui sistem rutier ocolitor al nucleului hiper-central al orașului - patruleterul central, cuprins între Bd. Mărășești, Calea Traian, Bd. Dacia/Mihai Eminescu, Str. Mircea Vulcănescu și axul N-S Bd. Buzești - Berzei - Uranus (Fig. 1.2). În acest fel, nucleul central poate să fie amenajat preponderent cu prioritate pentru pietoni și bicicliști, pe un orizont de timp mediu și lung.



- b. *Crearea condițiilor de transfer modal de la automobil la moduri alternative (transport public urban și/sau zonal, deplasare pietonală, cu bicicleta sau taxiul) pe limita arealului care se dorește a fi amenajat preponderent cu prioritate pentru deplasări nemotorizate – în prima fază “patrulaterul central”. Pe perimetrul zonei centrale este necesară amenajarea unor punctelor intermodale, pentru schimbarea structurii modale a deplasărilor - parcuri de transfer (*park & ride; bike & ride*), stații de transport public de suprafață și/sau subterane, puncte de închiriere biciclete sau taxi, amplasate la intersecția unor artere cu potențial de a alcătui o rută ocolitoare a zonei centrale, cu artere penetrante în această zonă (Fig. 1.2).*



**Fig. 1.2.** Posibile puncte de amenajare a punctelor intermodale, pentru schimbarea structurii modale a deplasărilor în interiorul patruleterului central (Negulescu 2016)

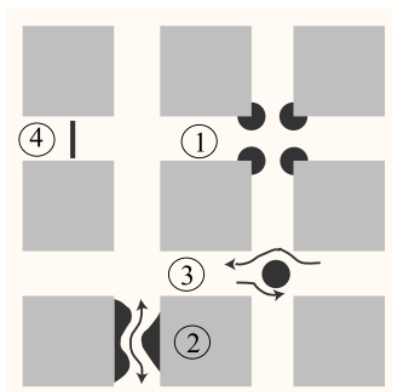
### V.1.3. Măsuri de creștere a performanțelor de siguranță la nivelul intersecțiilor

Măsurile pentru creșterea performanțelor de siguranță ale elementelor rețelelor de circulație se aplică la nivelul intersecțiilor sau sectoarelor de artere, nu au efecte la nivelul configurației rețelei rutiere sau structurilor urbane și se pot face pentru *aceeași structură a fluxurilor de trafic* (fără modificări semnificative de volume de trafic, repartiție modală). Străzile și intersecțiile păstrează modelul tradițional, disociat, cu separarea clară, inclusiv pe verticală, între carosabil și trotuare, intervenindu-se prin diverse tipuri de amenajări și/sau cu dispozitive având rol de calmare a traficului, de ameliorare a vizibilității, creștere a confortului și siguranței deplasărilor. În general, aceste măsuri constau în (Negulescu 2016):

- *Realocarea funcțiilor în spațiul stradal* : creșterea ariei din spațiul stradal alocate infrastructurii pentru pietoni și bicicliști; reorganizarea și diminuarea parcurii pe stradă: limitarea parcurii pe carosabil și mai ales a celei cu unghiuri de 45-90° cu axa trotuarelor; introducerea sensurilor unice de circulație (reducerea carosabilului și eliberarea unor resurse de teren pentru lărgirea trotuarelor, introducerea unor benzi pentru biciclete, amenajări cu rol de protecție etc.).
- *Ameliorarea condițiilor de circulație și traversare a pietonilor* (inclusiv persoane cu mobilitate redusă): reducerea diferențelor de nivel sau aducerea la același nivel a benzilor destinate circulației diferitelor categorii de utilizatori, la traversări (trotuare, benzi pentru

bicicliști, carosabil); realizarea unor refugii intermediare la traversări, sau a unui spațiu verde median pe artere de gradul 1, dar și pe artere de rang inferior (în special în jurul unităților de învățământ, în zone cu o pondere ridicată de populație îmbătrânită etc.).

- *Amenajări și dispozitive de calmare a traficului* : dispozitive limitatoare de viteză, reducerea razei curbelor la intersecții (cu efecte asupra reducerii vitezei vehiculelor care virează, vizibilitate mai bună pentru pietoni, lărgirea trotuarului și scurtarea distanței de traversare); șicanări/devieri orizontale ale axului străzii, ale liniei trotuarului; parcări alternante, pe cele două părți ale străzii etc.; reducerea lățimii benzii carosabile la 2.5m, pe arterele de rang inferior cu dublu sens, concomitent cu reglementarea limitării vitezei la 30 km/h (cu efecte asupra reducerii vitezei de deplasare și eliberarea unor resurse spațiale pentru alte amenajări); șicanări/îngustări cu insule centrale, ecluze etc. (în Figura 1.3 sunt prezentate tipuri de intervenții pentru rețele rutiere de tip ”grid”).
- *Reorganizarea unor intersecții*: canalizarea intersecțiilor prin insule separatoare și/sau pastile centrale, cu rol de dirijare a fluxurilor și de refugii intermediare pentru pietoni; traversări pe diagonală, prin care se scurtează distanța și timpul de traversare (această soluție se poate aplica în marile intersecții, cu volume ridicate de fluxuri de pietoni, de exemplu în zone comerciale); înălțarea unor intersecții și/sau amenajarea pentru utilizarea în comun de către diferite categorii de utilizatori (*shared-space*), cu diminuarea vitezei de deplasare în interiorul acestora.
- *Măsuri de ameliorare a vizibilității*: realizarea unor marcaje rutiere de atenționare; avansarea trotuarului, la traversări, până la limita spațiului de parcare în lungul străzii (reducându-se în același timp distanța de traversare); combaterea parcării ilegale.

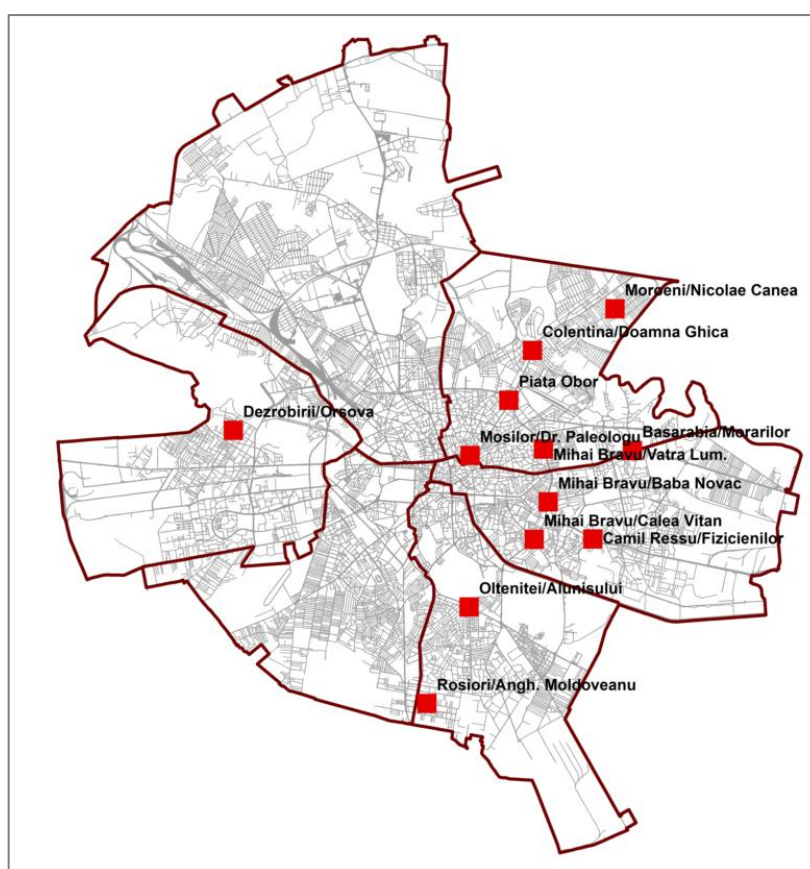


**Fig. 1.3.** Reamenajări stradale pentru îmbunătățirea gradului de siguranță rutieră a rețelelor rutiere de tip ”grid”

1. mărirea razei de curbură la colțurile străzilor, în intersecții; 2. șicanare/curbare minoră a culoarelor carosabile; 3. mici girații; 4. praguri de încetinire (Genre-Grandpierre, 2001).

Pentru identificarea măsurilor adecvate pentru ameliorarea siguranței rutiere pentru fiecare tip de elemente ale rețelei, sunt necesare analize și modele care să permită estimarea efectelor diferitelor seturi de propuneri. Unul dintre principalele obiective ale acestui proiect a constat în dezvoltarea unor modele pentru estimarea performanțelor de siguranță rutieră pentru elemente ale rețelei rutiere (intersecții și sectoare de artere), care să constituie ulterior instrumente pentru evaluarea riscului asociat traficului rutier în etapa de planificare urbană. Analizele și prelucrările datelor asupra accidentelor înregistrate în București, colectate după prima etapă a proiectului, au condus la obținerea

unor seturi de date, specifice principalelor categorii de intersecții. În urma analizei cauzelor și a ponderii semnificative a accidentelor în care au fost implicați pietoni (46%), am decis realizarea unei analize la nivel microscopic, a unui set de 12 intersecții, cu performanțe de siguranță reduse. Doua motive principale au determinat orientarea cercetărilor în acest sens. Pe de o parte, datele disponibile asupra fluxurilor de trafic la nivel macroscopic și atributele caracteristice elementelor rețelei și zonelor urbane nu au permis identificarea unor corelații și dezvoltarea unor modele de estimare a accidentelor pentru mai multe categorii de intersecții. Pe de altă parte, dezvoltarea modelelor de estimare a accidentelor la nivel macroscopic nu se poate realiza pentru cele două categorii de accidente, vehicul – vehicul, vehicul – pieton (deși în aceste modele, se ține totuși seama de De aceea, am decis analiza unui set de 12 intersecții (Fig. 1.4), cu performanțe de siguranță reduse (pe baza statisticii accidentelor rutiere preluată de la Brigada de Poliție Rutieră a Municipiului București, pentru perioada 2006 – 2011), cu diferite configurații și caracteristici ale zonelor urbane care le conțin (Tab. 1.2).



**Fig. 1.4.** Localizarea intersecțiilor pentru care s-au analizat aplicarea unor măsuri de ameliorare a siguranței rutiere

Pentru fiecare intersecție, s-au realizat măsurători ale fluxurilor de trafic (Etapa a II-a, 2013) și s-au dezvoltat și calibrat modele de simulare a traficului la nivel microscopic (Etapa a II-a/2013 și Etapa a III-a/2014). În raport cu configurația intersecției (Tab. 1.2) și caracteristicile zonei în care este amplasată (Tab. 1.3), s-au selectat măsuri pentru ameliorarea circulației rutiere.

Tabelul 1.2. Caracteristici ale intersecțiilor

Nr. crt.	Artere care converg în intersecție	Configurație	Nr. de Benzi	Semaforizare	Nesemaf.	Cale tramvai	Refugii stație tramvai	Linii autobuz	Statii autobuz cu alveola	Statii autobuz fara alveola	Parcări adiacente	Accese metrou	Pasaj subteran pietonal	Fluxului de trafic mediu in ora de varf [veh.ech./h]
1	Șos. Ștefan cel Mare / Șos. Mihai Bravu / Calea Moșilor / Șos. Colentina	Circulara	3/4	X		X	X	X		X		X	X	6268
2	Bd. Camil Ressu / Str. Fizicienilor	Cruce	2/3	X		X	X	X		X	X			3822
3	Str. Moroieni / Str. Nicolae Cânea	Cruce	2/2		X									716
4	Str. Roșiori / Str. Anghel Moldoveanu	Cruce	2/2		X									140
5	Șos. Mihai Bravu / Calea Vitan	Cruce	2/4	X		X	X	X		X	X			5305
6	Șos. Olteniței / Bd. Constantin Brâncoveanu / Str. Alunișului	Stea	2/3	X		X	X	X	X		X			4025
7	Șos. Colentina / Str. Doamna Ghica	Circulara	2/3	X		X	X	X		X				6621
8	Bd. Basarabia / Șos. Morarilor / Str. Lucrețiu Pătrășcanu	Cruce	2/3	X		X	X	X		X		X		4287
9	Str. Dezrobiri / Str. Orșova	Cruce	2/2		X									881
10	Șos. Mihai Bravu / Str. Baba Novac / str. Dristorului / str. Traian Popovici	Circulara	2/3	X		X	X	X		X	X			5905
11	Șos. Mihai Bravu / Str. Vatra Luminoasă / Str. Matei Voievod	Cruce	2/4	X		X	X	X		X	X			12846
12	Calea Moșilor / Str. Doctor Paleologu	Cruce	2/2	X		X					X			1598

Tabelul 1.3. Caracteristici ale zonelor în care sunt amplasate intersecțiile

Nr. crt.	Artere care converg în intersecție	Zona	Funcțiuni urbane	Densitatea populației [loc./km <sup>2</sup> ]	Nivel densitate pop.
1	Șos. Ștefan cel Mare / Șos. Mihai Bravu / Calea Moșilor / Șos. Colentina	Obor	M2, L4a, CB3, V1a	20523	Mare
2	Bd. Camil Ressu / Str. Fizicienilor	Sălăjan	M2, M3, L3a, L4a	19916	Medie
3	Str. Moroieni / Str. Nicolae Cânea	Ion Creangă	A2b, A3	6342	Mica
4	Str. Roșiori / Str. Anghel Moldoveanu	Progresul	L1e, L3a,	5765	Mica
5	Șos. Mihai Bravu / Calea Vitan	Vitan	M2, L2a, CB1	26197	Mare
6	Șos. Olteniței / Bd. Constantin Brâncoveanu / Str. Alunișului	Berceni	M2, M3, CB1, L1a	15396	Medie
7	Șos. Colentina / Str. Doamna Ghica	Colentina	M1, M2, L1a, V1c	23658	Mare
8	Bd. Basarabia / Șos. Morarilor / Str. Lucrețiu Pătrășcanu	Morarilor	M2, M3, L4a,	17333	Medie
9	Str. Dezrobiri / Str. Orșova	Militari	L3a	29218	Mare
10	Șos. Mihai Bravu / Str. Baba Novac / str. Dristorului / str. Traian Popovici	Dristor	M2, M3	26290	Mare
11	Șos. Mihai Bravu / Str. Vatra Luminoasă / Str. Matei Voievod	Vatra Luminoasă	M2, L4a, L1a	18399	Medie
12	Calea Moșilor / Str. Doctor Paleologu	Moșilor	M1, CP1	11097	Medie

### Legendă

#### Funcțiuni urbane<sup>1</sup>

- A2b Subzona unităților industriale și de servicii
- A3 Subzona unităților mici și mijlocii productive și de servicii.
- CB1 Servicii publice dispersate existente în afara zonelor protejate
- CB3 Poli urbani principali
- CP1 Zona centrală în care se menține configurația țesutului urban tradițional:
- L1a Locuințe individuale și colective mici, cu maxim P+2 niveluri
- L1e Locuințe individuale pe loturi subdimensionate cu /sau fără rețele edilitare
- L2a Locuințe individuale și colective mici, realizate pe baza unor parcelări anterioare, cu P - P+2 niveluri, situate în afara zonei protejate
- L3a Subzona locuințelor colective medii cu P+3 – P+4 niveluri, formând ansambluri preponderent rezidențiale situate în afara zonei protejate;

<sup>1</sup> Conform Planului Urbanistic General al Municipiului București, PMB,  
<http://www.pmb.ro/servicii/urbanism/pug/pug.php>

L4a	Subzona locuințelor colective înalte cu P+5 -P+10 niveluri, formând ansambluri preponderent rezidențiale, situate în afara zonei protejate
M1	Subzona mixtă situată în zona protejată
M2	Subzona mixtă cu clădiri având regim de construire continuu sau discontinuu și înălțimi maxime de P+14 niveluri cu accente înalte peste 45 metri
M3	Subzona mixtă cu clădiri având regim de construire continuu sau discontinuu și înălțimi maxime de P+4 niveluri
V1a	Parcuri, grădini și scuaruri publice orașenești și fâșii plantate publice
V1c	Spații plantate protejate

Noile condiții de amenajare, sistematizare și/sau reglare a circulației au fost definite în modelele de simulare. În Tabelul 1.4 sunt prezentate măsurile selectate, pentru fiecare intersecție, pentru a fi evaluate și efectele estimate pentru diferite caracteristici ale intersecțiilor. Efectele măsurilor propuse au fost evaluate, în special, în raport cu:

- indicii de conflict ”*vehicul – vehicul*”, ”*vehicul – pieton*” (conform metodei prezentate în Raportul proiectului - Etapa a III-a/ 2014), indici considerați corelați cu riscul de accidente (Basyouny & Sayed 2013, Gettman et al. 2008, Archer 2004, Chin & Quek, 1997, Migletz et al. 1985),
- alte mărimi rezultate din simulare: pentru vehicule - viteză medie, timp mediu de așteptare în coada; pentru pietoni: timp mediu de așteptare pentru traversare, timp mediu necesar pentru traversare de către pietoni pe fiecare relație din intersecție.

În funcție de diferențele dintre valorile acestor mărimi și indici, rezultate din modelele de simulare, înainte și după propunerea măsurilor de ameliorare a siguranței, s-au estimat efectele fiecărui set de soluții. Pentru a putea formula recomandări pentru anumite tipuri de intersecții, s-au grupat intersecțiile studiate în funcție de trei criterii:

- I. *Fluxurile de trafic* – pentru care s-au stabilit trei intervale, în raport cu valorile intensităților fluxurilor măsurate în fiecare intersecție (Raport Etapa III/2014): (i) intens, 12.800 – 5.900 vehicule echivalente/ora de vârf; (ii) mediu: 3.800 – 5.899 vehicule echivalente/ora de vârf și (iii) slab, cu valori mai mici de 1.600 vehicule echivalente/ora de vârf;
- II. *Densitatea populației* – (i) mare, 20.000 – 30.000 loc./km<sup>2</sup>, (ii) medie, 15.000 – 19.999 loc./km<sup>2</sup> și mica, < 7.500 loc./km<sup>2</sup>;
- III. *Configurație*.

Efectele estimate pentru fiecare grupă de intersecții sunt detaliate în Tabelul 1.5, iar în Tabelul 1.6 sunt prezente rezultatele cumulate pentru fiecare măsură propusă pentru ameliorarea siguranței rutiere.

Tabelul 1.4. *Categoriile de soluții propuse*

Nr crt	Artere care converg în intersecție	Probleme identificate					Soluții propuse										Efecte			
		Puncte de conflict / faza semafor	Neacordare prioritate	Traversari nereglamentare	Lipsa vizibilitate	Viteze ridicate	Protejarea spațiilor pietonale adiacente stațiilor de TP	Introducere benzi de stocare	Specializarea benzi	Îmbunătățire a marcajilor orizontale în intersecție.	Modificari asupra programului de semaforizare	Repoziționare limită oprire la semafor	Reconfigurarea spațiilor de parcare	Instalarea de bumbere la intrarea în intersecție	Instalarea de indicatoare "zona rezidențială"	Inlocuirea indicatoarelor "cedează trecerea" cu "stop"	Reducerea numărului de puncte de conflict	Eliminarea traversărilor nereglamentare	Reducerea lungimii șirului de așteptare	Reducerea vitezei la intrarea în intersecție
1	Șos. Ștefan cel Mare / Șos. Mihai Bravu/ Calea Moșilor / Șos. Colentina	10	X	X			X			X						X	X			
2	Bd. Camil Ressu / Str. Fizicienilor	13	X				X		X	X						X		X		
3	Str. Moroeni / Str. Nicolae Cânea		X		X	X							X	X	X				X	
4	Str. Roșiori / Str. Anghel Moldoveanu																			
5	Șos. Mihai Bravu / Calea Vitan	14	X	X			X	X	X	X						X	X	X		
6	Șos. Olteniței / Bd. Constantin Brâncoveanu / Str. Alunișului	16	X				X			X	X					X		X		
7	Șos. Colentina / Str. Doamna Ghica																			
8	Bd. Basarabia / Șos. Morarilor / Str. Lucrețiu Pătrășcanu	20	X					X	X	X						X		X		
9	Str. Dezrobiri / Str. Orșova		X		X	X							X	X	X				X	
10	Șos. Mihai Bravu / Str. Baba Novac / str. Dristorului / Str. Traian Popovici																			
11	Șos. Mihai Bravu / Str. Vatra Luminoasă / Str. Matei Voievod																			
12	Calea Moșilor / Str. Doctor Paleologu	10	X					X	X	X		X				X		X		

Tabelul 1.5. Efecte estimate pentru fiecare tip de intersecții

Caracteristici ale grupelor de intersecții			Soluții propuse		Efecte estimate			
					Reducerea numărului de puncte de conflict	Reducerea indicelui de conflict "vehicul - pieton"	Reducere a lungimii șirului de așteptare	Reducerea vitezei la intrarea în intersecție
<b>GI</b>	Flux de trafic	Intens	11	<i>Protejarea spațiilor pietonale adiacente stațiilor de T.P.</i>	+	++		
	Densitate de populație	Mare	15	<i>Modificari cicluri semaforizare</i>	++	0		
	Configurație	Circulară						
<b>GII</b>	Flux de trafic	Moderat	12	<i>Introducere benzi de stocare</i>	0		++	
	Densitate de populație	Medie	15	<i>Modificari cicluri semaforizare</i>	++		++	
	Configurație	Stea	17	<i>Repoziționare limită oprire la semafor</i>	++		+	



Caracteristici ale grupelor de intersecții			Soluții propuse		Efecte estimate			
					Reducerea numărului de puncte de conflict	Reducerea indicelui de conflict "vehicul - pieton"	Reducere a lungimii șirului de așteptare	Reducerea vitezei la intrarea în intersecție
<b>GIII</b>	Flux de trafic	Moderat	<i>I2</i>	<i>Introducere benzi de stocare</i>	<b>O</b>		++	
	Densitate de populație	Mare	<i>I3</i>	<i>Specializarea benzilor</i>	+		++	
	Configurație	Cruce	<i>I4</i>	<i>Îmbunătățirea a marcajelor orizontale în intersecție.</i>	++		+	
<b>GIV</b>	Flux de trafic	Moderat	<i>I2</i>	<i>Introducere benzi de stocare</i>	<b>O</b>		++	
	Densitate de populație	Medie	<i>I3</i>	<i>Specializarea benzilor</i>	+		++	
	Configurație	Cruce	<i>I4</i>	<i>Îmbunătățirea a marcajelor orizontale în intersecție.</i>	++		+	
			<i>I5</i>	<i>Modificari cicluri semaforizare</i>	++		++	
<b>GV</b>	Flux de trafic	Slab	<i>I8</i>	<i>Instalarea de bumpere la intrarea în intersecție</i>				++
	Densitate de populație	Mare	<i>I9</i>	<i>Instalarea de indicatoare "zona rezidentiala"</i>				+
	Configurație	Cruce	<i>I10</i>	<i>Inlocuirea indicatoarelor "cedează trecerea" cu "stop"</i>				++

Caracteristici ale grupelor de intersecții			Soluții propuse		Efecte estimate			
					Reducerea numărului de puncte de conflict	Reducerea indicelui de conflict "vehicul - pieton"	Reducere a lungimii șirului de așteptare	Reducerea vitezei la intrarea în intersecție
<b>GVI</b>	Flux de trafic	Slab	13	<i>Specializarea benzilor</i>	+		++	
	Densitate de populație	Medie	14	<i>Îmbunătățirea a marcajelor orizontale în intersecție.</i>	++		+	
	Configurație	Cruce	15	<i>Modificari cicluri semaforizare</i>	++		++	
			16	<i>Repoziționare limită oprire la semafor</i>				
			17	<i>Reconfigurarea spațiilor de parcare</i>	O		++	
<b>GVII</b>	Flux de trafic	Slab	18	<i>Instalarea de bumpere la intrarea în intersecție</i>				++
	Densitate de populație	Mica	19	<i>Instalarea de indicatoare "zona rezidentiala"</i>				+
	Configurație	Cruce	110	<i>Inlocuirea indicatoarelor "cedează trecerea" cu "stop"</i>				++

Legendă						
Flux de trafic	Intens	5900 – 12850 veh.ech/h		Densitate de populație	Mare	20.000 – 30.000 loc/km <sup>2</sup>
	Moderat	3800 – 5899 veh.ech/h			Medie	15.000 – 19.999 loc/km <sup>2</sup>
	Slab	< 1600 veh.ech/h			Mica	< 7500 loc/km <sup>2</sup>

Tabelul 1.6. Estimarea efectelor pentru măsuri de ameliorare a siguranței rutiere la nivelul intersecțiilor

	Tipuri de măsuri	Efecte			
		Reducerea numărului de puncte de conflict	Reducerea indicelui de conflict	Reducerea lungimii șirului de așteptare	Reducerea vitezei la intrarea în intersecție
I1	Protejare spații pietonale adiacente stațiilor de T.P.	+	++	0	0
I2	Introducere benzi de stocare	0	0	++	0
I3	Specializare benzi	+	0	++	0
I4	Îmbunătățire marcaje orizontale în intersecție	++	+	+	0
I5	Modificari cicluri de semaforizare	++	0	++	0
I6	Repoziționare limită oprire la semafor	++	0	+	0
I7	Reconfigurare spații de parcare adiacente intersecției	0	0	++	0
I8	Instalare bumpere la intrarea în intersecție	0	0	0	++
I9	Instalare indicatoare "Zona rezidentiala"	0	0	0	+
I10	Inlocuirea indicatoarelor "Cedează trecerea" cu "Stop"	0	0	0	++

Legendă

++	Impact major
+	Impact moderat
0	Fără impact

În intersecțiile semaforizate, cu valori mari ale intensităților fluxurilor de trafic, reducerile semnificative ale indicilor de conflict (Raportul proiectului - Etapa a III-a/ 2014) rezultă pentru soluții precum modificări ale ciclurilor de semaforizare - prin ajustarea duratelor de verde, prioritizarea transportului public și introducerea unor faze noi pentru asigurarea unor mișcări în intersecție, dar și îmbunătățirea marcajelor orizontale în intersecție - pentru stabilirea clară a șirurilor de așteptare și ghidarea fluxurilor în intersecție, specializarea benzilor sau introducerea de benzi de stocare. S-a observat că în cele mai multe cazuri aceste soluții propuse au impact asupra reducerii lungimii șirului de așteptare pentru vehicule, ceea ce conduce la concluzia că soluțiile propuse pot conduce la ameliorarea siguranței circulației, dar și la efecte benefice asupra fluidizării circulației.

În intersecțiile în zona cărora sunt amplasate stații de transport public de suprafață (sau puncte de acces la stațiile de metrou), în care s-au înregistrat fluxuri intense de pietoni, a fost evidențiată necesitatea:

- amenajărilor care să restricționeze traversările neregulate și să protejeze spațiile pietonale,

- necesitatea modificării ciclurilor de semaforizare, pentru reducerea frecvențelor situațiilor în care pietonii încalcă regulile pentru a ajunge în stațiile în care este staționat un mijloc de transport în comun pentru îmbarcarea călătorilor sau
- necesitatea modificării ciclurilor de semaforizare în cazul arterelor cu separare mediană, în care pietonii sunt tentați să încalce regulile din cauza dimensionării necorespunzătoare a timpilor de roșu, cu intervale în care sunt permise anumite viraje pentru vehicule și nu apar conflicte pentru anumite traiectorii de traversare.

Această concluzie evidențiază necesitatea fundamentării măsurilor de sistematizare și reglare a circulației în intersecții pe baza studiilor și modelelor de simulare la nivel microscopic. Evident, pentru ameliorarea siguranței și fluidizarea circulației și pentru a evita situațiile în care soluționarea problemelor într-o intersecție generează congestie sau situații conflictuale în intersecțiile ”din amonte”, aceste modele trebuie completate de studii la nivel mezoscopic și apoi macroscopic.

Astfel se poate concluziona că pentru intersecțiile în cruce nesemaforizate, cu o intensitate a traficului slabă și o densitate de populație mică/medie, situate cu preponderență în zone rezidențiale soluțiile de instalare de bumpere la intrarea în intersecție, și Inlocuirea indicatoarelor ”cedează trecerea” cu ”stop” au avut un impact major asupra indicatorilor de siguranță a intersecțiilor analizate în sensul ameliorării acestuia prin reducerii vitezei de deplasare în apropierea intersecției, fără a afecta buna desfășurare a traficului.

## V.1.4. Evaluarea economică a proiectelor de creștere a siguranței circulației

### V.1.4.1. Consecințe financiare și economice ale riscului circulației rutiere

Proiectele destinate reducerii numărului și gravității accidentelor pe șosele vizează patru categorii principale de factori intercorelați: vehiculele, infrastructurile, conducătorii vehiculelor și activitățile socio-economice, responsabile de mărimea, structura și repartitia spațio-temporală a traficului generat (Raportul Etapei a III-a/2014). Rezultă de aici că responsabilitatea inițierii, finanțării și finalizării proiectelor de această natură revine unor organisme și autorități din diverse sfere ale activității socio-economice dintr-un teritoriu. De aceea, apar și dificultățile de organizare politică, legislativă și administrativă pentru a obține un impact asupra nivelului de risc al accidentelor rutiere cu resursele financiare disponibile. Răspunsurile la întrebări de forma celor câteva pe care le prezentăm în continuare rămân încărcate de echivoc (Raicu & Costescu 2016):

- *Cum se măsoară impactul legilor adoptate în materie de securitate rutieră?*
- *Cum se repartizează responsabilitățile în materie de securitate rutieră între ministere?*
- *Valorile tutelare pentru mort/rănit au corespondență în măsurile de securitate care trebuie adoptate la realizarea unor noi infrastructuri?*
- *Există un arbitraj între nivelul cheltuielilor destinate mediului sănătății și cele destinate securității rutiere la nivel departamental?*
- *Fondurile publice sunt alocate în manieră optimală pentru a reduce numărul deceselor și răniților pe șosele?*

Asupra unui plus de cunoaștere pentru un răspuns argumentat la ultima dintre întrebări ne-am propunem să ne concentrăm prin analiza prezentată în continuare.

În evaluările economice ale proiectelor pentru creșterea siguranței circulației se consideră următoarele categorii de costuri:

## ■ Costuri monetare

Accidentele rutiere generează fluxuri monetare între diferiți actori. În termeni monetari, unii sunt perdanți, alții câștigători. Actorii implicați sunt:

- Victime și apropiați; ervicii de securitate (pompieri, salvare); sector spitalicesc (urgente, chirurgie, radiologie, laboratoare de analize etc.); asigurări sociale; servicii funerare; companii și agenți de asigurări autovehicule; instrituții de control și anchete (poliție, jandarmerie); instituții judiciare; experți (în autovehicule, în sănătate); industria de reparații și service-uri pentru depanare; servicii desemnate să restabilească infrastructura și mediul afectat de accident.

În afara unui studiu mai puțin recent (Badr et al.1992), nu am identificat o altă lucrare consacrată estimării fluxurilor monetare ale actorilor care au legătură cu accidentele rutiere. Dificultatea, precum și specificitatea estimării, pe de o parte, și faptul că Statul este cel care finanțează și gestionează (prin impozite și TVA) majoritatea fluxurilor monetare evidențiate, pe de altă parte, au condus la un alt mod de raportare a costului accidentelor rutiere. Anume, la cel care se referă la costurile monetare ale Statului, ale ansamblului societății.

Statul înregistrează costuri clasificate (întrucâtva artificial) în directe și indirecte. Costurile directe includ: despăgubiri/indemnizații acordate victimelor, contribuții la asigurări de sănătate, pierderi de impozite, întreținere a sistemului sanitar și de prim-ajutor, pierderi cauzate domeniului public, daune pricinuite mediului, costuri administrative (poliție, justiție), dar și efortul financiar pentru securitatea rutieră. Costurile indirecte sunt, în principal, cele legate de pierderea temporară sau permanentă a productivității sau a potențialului victimelor.

## ■ Costuri nemonetare

Desigur, din această raportare la costurile monetare ale Statului în legătură cu accidentele de circulație lipsesc costurile suportate direct de victimele accidentelor. Acestea, ca și alte efecte ale traficului (poluare locală și globală, congestie, zgomote, vibrații) nu au valoare de piață. Pentru toate aceste costuri nemonetare este necesară o modalitate de a estima variațiile de utilitate pe care le procură. Cea mai directă și mai puțin costisitoare metodă este utilizarea unor ”prețuri umbră” deja estimate sau a unor valori ”plug-in” cunoscute sub numele de ”transfer de beneficii”.

Studiile referitoare la valoarea unei vieți situează valoarea statistică a unei vieți salvate între 2,4 și 4 milioane dolari din 1999 (Boiteux 2001). Menționăm că estimările nu au avut în vedere numai pierderea de vieți în accidentele rutiere, ci o multitudine de alte activități, care presupun asumarea unor riscuri ridicate.

Este cunoscut și un alt mod de estimare a valorii unei vieți, bazat pe consimțământul unei persoane de a plăti pentru salvarea unei vieți sau al colectivității pentru evitarea unui accident rutier mortal. În teoria microeconomică a consumatorului se extimează că individul face un arbitraj între ”diferitele bunuri de consum” în condițiile venitului limitat, pentru a-și maximiza utilitatea. În consecință, valoarea unei vieți pentru un individ poate fi dedusă din costurile pe care le-a făcut, sau este dispus să le facă, pentru a evita un accident rutier. Sunt folosite, în principal, două metode pentru a estima această valoare: ”preferințe declarate”, respectiv ”preferințe relevante” (Elvik 2001). Cu toate limitele celor două metode (în special a primei), se pot estima valori pentru viața salvată, așa cum rezultă din intențiile declarate, respectiv din comportamentul real al indivizilor reținuți în statistică pentru atitudinea relevată.

Problema valorii vieții umane pentru Stat sau pentru colectivitate este de altă natură. Valoarea reținută este ”valoarea tutelară”, reflectată de prioritatea pe care colectivitatea o atribuie evitării

pierderii unei vieți. Determinarea acestei valori, denumită și ”valoare statistică a vieții” a făcut obiectul multor cercetări cu rezultate controversate, atât sub aspectul modului de evaluare, cât și sub cel al valorilor obținute. În cea mai mare parte, aceste cercetări au fost avute în vedere cu prilejul finalizării Raportului OECD care oferă un cadru general pentru valoarea statistică a unei vieți (Quinet 2013). Astfel, se conchide că pentru OECD sau pentru UE-27:

- Valoarea medie a vieții pentru adulți se situează între 1,5 și 4,5 milioane USD (USD din 2005), cu valoare de referință 3 milioane USD;
- Valoarea medie a vieții pentru ansamblul populației din UE-27 se situează între 1,8 și 5,4 milioane USD (USD din 2005), cu valoare de referință de 3,6 milioane USD.

Pentru răniți grav se recomandă 15% din valoarea statistică a unei vieți, iar pentru răniți ușor, 2%.

Pentru determinarea valorii vieții statistice naționale, Raportul OECD recomandă să se transfere valorile unitare ținând seama de diferențele PIB pe locuitor între țările UE. De exemplu, pentru Franța, Raportul OECD recomandă o valoare de referință în jur de 3 milioane euro (euro în 2010), valoare semnificativ mai mare decât cea din Raportul Boiteux (2001), 1,9 milioane euro (euro în 2010).

#### V.1.4.2. Analiza cost-beneficiu

În ipoteza că decidentul este în măsură să estimeze monetar toate costurile investiționale de funcționare, precum și beneficiile - inclusiv cele nemonetare - unui proiect destinat ameliorării siguranței circulației, rentabilitatea socio-economică a proiectului se raportează la valoarea (socio-economică) netă actualizată,  $VNA$ , la momentul  $t_0$  al finalizării investiției, respectiv:

$$VNA(t_0) = - \int_0^{t_0} I \cdot e^{-\alpha t} dt + \int_{t_0}^T A(t) e^{-\alpha t} dt, \quad (1)$$

unde  $I$  este valoarea investiției;

$A(t)$  - avantajele nete (beneficii) ale proiectului la momentul  $t$ , adică diferența dintre efectele monetare pozitive aduse de proiect și eventualele costuri de funcționare suplimentare pe care le antrenează proiectul;

$\alpha$  - rata de actualizare;

$T$  - durata de viață a obiectivului realizat.

Condiția de maximizare a funcției (1), dacă durata  $T$  se extinde (teoretic  $T \rightarrow \infty$ ), este (Quinet 1998):

$$\frac{A(t_0)}{I} = \alpha. \quad (2)$$

Întrucât proiectele pentru creșterea siguranței circulației rutiere sunt de interes public major, se pune adesea problema determinării subvenției necesare pentru a asigura condiția de rentabilitate.

Dacă admitem că  $A(t)$  este o funcție crescătoare de forma  $A(t) = A_0 + at$ , atunci (în aceeași ipoteză că  $T \rightarrow \infty$ ) rezultă că rata internă de rentabilitate ( $RIR$ ) este soluția  $\alpha_0$  a ecuației:

$$I(1 - e^{-\alpha_0 t_0}) + A + \frac{a}{\alpha_0} = 0. \quad (3)$$

Dacă o subvenție  $S$  micșorează costul anual al investiției  $I(1 - S)$ , atunci  $RIR$ , adică  $\alpha_0$ , crește cu valoarea  $\alpha_0 + \Delta\alpha_0$  și ecuația (3) devine:

$$I(1 - S)(1 - e^{-(\alpha_0 + \Delta\alpha_0)t_0}) + A + \frac{a}{\alpha_0 + \Delta\alpha_0} = 0, \quad (4)$$

adică valoarea subvenției necesare pentru asigurarea creșterii *RIR* financiar la nivelul de risc, cel care recomandă proiectul pentru finanțare este:

$$S = 1 - \frac{A(\alpha_0 + \Delta\alpha_0) + a}{I(\alpha_0 + \Delta\alpha_0)(e^{(\alpha_0 + \Delta\alpha_0)t_0} - 1)}. \quad (5)$$

Dacă avem în vedere constrângerile bugetare și faptul că toate proiectele cu *RIR* mai mare decât rata de discountare sunt rentabile, atunci înseamnă că trebuie stabilită o ordine în care proiectele să fie recomandate pentru finanțare. Cea mai facilă ordonare se poate face după raportul *VNA*/euro investit. Este metoda practică de Franța (Lebegue 2005).

Rămân de stabilit care dintre proiectele  $i$ , cu  $i = 1, 2, \dots, n$ , recomandate pentru rentabilitate, adică cu  $VNA_i > 0$ ,  $\forall i = 1, 2, \dots, n$ , cu nevoia de subvenție  $S_i > 0$ ,  $\forall i = 1, 2, \dots, n$ , în condițiile bugetului  $B$  trebuie recomandate pentru finanțare. Aceasta înseamnă că trebuie să se găsească soluțiile  $x_i$  care maximizează funcția:

$$\sum_{i=1}^n x_i VNA_i = \max, \quad (6)$$

cu restricțiile:

$$0 \leq x_i \leq 1, \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

$$B - \sum_{i=1}^n x_i S_i \geq 0. \quad (8)$$

Întrucât în cele mai multe cazuri proiectele pentru creșterea siguranței circulației rutiere presupun mai mulți ani de realizare și există posibilitatea adaptării bugetelor anuale la proiectele reținute pentru finanțare, valorile lui  $x_i$  pot fi considerate că pot avea valori continue între 0 (proiect respins) și 1 (proiect finanțat); valorile  $0 < x_i < 1$  semnifică finanțare parțială (proiecte multianuale).

Condiția de continuitate a valorilor  $x_i$  transformă problema de alegere discretă într-o problemă care se poate rezolva analitic (Babusiaux 1991). Desigur, aparenta ușurință și claritate a ierarhizării proiectelor investiționale în cazul proiectelor care vizează creșterea siguranței rutiere este afectată de dificultățile de estimare a beneficiilor  $A(t)$  ale proiectului. Valorile monetare tutelare pentru un mort, ca și pentru un rănit grav sau ușor, fundamentale pentru evaluarea lui  $A(t)$ , așa cum deja am mai remarcat, sunt controversate.

Confruntat cu această problemă, analistul este constrâns să renunțe la estimări monetare ale costurilor hedonice și să se raporteze la comensurarea efectelor prin mărimi fizice, adică prin numărul de accidente. În acest fel, se compară diferitele costuri monetare antrenate pentru atingerea unui anumit obiectiv. Se recurge la ceea ce definim drept o "analiză cost-eficacitate" (ACE).

Trebuie să observăm că deși am evitat nevoia monetizării costurilor hedonice în definirea obiectivului, rămân probleme de surmontat. Reținerea numărului de accidente ca obiectiv al proiectului, așa cum am sugerat anterior, este de neacceptat. Numărul accidentelor, în această desemnare generică, este lipsită de sens. Cum am putea aduna accidentele soldate numai cu pagube materiale cu cele care au avut drept consecințe răniți ușor, răniți grav sau persoane decedate?

Fiind în imposibilitatea de a obține o singură măsură a obiectivului proiectului, implicit a beneficiului net social, fără a recurge la echivalări bazate pe monetizări ale efectelor diferitelor categorii de accidente, trebuie să ne raportăm la o singură mărime pentru obiectivul proiectului. Fără îndoială, se detașează, prin consecințe, raportarea la numărul de vieți salvate ca urmare a realizării

proiectului. Beneficiile secundare omise pot să apară ca argumente în preferințele decidentului în ordonarea variantelor cu rapoarte "cost-eficacitate" nediferențiate sensibil.

În analizele "cost-eficacitate" se poate folosi fie raportul dintre cost ( $C$ ) și eficacitate ( $E$ ), adică  $C/E$ , în care caz se preferă proiectul cu cel mai mare cost mediu pe unitatea de eficacitate, fie raportul  $E/C$ , în care caz este recomandat proiectul cu cea mai mare eficacitate pe valoarea investită.

Să presupunem că avem de ales între cinci proiecte, descrise în Tabelul 1.7. (Raicu & Costescu 2016): Conform valorilor  $C/E$ , rezultă că ordinea recomandată pentru finanțarea proiectelor este P1, P5, P3, P4 și P2. În desemnarea ordinii am preferat proiectul P1, cu același raport  $C/E$  ca și proiectul P5, pentru că acesta salvează mai multe vieți (30, față de 20).

Desigur, în funcție de resursele financiare disponibile sau de prioritatea absolută acordată salvării de vieți poate fi făcută și altă alegere. De exemplu, dacă nu pot fi finanțate proiecte cu valori mai mari de 40 milioane euro, se exclud proiectele P3 și P4, dar ordinea anterioară a preferințelor nu se modifică. După cum, dacă se urmărește salvarea a cel puțin 40 de vieți, rămân pentru analiză numai proiectele P3 și P4, recomandate în aceeași ordine, cu observația că se constată o rată de creștere:

$$\Delta_{(D)-(C)} = \frac{C_{(D)} - C_{(C)}}{E_{(D)} - E_{(C)}} = 2 \text{ milioane euro/viață salvată}, \quad (9)$$

ceea ce înseamnă că proiectul P3, deși salvează mai puține vieți, își păstrează prioritatea față de proiectul P4: 1,5 milioane euro pentru o viață salvată în cazul proiectului P3 față de 2 milioane euro pentru o viață suplimentar salvată în cazul proiectului P4.

Tabelul 1.7. Analiza "cost-eficacitate" a unor proiecte pentru ameliorarea siguranței rutiere (Raicu & Costescu 2016)

Cod proiect	Descriere proiect	Investiții necesare, inclusiv costuri de operare și mentenanță pe durata de viață C (mil. euro)	Număr estimat de vieți salvate E	Raportul C/E
P1	Achiziționarea unor radare rutiere mobile	30	30	1,00
P2	Instalarea unor echipamente de înregistrare automată a autovehiculelor care nu respectă culoarea roșie a semaforului	40	20	2,00
P3	Echiparea unor autovehicule cu etilotestere pentru blocarea demarării	60	40	1,50
P4	Construirea unor separatoare de sens de mers pe unele drumuri	96	60	1,60
P5	Eliminarea unor obstacole rigide din vecinătatea căii	20	20	1,00

Analiza pentru stabilirea ordinii de recomandare a proiectelor poate avea în vedere și durate diferite de finalizare a proiectelor, apelând la scontarea investițiilor. Presupunând că duratele de realizare sunt cele din Tabelul 1.8, pentru o rată de scontare  $\alpha = 0,04$  s-au calculat rapoartele neactualizate,  $C/E$ , și actualizate  $(C/E)_t$ :

$$(C/E)_t = \frac{1}{t} \frac{C}{E} \sum_{i=1}^t \frac{1}{(1+\alpha)^i}, \quad (10)$$

unde  $t$  este durata de realizare a proiectului.



Tabelul 1.8. Rapoartele (C/E) actualizate (Raicu & Costescu 2016)

Cod proiect	Durata de realizare a proiectului $t$ (ani)	Raportul (C/E) neactualizat	Raportul (C/E) <sub>t</sub> actualizat
P1	1	1,00	0,96
P2	2	2,00	1,88
P3	2	1,50	1,41
P4	6	1,60	1,40
P5	2	1,00	1,88

Aceste rapoarte permit ordonarea preferințelor investiționale și anume P1, P4, P3, P5 și P2, respectiv o altă ierarhizare.

Întrucât proiectele sunt complementare, în funcție de resursele financiare se poate opta pentru finanțarea unuia sau a mai multor proiecte, în ordinea preferințelor relevate de raportul cost-utilitate. Nu este exclusă corectarea preferințelor privind realizarea proiectelor în raport cu alte criterii (disponibilitatea resurselor materiale și umane, fluidizarea circulației, corelări cu alte proiecte finalizate sau avute în vedere etc.).

## 2. Diseminarea rezultatelor

- Publicare lucrări în reviste:
  1. Raicu S., Costescu Dorinela, Burciu S. (2016) *Analysis of intrinsic factors contributing to urban road crashes*, International Journal of Safety and Security Engineering, Vol 6 (4), 11 pag. (în curs de publicare)
  2. Raicu S., Costescu Dorinela (2016) *"Risc rutier - siguranță rutieră" - în sprijinul unui plus de cunoaștere și responsabilizare*, Buletinul AGIR, Supliment nr.2 "Interacțiuni dintre transporturi și dezvoltarea regională" TRANSLU'16, 2016, pag. 5 - 12
  3. Negulescu Mihaela Hermina (2016) *Măsurile pentru creșterea siguranței deplasărilor pe rețeaua rutieră - câteva propuneri pentru Municipiul București*, Buletinul AGIR, Supliment nr.2 "Interacțiuni dintre transporturi și dezvoltarea regională" TRANSLU'16, 2016, pag. 23 - 29
  4. Raicu S., Costescu Dorinela, Roșca M. (2016), *Modele pentru estimarea accidentelor de circulație rutieră la nivelul zonelor urbane*, Buletinul AGIR, 2016, 8 pag. (în curs de publicare)
- Comunicări la conferințe naționale și internaționale:
  1. Costescu Dorinela, *Riscul asociat traficului rutier în zonele urbane*, Conferința "Drumuri mai sigure pentru România", Societatea Română a Auditorilor de Siguranță Rutieră, București, 7 octombrie 2016

2. Roșca M., *Modele pentru estimarea accidentelor de circulație rutieră la nivelul zonelor urbane*, Simpozionul Științific al Inginerilor Români de Pretutindeni - SINGRO 2016, Ediția a XII-a, cu tema "Soluții pentru un oraș inteligent", Craiova, 8-9 septembrie 2016
  3. Mihăiță M., *Conceptul Smart City, pentru o calitate superioară a vieții în mediul urban*, Zilele Academiei de Științe Tehnice din România, Ediția a XI-a, "Orașul inteligent", Târgu-Mureș, 6-7 octombrie 2016.
  4. Cuncev I., *Smart City Influence on Management of Institutions and Organizations*, Zilele Academiei de Științe Tehnice din România, Ediția a XI-a, "Orașul inteligent", Târgu-Mureș, 6-7 octombrie 2016.
  5. Negulescu Mihaela Hermina, *Considerații urbanistice cu privire la creșterea confortului și siguranței deplasărilor pietonale, în orașele românești*, Cea de-a XI-a ediție a conferinței de cercetare în construcții, economia construcțiilor, arhitectură, urbanism și dezvoltare teritorială având ca temă „Cercetări integrate pentru orașe reziliente, confortabile și sigure”
  6. Negulescu Mihaela Hermina, *Porți intermodale ale orașului București*, Cea de-a XI-a ediție a conferinței de cercetare în construcții, economia construcțiilor, arhitectură, urbanism și dezvoltare teritorială având ca temă „Cercetări integrate pentru orașe reziliente, confortabile și sigure”
- Coordonatorul proiectului, Universitatea Politehnica din București, în parteneriat cu Academia de Științe Tehnice din România și Asociația Generală a Inginerilor din România (Partenerul 3) au organizat Conferința "Interacțiuni dintre transporturi și dezvoltarea regională" - TRANSLU 2016, pe 24 iunie 2016.
  - 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 selectivă

- [1] Archer, J. *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; 2004.
- [2] Babusiaux, D., *Décision d'investissement et calcul économique dans l'entreprise*, Politiques et management public, Vol. 9 (4), 1991, pp. 146-147.
- [3] Badr, Y., Triomphe, A., Bluet, J.C., *Bilan économique et social de l'insécurité routière: tome 1: le circuit économique de l'insécurité routière*, Centre technique national d'études et de recherches sur les handicaps et les inadaptations, Vanves, France, 1992.
- [4] Boiteux, M.(Coord.), *Transports: choix des investissements et coût des nuisances*, Commissariat General du Plan, La Documentation Française, Paris, 2001.
- [5] Chin, H.-C., S.-T. Quek. *Measurement of traffic conflicts*. Safety Science 1997; 26 (3): 169-185.
- [6] Raicu S., Costescu Dorinela, "Risc rutier - siguranță rutieră" - în sprijinul unui plus de cunoaștere și responsabilizare, Buletinul AGIR, Supliment nr.2/2016 "Interacțiuni dintre transporturi și dezvoltarea regională" TRANSLU'16, 2016, pag. 5 - 12.
- [7] Costescu D., Raicu Ș., *Evaluarea performanțelor de siguranță a elementelor rețelei rutiere urbane*, Buletinul AGIR nr. 2/2014, pag. 120-126, București, România, 2014.
- [8] Costescu D., Raicu Ș., *On estimate of risk associated with urban road traffic*, în Mastorakis, N., Udriste, C., Gheorghe, O., Yordanova, S., Buzatu, C., Dumitrascu, A.E. (eds.), "Advances in Automatic Control. Proceedings of the 16th International Conference on Automatic Control, Modelling & Simulation (ACMOS 2014), Brașov, Romania, June 26-28, 2014", pag. 92-97, WSEAS Press, Recent Advances in Electrical Engineering Series – 35, 2014.
- [9] El-Basyouny, K., Sayed, T. *Safety performance functions using traffic conflicts*. Safety Science 2013; 51 (1): 160–164.
- [10] Elvik, R., *Cost-benefit analysis of road safety measures: applicability and controversies*, Accident Analysis and Prevention, 33, pp. 9-17; 2001.
- [11] Genre-Grandpierre C., *Laisser leur chance aux modes non mécanisés par l'aménagement des réseaux routiers*, Université de Franche-Comté, France, 2001.
- [12] Gettman, D., Pu, L., Sayed, T., Shelby, S. *Surrogate Safety Assessment Model and Validation*. Federal Highway Administration, Washington, DC.: Final Report No. FHWA-HRT-08-051; 2008.
- [13] Lebegue, D. (Coord.), *Revision du taux d'actualisation des investissements publics*, Commissariat général du Plan, Paris, 2005.
- [14] Migletz, D.J., Glauz, W.D., Bauer, K.M. *Relationships between traffic conflicts and accidents*. US Department of Transportation. Federal Highway Administration: Report No: FHWA/RD-84/042; 1985.
- [15] Negulescu Mihaela Hermina, Măsurile pentru creșterea siguranței deplasărilor pe rețeaua rutieră – câteva propuneri pentru Municipiul București, Buletinul AGIR, Supliment nr.2/2016 "Interacțiuni dintre transporturi și dezvoltarea regională" TRANSLU'16, 2016, pag. 23 - 29
- [16] Negulescu, Mihaela Hermina, *Mobilitate și formă urbană - aspecte teoretice*, Ed. Universitară "Ion Mincu", București; 2011.
- [17] Negulescu, Mihaela Hermina, *Practica urbanistică de remodelare sustenabilă a mobilității*, Ed. Universitară "Ion Mincu", București; 2011.

- [18] NODES' Consortium, NODES - New Tools for Design and Operation of Urban Transport Interchanges, European Commission-FP7, 2015.
- [19] PMUD București-Ilfov, *Planul de mobilitate urbană durabilă 2016-2030. Regiunea București – Ilfov*, Rom Engineering Ltd., AVENSA Consulting SRL, 2016, București, <http://pmud.ro/>
- [20] Raicu Ș., Costescu D., *Interacțiuni dinamice „mobilitate – urbanism”*, Buletinul AGIR nr. 2/2014, pag. 66-71, București, România.
- [21] Quinet, E. (Coord.), *L'évaluation socioéconomique des investissements publics*, Commissariat général à la stratégie et à la prospective, France, 2013.
- [22] Quinet, E., *Principes de l'économie des transports*, Economica, 1998.