

UNIVERSITY POLITEHNICA OF BUCHAREST
FACULTY OF TRANSPORT

REZUMATUL TEZEI DE ABILITARE

Modelling and simulation of transport activities

Modelarea și simularea activităților de transport

CANDIDAT:

Ruscă Florin-Valentin

Rezumatul tezei

În cadrul tezei sunt prezentate rezultatele relevante obținute din activitatea de cercetare realizată după obținerea titlului de doctor în Științe Inginerești, domeniul Transporturi. În capitolele tezei sunt integrate teme de cercetare studiate în cadrul programului Post Doctoral realizat de autor, dar și în cadrul proiectelor de cercetare conduse de acesta.

Tema principală a tezei este reprezentată de modelarea fluxurilor de transport pe rețelele din teritoriu, respectiv a activității în terminalele de transport și nodurile de confluență dintre diferitele sisteme de transport (rutiere, feroviare sau maritime).

În realizarea aplicațiilor practice autorul a utilizat instrumente software dedicate, recunoscute la nivel internațional. La nivelul rețelei de transport autorul a utilizat aplicația PTV Visum. Rolul cercetării a fost de a evalua comportamentul fluxurilor de trafic pe rețeaua rutieră națională de transport în raport cu o componentă critică a acesteia și anume podurile dunărene. Utilizarea modelării de tip macro a fluxurilor de trafic ajută la predicția volumului și distribuției fluxurilor de trafic pe diferite sectoare ale rețelei de transport și la evaluarea accesibilității pentru diferite puncte ale rețelei în care se pot găsi porturi, orașe sau alte puncte de interes. Modelarea de tip macro permite de asemenea determinarea limitei hinterlandului porturilor maritime pentru diferite tipuri de mărfuri transportate. Aplicații specifice au fost dezvoltate pentru cazul mărfurilor de tipul cerealelor.

La nivelul terminalelor de transport și puncte de trecere a frontierei în teză sunt prezentate aplicații ale simulării cu evenimente discrete. Aplicația Rockwell Arena este utilizată pentru dezvoltarea de modele de simulare a activității din terminalele de marfă și pasageri. Interacțiunea dintre diversele operațiuni și procese tehnologice este modelată cu ajutorul blocurilor logice și a entităților de simulare. Un număr de cinci modele de simulare sunt prezentate în teză după cum urmează:

- Model de simulare a activității într-un terminal de pasageri aflat la confluența dintre rețeaua de transport urbană și cea feroviară regională, respectiv națională
- Model de simulare a activității unei stații de triaj
- Model de simulare pentru evaluarea impactului fiabilității echipamentelor dintr-un terminal de marfă
- Model de simulare pentru evaluarea impactului pe care îl are manipularea mărfurilor periculoase în activitatea terminalului maritim
- Model de simulare pentru evaluarea impactului pe care îl are dimensionarea zonei de chei asupra capacității de tranzit din terminalele de containere

Separat, de acestea, în teză sunt prezentate rezultatele cercetării și dezvoltării unui sistem de preselecție a vehiculelor de marfă în punctele de trecere a frontierei în raport cu țara de proveniență, greutatea pe osie și lungimea acestora. Modelul de simulare dezvoltat a fost utilizat în realizarea logicii sistemului și a regulilor de separare a fluxurilor de trafic de marfă pe segmentul de autostradă Arad-Nădlac.

Componenta de cercetare dedicată modelării la nivel macro a fluxurilor de trafic pe rețeaua națională de drumuri este o continuare a cercetării realizate în cadrul programului de doctorat. Două direcții de cercetare au fost dezvoltate și anume:

- Evaluarea accesibilității porturilor maritime în raport cu podurile Dunărene
- Evaluarea formei hinterlandului porturilor maritime în raport cu rețeaua rutieră pentru diferite praguri de timp

În ultima parte a tezei sunt prezentate rezultatele activității didactice și de cercetare obținute în perioada de după dobândirea titlului de doctor în științe inginerești. Activitățile de cercetare și predare sunt strâns legate, iar experiența anterioară în domeniul cercetării este un catalizator pentru ca resursa umană, parte din echipe de cercetare să devină competitivă în competițiile cu finanțare națională sau europeană. Principalele realizări în domeniu sunt:

- I. Contribuție la proiectele de cercetare/dezvoltare/inovare pentru agenți economici, municipalități sau obținute prin concurs/licitație, finanțate din fonduri naționale sau europene pentru cercetare
- II. Dezvoltarea/modernizarea conținutului disciplinelor și publicarea de materiale didactice, cărți și capitole de carte:
 - a. Două manuale didactice pentru disciplinele: Fiabilitate Funcțională a Sistemelor de Transport și Amenajări urbane și software pentru planning și design
 - b. Trei îndrumare de laborator la disciplinele Informatică și Cibernetică în Transporturi, Tehnici de programare și Programarea calculatoarelor
 - c. Trei capitole de carte la editurile internaționale Springer și Taylor & Francis Group
 - d. Trei cărți și un capitol la edituri naționale
- III. Coordonarea cercetării studenților:
 - a. Proiecte de diplomă în domeniul Ingineria transporturilor și a traficului (cel puțin 5 absolvenți pe an);
 - b. Disertații pentru studenții la master
 - c. Cercetarea științifică pentru masterul Transport și Trafic Urban și masterul Logistica Transporturilor
 - d. Activități de îndrumare în cadrul școlii doctorale "Transport" (6 doctoranzi).
 - e. Sesiuni științifice anuale ale studenților
- IV. Participarea la activități de evaluare (expert) pentru proiectele de cercetare/inovare din Polonia și la nivel European
- V. Stagii de cercetare
 - a. Universitatea din Zagreb, Grant UEFISCDI 2018
 - b. PTV London -Visum, Grant UEFISCDI 2017
 - c. PTV Karlsruhe -Visum modelling model, Grant UEFISCDI 2018
 - d. Universitatea Oxford-Infrastructure, Grant UEFISCDI 2019
- VI. Stagii de predare prin programul ERASMUS
 - a. Universitatea Țării Bascilor, Bilbao, Spania, 2019
 - b. Universitatea din Zagreb, Croația, 2021
 - c. Universitatea din Zagreb, Croația, 2022
 - d. Universitatea din Zilina, Slovacia, 2022

Luând în considerare experiența anterioară, activitatea de cercetare, direcțiile de predare obiectivele autorului sunt orientate spre construirea și cooperarea în echipe eterogene de cercetare care să includă și studenți doctoranzi, cu scopul de a dezvolta studii multi și interdisciplinare.

Viitoarele direcții de cercetare sunt:

- I. Dezvoltarea de noi modele de simulare a activității în terminale de transport
- II. Evaluarea implicației entropiei din informația furnizată de echipamentele de colectare a datelor de pe rețeaua națională de autostrăzi
- III. Dezvoltarea de modele privind gestiunea fluxurilor de produse de primă urgență în caz de apariție a evenimentelor de tipul calamităților naționale, războaie, revolte, etc

Thesis summary

Within the thesis, the relevant results obtained from the research activity carried out after obtaining the title of doctor in Engineering Sciences, in the field of Transport, are presented. The chapters of the thesis include research topics studied within the Post-Doctoral programme carried out by the author, but also within the research projects led by him.

The main research topic of the thesis is represented by the subject of modelling of transport flows on the networks located in the territory, respectively the activity in the transport terminals and in the confluence nodes between the different transport systems (road, rail or maritime).

In the realization of the practical applications, the author used dedicated software tools, recognized at the international level. At the level of the transport network, the author used the PTV Visum application. The role of the research was to evaluate the behaviour of traffic flows on the national transport road network in relation to a critical component of it, namely the Danube bridges. The use of macroscopic modelling of traffic flows helps to predict the volume and distribution of traffic flows on different sectors of the transport network and to assess accessibility for different points on the network where ports, cities or other points of interest can be found. Macroscopic modelling also allows to determine the hinterland limit of seaports for different types of transported goods. Specific applications have been developed for cereals type of goods.

Applications of simulation with discrete events are presented in the thesis at the level of transport terminals and border crossing points. The Rockwell Arena software application is used to develop simulation models of the activity from cargo and passenger terminals. The interaction between various technological operations and processes is modelled with the help of logic blocks and simulation entities. A number of five simulation models are presented in the thesis as follows:

- Simulation model of the activity in a passenger terminal located at the confluence between the urban transport network and the regional, respectively national railway network,
- Simulation model of the activity of a shunting yard,
- Simulation model for assessing the impact of the equipment reliability in a cargo terminal,
- Simulation model for assessing the impact that dangerous goods handling processes have on the activity of the maritime terminal,
- Simulation model for evaluating the impact that the dimensioning of the maritime berth area has on the transit capacity in the container terminals.

Separately from the models described above, the thesis presents the results of the research and development of a system for pre-selection of goods vehicles at border crossing points in relation to the country of origin, axle weight and their length. The developed simulation model was used in the realization of the logic of operations in the system and the rules for separating the flows of freight traffic on the Arad-Nădlac highway segment.

The research component dedicated to macro-level modelling of traffic flows on the national road network is a continuation of the research carried out in the doctoral program. Regarding that, two research directions have been developed, namely:

- Evaluation of the accessibility of seaports in relation to the Danube bridges
- Evaluation of the shape of the hinterland of seaports in relation to the road network for different time thresholds

In the last part of the thesis, the results of the didactic and research activities obtained in the period following the obtaining of the title of doctor in engineering sciences are presented. Research and teaching activities are closely related, and previous research experience is a catalyst for the human resource, part of research teams to become competitive in competitions with national or European funding. The main achievements in the research domain are:

- I. Contribution to research/development/innovation projects for economic agents, municipalities or obtained through competition/auction, financed from national or European funds for research
- II. Development/modernization of the content of courses and publication of didactic materials, books and book chapters:
 - a. Two didactic manuals for the courses: Functional Reliability of Transport Systems and Urban Planning and software for planning and design,
 - b. Three guidelines for applied works (laboratory) for the courses of Informatics and Cybernetics in Transport, Programming Techniques and Computer Programming,
 - c. Three book chapters published by international publishers Springer and Taylor & Francis Group,
 - d. Three books and one book chapter published by national publishers.
- III. Coordination of students' research activity:
 - a. Bachelor theses in the field of Transport and Traffic Engineering (at least 5 graduates per year coordinated),
 - b. Master degree theses for students enrolled in master's programs,
 - c. Scientific research for students enrolled in Urban Transport and Traffic master programme and Transport Logistics master programme,
 - d. Research guidance activities within the doctoral school "Transport" (6 doctoral students),
 - e. In Annual Student Scientific Communication Sessions at bachelor degree level and master's programs level.
- IV. Participation in evaluation activities (expert position) for research/innovation projects in Poland but also extended at European level
- V. Research internships
 - a. University of Zagreb, Grant UEFISCDI 2018,

- b. PTV London -Visum, Grant UEFISCDI 2017,
 - c. PTV Karlsruhe -Visum modelling model, Grant UEFISCDI 2018,
 - d. Oxford University/TSU -Infrastructure, Grant UEFISCDI 2019.
- VI. Teaching mobility through ERASMUS + programme
- a. University of the Basque Country, Bilbao, Spain, 2019,
 - b. University of Zagreb, Croatia, 2021,
 - c. University of Zagreb, Croatia, 2022,
 - d. University of Zilina, Slovakia, 2022.

Taking in consideration the previous experience regarding the research activity and teaching fields of interest, the author's objectives are oriented towards building and cooperating in heterogeneous research teams that also must include doctoral students, with the aim of developing multi- and interdisciplinary studies:

The proposed future research directions are:

- I. Development of new simulation models for activities in transport terminals
- II. Evaluating the entropy implication from information provided by data collection equipment on the national highway network.
- III. The development of models regarding the management of first emergency product flows in the situation of the occurrence of events such as national calamities, wars, riots, etc.