

Transportul inteligent: provocarea orașelor din viitor / Smart transportation: the challenge of future cities

Radu-Gabriel Pătrașcu (1)

(1) Doctorand, Școala Doctorală de Urbanism, Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”, București, România

Abstract. For the past 20 years, transport efficiency has been a constant priority in the context of increased traffic congestion all over the world. Meanwhile, the advance in real-time information transfer technology made the development of complex transport communication systems possible, technology that is now being used primarily in urban public transport efficiency programs. In this context, personal automated vehicles benefited from a substantial advance in development technology, multiple real life tests having been conducted in the past with optimistic results. This paper is an introduction to the main issues that may affect urban development in the context of rapid advance in transportation technology. In essence, the article briefly defines the concept of intelligent transport and dynamic urban planning, followed by a synthesis of potential effects of the most recent developments in transportation technology on urban growth. The article concludes with defining the relation between the evolution of intelligent transport and the dynamics of urban areas.

Key words: urban mobility, ITS, autonomous vehicles, GIS, future cities.

1. Introducere

1.1. Context

Obiectivul lucrării este reprezentat de evaluarea critică a principalelor ipoteze cu privire la impactul transportului inteligent asupra dezvoltării urbane.

Conform unui studiu realizat de UNICEF¹ în anul 2012 cu privire la creșterea populației urbane pe glob, până în 2050 două treimi din oameni vor locui în zone metropolitane. În acest context, și ținând cont de faptul că aproximativ jumătate din spațiul urban actual este destinat infrastructurilor de transport², se identifică deja problematica majoră cu care orașele, și în special metropolele, se vor confrunta în următorii ani – supraaglomerarea traficului și imposibilitatea de a extinde în continuu infrastructura de transport pentru a satisface cererea. Cum va putea fi gestionat spațiul urban disponibil, având în vedere că deja se resimt limitările în ceea ce privește numărul de activități, și în consecință numărul de deplasări, pe care acesta le poate susține, fără a sacrifica siguranța, confortul sau libertatea unei dezvoltări economice susținute?

Luând în considerare avansul tehnologic din ultimii ani, dar și situația centrelor urbane supra-aglomerate de traficul auto, țările europene caută acum soluții cât mai eficiente pe termen lung pentru depășirea acestor dificultăți, iar Finlanda este cel mai bun exemplu,

¹ Studiul, realizat împreună cu studiul de design Periscopic, este gândit sub forma unei evaluări anuale a datelor statistice cu privire la creșterea populației urbane pe glob. Raportul la care se face referire în documentul de față conține date din anul 2012.

² Manville, M., Shoup, D. (2005). „Parking, People, and Cities” *Journal of Urban Planning and Development*, **131** (4), 233-45.

beneficiind deja de o politică la nivel național pentru dezvoltarea unor sisteme inteligente de gestiune și planificare a transportului urban.

1.2. Probleme actuale ale mobilității și aspecte relevante pentru dezvoltarea urbană

Contextul european actual evidențiază problematica generală cu care se confruntă mobilitatea în cadrul urban din două perspective: una a țărilor dezvoltate din Europa de Vest și de Nord, și cealaltă a țărilor în curs de dezvoltare din Europa Centrală și de Est. Elementul comun îl reprezintă numărul mult prea mare (și în unele cazuri în creștere) de automobile raportat la posibilitățile fizico-spațiale ale orașelor, aspect care contribuie la ambuteiaje și la blocarea infrastructurii rutiere urbane, rezultatul final concretizându-se sub forma creșterii continue a poluării aerului. Prima perspectivă, a țărilor din Europa de Vest și de Nord, descrie o situație în care maximumul problemei încă nu a fost atins, existând deja o serie de măsuri implementate pentru a contracara efectele nedorite – dar acest maximum va fi cu certitudine atins în viitor. Cea de-a doua perspectivă, respectiv cazul Europei Centrale și de Est, descrie situația în care măsurile preventive abia acum încep a fi asumate, existând însă un ritm mult accelerat de evoluție a situației către maximumul problemei în discuție.

Problema generală care afectează mobilitatea urbană actuală trebuie privită din mai multe perspective, aceasta fiind de fapt un cumul de deficiențe pe mai multe paliere și domenii. Într-o primă fază însă pot fi identificate principalele aspecte care contribuie la dezvoltarea acestei probleme.

1.2.1. Problema spațiului fizic disponibil

Problema spațiului care să poată acomoda deplasarea nu este cu siguranță una nouă, însă aceasta s-a acutizat în ultima perioadă. Odată cu dezvoltarea tehnologică și cu îmbunătățirea nivelului de trai al populației de după cel de al Doilea Război Mondial, accesul la un mijloc de transport care să satisfacă cât mai fidel nevoile utilizatorului a devenit imperios necesară, și deopotrivă viabilă din punct de vedere financiar. Astfel, rețeaua rutieră a ajuns, în repetate rânduri, în incapacitatea de a face față fluxurilor crescute de automobile, indiferent de ajustările ori modernizările aplicate pentru a crește capacitatea acesteia³.

În prezent, mai multe orașe europene (dar nu numai) se confruntă – unele dintre ele deja de câțiva ani – cu lipsa de spațiu fizic pentru a putea permite deplasări motorizate individuale fără niciun fel de constrângeri. Din acest motiv, există o necesitate accentuată de a găsi o soluție durabilă la această problemă, care își face acum simțită prezența și în Europa de Est, și nu doar reglementări de moment, care nu au capacitatea de a susține un trend descendent în utilizarea automobilului personal pe termen lung. În viitorul nu foarte îndepărtat, și fără aplicarea măsurilor necesare, orașele țărilor în curs de dezvoltare, membre ale Uniunii Europene (Ungaria, România, Bulgaria, Slovacia etc.), își vor atinge capacitatea maximă în ceea ce privește posibilitățile de a susține deplasările individuale – practic, nu va mai exista spațiu, din punct de vedere fizic, pentru numărul tot mai mare de

³ Duranton, G., Turner, A.M. (2011). „The Fundamental Law of Road Congestion: Evidence from US Cities” *American Economic Review*, **101** (6), 2616-52.

automobile personale⁴. Aceeași situație potențială se regăsește și în cazul orașelor din Europa de Vest, însă ritmul cu care acestea se îndreaptă spre un blocaj din punct de vedere al gestionării deplasărilor este mult mai puțin accelerat, datorită pachetelor de măsuri deja implementate cu ani în urmă.

În capitala Finlandei, Helsinki, unul din orașele care au dedicat în ultimii ani numeroase resurse pentru a minimiza efectele negative ale transportului motorizat individual, problema congestiei în trafic este încă de actualitate. Aglomerarea rețelei stradale, deși la un nivel mai scăzut comparativ cu alte orașe europene, afectează traficul din zona metropolitană, dar și pe cel din interiorul orașului – în special pe traseul inelelor rutiere ocolitoare și pe arterele radiale, care conduc către centru. Congestia traficului a reprezentat o problemă mai ales în interiorul ariei centrale a orașului, însă în această zonă s-a putut menține un relativ echilibru între nevoia de deplasare și spațiul fizic disponibil prin diverse politici și măsuri (politică de parcare, transport public eficient și în acord cu cererea etc.)⁵. Helsinki este așadar un bun exemplu, care susține ipoteza enunțată anterior, cu privire la problematica mobilității din perspectiva țărilor dezvoltate, membre ale Uniunii Europene.

Privind din perspectiva țărilor în curs de dezvoltare din Europa de Est, Bucureștiul reprezintă unul din cele mai evocative cazuri de suprautilizare a infrastructurii rutiere urbane – capitala României este clasată pe locul 2 în Europa (respectiv 6 în lume) din perspectiva gradului de congestie a traficului⁶. În mod similar cu cazul Helsinki, dar într-o proporție diferită, principalele trasee rutiere din oraș - inelul ocolitor al zonei centrale, arterele radiale de intrare în oraș și intersecțiile dintre ele - în special în zona de nord și la conexiunea cu autostrăzile – sunt afectate de ambuteiaje, capacitatea anumitor străzi și intersecții fiind atinsă sau chiar depășită⁷.

⁴ Luând ca exemplu cazul Regiunii București - Ilfov, față de anul 1990, când numărul de autoturisme noi înmatriculate era de 252.512, în anul 2014 numărul este de 1.018.209. Acest fapt semnalează o creștere semnificativă care, conform datelor colectate în fiecare an, urmează un trend anual ascendent. – datele au fost obținute de la Institutul Național de Statistică – ultima actualizare 29.05.2015. Această situație are ca și catalizator principal chestiuni de ordin economic și social – în primul rând condițiile de viață îmbunătățite și accesul nestingerit la bunuri, care nu exista în perioada comunistă, au generat un mod de viață complet diferit față de cel de dinainte de 1989 – acum aproape oricine își permite, mai greu sau mai ușor, să-și achiziționeze un automobil la care nu avea acces acum 25-30 de ani, iar această posibilitate financiară a devenit în societatea românească actuală un indicator al bunăstării (aspect care se regăsește într-o formă sau alta la toate popoarele din fostul bloc comunist).

⁵ Ministerul de Transport și Telecomunicații al Finlandei (2009), *Helsinki Region Congestion Charging Study – Summary*, Ministerul de Transport și Telecomunicații, Finlanda. Disponibil la: http://www.epomm.eu/newsletter/v2/content/2015/0415/doc/RUMA_I_summary.pdf, [Accesat 3.08.2016].

⁶ Clasificarea (*TomTom Traffic Index*) este realizată de către compania olandeză TomTom, producător de sisteme de navigație și hărți GPS, pe baza datelor statistice colectate de la utilizatorii acestor sisteme la nivel mondial. Metodologia de clasificare se bazează pe măsurători ale timpilor de deplasare pe parcursul întregii zile și în perioadele de vârf de trafic, care ulterior sunt comparate cu timpii de deplasare din intervalele orare cu trafic redus – *free flow conditions*; diferența dintre cele două măsurători este exprimată ca procent în creșterea timpului de deplasare. Clasificarea are la bază date colectate în anul 2015. Lista și metodologia sunt disponibile la: https://www.tomtom.com/en_gb/trafficindex/#/list, [Accesat 3.08.2016].

⁷ Japan International Cooperation Agency – JICA (2000), *The Comprehensive Urban Transport Study of Bucharest City and its Metropolitan Area – Final Report*, Primăria Municipiului București, București, România 5-13.

1.2.2. Problema creșterii numărului de autovehicule

În ceea ce privește creșterea parcului auto la nivel mondial, se estimează că numărul total de vehicule pe glob va crește de la aproximativ 800 de milioane (la nivelul anului 2002) până la peste două miliarde în 2030⁸.

1.2.3. Problema poluării mediului

Numărul tot mai mare de automobile, a căror viteză de deplasare în mediul urban scade în mod constant, determină creșterea poluării aerului cu diferite substanțe și particule nocive - monoxid și dioxid de carbon, dioxid de nitrogen, oxid de sulf etc.

Poluarea mediului ambiant este în prezent cel mai vehiculat neajuns al deplasărilor motorizate, existând numeroase studii⁹ care evidențiază rolul negativ al utilizării combustibililor fosili pe scară largă pentru deplasările zilnice, individuale. În plus, cu toate că au fost introduse o serie de noi reglementări care stabilesc standardul de emisii pentru autovehiculele noi înmatriculate, spre exemplu, în țările membre ale Uniunii Europene¹⁰, efectul acestora este insuficient pentru a putea contracara numărul din ce în ce mai ridicat de autovehicule și creșterea dimensiunilor acestora – aspecte care, în final, contribuie la creșterea emisiilor poluante¹¹.

1.3. Definirea conceptelor

1.3.1. Sisteme Inteligente de Transport / Intelligent Transportation Systems (ITS)

Termenul ITS (acronim în limba engleză care va fi utilizat în acest articol) are la origine cuvântul telematică, care la rândul său provine din *télématique* (fr.). Termenul în limba franceză a fost utilizat pentru prima dată în anul 1978 de către Simon Nora și Alain Minc, și definește transmiterea informației prin intermediul rețelelor de telecomunicație și procesul computerizat de procesare a acesteia¹². Diferiți autori descriu termenul “telematică” ca fiind tehnologia telecomunicației, informației și a soluțiilor de control automatizat, adaptată la nevoile sistemelor fizice pentru care sunt utilizate¹³. Aplicarea telematicii în domeniul

⁸ Dargay, J., Gatley, D., Sommer, M. (2007), „Vehicle Ownership and Income Growth, Worldwide: 1960-2030” *The Energy Journal - International Association for Energy Economics*, **4**, 143-70.

⁹ Există diferite studii care clarifică problematica poluării aerului cauzată de utilizarea vehiculelor cu combustibili fosili, unele dintre ele accentuând efectul negativ asupra omului - Cf. Wargo, J., Wargo, L., Alderman, N. (2006), *The Harmful Effects of Vehicle Exhaust, A Case for Policy Change*, Environment & Human Health, Inc, Connecticut, Statele Unite ale Americii.

¹⁰ Parlamentul European (2014). „Regulamentul (UE) nr. 333/2014 al Parlamentului European și al Consiliului din 11 martie 2014 de modificare a Regulamentului (CE) nr. 443/2009 pentru a defini modalitățile de realizare a obiectivului prevăzut pentru anul 2020 de reducere a emisiilor de CO₂ generate de autoturismele noi”.

¹¹ Comisia Europeană (2007). „Commission plans legislative framework to ensure the EU meets its target for cutting CO₂ emissions from cars”, Comunicat de presă IP/07/155. Disponibil la: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-07-155_en.htm?locale=en, [Accesat 6.10.2015].

¹² Goel, A. (2007), „Fleet telematics – Real – Time management and Planning of Commercial Vehicle Operations. Operations Research”, *Computer Science Interfaces Series*, **40**.

¹³ Mikulski, J. (2007). *Advances in Transport Systems Telematics*, Faculty of Transport, Katowice, Polonia.
Nowacki, G. (2008). *Road transport telematics. Monograph*, Motor Transport Institute, Varșovia, Polonia.

transporturilor definește Sistemele Inteligente de Transport (Intelligent Transportation Systems / ITS), respectiv un sistem în care oameni, vehicule și infrastructura necesară sunt interconectate în cadrul unei rețele utilizând tehnologii informatice avansate¹⁴. Utilizarea sistemelor ITS în domeniul transporturilor publice s-a dezvoltat în ultima perioadă atât pe teritoriul american cât și în Europa. Astfel, utilizatorii beneficiază de acces actualizat în timp real la diverse informații specifice, în cazul transportului de persoane, iar operatorii transportului de marfă primesc informații, de asemenea actualizate, cu privire la întregul lanț logistic. În prezent, tehnologia ITS este propusă a fi utilizată extensiv în domeniul transportului public, cu scopul de a eficientiza acest mijloc de deplasare din punct de vedere al costurilor, al timpilor de parcurgere al traseelor dar și din punct de vedere economic.

1.3.2. Vehiculele autonome

Automatizarea deplasării vehiculelor, fără niciun aport uman, este în prezent un obiectiv împlinit într-o proporție semnificativă. Cu ajutorul camerelor de tip radar, a sistemelor GPS, a senzorilor cu sensibilități ridicate la lumină precum și a unităților centrale de control al vehiculelor, automobilul autonom a ajuns în prezent într-un stadiu avansat de dezvoltare.¹⁵ În acest context, în anul 2013, Administrația Națională pentru Siguranța Traficului (NHTSA) – parte a Departamentului pentru Transporturi al Statelor Unite ale Americii, a definit vehiculul autonom printr-o clasificare a nivelurilor de conducere automatizată posibile, pe o scară de la 0 la 5¹⁶, pentru o mai bună clasificare și înțelegere a nivelului tehnologic al fiecărui vehicul.

1.3.3. Sisteme Informaționale Geografice (SIG) / Geographical Information Systems (GIS)

Termenul GIS (acronim în limba engleză care va fi utilizat în acest articol) a fost explicat de-a lungul anilor de către mai mulți autori, însă pentru simplificarea înțelegerii, aici va fi utilizată definiția lui Parker H. D.¹⁷ – o tehnologie a informației care stochează, analizează și

Piecha, J. (2003). *Register and data process in transport telematics systems. Monograph*, Silesian University of Technology, Gliwice, Polonia.

Tokuyama, H. (1996). „Intelligent transportation systems in Japan” *Public Road*, 60 (2).

¹⁴ Berghout, L., Bossom, r., Chevreuil, M., Burkert, A., Franco, G., Gailliet, J. F., Pencole, B., Schulz, H. J. (1999), *Transport Telematics System Architecture. Constraint analysis, mitigation strategies and recommendations*, Directoratul General XIII al Comisiei Europene pentru Societatea Informațională, Bruxelles.

¹⁵ Google Self Driving Car (2016), [Online], Disponibil la: <https://www.google.com/selfdrivingcar/>, [Accesat 3.08.2016].

¹⁶ Nivelul 0 – controlul automobilului este exclusiv uman – direcție, frânare, accelerație, putere etc. Nivelul 1 presupune control semi-automat al vehiculului – majoritatea funcțiilor sunt în controlul șoferului, cu excepția unora dintre ele care pot fi comandate automat de către unitatea centrală a automobilului (ex. frânarea de urgență, menținerea unei viteze constante, menținerea unei distanțe prestabilite față de autovehiculului din față etc.). Nivelul 2 presupune existența a cel puțin două funcții automate care, prin activarea concomitentă, să permită deplasarea vehiculului fără ca șoferul să controleze accelerația/frânarea și direcția (ex. sistem de menținere a unei viteze/distanțe față de cel din față constante și sistem de menținere în cadrul benzii de circulație). Nivelul 3 – șoferul poate fi implicat în controlul automobilului, însă acest nivel presupune posibilitatea activării unui program mai complex de conducere autonomă prin automatizarea principalelor funcții de siguranță ale vehiculului, în anumite condiții de trafic. Pe scurt, controlul șoferului nu este strict necesar, însă este recomandată o monitorizare din partea acestuia a acțiunilor unității de comandă. Nivelul 4 presupune ceea ce astăzi se numește „control complet autonom”. Vehiculele dotate cu sisteme care se încadrează în acest nivel trebuie să fie capabile, prin unitatea de comandă, să realizeze toate acțiunile care permit deplasarea, inclusiv cele de siguranță, și să monitorizeze condițiile de drum/de circulație pe întreg parcursul călătoriei. În final, Nivelul 5 definește vehiculele complet autonome, care nu oferă posibilitatea controlului manual.

¹⁷ Parker, H. D. (1988), „The unique qualities of a geographic information system: a comentary”, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54 (11), 1547-49.

generează atât date spațiale cât și date non-spațiale (descriptive). La această descriere generală se poate adăuga, pentru o mai bună înțelegere, faptul că această tehnologie oferă utilizatorului un set automatizat de funcții pentru stocarea, manipularea și generarea datelor localizate geografic¹⁸. Așadar, aplicarea GIS în gestiunea unui oraș va face apel la stocarea, actualizarea, prelucrarea, analiza și afișarea mai multor informații, localizate geografic, eficientizând astfel ca proceduri și ca timp planificarea urbană.

Gestiunea dinamică (în timp real) a unui oraș presupune existența a două componente esențiale, respectiv o bază de date a orașului și un program de calcul dedicat care să opereze informațiile din baza de date, cu ajutorul căruia să se poată realiza gestiunea efectivă din punct de vedere al planificării urbanistice. Pornind de la premisa că a doua componentă ține de dezvoltarea în sine a softului respectiv, aspect care nu va fi detaliat în această lucrare, rămâne de identificat ce ar putea însemna baza de date care ar putea sta la baza gestiunii dinamice a orașului.

1.3.4. Sistem de Poziționare Globală / Global Positioning System (GPS)

Sistemul global de navigare prin satelit (GNSS) este definit de către Organizația Internațională a Aviației Civile (ICAO) ca un sistem de poziționare și determinare globală, care include una sau mai multe constelații satelitare, aeronave – receptori și un sistem de monitorizare, necesar pentru calcularea operațiilor de navigare cerute de sursă¹⁹.

Sistemul GPS (acronim în limba engleză care va fi utilizat în acest articol) este un sistem de navigare prin satelit operat de Statele Unite ale Americii, proprietar acestora încă de la dezvoltarea acestuia, de la începutul anilor 1970. Un număr de 57 de sateliți GPS au fost plasați pe orbită (reprezentând una din cele două constelații satelitare cărora li se aplică standardele ICAO), 31 dintre aceștia fiind în prezent operaționali.

Sistemul GPS oferă două tipuri de servicii: unul dedicat utilizatorilor civili - Sistemul Standard de Poziționare (STS) și un al doilea dedicat utilizatorilor speciali – în principal armata Statelor Unite ale Americii și armatele aliate acestora – Sistemul Preciz de Poziționare (PPS).

1.3.5. Internet of Vehicles (IoV)

Conceptul *Internet of Vehicles* (IoV)²⁰ face posibilă comunicarea dinamică dintre vehicul și toate celelalte componente ale unui sistem inteligent de trafic, existând câteva tipuri de comunicare specifice sistemului: comunicare V2V (vehicul cu vehicul), comunicare V2D (vehicul cu drum), comunicare V2O (vehicul cu om), comunicare V2S (vehicul cu senzor).

Acest sistem integrează o bază de date comună care permite colectarea și accesarea mai multor tipuri de informații legate de vehicule, drumuri și elemente complementare (ex. telefoane inteligente). În plus, permite procesarea și răspândirea informațiilor în mod

¹⁸ Ozemoy, V. M., Smith, D. R., Sicherman, A. (1981), „Evaluating computerized geographic information systems using decision analysis”, *Interfaces*, **11**, 92-8.

¹⁹ Organizația Internațională a Aviației Civile (2007). „Annex 10 to the Convention of International Civil Aviation, Montreal, PQ, Canada, Radio Navigation Aids, Amendment 82”, **1**.

²⁰ Nanjie, L. (F.A.), Internet of Vehicles: Your next connection, [Online], Disponibil la: <http://www1.huawei.com/enapp/28/hw-110836.htm>, [Accesat 3.08.2016].

securizat către alte platforme de informare similare. Pe baza informațiilor colectate, analizate și procesate, sistemul poate ghida și superviza deplasarea vehiculelor pe drum, oferind o multitudine de servicii mobile și multimedia, pe baza unui set de date rezultate ale interacțiunii vehiculelor între ele și interacțiunii vehiculelor cu mediul înconjurător (ex. sisteme de semaforizare).

2. Metodologie

2.1. Metode

Procesul de lucru a urmărit parcurgerea extensivă a literaturii de specialitate cu privire la sistemele inteligente de transport (ITS), autovehicule autonome, sisteme informaționale geografice (GIS) și dezvoltare urbană. Ulterior, am realizat evaluarea, ierarhizarea și sintetizarea informațiilor în raport cu relevanța acestora în ceea ce privește relația dintre mobilitate și formă urbană.

Sintetizarea informațiilor relevante, ca efecte ale evoluției transportului inteligent asupra dezvoltării urbane, a pornit de la stabilirea unui set de paliere în raport cu natura efectelor descrise, după cum urmează: efecte inițiale - generate de evoluția transportului inteligent care contribuie la schimbările în cadrul orașului, și efecte finale (principale) care țin de fenomenul de dinamica urbană la scară mai mare.

2.2. Strategia de cercetare

Strategia de cercetare a urmărit, în primul rând, colectarea și sintetizarea informațiilor și a ipotezelor din literatura de specialitate disponibilă cu privire la impactul pe care l-ar putea avea transportul inteligent asupra orașelor din viitor. Această culegere de date este folositoare, în primul rând, prin prisma faptului că, până în acest moment, nu există o lucrare care să sintetizeze informațiile cu privire la ultimele evoluții ale transportului inteligent cu aplecare asupra impactului posibil al acestora asupra orașului. În al doilea rând, exercițiul ajută la identificarea unor zone încă neexplorate, care pot face subiectul unor studii viitoare.

2.3. Calitatea datelor și a surselor

Colectarea informațiilor s-a realizat din surse diverse precum cărți, studii, strategii, politici și articole de specialitate din domeniul planificării urbane și transportului. Din punct de vedere calitativ, informațiile de natură tehnică prezintă un grad ridicat de acuratețe, fiind preluate din studii științifice de specialitate, în timp ce alte tipuri de informații au caracter ipotetic.

Din punct de vedere cantitativ, informațiile și datele disponibile în literatura actuală acoperă o zonă foarte restrânsă dintr-un subiect care altfel prezintă multe oportunități pentru studiu aprofundat. În această situație, au fost necesare experimente intelectuale, deducții logice în vederea identificării unor concluzii relevante pentru obiectivul cercetării.

3. Rezultate

3.1. Relația dintre politicile de transport și evoluția orașelor

Modul în care este planificat și gestionat transportul în cadrul unui oraș are un impact major asupra evoluției în timp a acestuia din urmă. Politicile de transport utilizate în planificarea mobilității, sau lipsa acestora, au determinat în decursul timpului modificări importante în ceea ce privește calitatea mediului urban și necesitățile de gestionare ulterioare. Figura 1 prezintă succint relația dintre modul în care a fost tratat transportul urban și efectele pe care le-a avut fiecare abordare în parte.

Toate orașele au pornit, la început, de la o formă urbană care se dedica deplasărilor nemotorizate, dat fiind nivelul tehnologic de la acea vreme și moștenirea orașelor în ceea ce privește conformarea rețelei de străzi și a parcelarului. În anii 1970-1980 au început să se contureze în orașe precum Seoul și Manila primele sisteme de transport public de mare capacitate bazate pe linii de autobuz. Transportul individual cu motocicletă a devenit de asemenea extrem de popular în jurul anilor 1980, în orașe precum Hanoi, acolo unde nivelul economic obliga la un mod de transport eficient și cât mai ieftin. De cealaltă parte, transportul nemotorizat a fost puternic încurajat în unele orașe de pe continentul European – de exemplu, în Oxford și Amsterdam, politicile de transport au pus accentul pe investiții ample în infrastructură pentru biciclete, în timp ce, prin comparație, construcția de străzi a fost la un nivel moderat. Până astăzi, aceste orașe și-au păstrat politica generală de transport, fiind în prezent unele din cele mai dezvoltate din lume în ceea ce privește infrastructura ciclabilă și calitatea spațiilor publice pietonale.

Creșterea gradului de motorizare în cazul orașelor în care motocicletă devenise principalul mijloc de transport a determinat, în lipsa unor politici și restricții clare, un trafic foarte aglomerat (vizibil și în prezent în zone din Asia de sud și sud-est). În alte orașe, mai ales de pe continentul american, creșterea masivă a gradului de utilizare a automobilelor personale, încurajată și de prețurile foarte mici ale carburantului, au avut ca rezultat o expansiune urbană semnificativă (aparitia marilor zone de locuințe în periferie), aglomerarea semnificativă a centrelor urbane și orașe în care infrastructurile majore de circulație (autostrăzi urbane, drumuri expres etc.) au fost principalul pilon de dezvoltare al politicilor de transport. Exemple în acest sens sunt orașe precum Los Angeles, Huston, și, mai recent, Dubai.

În cazul orașelor care au beneficiat de sisteme de transport public la sol (în principal cu autobuze) dar care nu au investit din timp în măsuri de decongestionare a traficului, gradul de motorizare al locuitorilor a crescut, transportul în comun devenind necompetitiv și ineficient în lipsa unor politici de dezvoltare a acestuia. În acest context, traficul urban suprasaturat de vehicule personale nu a mai permis o evoluție normală a orașului, multe zone fiind lipsite de acces facil la funcțiuni necesare locuirii. București poate fi un exemplu în acest sens, în situația în care transportul public are deficiențe vizibile, infrastructura pentru transport alternativ lipsește, și în consecință dezvoltarea orașului este sugrumată de lipsa accesibilității în special în zona centrală și pe direcțiile de intrare/ieșire din oraș.

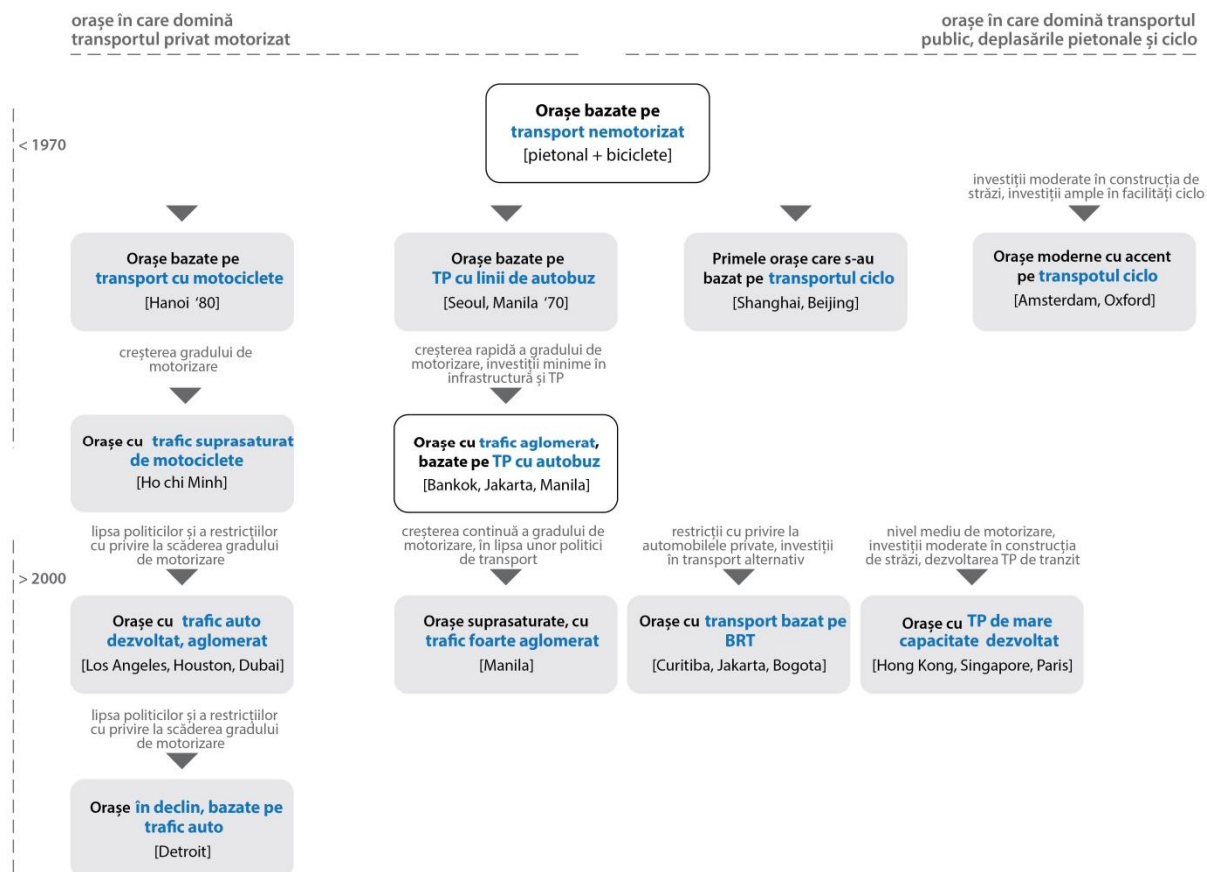


Fig. 1. Relația dintre politicile de transport și evoluția orașelor²¹.

Municipalitățile care au investit în transportul public și au impus restricții cu privire la utilizarea automobilelor private beneficiază în prezent de sisteme de transport în comun eficiente și eficace, chiar dacă, și în aceste cazuri mai există deficiențe încă nerezolvate. Exemple sunt orașele cu transport bazat pe linii rapide de autobuz – *Bus Rapid Transit* (BRT), precum Curitiba, Jakarta sau Bogota.

Investițiile moderate în construcția de străzi, păstrarea gradului de motorizare la un nivel mediu și politicile de transport care au pus accentul pe un grad foarte ridicat de accesibilitate în interiorul și în periferia orașului cu transportul public (inclusiv de tranzit) au făcut din metropole precum Hong Kong, Singapore sau Paris orașe cu o calitate mai ridicată a locuirii, spații publice amenajate corespunzător și un sistem de transport extrem de eficient, și care este utilizat de un procent ridicat din populație.

3.3. Ipoteze cu privire la evoluția transportului inteligent în context urban

Principalele rezultate ale articolului constau în sintetizarea unui set de ipoteze, clasificate pe paliere, care identifică principalele efecte potențiale ale evoluției tehnologiei în domeniul transportului asupra orașului. Palierele au rezultat, și sunt organizate în raport cu natura efectelor descrise, respectiv efecte inițiale și efecte finale principale.

²¹ Hickman, R., Banister, D. (2014), *Transport, Climate Change and the City*, Routledge, Milton, Marea Britanie.

3.3.1. Efecte inițiale: paliere

3.3.1.1. Proprietatea vehiculelor

Dezvoltarea automobilelor autonome personale, împreună cu evoluția sistemelor inteligente de transport și gestiune a traficului în mediul urban, vor avea ca potențial beneficiu accesibilizarea utilizării unui astfel de vehicul pentru deplasări zilnice. Dobândirea unui set de aptitudini pentru a șofa, valabilă în prezent, nu va mai fi o necesitate, astfel încât numărul celor care vor achiziționa și utiliza un vehicul personal în viitor ar putea crește rapid, semnificativ. În schimb, adoptarea tehnologiilor de conducere autonomă preponderent în cadrul transportului în comun, de mică capacitate, sau chiar individual, precum exemplul din proiectul Shuffle City²², ar putea avea ca efect eficientizarea, dezvoltarea și evoluția sistemelor de tip „car sharing”. Asigurarea unui flux crescut, continuu, accesibil, confortabil și punctual de vehicule autonome mici pentru transport în comun ar putea determina o scădere a autovehiculele personale utilizate pentru deplasări urbane.

În situația în care automatizarea vehiculelor va conduce la o creștere a numărului de vehicule personale, gradul de congestie în oraș ar putea atinge cote semnificative, în special în acele orașe în care sistemele alternative de deplasare (pietonal, biciclete, transport public) nu sunt îndeajuns de mature și atrăgătoare pentru locuitori. Un al doilea efect al creșterii accesibilității în a utiliza un vehicul este amplificarea unei posibile expansiuni ale orașelor în teritoriu.

3.3.1.2. Utilizarea spațiului

În contextul integrării în autovehiculele inteligente viitoare a tehnologiilor avansate de identificare, prevenție și evitare a unor situații conflictuale, sisteme ajunse deja la un grad ridicat de maturitate, apare întrebarea cu privire la necesitățile de amenajare a traseelor dedicate deplasărilor motorizate în orașele din viitor. Integrarea completă a sistemelor de conducere autonomă cu sistemele ITS de management al traficului ar putea face posibilă, în anumite situații specifice, renunțarea la delimitările fizice între fluxurile de trafic – pietonal/ciclo/auto, lăsând libertatea creării unor spații de tip „shared-space” pe arii extinse în zona centrelor urbane și a cartierelor de locuit. Această posibilitate ar crea premisele unor acțiuni de restructurare a spațiilor centrale ocupate acum de infrastructuri de circulație dedicate transportului auto, precum și de dezvoltare a spațiilor publice din marile cartiere de locuit și din zonele rezidențiale.

3.3.1.3. Zonele de parcare

Una din cele mai presante probleme care afectează orașele în prezent, în special zonele centrale, o reprezintă deficitul de locuri de parcare raportat la creșterea continuă a numărului de autovehicule personale²³. Specializarea sistemelor ITS de management al traficului și de gestiune a staționării în oraș, împreună cu dezvoltarea viitoare a

²² Alloybuild. (2015), Shuffle City, [Online], Disponibil la: <http://alloybuild.com/portfolio/all/shuffle-city/>, [Accesat 3.08.2016].

²³ Dargay, J., Gatley, D., Sommer, M. (2007), „Vehicle Ownership and Income Growth, Worldwide: 1960-2030” *The Energy Journal - International Association for Energy Economics*, 4, 143-70.

autovehiculelor autonome, ar putea oferi șansa eliberării centrelor urbane de marile infrastructuri de parcare, care ocupă în prezent, în medie, aproximativ o treime din suprafața orașelor²⁴. Pornind de la ideea că autovehiculele autonome, utilizate ca mijloc de transport public individual/de mică capacitate, vor putea funcționa într-un sistem de tip buclă continuă, nefiind necesară staționarea lor la destinație, terenurile care s-ar elibera în urma eliminării marilor parcuri urbane ar putea fi propuse pentru conversie funcțională, în special în zonele centrale.

3.3.1.4. Gestiunea traficului

Sistemele actuale de transfer în timp real al informațiilor au ajuns la maturitatea necesară pentru a putea fi utilizate în gestionarea dinamică a traficului urban, nu doar a transportului public, ci și a vehiculelor particulare. În plus, tehnologia localizării precise, în timp real, prin GPS, evoluția senzorilor de proximitate și camerele video instalate deja pe cele mai moderne automobile din prezent reprezintă un prim pas care face deja posibilă integrarea celor două sisteme, respectiv cel de management al traficului, cu sistemul proprietar vehiculului. Rezultatul îl reprezintă conceptul Internet of Vehicles (IoV)²⁵, care face posibilă comunicarea dinamică dintre vehicul și toate celelalte componente ale unui sistem inteligent de trafic – comunicare V2V (vehicul cu vehicul), comunicare V2D (vehicul cu drum), comunicare V2O (vehicul cu om), comunicare V2S (vehicul cu senzor). În acest mod, autovehiculele autonome s-ar putea integra într-un sistem de management al traficului și al staționării la nivel de oraș, astfel încât acestea să poată funcționa complet independent de interacțiunea umană. În acest sens există deja studii și teste pilot efectuate de compania Siemens în orașe precum Viena și Frankfurt, sub numele de simTD Project²⁶.

3.3.2. Efecte finale principale

În contextul dezvoltării și perfecționării continue a sistemelor autonome de deplasare, și a integrării acestora în autovehicule private, apare întrebarea cu privire la ce se va întâmpla cu modul de dezvoltare în teritoriu al orașelor – va exista o expansiune urbană generată de scăderea costurilor de deplasare (costuri direct asociate automobilului, precum combustibil, mentenanță, costuri de parcare etc., precum și costuri indirecte, care iau în considerare utilizarea timpului de călătorie petrecut în vehicule autonome pentru alte activități decât șofatul²⁷) sau va fi mai probabilă o densificare a centrelor urbane, urmare a dezvoltării unui sistem extrem de eficient de transport public semi-individual autonom, care va alimenta un potențial centru urban dens, pietonal²⁸?

²⁴ Rowe, R. K. (2015), *Imagining the Driverless City*, [Online], Disponibil la: <http://urbanland.uli.org/infrastructure-transit/imagining-driverless-city/>, [Accesat 3.08.2016].

²⁵ Nanjie, L. (F.A.), *Internet of Vehicles: Your next connection*, [Online], Disponibil la: <http://www1.huawei.com/enapp/28/hw-110836.htm>, [Accesat 3.08.2016].

²⁶ *Safe and Intelligent Mobility Test Field Germany (2016)*, [Online], Disponibil la: <http://simtd.de/index.dhtml/enEN/>, [Accesat 3.08.2016].

²⁷ Anderson, James M., Nidhi Kalra, Karlyn D. Stanley, Paul Sorensen, Constantine Samaras and Oluwatobi A. Oluwatola (2016), *Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers*, RAND Corporation, Santa Monica, Statele Unite ale Americii.

²⁸ Alloybuild. (2015), *Shuffle City*, [Online], Disponibil la: <http://alloybuild.com/portfolio/all/shuffle-city/>, [Accesat 3.08.2016].

În anul 1826, J.H. von Thünen a dezvoltat o teorie cu privire la logica conformării orașelor din perspectiva relației dintre poziționarea terenurilor și valoarea acestora, teorie care în anii 1960 a fost completată de către William Alonso. Această teorie spune că valoarea terenurilor crește odată cu apropierea de zona centrală a orașului, costurile de transport fiind minime datorită proximității unei diversități de funcțiuni complementare. Pe măsură ce distanța față de centru crește, valoarea terenurilor se diminuează, costurile de transport crescând exponențial. Această logică, valabilă în prezent, ar putea să nu se mai aplice în această formă în orașele din viitor, ținând seama tocmai de efectul pe care l-ar putea avea apariția la scară largă a automobilelor autonome, în conjuncție cu evoluția sistemelor ITS – scăderea costurilor indirecte de transport prin eliminarea timpului dedicat conducerii efective.

3.3.2.1. Expansiunea urbană

Expansiunea urbană generată de evoluția autovehiculelor autonome pornește de la premisa că distanța măsurată în timp de la casă la locul de muncă nu ar mai reprezenta un criteriu esențial în alegerea unei locuințe. Dat fiind faptul că, teoretic, timpul petrecut în automobil necesar deplasării casă - loc de muncă - casă va putea fi utilizat pentru relaxare sau chiar pentru lucru, distanța dintre zonele de locuire și aglomerările de birouri nu va mai reprezenta un impediment. În acest caz, este posibilă o extindere în plan orizontal a ariilor rezidențiale ale orașelor – similar momentului apariției automobilului la scară largă, zonele cu calitate ridicată a locuirii vor cunoaște o creștere semnificativă a cererii, urmărindu-se avantajele unei astfel de poziționări în oraș: grad mai scăzut de poluare, spații verzi ample, posibilitatea achiziționării unui teren cu suprafață mai mare, intimitate etc. Procentul rezidenților în periferia orașelor ar putea cunoaște o creștere semnificativă comparativ cu momentul actual, aspect care este necesar a fi previzionat pentru ca orașul să poată răspunde corespunzător la această dinamică. În plus, va apărea întrebarea, odată cu această posibilă migrare a locuirii, a felului în care vor fi organizate aceste periferii „noi” – vor exista centre de cartier cu funcțiuni complementare care să satisfacă nevoile la scară mai mare, în mod centralizat, sau vor apărea, punctual, serviciile generate de cererea locală?

Prima variantă poate fi susținută tocmai de confortul și eficiența în deplasare caracteristice autovehiculelor autonome, locuitorii preferând acest mod de deplasare pentru cumpărăturile zilnice, pentru transportul copiilor la unitățile de învățământ etc. Astfel, proximitatea funcțiilor complementare locuirii nu ar mai reprezenta o necesitate în contextul unui acces facil cu transport motorizat. Situația în care funcțiunile necesare locuirii s-ar dezvolta punctual în cadrul noilor zone rezidențiale extinse este susținută de politicile actuale de mobilitate, care pun accentul tocmai pe proximitatea ridicată dintre serviciile complementare și locuire. Caracteristică mai degrabă ariilor cu densitate ridicată a locuirii, precum zonele centrale, această proximitate poate fi extinsă la nivel de politică de dezvoltare și pentru marile cartiere de locuit din periferii, tocmai pentru a reduce la minim deplasările motorizate.

3.3.2.2. Densificarea zonelor urbane centrale

Densificarea zonelor centrale ale orașelor reprezintă un alt efect posibil ca urmare a evoluției vehiculelor autonome și a sistemelor ITS de management al traficului. Utilizarea automobilelor autonome ca transport în comun de mică capacitate, sau chiar ca transport public individual, ar putea oferi posibilitatea de a restricționa complet accesul cu automobile personale în zone extinse din interiorul orașelor. Aceasta însă doar în situația în care se oferă un sistem de transport public/în comun care garantează locuitorilor previzibilitate (prin utilizarea aplicațiilor smart-phone în timp real pentru comenzi, timp de călătorie, transfer etc.), eficiență și rapiditate în deplasare (prin dezvoltarea unui sistem complex de management al traficului urban) și confort (prin restricționarea capacității de transport a vehiculelor). Dacă aceste obiective sunt respectate, s-ar putea interveni asupra zonelor urbane centrale pentru a le conforma cât mai aproape de scara umană, aceasta presupunând intervenții precum conversii funcționale, reabilitări de spații publice, densificarea construcțiilor și a funcțiunilor specifice ariilor centrale etc.

3.3.2.3. Managementul inteligent al dezvoltării și mobilității urbane

Instrumentele de tip GIS sunt utilizate în prezent atât în gestiunea traseelor autovehiculelor (prin intermediul Sistemelor de Poziționare Globală – GPS), cât și în managementul dezvoltării orașelor. Posibilitatea bazelor de date de a fi actualizate în mod facil, la intervale scurte de timp, cu informații vaste (de la trasee liniare simple până la indicatori urbanistici dinamici) oferă oportunitatea de a integra informațiile legate de traficul urban ca o componentă esențială în dezvoltarea orașului. Datele colectate de pe rețeaua rutieră, actualizate periodic, la intervale restrânse de timp, pot fi integrate în sistemul de management al dezvoltării orașului prin intermediul unui model de transport, acesta din urmă generând prognoze și estimări de trafic. Rezultatele se concretizează sub forma unor direcții și restricții de dezvoltare la nivelul teritoriului, permițând un răspuns rapid al orașului la schimbările din domeniul mobilității urbane.

4. Concluzii și întrebări deschise

4.1. Concluzii

La finalul acestei lucrări, se conturează trei concluzii, pe baza evaluării critice a informațiilor studiate - o parte preluate ca ipoteze din literatura parcursă, și apoi detaliate, extinse cu aplecare asupra temei de cercetare, și o altă parte ca produs al exercițiului intelectual și al deducțiilor logice proprii.

1. Nu se poate realiza o ierarhie a importanței efectelor inițiale ale evoluției transportului inteligent asupra dezvoltării urbane, ci ele au mai degrabă un caracter cumulativ, fiind strâns relaționate între ele.
2. Efectele finale principale – expansiunea urbană și densificarea centrelor, deși puse în antiteză în literatura parcursă, ca variante, am concluzionat că pot, și vor coexista, reprezentând de fapt unul din mecanismele generatoare ale dinamicii orașelor din viitor. Modul în care acestea, împreună cu traficul urban, vor fi gestionate, ar putea fi reprezentat

de un management integrat al celor două componente – trafic și urbanism, printr-o gestiune dinamică, în timp real a orașului.

3. Evoluția transportului inteligent, efectele acestuia asupra parcursului orașelor în viitor și dinamica urbană se constituie sub forma unui sistem complex, deschis, care, în afara relațiilor interioare lui, este afectat și de variabile din exterior – factori economici, sociali, demografici etc. Astfel, pe baza datelor și a informațiilor disponibile până în acest moment, nu poate fi realizată o analiză exhaustivă cu privire la impactul exact și efectele precise în viitor, existând un grad de aproximare inerent asociat acestor ipoteze.

Concluziile acestui studiu privind relațiile dintre evoluția transportului inteligent și a sistemelor ITS și dinamica orașelor din viitor sunt detaliate în Figura 2.

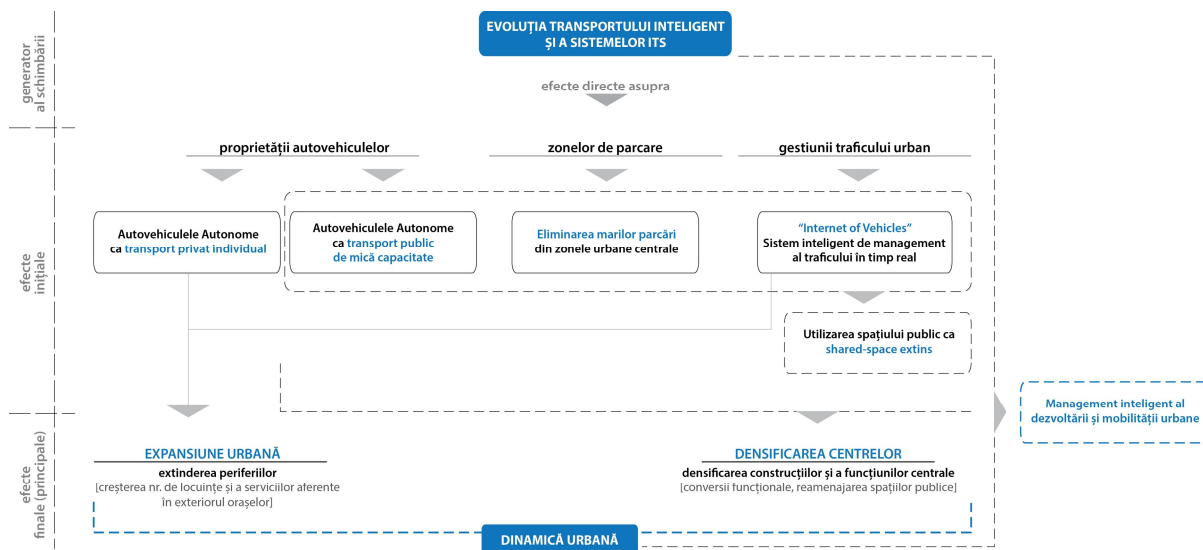


Fig. 2. Relația dintre evoluția transportului inteligent și a sistemelor ITS și dinamica orașelor din viitor.

4.2. Întrebări deschise

Având în vedere gradul relativ redus de acoperire a acestui subiect în literatura de specialitate disponibilă în acest moment, am identificat trei întrebări de cercetare care reprezintă următorul pas, pornind de la concluziile din această lucrare.

1. Una din principalele întrebări care trebuie avute în vedere în continuare este: care poate fi orizontul de timp în care evoluția tehnologiei din domeniul transportului va necesita o schimbare în modul de planificare a orașului?
2. De asemenea, dacă acest orizont de timp poate fi identificat cu oarecare precizie, în ce măsură este orașul, în forma sa actuală, pregătit din punct de vedere urbanistic să adopte un sistem nou de transport?
3. În final, pot fi modelate/controlate efectele pe care le va avea evoluția transportului inteligent asupra formei urbane?

Bibliografie

- Alloybuild. (2015), Shuffle City, [Online], Disponibil la: <http://alloybuild.com/portfolio/all/shuffle-city/>, [Accesat 3.08.2016].
- Anderson, James M., Nidhi Kalra, Karlyn D. Stanley, Paul Sorensen, Constantine Samaras and Oluwatobi A. Oluwatola (2016), *Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers*, RAND Corporation, Santa Monica, Statele Unite ale Americii.
- Berghout, L., Bossom, r., Chevreuril, M., Burkert, A., Franco, G., Gaillet, J. F., Pencole, B., Schulz, H. J. (1999), *Transport Telematics System Architecture. Constraint analysis, mitigation strategies and recommendations*, Directoratul General XIII al Comisiei Europene pentru Societatea Informațională, Bruxelles.
- Comisia Europeană (2007). „Commission plans legislative framework to ensure the EU meets its target for cutting CO₂ emissions from cars”, Comunicat de presă IP/07/155. Disponibil la: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-07-155_en.htm?locale=en, [Accesat 6.10.2015].
- Dargay, J., Gately, D., Sommer, M. (2007), „Vehicle Ownership and Income Growth, Worldwide: 1960-2030” *The Energy Journal - International Association for Energy Economics*, **4**, 143-70.
- Duranton, G., Turner, A.M. (2011). „The Fundamental Law of Road Congestion: Evidence from US Cities” *American Economic Review*, **101** (6), 2616-52.
- Goel, A. (2007), „Fleet telematics – Real – Time management and Planning of Commercial Vehicle Operations. Operations Research”, *Computer Science Interfaces Series*, **40**.
- Google Self Driving Car (2016), [Online], Disponibil la: <https://www.google.com/selfdrivingcar/>, [Accesat 3.08.2016].
- Hickman, R., Banister, D. (2014), *Transport, Climate Change and the City*, Routledge, Milton, Marea Britanie.
- Japan International Cooperation Agency – JICA (2000), *The Comprehensive Urban Transport Study of Bucharest City and its Metropolitan Area – Final Report*, Primăria Municipiului București, București, România 5-13.
- Manville, M., Shoup, D. (2005). „Parking, People, and Cities” *Journal of Urban Planning and Development*, **131** (4), 233-45.
- Mikulski, J. (2007). *Advances in Transport Systems Telematics*, Faculty of Transport, Katowice, Polonia.
- Ministerul de Transport și Telecomunicații al Finlandei (2009), *Helsinki Region Congestion Charging Study – Summary*, Ministerul de Transport și Telecomunicații, Finlanda. Disponibil la: http://www.epomm.eu/newsletter/v2/content/2015/0415/doc/RUMA_I_summary.pdf, [Accesat 3.08.2016].
- Nanjie, L. (F.A.), Internet of Vehicles: Your next connection, [Online], Disponibil la: <http://www1.huawei.com/enapp/28/hw-110836.htm>, [Accesat 3.08.2016].
- Nowacki, G. (2008). *Road transport telematics. Monograph*, Motor Transport Institute, Varșovia, Polonia.
- Organizația Internațională a Aviației Civile (2007). „Annex 10 to the Convention of International Civil Aviation, Montreal, PQ, Canada, Radio Navigation Aids, Amendment 82”, **1**.
- Ozemoy, V. M., Smith, D. R., Sichertman, A. (1981), „Evaluating computerized geographic information systems using decision analysis”, *Interfaces*, **11**, 92-8.
- Parker, H. D. (1988), „The unique qualities of a geographic information system: a comentary”, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, **54** (11), 1547-49.
- Parlamentul European (2014). „Regulamentul (UE) nr. 333/2014 al Parlamentului European și al Consiliului din 11 martie 2014 de modificare a Regulamentului (CE) nr. 443/2009 pentru a defini modalitățile de realizare a obiectivului prevăzut pentru anul 2020 de reducere a emisiilor de CO₂ generate de autoturismele noi”.
- Piecha, J. (2003). *Register and data process in transport telematics systems. Monograph*, Silesian University of Technology, Gliwice, Polonia.

- Rowe, R. K. (2015), *Imagining the Driverless City*, [Online], Disponibil la:
<http://urbanland.uli.org/infrastructure-transit/imagining-driverless-city/>, [Accesat 3.08.2016].
- Safe and Intelligent Mobility Test Field Germany (2016), [Online], Disponibil la:
<http://simtd.de/index.dhtml/enEN/>, [Accesat 3.08.2016].
- Tokuyama, H. (1996). „Intelligent transportation systems in Japan” *Public Road*, **60** (2).
- TomTom Traffic Index. Measuring congestion worldwide (2016), [Online], Disponibil la:
https://www.tomtom.com/en_gb/trafficindex/#/list, [Accesat 3.08.2016].
- Wargo, J., Wargo, L., Alderman, N. (2006), *The Harmful Effects of Vehicle Exhaust, A Case for Policy Change*, Environment & Human Health, Inc., Connecticut, Statele Unite ale Americii.
-

Primit: 5 august 2016 • **Acceptat:** 12 august 2016

Articol distribuit sub licență „Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (CC BY-NC-ND)”

