

TERMINALUL ELEMENT ESEȚIAL ÎN TRANSPORTUL INTERMODAL

drd. Ioniță PROFIR, *Ministerul
Transporturilor, București, ROMÂNIA*
dr. Stelian PLATON, *Ministerul
Transporturilor, București, ROMÂNIA*
dr. Stefan IOVAN, *Universitatea de
Vest, Timișoara, ROMÂNIA*

Abstract: Transportul intermodal reprezintă un proces complex, diferit în funcție de tipurile de interacțiuni dintre modurile de transport. Problemele analizate și modelele prezentate în lucrare se referă la transportul intermodal în care se utilizează transportul feroviar pe distanțe lungi și transportul rutier pe distanțe mici, pentru concentrarea și distribuția fluxurilor în zonele de influență a terminalelor.

Keywords: multimodal, intermodal, transport de marfă, problema medianei, hub-and-spoke

1. INTRODUCERE

Transportul de marfă este o componentă vitală a economiei. El stă la baza producției, comerțului, activităților de consum, asigurând deplasarea și disponibilitatea materiilor prime și produselor. În condițiile în care transportul rutier a devenit predominant și s-au agravat consecințele acestuia (poluare, număr de accidente), dezvoltarea transportului intermodal este considerată o soluție pentru reechilibrarea pieței transporturilor.

Conform unei definiții agreeate de comun acord de către principalele organizații și structuri regionale și internaționale de cooperare, *transportul intermodal reprezintă acel sistem de transport care presupune utilizarea în mod succesiv a cel puțin două moduri de transport și în care unitatea de transport intermodal nu se divizează la schimbarea modurilor de transport.* De

THE TERMINAL, KEY ELEMENT OF INTERMODAL TRANSPORT

Ph.D. candidate **Profir IONIȚĂ**, *Ministry of
Transport, Bucharest, ROMANIA*
Ph.D. **Stelian PLATON**, *Ministry of
Transport, Bucharest, ROMANIA*
Ph.D. **Stefan IOVAN**, *West University,
Timisoara, ROMANIA*

Abstract: Intermodal transport is a complex process, depending on different types of interactions between transport modes. The problems analyzed and models presented in the paper refer to intermodal transport that use long-distance rail transport and short-distance road transport, for flows concentration and distribution in terminal influence areas.

Keywords: multimodal, intermodal freight, median problem, hub-and-spoke

1. INTRODUCTION

Freight transport is a vital component of the economy. It is the basis of production, trade, consumer activities, providing the movement and availability of raw materials and products. Given that road transport has become prevalent and its consequences were worse (pollution, number of accidents), development of intermodal transport is considered a way to rebalance the transport market.

According to a definition commonly agreed by the main regional and international cooperation organizations and structures, *intermodal transport is that transport system which in turn requires the use of at least two transport modes and in which the intermodal transport unit is not divided when changing transport modes.* Also, intermodal transport is defined as "door to door" transport system, using at least two transport modes.

asemenea, transportul intermodal este definit ca sistemul de transport “*din poartă în poartă*” care utilizează integrat cel puțin două moduri de transport.

În conformitate cu definițiile aprobate și adoptate la Geneva în iunie 2010 de către Grupul de Lucru privind Statistica Transporturilor al Comisiei Economice pentru Europa din cadrul ONU (WG 6 ONU – CEE), a fost agreată definiția conform căreia transportul intermodal este un caz particular al transportului multimodal, efectuat în una și aceeași Unitate de Transport Intermodal (UTI) prin moduri successive de transport și fără divizarea mărfii la schimbarea modurilor de transport.

Utilizarea transportului intermodal va duce la eficientizarea modului de utilizare a infrastructurii existente pentru transportul de marfă prin atragerea fluxurilor de mărfuri dinspre sectorul rutier spre sectoarele feroviar și naval (fluvial). Deasemenea transportul intermodal va duce la dezvoltarea activităților integrate de asamblare și adaptare la cerințele specifice pieței din România, sau pieței țărilor din Europa Centrală și de Est, a produselor importate din afara Europei, inclusiv a activităților asociate, cum ar fi transportul și logistica.

2. CARACTERISTICI ALE MODULUI DE TRANSPORT INTERMODAL

Structura generală a sistemului intermodal de transport de marfă se bazează pe 3 elemente:

- un sistem de transport al mărfii pe distanțe lungi (la care participă de regulă modurile de transport maritim, feroviar, căile navigabile interioare și/sau aerian);
- terminale de transport care asigură transferul eficient al unităților de încărcătură de pe un sistem modal de transport pe altul;
- un sistem de colectare și distribuție a fluxurilor de mărfuri în punctele de origine, respectiv

In accordance with the definitions approved and adopted in Geneva, June 2010, by the Working Group on Transport Statistics of the Economic Commission for Europe of the UN (WG 6 UN - ECE), has been agreed the definition according with intermodal transportation is a particular case of multimodal transport, performed in one and the same Intermodal Transport Unit (ICU) by successive modes of transport and without cargo division when switching transport modes.

Efficient use of intermodal transport will lead to efficient use of existing infrastructure for freight transport by attracting the flows of goods from road to rail and maritime (river) sectors. Intermodal transport will also lead to the development of integrated activities and adaptation to the specific requirements of Romanian market, or of the Central and Eastern Europe countries markets, of imports from outside Europe, including associated activities such as transport and logistics.

2. CHARACTERISTICS OF INTERMODAL TRANSPORT MODE

The general structure of intermodal transport freight system is based on three elements:

- A system of freight transport over long distances (usually involving maritime, rail, inland waterways and / or air transport modes);
- Transport terminals to ensure efficient transfer of load units from a modal transport system to another;
- A system of collection and distribution of freight flows at points of origin, respectively of destination of the transport chain (usually achieved through road

de destinație al lanțului de transport (realizat de regulă prin intermediul modului de transport rutier).

În transportul intermodal feroviar-rutier se utilizează rețeaua rutieră și feroviară și infrastructuri speciale în terminale pentru realizarea transbordărilor între cele două moduri de transport. Competitivitatea acestui mod de transport depinde și de amplasarea terminalelor și de costurile de transfer. Majoritatea modelelor de amplasare a terminalelor prezentate în literatura de specialitate vizează găsirea punctului de extrem al unei funcții obiectiv, definită pentru cerințele sistemului de transport. Sunt trei categorii de modele de amplasare adecvată a terminalelor în transportul intermodal: problema acoperirii; problema a k centre; și problema medianei [1].

Dezvoltarea aplicațiilor GIS și RFID pentru reprezentarea fluxurilor de mărfuri și formalizarea rețelei de transport intermodal au contribuit la rezolvarea problemelor de amplasare a terminalelor [2]. Pentru a determina amplasarea optimă a terminalelor intermodale, trebuie să înțelegem percepțiile și comportamentul tuturor categoriilor de participanți, care cel mai adesea se disting prin contradictorii. În aceste domenii există mari lacune în înțelegerea complexității fenomenelor.

Procesul de transport intermodal presupune cinci etape (fig. 1). Pentru a oferi servicii de transport de calitate este necesar să se optimizeze toate secvențele procesului, iar interacțiunile dintre modurile de transport să se realizeze fără dificultăți. Rezultatul final al transportului intermodal depinde în mare măsură de punctele în care mărfurile sunt transferate de la un mod de transport la altul, de modul de corelare a capacităților de transport ale diferitelor moduri de transport și de capacitatea de coordonare a participanților la procesul de transport.

Analiza condițiilor de competiție între modurile de transport și a oportunității de promovare și dezvoltare a transportului intermodal presupune studierea cerințelor

transport mode).

In rail-road intermodal transport it is used road and rail network and special infrastructures of terminals to achieve transshipment between the two transport modes. The competitiveness of this mode of transport depends on the location of terminals and transfer costs. Most models for the location of terminals provided in the literature aimed at finding the extreme point of an objective function, defined for the transport system requirements. There are three types of models for an appropriate location of terminals in intermodal transport: the coverage problem, the problem of k centers, and the median problem [1].

RFID and GIS applications development to represent the freight flows and intermodal transportation network formalization contributed to solving problems of terminals location [2]. To determine the optimal location of intermodal terminals, we need to understand perceptions and behavior of all categories of participants, which often are characterized by contradictories. In these areas there are big gaps in understanding complexity of phenomena.

The intermodal transport process involves five stages (Figure 1). To provide quality transportation services it is necessary to optimize all process sequences, and interactions between transport modes to be achieved smoothly. The final result of intermodal transport depends largely on the points where goods are transferred from one mode to another mode of transport, on linking capabilities of the different transport modes and the ability to coordinate the participants in the transport process.

Analysis of conditions of competition between transport modes and the opportunity for promotion and development of intermodal transport involves studying the current requirements in the transport market. Among participants in the transport, who largely decide the modes of transport are senders and then forwarding homes. Where the decision

actuale pe piața transporturilor. Dintre participanții la procesul de transport, cei care decid în cea mai mare măsură modul de transport sunt expeditorii și apoi casele de expediții. În situațiile în care expeditorii transferă decizia alegerii modului de transport caselor de expediție, acestea fiind în general și operatori de transport rutier sau în strânsă legătură cu o companie de transport feroviar, decid în funcție de interesele financiare.

for the transfer senders shipping modal, which is in general and road transport operators or in conjunction with a rail company, decide based on financial interests.

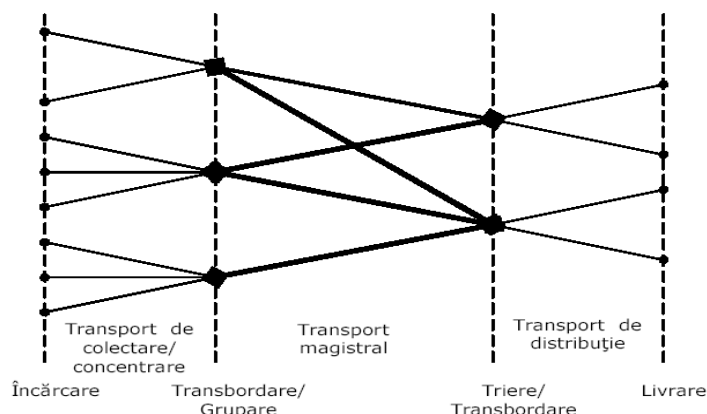


Fig. 1. Etape în cadrul procesului de transport intermodal
Figure 1 Stages of the intermodal transport process

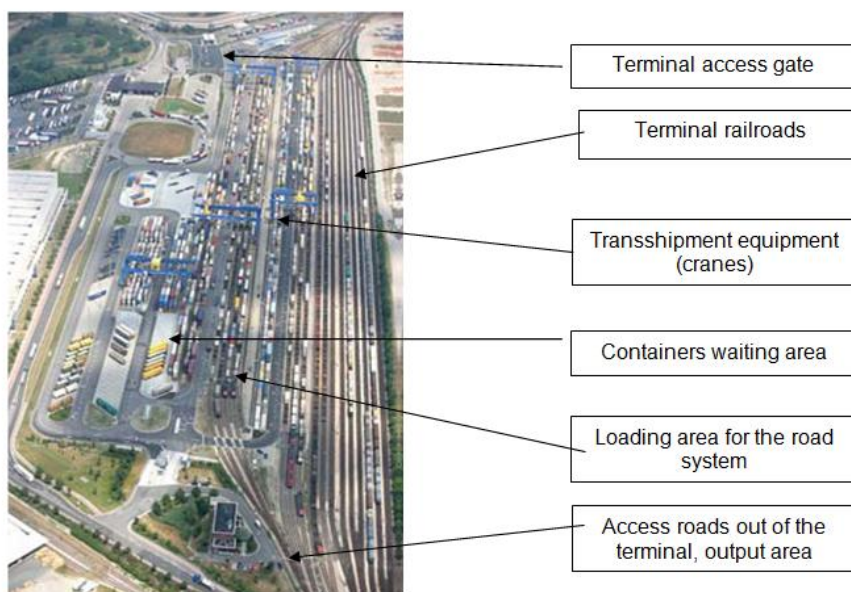


Fig. 2. Principalele părți componente ale unui terminal intermodal feroviar - rutier
Figure 2 The main components of a rail – road intermodal terminal

3. TERMINALE DE TRANSPORT INTERMODAL

Conform diferitelor clasificări [2, 3], în funcție de caracteristicile locale, se poate determina tipul terminalului care trebuie

3. INTERMODAL TRANSPORT TERMINALS

According to different classifications [2, 3], depending on local circumstances, it can be determined the type of terminal to be

amplasat într-o anumită zonă. Principalele terminale, din punctul de vedere al suprafeței ocupate și al volumului de mărfuri prelucrate sunt amplasate în porturile maritime (de exemplu, Rotterdam, Anvers, Hamburg, Le Havre, Marsilia, etc.). Acestea sunt numite terminale de consolidare, deoarece fluxurile de mărfuri sunt importante și permit formarea trenurilor navetă sau a convoaielor de barje.

Terminalele de dimensiuni reduse și volume mici de mărfuri prelucrate pot fi numite terminale de distribuție sau de hinterland. Ele sunt utilizate pentru consolidări “în linie” sau consolidări “colectare-distribuție” (fig. 2). Între cele două categorii extreme există terminale de transfer, în care se prelucrează volume importante de mărfuri și care sunt dedicate în special transbordării mărfurilor în relații continentale, cunoscute sub numele “*hub-and-spoke*”.

Având în vedere că spațiul geografic este neomogen și că dezvoltarea unui terminal intermodal are efecte directe și indirecte asupra amenajării teritoriului și dezvoltării mediului socio-economic, este oportună prezentarea factorilor de decizie în amplasarea terminalelor (fig. 3). Determinantă în decizia de a dezvolta un terminal și de a stabili dimensiunile lui este poziția geografică. Alegerea zonei în care va fi dezvoltat terminalul în raport cu pozițiile geografice ale centrelor de producție și consum din zonă, cu pozițiile altor terminale, cu accesibilitatea la coridoarele rutiere și feroviare, influențează semnificativ volumul de mărfuri și tipurile de unități de încărcătură prelucrate în terminal.

Caracterul aleator al fluxurilor mărfurilor sosite într-un depozit și al fluxurilor de mărfuri expediate, precum și structura neomogenă a acestor fluxuri, fac dificilă determinarea capacității de tranzit prin modele analitice, chiar și în cazurile în care fluxurile de sosire și expediere corespund unor repartiții teoretice. O soluție adecvată pentru determinarea capacității de depozitare este folosirea metodelor de simulare. Metodele de simulare sunt

located in a particular area. The main terminals, in terms of occupied area and volume of processed goods are located in seaports (e.g. Rotterdam, Antwerp, Hamburg, Le Havre, Marseille, etc.). These are called consolidation terminals, as flows of goods are important and allow forming of shuttle trains or barge convoys.

Small dimensions and small volumes of processed goods terminals can be called distribution terminals or hinterlands. They are used for “*in line*” consolidation or “*collection-distribution*” consolidation (Figure 2). Between the two extreme categories are transfer terminals, which processes large volumes of goods and that are especially dedicated for goods transshipment in continental relations, known as “*hub-and-spoke*”.

Given that geographical space is non-homogeneous and that the development of an intermodal terminal has direct and indirect effects on spatial planning and socio-economic environment development, it is appropriate to present the terminal location decision factors (Figure 3). Determinant in the decision to develop a terminal and set its dimensions is the geographical position. Choosing the area where the terminal will be developed in relation to the geographical positions of production and consumption centers in the area, with the positions of other terminals, the accessibility to road and rail corridors, significantly influence the volume of goods and types of loading units processed in the terminal.

Random nature of incoming flows of goods in a warehouse and shipped freight flows as well as non-homogeneous structure of these flows makes difficult to determine the transit capacity through analytical models, even in cases where the arrival and dispatch flows correspond to theoretical distributions. An adequate solution to determine the storage capacity is to use simulation methods. Simulation methods are tools with which one can model the terminals operation for sizing of subsystems.

instrumente cu ajutorul cărora se poate modela funcționarea terminalelor în vederea dimensionării subsistemelor.

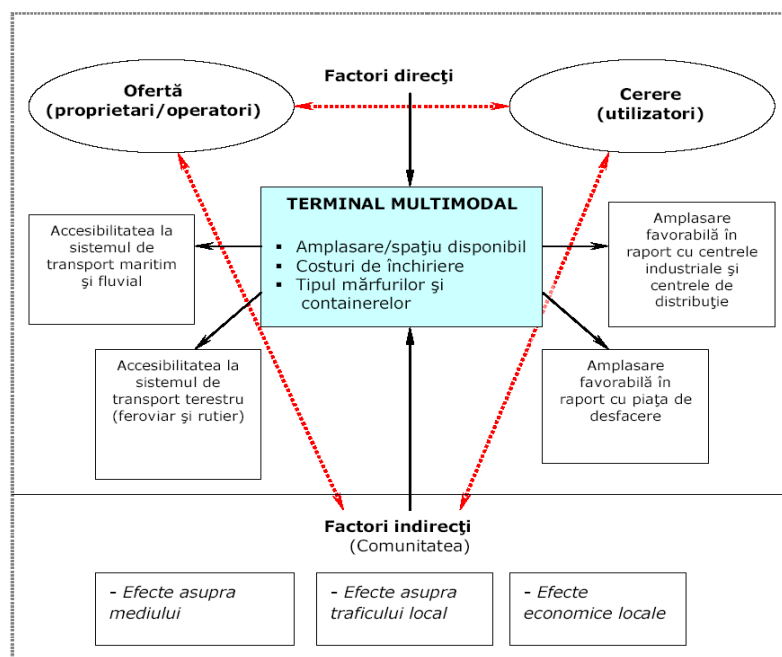


Fig. 3. Factori determinanți în decizia amplasării unui terminal intermodal
Figure 3 Decisive factors in intermodal terminal location

Modelele de amplasare a terminalelor au fost dezvoltate, pentru determinarea celei mai bune soluții a unei funcții obiectiv, definită pentru satisfacerea cerințelor sistemului de transport, utilizându-se patru categorii de variabile de intrare [4]:

- mulțimea beneficiarilor, ale căror poziții se cunosc;
- tipul terminalelor sau instalațiilor;
- spațiul în care sunt amplasați beneficiarii și terminalele sau instalațiile;
- atributele asociate rutelor dintre beneficiari și punctele posibile pentru amplasarea terminalelor (distanțe, costuri, durate de transport).

Se disting două categorii principale de modele de amplasare: matematice și euristice. Modelele matematice oferă soluții exacte, dar se pot aplica doar dacă se formulează multe ipoteze simplificatoare. Clasificarea modelelor matematice se poate realiza în funcție de mai multe criterii [5]:

Terminal location models were developed to determine the best solution of an objective function, defined to meet the transport system requirements, using four categories of input variables [4]:

- Set of beneficiaries, whose positions are known;
- Terminals or facilities type;
- Beneficiaries and terminals or facilities location;
- Attributes associated to routes between beneficiaries and possible points for terminal location (distances, costs, transport time).

There are two main categories of location patterns: mathematical and heuristic. Mathematical models provide exact solutions but may apply only if are made many simplifying assumptions. Classification of mathematical models can be based on several criteria [5]:

- The manner of defining the space in which to place the terminals;
- Depending on the type of variables used (statistical, dynamical,

- pe baza modului de definire a spațiului în care se amplasează terminalele;
- în funcție de tipul variabilelor utilizate (statistice, dinamice, deterministe sau stochastice);
- în funcție de modul de determinare a numărului de terminale, precum și de includerea restricțiilor de capacitate a terminalelor).

Conform primului criteriu se diferențiază modele continue sau discrete. Rezolvarea problemelor de amplasare în spații continue aparține domeniului programării neliniare. Aceste modele sunt mai puțin utile în domeniul transporturilor, în care trebuie să se țină seama de rețelele de transport existente și de alte restricții spațiale.

În categoria modelelor euristice, se încadrează metodele de căutare pe niveluri ierarhice, algoritmi genetici, rețele neuronale, sisteme de control fuzzy. Aceste metode pot fi aplicate pentru probleme complexe și oferă flexibilitate în definirea funcției obiectiv și a restricțiilor.

În modelarea sistemelor de transport multimodal trebuie prelucrată cererea pentru un număr mare de perechi origine-destinație și identificarea soluțiilor pentru concentrarea fluxurilor de transport. Pentru rezolvarea acestor probleme se poate formaliza rețele *hub-and-spoke*, în care mărfurile se deplasează de la expeditor la un terminal *hub* origine, apoi la un alt terminal *hub* și apoi către destinația finală, fiind evitate deplasările directe între toate perechile origine-destinație.

Modelul se bazează pe dezvoltarea problemei medianei pentru k terminale *hub*, care să asigure concentrarea fluxurilor de transport. Problema structurării unei rețele de terminale *hub* implică următoarele etape:

- determinarea amplasării optime a terminalelor *hub*;
- afectarea punctelor origine și destinație a terminalelor *hub*;
- determinarea rutei între terminalele *hub*;
- afectarea fluxurilor pe rețea.

deterministicamente sau stohasticamente);

- Depending on the manner of determining the number of terminals, as well as inclusion of the terminals capacity constraints.

Under the first criterion we differentiate continuous or discrete models. Solving location problems in continuous space falls within the non linear programming. These models are less useful in transportation, which must take account of existing transport networks and other spatial constraints.

In the category of heuristic models, falls hierarchical levels search methods, genetic algorithms, neural networks, fuzzy control systems. These methods can be applied to complex problems and provides flexibility in defining the objective function and constraints.

In modeling multimodal transport systems it must be processed the demand for many origin-destination pairs and finding solutions to concentrate the transport flows. To solve these problems it can formalized *hub-and-spoke* networks in which goods move from the sender to an origin *hub* terminal, then to another *hub* terminal and then to their final destination, avoiding direct travel between all the origin-destination pairs.

The model is based on the median problem development for k hub terminals, which ensure concentration of transport flows. The problem of structuring a hub terminals network involves the following steps:

- Setting the optimal location of hub terminals;
- Affecting the origin and destination points of hub terminals;
- Setting the route between the hub terminals;
- Affecting flows on the network.

Solutions of those four stages are connected, but to help their mathematical solution, in practice is applied a sequential approach and a series of simplifications [6]. It is commonly assumed that the value of transport cost is independent of flow transport

Soluțiile celor patru etape sunt dependente, însă pentru a facilita rezolvarea matematică, în practică se aplică o tratare secvențială și se apelează la o serie de simplificări [6]. Se presupune frecvent că valoarea costului de transport este independentă de volumul fluxului de transport (chiar dacă obiectivul terminalelor hub este de a permite concentrarea fluxurilor de transport pentru obținerea efectului de scară).

Pentru a evalua opțiunile de amplasare a unui terminal ar trebui determinate criteriile importante în raport cu obiectivele fiecărei categorii de participanți. În funcție de criteriile stabilite pentru fiecare categorie de participanți trebuie stabilite variabilele de decizie, funcția obiectiv și indicatorii de eficiență, evaluate conform fiecărui criteriu. În plus, trebuie definite restricțiile care asigură posibilitatea de aplicare a modelului. Modelul poate fi organizat pe patru componente:

- modulul pentru caracterizarea teritoriului și formalizarea rețelei de transport;
- modulul pentru evaluare financiară;
- modulul pentru evaluarea costurilor exploatareii terminalului;
- modulul pentru evaluarea efectelor asupra mediului și traficului local.

4. ALOCAREA FLUXURILOR DE TRANSPORT

În studiile din domeniul transporturilor de mărfuri, fluxurile sunt în general exprimate în unități de masă. În transportul intermodal, pentru a analiza și evalua alternativele de organizare a serviciilor de transport, precum și pentru identificarea fluxurilor care pot fi transferate din sistemul de transport rutier în cel intermodal, este necesară transformarea cererii din unități de masă în unități de încărcătură.

volume (even if the hub terminal objective is to allow concentration of transport flows to achieve the scale effect).

To assess the options for a terminal location it should be determined the important criteria in relation to the objectives of each category of participants. Depending on the criteria established for each category of participants should be established the decision variables, the objective function and efficiency indicators, evaluated according to each criterion. In addition, should be defined the constraints which ensure the model applying possibility. The model can be organized into four components:

- The module for land characterizing and transport network forming;
- Financial evaluation module;
- Terminal operating costs evaluation module;
- Environmental impact and local traffic assessment module.

4. ALLOCATION OF TRANSPORT FLOWS

In goods transportation studies, flows are usually expressed in mass units. In case of intermodal transport, to analyze and evaluate alternatives for the organization of transport services, as well as to identify flows that can be transferred from road transport system in the intermodal one, it is necessary to transform the demand from mass of mass in cargo units.

Allocation models have as an objective the distribution of transport flows

Modelele de alocare au ca obiectiv repertizarea fluxurilor de transport pe rețea, în funcție de cererea între origini și destinații, precum și de costurile de transport. Datele de intrare necesare în modelele de alocare sunt matricea cererii de transport între zone și descrierea completă a rețelei de transport.

Pentru a analiza și formaliza transportul intermodal este necesară formalizarea unei rețele virtuale, care să includă atât descrierea rețelelor de transport, cât și operațiile realizate în cadrul întregului lanț logistic. Rețelele virtuale au o structură complexă, care permite realizarea într-o singură etapă a afectării modale și a repartizării pe itinerarii. Fiecare arc al rețelei de transport poate fi descris de un set de arce virtuale caracterizate de attribute specifice modurilor de transport sau, pentru același mod, diferitelor servicii. Fiecare terminal este tratat ca un nod complex, căruia îi este asociat un graf [7]. Arcele grafului permit descrierea proceselor realizate în cadrul terminalului și asocierea atributelor caracteristice (costuri, durate, etc).

Modelele de alocare a fluxurilor pe itinerarii pot fi clasificate în funcție de restricțiile de capacitate și de modul de percepere a costurilor de transport de către utilizatori. În cazul modelării alocării fluxurilor de mărfuri pe rețeaua multimodală, itinerariile sunt condiționate nu numai de percepțiile costurilor de către transportatori, ci și de nivelul de agregare a datelor disponibile.

Rezultatele modelelor de alocare a fluxurilor pe rețele de transport intermodal constau în solicitările pe arcele rețelelor de transport modale și în terminalele intermodale. Se pot evidenția două etape în estimarea cererii de transport intermodal:

- determinarea cererii inițiale prin aplicarea procedurii de transformare a fluxurilor din unități de masă în unități de încărcătură;
- estimarea cererii de transport intermodal prin concentrarea

on the network, depending on demand between origins and destinations, as well as transport costs. Necessary input data in allocation patterns are the matrix of transport demand between areas and full description of the transport network.

To analyze and formalize the intermodal transport is necessary to formalize a virtual network, which to include both the description of transport networks and operations conducted within the entire supply chain. Virtual networks have a complex structure, which allows a single stage achievement of the modal affecting and itinerary distribution. Each arc of the transport network can be described by a set of virtual arcs characterized by specific attributes of transport modes or, for the same mode, of different services. Each terminal is treated as a complex node, which is given a graph [7]. Graph arcs allow description of processes carried out within the terminal and the association of characteristic attributes (cost, duration, etc.).

Allocation models of flows on routes can be classified according to the capacity constraints and the perception way of transport costs to users. In case of goods flows allocation modeling on multimodal network, routes are conditioned not only by costs perceptions by carriers, but also by the aggregation level of available data.

The results of flows allocation models on intermodal transport networks consist in demands on the modal transport networks arches and in intermodal terminals. It can be highlighted two stages in estimating the demand for intermodal transport:

- Determining the initial demand by applying the transformation of flows from mass units in cargo units procedure;
- Estimation of intermodal transport demand by concentrating transport flows obtained as a result of the allocation procedure on itineraries, based on the proposed set of terminals.

fluxurilor de transport obținute ca rezultat al procedurii de alocare pe itinerarii, pe baza mulțimii de terminale propuse.

5. CONCLUZII

Dezvoltarea unui terminal intermodal are efecte directe și indirecte asupra amenajării teritoriului și dezvoltării mediului socio-economic din zona. Având în vedere că spațiul geografic este neomogen, s-a demonstrat că soluțiile modelelor de amplasare trebuie evaluate în funcție de condițiile locale.

Terminalele sunt componente de care depinde în mare măsură eficiența proceselor de transport intermodal. Dimensionarea corectă a subsistemelor componente este esențială pentru buna funcționare a activității de transfer din cadrul terminalelor. Caracterul aleator al fluxurilor de mărfuri sosite într-un terminal și al fluxurilor de mărfuri expediate, precum și structura neomogenă a acestor fluxuri, fac dificilă determinarea capacității de tranzit prin metode analitice, chiar și în cazurile în care fluxurile de sosire și expediere se pot aproxima prin repartiții teoretice de un anumit tip. Modelele de simulare, deși presupun un efort mai mare pentru concepere și programare, sunt cele care pot fi extrem de utile în dimensionarea subsistemelor terminalelor.

Bibliografie

- [1] Owen S.H., Daskin M.S., *Strategic facility location: A review*, European Journal of Operational Research, Vol 111 (3), pag. 423-427, 1998;
- [2] Limbourg S., *Planification Strategique de Systemes de Transport de Marchandises en Europe: localizations optimales de hubs de conteneurs sur le reseau multimodal*, PhD Thesis FUCaM – G.T.M., 2007;
- [3] Bontekoning Y.M., *Hub exchange operations in intermodal hub-and-spoke operations: A performance comparison of four types of rail-rail*

5. CONCLUSIONS

Development of an intermodal terminal has direct and indirect effects on spatial arrangement and socio-economic environment development in the area. Given that geographical space is non-homogeneous, it was shown that solutions of location models should be evaluated according to local conditions.

The efficiency of intermodal transport processes depends on terminals. Correct sizing of components subsystems is essential for the proper functioning of transfer activity in terminals. Random nature of goods flows arriving at a terminal and shipped goods flows, as well as non-homogeneous structure of these flows, make difficult to determine the transit capacity through analytical methods, even in cases where the arrival and delivery flows can be approximated through theoretical distributions of a particular type. Simulation models, although requiring a greater effort to design and programming, are those which can be extremely useful in sizing terminal sub-systems.

Bibliography

- [1] Owen S.H., Daskin M.S., *Strategic facility location: A review*, European Journal of Operational Research, Vol 111 (3), pg. 423-427, 1998;
- [2] Limbourg S., *Planification Strategique de Systemes de Transport de Marchandises en Europe: localizations optimales de hubs de conteneurs sur le reseau multimodal*, PhD Thesis FUCaM – G.T.M., 2007;
- [3] Bontekoning Y.M., *Hub exchange operations in intermodal hub-and-spoke operations: A performance comparison of four types of rail-rail*

facilities, Ph.D. thesis, TRAIL thesis Series T2006/1, The Netherlands TRAIL Research School Delft University of Technology, Delft, 2006;

[4] ReVelle C.S., Eiselt H.A., *Location analysis: A synthesis and survey*, European Journal of Operational Research, Vol. 165 (1), pag. 1-19, 2005;

[5] Taniguchi E., Thompson R.G., Yamada T., Duin R.V., *City Logistics: Network Modelling and Intelligent Transport Systems*, Elsevier Science Ltd., Oxford, 2001;

[6] Campbell J.F., *Integer programming formulations of discrete hub location problems*, European Journal of Operational Research, Vol. 72 (2), pag. 387-405, 1994;

[7] Raicu Ș., Roșca E., *Asupra distribuției containerelor între terminalele de transport și beneficiari*, în ‘Concepte intermodale în transporturi – Lucrările seminarului proiectului IM7Danube’, Editura Agir, Bucuresti, pag. 165-173, 2006;

facilities, Ph.D. thesis, TRAIL thesis Series T2006/1, The Netherlands TRAIL Research School Delft University of Technology, Delft, 2006;

[4] ReVelle C.S., Eiselt H.A., *Location analysis: A synthesis and survey*, European Journal of Operational Research, Vol. 165 (1), pg. 1-19, 2005;

[5] Taniguchi E., Thompson R.G., Yamada T., Duin R.V., *City Logistics: Network Modelling and Intelligent Transport Systems*, Elsevier Science Ltd., Oxford, 2001;

[6] Campbell J.F., *Integer programming formulations of discrete hub location problems*, European Journal of Operational Research, Vol. 72 (2), pg. 387-405, 1994;

[7] Raicu Ș., Roșca E., *On containers distribution between transport terminals and beneficiaries*, in 'Intermodal concepts in transports - IM7Danube Project seminar', Agir Publishing House, Bucharest, pg. 165-173, 2006;