



**NATIONAL UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
POLITEHNICA BUCHAREST**
Transport Faculty, Doctoral School of Transport

**CONTRIBUTIONS TO THE MODELING, SIMULATION AND
OPTIMIZATION OF TRANSPORT AND TRAFFIC SYSTEMS**
*(CONTRIBUȚII LA MODELAREA, SIMULAREA ȘI OPTIMIZAREA
SISTEMELOR DE TRANSPORT ȘI DE TRAFIC)*

Habilitation Thesis

(Teza de abilitare)

Domeniul Ingineria Transporturilor

Candidate: Assoc. Prof. PhD. Eng. Mircea Augustin ROȘCA
Department of Transport, Traffic and Logistics
Faculty of Transport

Bucharest 2026

Rezumat teză

Teza de abilitare reprezintă o sinteză a activității academice, științifice și profesionale desfășurate după obținerea titlului de doctor în Științe Inginerești, în anul 2012, evidențiind principalele direcții de cercetare, contribuțiile științifice originale și realizările profesionale din domeniul Ingineriei Transporturilor. Rezultatele științifice prezentate în teză provin din cercetări desfășurate în cadrul unor proiecte naționale și internaționale de cercetare, precum și din activități academice. Principalele rezultate au fost diseminate prin lucrări științifice publicate în reviste indexate Web of Science și prezentate la conferințe științifice naționale și internaționale.

Teza este structurată în două părți. Prima parte prezintă principalele realizări științifice obținute după acordarea titlului de doctor, organizate în funcție de principalele direcții de cercetare dezvoltate de autor. Un accent deosebit este pus pe abordările metodologice, modelele, tehnicile de simulare și metodele de optimizare propuse și aplicate sistemelor de transport și trafic. A doua parte este dedicată evoluției carierei academice, profesionale și de cercetare, evidențiind experiența dobândită în coordonarea activităților de cercetare și îndrumarea studenților, precum și principalele direcții propuse pentru dezvoltarea academică și științifică viitoare.

Tema centrală a tezei de abilitare o constituie dezvoltarea și aplicarea metodelor de modelare, simulare și optimizare pentru analiza sistemelor de transport și trafic. Cercetarea se concentrează asupra evaluării și îmbunătățirii performanțelor infrastructurilor, rețelelor și terminalelor de transport, prin aplicarea unor metode analitice și a unor instrumente software specializate.

Temele de cercetare dezvoltate de autor și integrate în tema principală a tezei sunt structurate în trei direcții majore:

- Modelarea, simularea și optimizarea fluxurilor de trafic rutier în rețelele urbane;
- Modelarea și simularea activităților din terminalele de transport și sistemele logistice;
- Modele de evaluare și suport decizional pentru transportul durabil și planificarea mobilității.

Structura tezei reflectă principalele direcții de cercetare dezvoltate de autor. Astfel, capitolul al doilea este dedicat modelării, simulării și optimizării fluxurilor de trafic rutier în rețelele urbane. Traficul rutier în rețelele urbane reprezintă un proces complex și dinamic, rezultat din interacțiunea dintre cererea de trafic, caracteristicile infrastructurii, sistemele de control al traficului și comportamentul individual al conducătorilor auto. Eterogenitatea acestor interacțiuni și variabilitatea lor în timp limitează utilizarea abordărilor exclusiv analitice, motiv pentru care simularea pe calculator constituie un instrument adecvat pentru reproducerea condițiilor de trafic și evaluarea diferitelor scenarii de trafic. În plus, congestia urbană nu poate fi soluționată exclusiv prin creșterea capacității infrastructurii rutiere, în special în zonele urbane dense, unde extinderea infrastructurii este limitată; prin urmare, este necesară o utilizare mai eficientă a rețelei existente prin măsuri de management și control al traficului. Simularea traficului permite, de asemenea, evaluarea unor efecte dificil de cuantificat direct în teren, inclusiv consumul de combustibil, emisiile poluante, indicatorii asociați siguranței și consecințele diferitelor măsuri de organizare a traficului.

În acest context, cercetările au vizat modelarea fluxurilor de trafic la diferite niveluri de detaliu, optimizarea funcționării semnalizării rutiere, microsimularea condițiilor de trafic urban, analiza congestiei și a măsurilor de management al traficului, precum și evaluarea efectelor acestora asupra performanței operaționale, siguranței și indicatorilor de mediu. Metodologia de modelare a fost utilizată, de asemenea, pentru analiza măsurilor de mobilitate urbană și a modificărilor cererii de trafic, oferind suport pentru evaluarea ex-ante a politicilor de transport și a intervențiilor asupra infrastructurii. Investigațiile mai recente au extins analiza către condiții de trafic mixt, care implică vehicule convenționale și vehicule

parțial automatizate, în cadrul cărora diferențele privind comportamentul conducătorilor auto și interacțiunile dintre vehicule pot influența semnificativ stabilitatea traficului, capacitatea și performanța generală a rețelei. Analiza a inclus, de asemenea, calibrarea și validarea modelelor de simulare pe baza datelor de trafic observate, precum și evaluarea scenariilor alternative de trafic prin intermediul unor indicatori precum debitul de trafic, întârzierea, lungimea cozilor și viteza medie de deplasare a vehiculelor.

Capitolul 3 prezintă rezultatele cercetărilor privind modelarea, simularea și optimizarea proceselor operaționale desfășurate în terminalele de transport de călători și mărfuri, precum și în sistemele logistice. Studiile se concentrează asupra evaluării organizării operaționale, alocării resurselor și optimizării proceselor de manipulare, transfer, depozitare și deservire, prin utilizarea unor programe software specializate de simulare.

Terminalele de transport și sistemele logistice se caracterizează prin interacțiunea mai multor subsisteme operaționale, a unor resurse eterogene și a unor fluxuri de transport cu variații temporale diferite. Prin rolul lor de conectare a diferitelor moduri de transport,, terminalele trebuie să asigure preluarea unor fluxuri care prezintă adesea grade diferite de continuitate, ceea ce impune existența unor capacități intermediare de depozitare și coordonarea operațiunilor de manipulare. Analiza individuală a subsistemelor terminalului este, prin urmare, insuficientă, deoarece operațiunile la dană, procesele de manipulare, activitățile de depozitare și conexiunile cu sistemele de transport terestru sunt puternic interdependente și determină împreună capacitatea și performanța globală a terminalului. În condițiile unor sosiri neuniforme și ale unui mod de funcționare cu caracter stohastic, utilizarea abordărilor analitice este limitată, în timp ce simularea cu evenimente discrete permite reproducerea succesiunii logice a operațiunilor, a constrângerilor privind resursele și a interacțiunilor dintre fluxuri.

Performanța terminalelor este influențată, de asemenea, de raportul dintre resursele disponibile și variabilitatea cererii, precum și de fiabilitatea echipamentelor de manipulare. Defectarea echipamentelor poate genera întârzieri care se propagă de-a lungul proceselor operaționale succesive și pot afecta, în final, performanța întregului lanț logistic. În acest context, simularea reprezintă un instrument eficient pentru evaluarea capacității și pentru testarea diferitelor variante de organizare și configurare tehnologică înainte de implementarea acestora.

Cercetările dezvoltate în cadrul acestei direcții au avut în vedere modelarea și simularea proceselor de manipulare și depozitare, evaluarea capacității terminalelor și a triajelor portuare, identificarea blocajelor operaționale, coordonarea resurselor de manipulare și analiza efectelor fiabilității echipamentelor asupra performanței sistemului. Analiza a fost extinsă de la procese tehnologice individuale la interacțiunea dintre subsistemele terminalului și conexiunile acestora cu fluxurile de transport rutier, feroviar și maritim.

În cadrul cercetărilor dedicate transportului de călători, au fost analizate organizarea terminalelor, fluxurile și traseele pasagerilor, duratele de deplasare pietonală, de așteptare și de deservire, precum și condițiile care influențează transferul intermodal și calitatea serviciilor. Astfel, proiectarea și organizarea terminalelor de călători influențează în mod direct calitatea serviciilor și performanța transferului, deoarece amplasarea peroanelor, duratele de deplasare pietonală și de așteptare, precum și coordonarea orarelor determină durata necesară călătorilor pentru realizarea transferului între modurile de transport.

Capitolul 4 prezintă contribuțiile privind evaluarea și sprijinirea procesului decizional pentru transportul durabil și planificarea mobilității. Planificarea transporturilor necesită metode adecvate pentru compararea soluțiilor alternative și evaluarea efectelor acestora înainte de implementare. Modelele de transport permit reproducerea condițiilor existente și susțin analiza modificărilor generate de dezvoltarea unei noi infrastructuri, de aplicarea unor soluții de mobilitate și de politicile de transport, furnizând informații cantitative necesare procesului decizional. Prin urmare, evaluarea soluțiilor propuse pentru îmbunătățirea sistemului de transport trebuie să ia în considerare atât beneficiile estimate, cât și efectele generate de implementarea acestora asupra performanței funcționării sistemului și asupra utilizatorilor.

În această direcție, activitatea științifică s-a concentrat asupra soluțiilor de mobilitate și a intervențiilor asupra sistemului de transport. În domeniul planificării mobilității urbane, au fost dezvoltate modele pentru analiza efectelor facilităților Park-and-Ride asupra cererii de transport, utilizării rețelei și comportamentului de deplasare ale utilizatorilor, permițând compararea diferitelor scenarii de dezvoltare. O altă componentă a activității științifice a vizat analiza investițiilor în infrastructura de transport, prin extinderea metodelor convenționale de evaluare, integrarea externalităților și a costurilor sociale generate în perioada de implementare a proiectelor, precum și luarea în considerare a influenței duratei lucrărilor și a momentului realizării investiției.

Cercetările mai recente s-au orientat către utilizarea tehnicilor de învățare automată și a instrumentelor de interpretare a modelelor în analiza dezvoltării sistemelor de transport. Aceste abordări au permis determinarea importanței relative, a efectelor neliniare și a interacțiunilor dintre factorii infrastructurali, spațiali și socio-economici care influențează performanța porturilor interioare și integrării acestora cu hinterlandul.

A doua parte a tezei prezintă evoluția carierei academice, profesionale și de cercetare a autorului, prin evidențierea experienței și competențelor dezvoltate în perioada postdoctorală. Această secțiune cuprinde activitățile academice și de cercetare ale autorului, experiența în îndrumarea studenților și coordonarea activităților de cercetare, precum și implicarea în proiecte naționale și internaționale de cercetare. Secțiunea finală este dedicată principalelor direcții propuse pentru dezvoltarea academică și științifică viitoare.

Principalele realizări academice, profesionale și de cercetare ale autorului sunt sintetizate după cum urmează:

I. Participarea la proiecte de cercetare, dezvoltare și inovare

A. Proiecte coordonate de autor

- a. Grant național GNaC ARUT 2023 Contract nr.208. 2023-2025 Modelarea și simularea rețelelor de trafic rutier mixt în regim congestionat(MOSIR)
- b. Grant național GNaC ARUT 2018 contract nr.5/15.10.2018 cod TR30-18-01 Modelarea traficului rutier urban prin metode analitice și simulare pe calculator
- c. Proiect MC, 2024, cod PN-IV-P2-2.2-MC-2024-0485, Contract nr. 312 / 09.11.2024. UEFISCDI Training software PTV-VISSIM VisVAP London
- d. Proiect MC 2017 PN-III-P1-1.1-MC-2017, Contract nr.3/26.10.2017 UEFISCDI - Training software transport modelling PTV-VISUM-London
- e. Proiect MC 2017 PN-III-P1-1.1-MC-2017, nr.317/15.12.2017 UEFISCDI - Access research infrastructure of University of Zagreb.

B. Proiecte în care autorul a participat ca membru al echipei

- a. ACROSEE -Accessibility improved at border CROSSings for the integration of South East Europe - SEE/D/0093/3.3/X- funded through South-East Europe Program from the European Regional Development Fund (24 partners, coordinator: C.E.I. Italy), Project Responsible Prof. Mihaela Popa,
- b. FLAVIA - Freight and Logistics Advancement in Central/South-East Europe - Validation of trade and transport processes, Implementation of improvement actions, Project Responsible Prof. Mihaela Popa,
- c. ECOSSED – Civic Education for Selective Waste Collecting in University Campuses - Contract 92110, 2008- 2011, PNCDI II, „Partnership in priority domains”, Director Prof. Eugen Rosca
- d. Development of the Integrated Mobility Plan in Dej Municipality, contract nr.83/22.09.2015, funded by City Hall Dej\

- e. Proiect ARUT, Contract Nr. 70/11.10.2023, Echipamente și tehnologii inovatoare pentru monitorizarea și controlul traficului rutier
 - f. Proiect ARUT, Contract Nr. 113 / 4.12.2023, Dezvoltarea unei platforme software inteligente pentru terminale intermodale de pasageri
 - g. Proiect ARUT, Contract Nr. 42 / 9.10.2023, Rețele logistice partajate pentru servicii SMART de transport de marfă
 - h. Proiect GEEX-UPB nr contract 65/25.09.2017 cod TR27-17-05 Simularea fluxurilor de trafic
 - i. Proiect GEEX-UPB nr contract 346/2016, Modelare și simulare în transport intermodal și logistici urbane,
 - j. Proiect GEEX-UPB nr contract 66/25.09.2017 cod TR27-17-05 Simularea terminalelor de transport,
 - k. Project for setting up a container terminal in Brănești-Ilfov County, Contract UTZ 441/2013, Beneficiary Unicom Tranzit,
 - l. Cercetări pentru estimarea și creșterea performanțelor de siguranță intrinsecă a rețelelor traficului urban -SAFENET- PN-II-PT-PCCA-2011-3.2-1439 (2012-2016), Director de proiect din partea UPB – CCPCT Director Prof.Dorinela Costescu.
- II. Dezvoltarea activității didactice și publicarea de materiale de specialitate
- Autorul a contribuit la dezvoltarea și modernizarea conținutului disciplinelor și la elaborarea unor materiale destinate procesului didactic și diseminării rezultatelor cercetării:
- a. Două manuale didactice pentru disciplinele: Fluxuri de trafic și Amenajări urbane și software pentru planning și design
 - b. Două îndrumare de laborator la disciplinele Tehnici de programare și Programarea calculatoarelor
 - c. Două cărți la edituri naționale
 - d. Două capitole de carte la editura internațională Taylor & Francis Group
- III. Coordonarea și îndrumarea cercetării studenților
- a. coordonarea proiectelor de diplomă din domeniul Ingineria transporturilor și a traficului, pentru cel puțin trei absolvenți anual;
 - b. coordonarea disertațiilor studenților înscriși în programul de master Transport și trafic urban;
 - c. îndrumarea temelor de cercetare științifică din cadrul programului de Master Transport și Trafic Urban;
 - d. participarea la activități de îndrumare în cadrul Școlii Doctorale a Facultății de Transporturi, pentru opt doctoranzi;
 - e. îndrumarea studenților pentru pregătirea și prezentarea lucrărilor în cadrul sesiunilor anuale de comunicări științifice studențești.
- IV. Stagii de cercetare, mobilități și programe de formare profesională
- A. Stagii de cercetare și formare în utilizarea programelor specializate
- a. Program de formare profesională „Introduction to Macroscopic Network Modelling with PTV VISUM”, susținut de specialiști PTV la Londra, Regatul Unit, și finanțat printr-un grant de mobilitate UEFISCDI (2017).
 - b. Stagiul de cercetare la Faculty of Transport and Traffic Sciences, University of Zagreb, Croația, finanțat printr-un grant de mobilitate UEFISCDI (2018).

- c. Curs de formare profesională privind simularea multi-metodă utilizând AnyLogic, organizat de AnyLogic North America (2024).
 - d. Program de formare profesională care a inclus cursurile „Introduction to PTV Vissim”, „Modelling Vehicle-Actuated Signal Programs with VisVAP” și „Realistic Pedestrian Simulation with Viswalk”, susținute de specialiști PTV la Londra, Regatul Unit, și finanțate printr-un grant de mobilitate UEFISCDI (2024).
- B. Programe de dezvoltare managerială și pedagogică
- a. program de formare în management organizat de Radacons, partener al Institutului pentru Dezvoltare Economică WIFI din Austria, în 2003, care a inclus management general și strategic, marketing, productivitate, calitate, cultură organizațională, management financiar, controlling și costing;
 - b. program de formare pentru ocupația de formator, cod COR 242401, finalizat în 2024, care a inclus proiectarea, organizarea, desfășurarea și evaluarea activităților de formare profesională a adulților.

Aceste realizări evidențiază experiența autorului în inițierea și coordonarea proiectelor de cercetare, participarea în echipe multidisciplinare, integrarea rezultatelor științifice în activitatea didactică și îndrumarea cercetării desfășurate de studenți, masteranzi și doctoranzi.

Pornind de la experiența acumulată în activitatea didactică și de cercetare, precum și de la competențele dobândite în domeniul Ingineriei transporturilor și în domenii complementare, obiectivele viitoare ale autorului vizează formarea și coordonarea unor echipe de cercetare interdisciplinare, în care să fie implicați și studenți doctoranzi. Aceste echipe vor urmări dezvoltarea unor cercetări multidisciplinare și interdisciplinare, orientate spre analiza și soluționarea problemelor complexe specifice sistemelor de transport și trafic.

Principalele direcții viitoare de cercetare sunt:

- I. Dezvoltarea și calibrarea modelelor de simulare a traficului pentru analiza rețelelor rutiere urbane
 - Dezvoltarea și calibrarea modelelor de simulare, ținând seama de caracteristicile locale ale fluxurilor de trafic și de comportamentul conducătorilor auto.
 - Analiza dinamicii traficului și evaluarea performanței rețelelor rutiere urbane.
 - Evaluarea prin simulare a scenariilor de dezvoltare a rețelelor rutiere și a măsurilor de mobilitate urbană, în raport cu efectele acestora asupra performanței rețelei și congestiei.
- II. Metodologii și sisteme inteligente pentru monitorizarea, predicția și managementul adaptiv al traficului rutier
 - Dezvoltarea unor metodologii pentru estimarea în timp real a parametrilor fluxurilor de trafic prin integrarea și prelucrarea datelor provenite din surse multiple.
 - Detectarea și anticiparea incidentelor, precum și evaluarea propagării efectelor acestora în rețelele rutiere urbane.
 - Dezvoltarea strategiilor adaptive de management și control al traficului, inclusiv optimizarea semaforizării, coordonarea intersecțiilor, prioritizarea transportului public și rutarea dinamică a vehiculelor.

- III. Modelarea și simularea activităților din terminalele de transport și sistemele logistice
- Modelarea și simularea fluxurilor și activităților din terminalele de transport și sistemele logistice.
 - Modelarea și optimizarea corelării circulației și a orarelor în nodurile de schimb intermodal și unimodal pentru călători.