

ASUPRA CONFIGURĂRII SPAȚIULUI LOGISTIC CU CENTRE DE DISTRIBUȚIE URBANĂ

Șerban RAICU¹, Dorinela COSTESCU², Doru OBADĂ²

¹ Membru titular al Academiei de Științe Tehnice din România

² Universitatea „Politehnica” din București

Rezumat. Transportul urban de mărfuri joacă un rol esențial în buna funcționare a orașelor, fiind în același timp generator de consecințe negative (congestie, poluare, consum de energie neregenerabilă). Având în vedere obiectivele dezvoltării durabile, sunt necesare cercetări în vederea stabilirii măsurilor și reglementărilor în domeniul transportului urban de mărfuri care să conducă la reducerea consumului de combustibili fosili și a emisiilor poluante. În această lucrare sunt prezentate particularitățile schemelor logistice cu centre de distribuție urbană, considerate una dintre soluțiile pentru reducerea consumului de energie și creșterea eficienței transportului urban. Este studiată poziționarea cea mai adecvată a centrelor de distribuție urbană în condițiile restricțiilor adesea severe de amplasare cauzate de lipsa perspectivelor de dezvoltare funcțională a orașelor.

Cuvinte cheie: transport urban de mărfuri, centre de distribuție urbană, modele de amplasare.

Abstract. Urban goods transport plays an essential part in good operation of the cities, being in the same time source of negative consequences (congestion, pollution, consumption of non-regenerative energy). In view of the sustainable development objectives, research on establishing of the urban goods transport measures and regulation in order to reduce consumption of fossil fuels and pollution is necessary. The paper presents the characteristic features of logistics scheme with urban distribution centers, considered one of the solutions of energy consumption decrease and urban goods transport efficiency enhancement. The most appropriate location of urban distribution centers under severe restriction caused by the lack of perspective in urban functional development is studied.

Keywords: urban goods transport, urban distribution centers, location model.

1. INTRODUCERE

Buna funcționare a orașelor și a centrelor acestora depinde de eficacitatea consemnată pe multiple planuri adesea contradictorii. *Pe de o parte*, aglomerațiile urbane trebuie să constituie spații atractive și funcționale pentru reședință (locuire), pentru activitate, pentru realizarea de cumpărături și pentru distracții. În acest plan, ele trebuie să facă față concurenței din ce în ce mai evidentă reprezentată, printre altele, de centrele comerciale din marile zone periurbane. Menținerea în aglomerația urbană a unui mediu economic solid presupune punerea la dispoziția comercianților și a polilor de activități sisteme logistice eficiente care le condiționează rentabilitatea și amplasarea. *Pe de altă parte*, planificatorii (dezvoltatorii) urbani sunt pe deplin conștienți de necesitatea conservării și/sau ameliorării cadrului vieții din centrele orașelor, pentru a atrage clienți, turiști, migrațiune alternantă, dar și rezidenți.

Opinia publică consideră, în general, că vehiculele de livrare sunt puternice generatoare de efecte externe negative ambientale și contribuie, în manieră semnificativă, la congestie, insecuritate rutieră, zgomot, vibrații. Cu toate acestea, cetățenii nu conștientizează faptul că logistica urbană se

manifestă ca un potențial conflict între interesele comerciale și atitudinile ecologiste. Iată de ce logistica urbană este o provocare (o miză) din mai multe puncte de vedere, printre care:

- costul total al activităților de transport și de logistică este semnificativ și are impact major asupra eficacității economice;

- transportul urban al mărfurilor joacă un rol esențial în susținerea activităților comerciale și industriale, capilare indispensabile marilor întreprinderi;

- sectorul însuși oferă locuri de muncă;

- eficacitatea sa contribuie la competitivitatea industriilor din teritoriul deservit;

- este nedisociabil de modul nostru de viață;

- generează efecte ambientale și sociale negative.

Paralel cu impactul pozitiv sistemul actual de transport al mărfurilor în orașe are și diverse consecințe negative:

- impact economic – congestie, ineficacitate și risipă de resurse;

- impact ambiental – emisii CO₂ (gaz primar al efectului de seră), folosirea carburanților fosili, utilizarea de teren și materiale neregenerabile, producție de deșeuri - pneuri, uleiuri și alte materiale;

- impact social – repercusiuni fizice ale emisiilor poluante asupra sănătății publice, răniri și decese provocate de accidente de circulație, zgomote, disconfort vizual și alte aspecte referitoare la calitatea vieții (dispariția din mediul urban a spațiilor neconstruite și a spațiilor verzi, consecințe ale dezvoltării infrastructurilor de transport).

După cum se știe, politicile de dezvoltare durabilă urmăresc obiective economice, ambientale și sociale. Cu privire la transportul de mărfuri, măsurile politice cele mai eficiente sunt probabil cele care răspund simultan exigențelor economice, ambientale și sociale minimizând antagonismele dintre obiective, cu scopul de a reduce pierderile și costurile asociate.

2. CĂI DE AMELIORARE A TRANSPORTURILOR DE MĂRFURI ÎN ORAȘE

Transportul de mărfuri în orașe contribuie cu 15 – 20% la totalul traficului (în vehicule convenționale × km), fără luarea în considerare a mărfurilor transportate cu vehiculele cumpărătorilor. Pentru ameliorarea situației existente în livrarea/returnarea mărfurilor în zonele aglomerate sunt două tipuri de acțiuni posibile:

(i) acțiuni asupra gestiunii rețelei urbane, adică asupra arterelor de circulație, a locurilor de staționare (oprire cu durată limitată pentru operațiile de încărcare/descărcare), a zonelor de livrare – în principal printr-un orar autorizat, a condițiilor de parcare (pentru probleme tehnice, odihna șoferilor) și asupra tipului de autovehicul permis;

(ii) crearea de echipamente adecvate spațiului logistic urban (fig. 1) destinate optimizării livrărilor de mărfuri în orașe pe baza unui plan funcțional și ambiental care să aibă în vedere punctele în care se realizează ruperea încărcăturii; această interfață poate fi dezvoltată fie de sectorul public, fie de cel privat sau în parteneriat.

Realizarea platformelor logistice ale spațiului logistic urban este condiționată de identificarea amplasamentelor terminalelor intermodale și de afectarea (distribuirea) către acestea a unor activități logistice semnificative ca volum, de rezervarea sau crearea unor spații adecvate activităților în mediul urban (prin adaptarea unei politici de accesibilitate funciară, adică niveluri ale prețurilor terenurilor/spațiilor acceptabile activităților logistice), de politici fiscale incitative pentru realizarea de parteneriate public-privat, de reglementări stimulative pentru toți actorii implicați.

Dintre cele cinci componente ale spațiului logistic urban (Boudouin, 2006, Huschebeck *et al.*, 2005), prin rolul esențial pe care îl are în canalizarea fluxurilor de mărfuri care deservește orașul către

platformele de grupaj/degupaj și prin nevoia de a găsi în aglomerația urbană spațiul disponibil necesar pentru amplasare se detașează centrul de distribuție urbană (CDU). După cum se remarcă din figura 2, prezența CDU în distribuția urbană se reflectă în diminuarea substanțială a traficului.

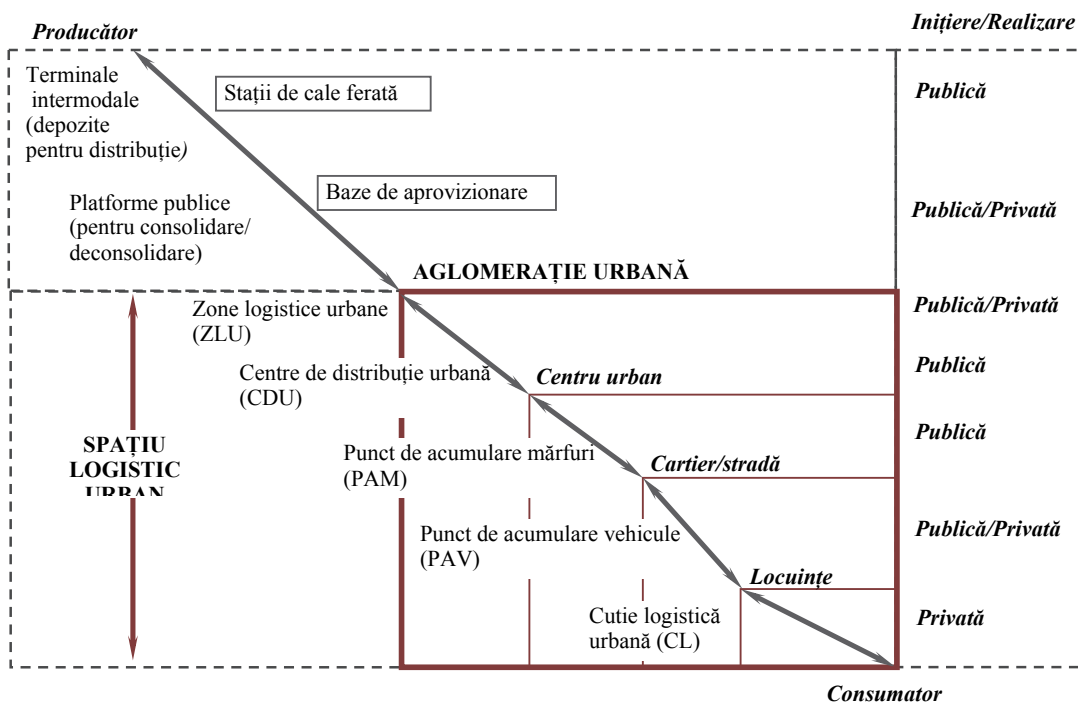


Fig. 1 – Platforme logistice ale spațiului urban
(adaptare după Boudouin, 2006).

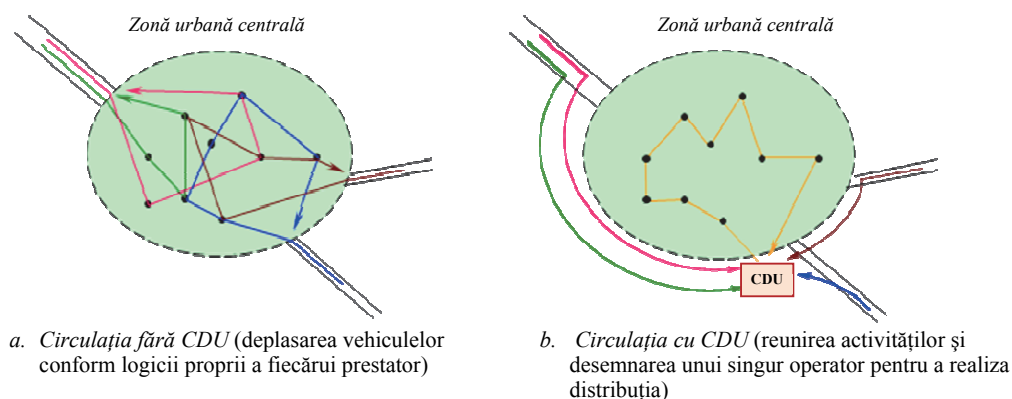


Fig. 2 – Circulația fără și cu centre de distribuție urbană (CDU)
(Boudouin, 2006).

În continuare, ne-am propus să studiem poziționarea cea mai adecvată a centrelor de distribuție urbană în condițiile restricțiilor adesea severe de amplasare cauzate de lipsa perspectivelor de dezvoltare funcțională a orașelor.

3. MODELE DE AMPLASARE A CENTRELOR DE DISTRIBUȚIE URBANĂ

Amplasarea centrelor de distribuție este unul dintre factorii determinanți pentru aplicarea cu succes a schemelor logistice urbane, având efecte directe și indirecte asupra tuturor părților implicate (administrație locală, investitori, operatori logistici, operatori de transport, precum și comunitatea locală). În general, pentru rezolvarea problemei amplasării terminalelor au fost definite modele pentru determinarea celei mai bune soluții ale unei funcții obiectiv pentru satisfacerea cerințelor sistemului de transport, utilizându-se patru categorii de variabile de intrare (ReVelle *et al.*, 2005):

- spațiul servit, în care sunt amplasați beneficiarii și trebuie amplasate terminalele sau centrele de distribuție;
- tipul centrelor de distribuție;
- mulțimea beneficiarilor, ale căror poziții sunt cunoscute;
- atributele asociate rutelor dintre beneficiari și punctele posibile pentru amplasarea centrelor de distribuție (distanțe, costuri sau durate de transport de la acestea la beneficiari).

Literatura de specialitate consemnează evoluțiile semnificative ale modelelor pentru amplasarea optimă a terminalelor logistice (Taniguchi *et al.*, 1999). În această lucrare, nu ne propunem să prezentăm clasificări și nici să detaliem aspecte specifice ale diferitelor modele de amplasare. Ne vom limita la prezentarea unui model, pe care-l găsim ca cel mai adecvat rezolvării problemei amplasării centrelor de distribuție urbană. Modelul are în vedere determinarea pozițiilor centrelor de distribuție urbană care asigură concentrarea expedițiilor destinate beneficiarilor dintr-o zonă urbană, reunirea mai multor activități de distribuție și realizarea lor de către un singur operator, astfel încât să se obțină reducerea parcursurilor vehiculelor pentru transportul mărfurilor și îmbunătățirea utilizării spațiului urban (Raicu *et al.*, 2007). Modelul selectat face parte din categoria modelelor de amplasare a terminalelor fără restricții de capacitate (UFLP - *Uncapacitated Facility Location Problem*), definit inițial de Balinski în 1966 (Labbe, 1998) și adaptat pentru particularitățile centrelor de distribuție urbană.

Problema amplasării centrelor fără restricții de capacitate este definită pentru servirea tuturor beneficiarilor, cu un cost total minim, în următoarele ipoteze:

- costul servirii unei cereri crește în funcție de distanța dintre beneficiar și centrul de distribuție;
- este definită mulțimea punctelor potențiale în care pot fi amplasate centre de distribuție;
- nu sunt impuse restricții de capacitate pentru centrele de distribuție;
- numărul centrelor este stabilit endogen,

Se consideră următoarele notații:

- m – numărul de beneficiari, notați cu i , $i \in I$, $I = \{1, \dots, m\}$;
- n – numărul de puncte potențiale poziții pentru amplasarea centrelor, notate cu j , $j \in J$,

$J = \{1, \dots, n\}$;

- k – numărul de centre, $1 \leq k \leq n$;
- f_j – costul pentru amplasarea unui centru în nodul j ;
- h_i – cererea beneficiarului i ;
- c_{ij} – costul de transport al unei unități de la centrul amplasat în punctul potențial j ($\forall j \in J$)

la beneficiarul i ($\forall i \in I$).

Variabilele de decizie pentru amplasare se notează cu x_j , cu valoarea 1 dacă se amplasează un centru în punctul potențial j și 0, în caz contrar. Pentru alocarea cererii, se utilizează variabila y_{ij} cu valoarea 1 dacă beneficiarul i este alocat centrului amplasat în punctul j și 0, în caz contrar. Funcția

obiectiv (1) se definește pentru minimizarea costului total necesar servirii beneficiarilor de cele mai apropiate terminale:

$$\min \left(\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} h_i \cdot c_{ij} \cdot y_{ij} + \sum_{j \in J} f_j \cdot x_j \right) \quad (1)$$

cu restricțiile:

$$\sum_{j \in J} y_{ij} = 1, \quad \forall i \in I \quad (2)$$

$$y_{ij} - x_j \leq 0, \quad \forall i \in I, j \in J \quad (3)$$

$$x_j \in \{0, 1\}, \quad \forall j \in J \quad (4)$$

$$y_{ij} \in \{0, 1\}, \quad \forall i \in I, j \in J \quad (5)$$

Resticția (2) asigură alocarea fiecărui beneficiar unui singur centru de distribuție, iar condiția (3) impune alocarea beneficiarilor numai punctelor în care se decide amplasarea unui centru. Această formulare presupune că punctele potențiale pentru dezvoltarea centrelor se găsesc în noduri ale rețelei urbane.

Labbe a prezentat detaliat particularitățile acestei probleme, forma duală și metodele propuse pentru rezolvarea ei (Labbe 1998). Bilde și Krarup, în 1977, au propus metode euristice, numite *Dual Ascent*, pentru rezolvarea formei duale a problemei de amplasare fără restricții de capacitate. Se pornește de la o soluție inițială și se incrementează variabilele duale asociate restricțiilor inițiale până se ajunge la valori maxime, pentru care condiția, din forma duală, este satisfăcută. Această metodă a fost ulterior îmbunătățită, prin aplicarea procedurilor *branch-and-bound* (Labbe 1998). Metodele euristice sunt cele care pot fi aplicate pentru probleme de dimensiuni mari. De asemenea, modelele exacte converg mai repede la o soluție optimală dacă se pornește cu o soluție inițială, obținută printr-o metodă euristică.

Având în vedere neomogenitatea spațiului urban și dificultatea evaluării variabilelor care intervin în modelele de amplasare, se pot formula obsevații critice asupra soluțiilor acestor probleme, care nu fac subiectul prezentei lucrări. Considerăm însă că soluțiile modelelor matematice de amplasare pot constitui baza pentru analize ulterioare complexe, a factorilor de decizie în dezvoltarea și amplasarea centre de distribuție urbană. Dezvoltarea schemelor cu centre de distribuție poate fi prefigurată numai printr-o analiză globală, sistemică, în corelație cu mediul socio-economic și cu sistemul teritorial deservit (Raicu, 2001).

4. MODEL DE EVALUARE A AMPLASĂRII CENTRELOR DE DISTRIBUȚIE URBANĂ

În continuare, este propusă structura unui model pentru evaluarea amplasării unui centru de distribuție urbană, ținând seamă de obiectivele operatorilor și beneficiarilor serviciilor logistice, dar și de efectele asupra comunității (Taniguchi *et al.*, 2001). O astfel de evaluare necesită dezvoltarea unor proceduri complexe care să permită modelarea spațiului urban și evaluarea variabilelor și parametrilor (costuri, fluxuri de transport și de trafic, durate etc) utilizați în funcția obiectiv (fig. 3). Aceste proceduri pot fi grupate în patru module, descrise pe scurt în continuare.

1. *Modulul pentru caracterizarea teritoriului și formalizarea rețelei de transport* este dezvoltat pentru înregistrarea datelor care descriu spațiul urban analizat (zonele funcționale urbane, terminalele de transport, principalele puncte origine și destinație ale fluxurilor de transport de mărfuri în oraș) și a datelor care descriu formalizarea rețelei de transport: arcele și nodurile rețelei rutiere și atributele lor (capacitate, curba vitează – debit, tipuri de intersecții etc.), nodurile de joncțiune cu magistrale de transport. Pentru dezvoltarea acestui modul sunt adecvate procedurile sistemelor informatice geografice (GIS).

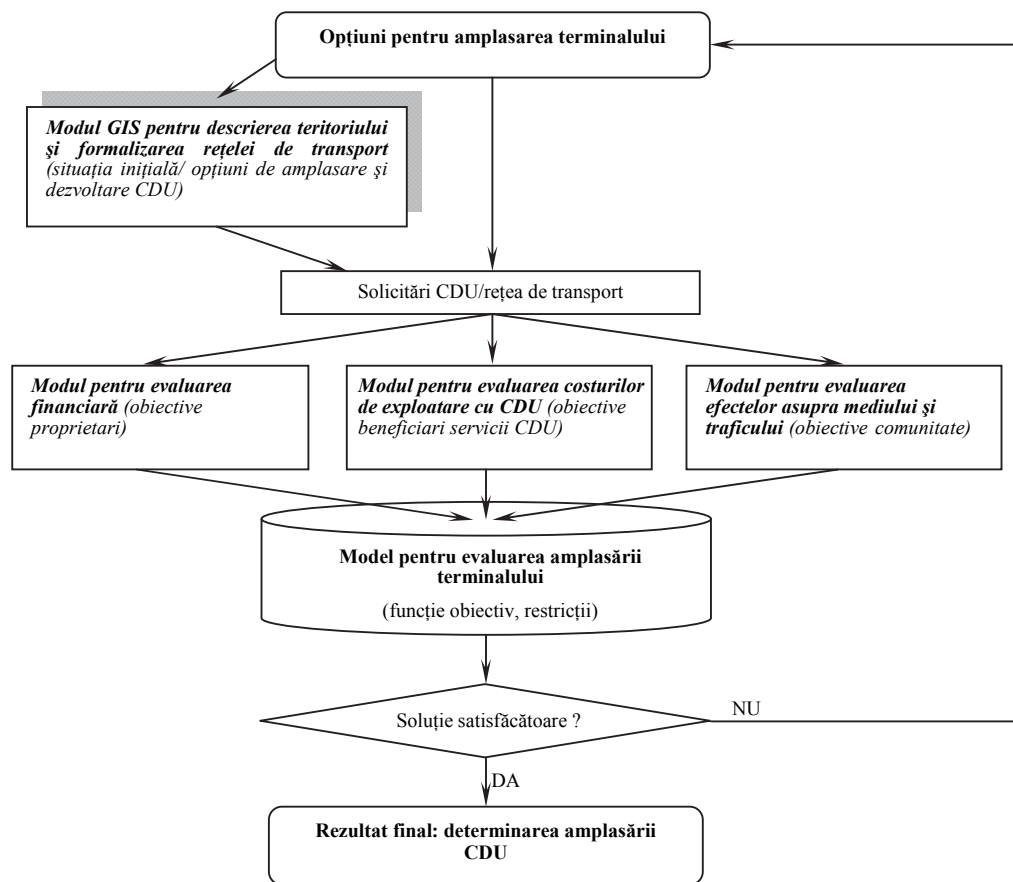


Fig. 3. Structura modelului de evaluare a amplasării unui centru de distribuție urbană.

II. *Modulul pentru evaluare financiară a dezvoltării unui CDU* conține date referitoare la costurile de investiții, costurile de exploatare și întreținere, date referitoare la venituri provenite din închirieri sau alte operații realizate în centrul de distribuție și indicatori pentru evaluarea activității (volum de mărfuri transbordate, volum de mărfuri încărcate/descărcate, indicatori de utilizare a capacităților subsistemelor centrului de distribuție).

III. *Modulul pentru evaluarea costurilor de exploatare cu CDU* include proceduri pentru calculul costurilor de utilizare a schemei logistice cu CDU, respectiv costuri de transbordare/ degrupare/ grupare a încărcăturilor, costuri de exploatare a vehiculelor, taxe de acces etc.

IV. *Modulul pentru evaluarea efectelor asupra mediului și traficului* este dezvoltat cu date referitoare la emisiile poluante, zgomot și date specifice ale efectelor traficului asupra duratelor și costurilor de exploatare ale vehiculelor.

Alegerea zonei în care va fi dezvoltat un centru de distribuție în raport cu amplasarea beneficiarilor și cu pozițiile altor terminale de transport și centre de distribuție, cu accesibilitatea la sistemele de transport magistral și la rețea arterelor urbane principale, influențează semnificativ volumul de mărfuri și tipurile de unități de încărcătură prelucrate, precum și traficul urban și efectele asupra mediului. Prețul și disponibilitatea terenului sunt de asemenea factori importanți în decizia de dezvoltare a unui centru de distribuție, care au în vedere condițiile locale și strategiile de planificare urbană. Modelul, dezvoltat conform structurii prezentate în figura 3, poate constitui un instrument complex pentru orientarea deciziilor de amplasare a centrelor de distribuție.

5. CONCLUZII

Transportul urban de mărfuri contribuie la menținerea și dezvoltarea funcțiilor economice și sociale ale unui oraș. Deoarece produce în același timp efecte negative asupra locuitorilor și a mediului, sunt necesare studii pentru identificarea măsurilor administrative și schemelor logistice care să conducă la creșterea eficienței transportului de mărfuri, la reducerea consumului de combustibil și a efectelor externe negative.

Configurarea spațiului logistic urban, în care amplasarea centrelor de distribuție urbană are un rol definitoriu, este de natură să contribuie la creșterea calității vieții în marile aglomerații urbane ca urmare a reducerii traficului generat de transporturile de mărfuri și a limitării efectelor externe negative produse de vehiculele pentru transportul mărfurilor în anumite perioade, ca și pe toată durata unei zilei.

Stabilirea poziției centrelor de distribuție și evaluarea comparativă a amplasamentelor posibile în condițiile restricțiilor specifice și adesea extrem de severe ale spațiului urban se dovedesc a fi deosebit de complexe. Dintre diferitele modele matematice de amplasare, în temeiul studiului întreprins, recomandăm modelul amplasării fără restricții de capacitate (*UFLP - Uncapacitated Facility Location Problem*). Rezolvarea acestei probleme necesită ipoteze simplificatoare și presupune dificultăți în estimarea parametrilor utilizați în model. Soluțiile obținute, în condițiile unor astfel de ipoteze simplificatoare și ale unor estimări încărcate de echivoc ale parametrilor care intervin în model, trebuie considerate ca variante inițiale. Acestea trebuie supuse unor evaluări ulterioare care au în vedere eterogenitatea spațiului urban, specificitatea rețelei rutiere și a itinerariilor vehiculelor, evoluția previzibilă a fluxurilor de mărfuri, estimări mai precise ale parametrilor, interesele divergente ale celor direct implicați, ca și ale celor afectați indirect de consecințele deciziilor de amplasare a centrelor de distribuție, evaluarea efectelor externe negative asupra mediului.

Bibliografie

1. Boudouin D. *Guide methodologique. Les espaces logistiques urbains*, PREDIT. La documentation Francaise, 2006.
2. Costescu, Dorinela, *Soluții eficiente pentru organizarea spațiului logistic urban*, Buletinul AGIR „Transporturile și amenajarea teritoriului”, nr 4, pag. 159 – 162, 2009.
3. Huschebeck, M., Allen, J., *BEST Urban Freight Solutions II*, Deliverable D1.1: BESTUFS European Commission, 2005.
4. Labbé, M., *Facility location: models, methods and applications*, în Labbé, M., Laporte, G., Tanczos, K., Toint, P. (ed.), *Operations Research and Decision Aid Methodologies in Traffic and Transportation Management*, Proceedings of the NATO ASI, March 10-21, 1997, Balatonfüred, Hungary, Series F: Computer and Systems Sciences, Vol.166, Springer, Berlin, pag. 264-285, 1998.
5. Raicu Ș., *Mutațiile în transporturi și dezvoltarea durabilă – rolul logisticilor integrate*, Buletinul AGIR nr. 4/2001, pag. 2-12, 2001.
6. Raicu Ș, Popa Mihaela, Dragu V, Costescu, Dorinela, Roșca E., *Optimisation Model Approach to Solving the „Just in Time” Periodic Transportation Problem*, în Vasiliu N., Szabolcs L. (editori), *A Way to E.R.A. Conference Excellence Research*, Brașov 2007, Editura Tehnică, 2007.
7. ReVelle, C.S., Eiselt, H.A. *Location analysis: A synthesis and survey*, European journal of Operational Research, Vol. 165 (1), pag. 1-19, 2005.
8. Taniguchi, E., Thompson, R.G., Yamada, T., Duin, R.V. (ed), *City Logistics: Network Modelling and Intelligent Transport Systems*, Elsevier Science Ltd., Oxford, 2001;
9. Taniguchi, E., Noritake, T., Yamada, T., Izumitani, T., *Optimal size and location planning of public logistics terminals*, Transportation Research Part. E, Vol. 35, pag. 207-222, 1999.