

CONSECINȚELE AMPLASĂRII DE ACTIVITĂȚI ASUPRA EFICIENȚEI LANȚULUI LOGISTIC

As.ing. Ștefan BURCIU, As.ing. Anamaria ILIE

Universitatea „Politehnica“ – București, Facultatea Transporturi,

REZUMAT. În această lucrare este evidențiată importanța deciziilor de amplasare a activităților de producție asupra eficienței lanțurilor logistice multiactori. Pornind de la modelul clasic al problemei de amplasare a activităților de producție cu restricții de capacitate și un anumit nivel al cererii s-a încercat găsirea unor modele în care deciziile de amplasare a activităților să înglobeze caracteristici suplimentare ale lanțului logistic precum problemele de rutare și cele legate de nivelul stocurilor.

Cuvinte cheie: lanț logistic, amplasare, rutare, nivelul stocurilor.

ABSTRACT. In this chapter we outline the importance of facility location decisions in supply chain design. We begin with a review of classical models including the traditional fixed charge facility location problem. We then summarize more recent research aimed at expanding the context of facility location decisions to incorporate additional features of a supply chain including LTL vehicle routing, inventory management, robustness, and reliability.

Keywords: logistic chain, location, routing, inventory.

1. INTRODUCERE

Deplasarea efectivă a mărfurilor, într-un mod eficient, de la apariția acestora sub formă de materii prime până la unitățile de procesare, fabricare de componente, uzine de asamblare a produselor finite, centre de distribuție și clienți este o problemă critică în condițiile unui mediu logistic competitiv. În funcție de industria producătoare procentul din costul final al produselor datorat activităților logistice poate depăși această valoare.

Managementul activităților logistice presupune nu numai decizii referitoare la deplasarea bunurilor ci și decizii despre:

– unde, ce și cât să se producă,

– care să fie nivelul stocului în fiecare etapă a procesului de producție,
– fluxul informațional între actorii implicați în lanțul logistic și
– locul de amplasare a uzinelor și centrelor de distribuție.

Deciziile referitoare la amplasare sunt cele mai dificile și critice în realizarea unui lanț logistic eficient. Fluxul informațional este și acesta relativ flexibil, putându-se modifica în funcție de strategiile corporatiste și diferitele alianțe. Deci, transportul, stocul și informația pot fi reoptimizate rapid ca răspuns la modificările apărute în lanțul logistic.

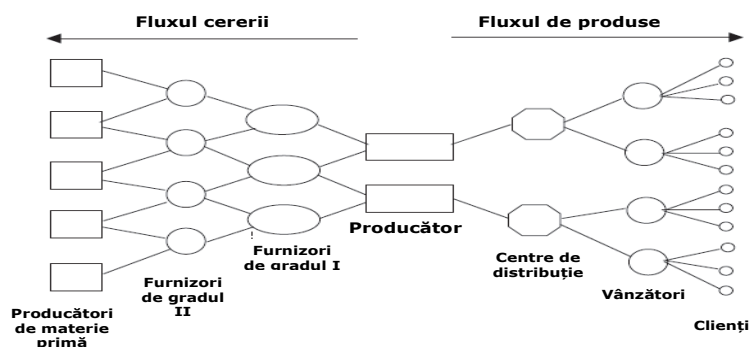


Fig. 1. Structura lanțului logistic.



Fig. 2. Fluxuri implicate în lanțul logistic.

Nivelul producției și amplasamentul activităților de producție sunt mai puțin flexibile deoarece multe din costurile de producție pot fi considerate fixe pentru o anumită perioadă. Costurile cu forța de muncă sunt adesea dictate de contracte pe termen lung iar capacitatea uzinelor poate fi considerată fixă pentru o anumită perioadă de timp. Totuși, nivelul producției poate fi modificat ca răspuns la schimbări în structura costurilor materiilor prime și cererea de pe piață.

Pe de altă parte, deciziile de schimbare a amplasării activităților de producție sunt mai greu de luat chiar și pentru un orizont mediu de timp. Spre exemplu, amplasamentul unei uzine de asamblare a automobilelor nu poate fi modificat ca urmare a variației cererii clienților, costurilor de transport sau a prețurilor componentelor. Chiar și relocarea centrelor de distribuție moderne, dotate cu echipamente de transport intern și manipulare, este dificilă sau chiar imposibilă pe un orizont de timp scurt sau mediu.

Amplasarea ineficientă a activităților de producție dar și a marilor centre de distribuție (chiar și

a platformelor de cross-docking) conduce la costuri sporite din cauza duratei ridicate de viață a acestora indiferent de cât de optimizate sunt deciziile referitoare la producție, transport, stocuri sau flux informațional.

Cross-docking-ul este o practică în logistică ce presupune descărcarea materialelor livrate dintr-un trailer sau vagon și încărcarea acestor materiale cu scopul de a fi expediate, în trailere sau vagoane, cu un timp de depozitare foarte scurt sau inexistent între cele două operațiuni.

Multe dintre operațiunile de cross-docking necesită suprafețe mari de staționare, acolo unde materialele primite sunt sortate, consolidate și depozitate până când marfa de livrat este completă și gata de expediere. Dacă îndeplinirea etapelor durează mai multe ore sau o zi, suprafața este de obicei denumită centru de distribuție „cross-dock”. Dacă durează câteva zile sau chiar săptămâni, suprafața este considerată de obicei un depozit.

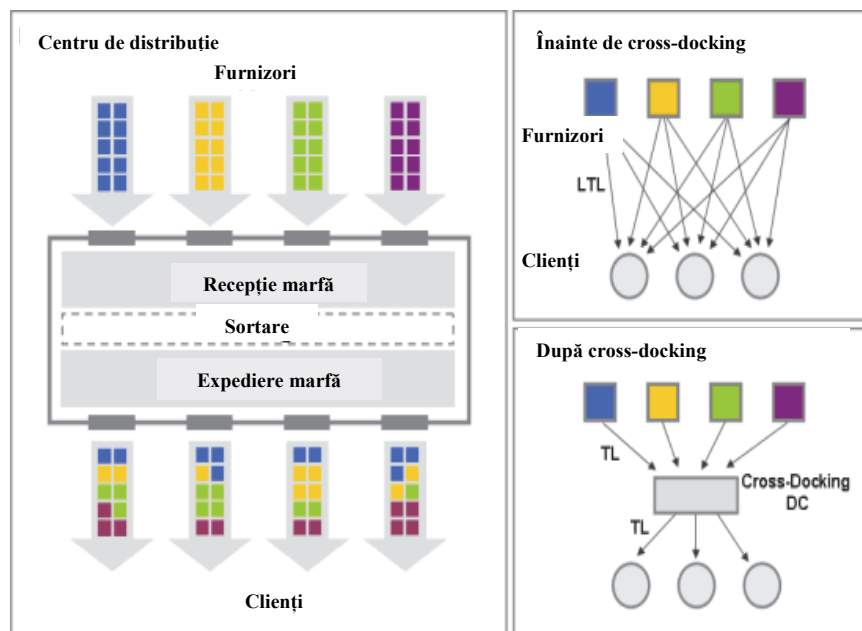


Fig. 3. Efectele cross-docking-ului asupra lanțului logistic.

Factori care influenţează utilizarea cross-docking-ului:

- disponerea geografică a furnizorului și a clientului – mai ales atunci când un sigur client corporatist are mai multe filiale sau puncte de desfacere;
- costul de transport pentru bunurile transportate;
- costul păstrării stocului în tranzit;
- complexitatea încărcăturilor;
- tehnologiile de manipulare;
- integrarea software-ului între furnizor(i), distribuitor și transportator
- urmărirea stocului în tranzit.

Totuși, în condițiile unei planificări pe termen lung a activităților de producție și a centrelor de distribuție, multe incertitudini apar în privința deciziilor referitoare la acestea. Costurile de transport și stocare (afectate de dobânzi și asigurări) precum și costurile de producție sunt dificil de estimat. Este deci foarte important ca cei care se ocupă de planificare să aibă în vedere incertitudinile asociate perioadelor următoare atunci când se iau decizii de amplasare a diferitelor facilități.

Deciziile de rutare a vehiculelor și cele referitoare la nivelul stocurilor se află într-un plan secundar în raport cu amplasarea facilităților (presupun costuri mari de construcție și sunt dificil de modificat), deoarece acestea pot fi modificate periodic fără o prea mare dificultate. Oricum, s-a demonstrat empiric că pentru problemele de amplasare-rutare și amplasare-stoc deciziile de amplasare luate izolat diferă de cele care iau în considerare rutarea și stocul.

Pornind de la un model tradițional de amplasare a activităților de producție, modelul de amplasare a activităților de producție cu cerere fixă, acesta poate fi extins pentru a încorpora diferite aspecte ale problemei optimizării lanțului logistic precum procesul distribuției, decizii privind stocurile dar și alte aspecte care însă nu sunt prezentate în lucrarea de față.

2. PROBLEMA DE AMPLASARE A ACTIVITĂȚILOR DE PRODUCȚIE CU RESTRICȚII DE CAPACITATE ȘI CERERE CUNOSCUTĂ

Aceste probleme consideră activitățile de producție ca având o capacitate dată. Dacă b_j reprezintă nivelul maxim al cererii ce poate fi adresată unei facilități $j \in J$, restricția ce poate fi folosită pentru a încorpora și capacitățile facilităților, este următoarea:

$$\sum_{i \in I} h_i Y_{ij} - b_j X_j \leq 0 \quad (1)$$

Restricția (1) limitează cererea totală asociată facilității $j \in J$ la maximum b_j . Problema de transport deja inclusă în formularea anterioară este ușor de recunoscut dacă înlocuim $h_i Y_{ij}$ cu Z_{ij} , cantitatea care este transportată de la centrul de distribuție j la clientul i . Problema de transport pentru un amplasament fixat al activităților de producție va fi:

Funcția obiectiv:

$$\min \sum_{j \in J} \sum_{i \in I} c_{ij} Z_{ij} \quad (2)$$

cu restricțiile:

$$\sum_{j \in J} Z_{ij} = h_i \quad \forall i \in I \quad (3)$$

$$\sum_{i \in I} Z_{ij} \leq b_j \hat{X}_j \quad \forall j \in J \quad (4)$$

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

în care valorile fixe (cunoscute) ale variabilelor de amplasare au fost notate cu \hat{X}_j .

Soluția problemei de transport de mai sus poate presupune alocări fracționate ale clienților pe depozite. Aceasta înseamnă că soluția problemei ce include restricția (1) nu va satisface condiția de „sursă unică”, așa cum se întâmplă și în cazul problemei de amplasare a activităților de producție cu capacitate nelimitată și cerere fixă în absența acestei restricții. Pentru a restabili condiția de „sursă unică”, se poate înlocui definiția fracționară a variabilelor de alocare cu una binară:

$$Y_{ij} \begin{cases} 1, & \text{dacă cererea unui client } i \\ & \text{este satisfăcută de o activitate de producție } j \\ 0, & \text{în caz contrar} \end{cases}$$

Problema devine mai dificilă de rezolvat deoarece apar e un număr mai mare de variabile întregi.

S-a observat (Daskin, Jones, 1993) că într-un context practic, numărul clienților este considerabil mai mare decât numărul centrelor de distribuție care vor fi amplasate. De aceea, fiecare client reprezintă a parte mică a capacității totale a centrului de distribuție căruia îi este alocat. De asemenea, dacă restricția de „sursă unică” este înlăturată, numărul de clienți cu surse multiple este mai mic sau egal cu numărul de centre de distribuție minus unu. Totuși, în majoritatea cazurilor, puțini clienți vor avea nevoie de surse multiple. Și capacitatea depozitelor, măsurată în capacitate anuală, este rar cunoscută cu precizie deoarece depinde de mai mulți factori printre care și gradul de reutilizare al stocurilor.

Astfel, a apărut o nouă procedură de calcul care se referă la problema „sursei unice” care presupune:

- ignorarea restricției de „sursă unică” și rezolvarea problemei de transport,
- utilizarea modelelor duale pentru a găsi alternative la problema de transport cu mai puțini clienți și surse multiple, și
- abateri mici de la restricția privind capacitatea pentru a identifica soluții care să satisfacă cerința de „sursă unică”.

O variantă mai complexă a acestei probleme de amplasare a activităților de producție cu cerere fixă poate fi obținută dacă se iau în considerare mai multe produse și mărimea încărcăturii transportate de la uzinele producătoare la centrele de depozitare.

Acestor restricții li se mai pot adăuga alte restricții liniare referitoare la variabilele de amplasare și alocare (Geoffrion, Graves, 1974), precum: numărul minim și respectiv maxim de centre de distribuție care urmează să fie deschise, relațiile dintre centrele de distribuție, restricții de capacitate mai detaliate în cazul în care diferite produse consumă diferite resursele centrelor de distribuție și restricții privind calitatea serviciului.

3. MODELE INTEGRATE DE AMPLASARE-RUTARE

O limitare importantă a modelului de amplasare cu cerere fixă este presupunerea că de la centrele de distribuție la clienți sunt trimise vehicule încărcate la capacitatea maximă. În majoritatea cazurilor, transporturile sunt efectuate la capacitatea sub capacitatea maximă de transport a vehiculelor și pe o rută cu opriri intermediare între facilități și diverși clienți. În cazul vehiculelor încărcate la capacitate maximă, costul unei livrări este independent de celelalte livrări efectuate, pe când, în cazul transporturilor incomplete, costul livrărilor depinde de amplasarea celorlalți clienți și de ordinea în care aceștia sunt serviți.

Modele integrate de amplasare-rutare combină trei componente ale lanțului logistic:

- amplasarea activităților de producție/distribuție,
- alocarea clienților pe unități de producție/distribuție,
- rutarea vehiculelor.

Aceste modele depind de numărul de niveluri ale problemei. Putem avea probleme pe două niveluri în care transportul de face doar de la centrele de distribuție la clienți dar și probleme pe trei niveluri care includ fluxul de la uzine la centrele de distribuție și apoi la clienți.

3.1. Problemă de amplasare-rutare pe două niveluri

Problema de amplasare-rutare pe două niveluri are la bază formularea programării liniare în numere întregi a problemei de rutare a vehiculelor.

Formulările referitoare la fluxuri ale problemei de rutare sunt clasificate în funcție de numărul de indici ai variabilelor de flux:

$X_{ij} = 1$, dacă vehiculele utilizează arcul (i, j) ;

$X_{ijk} = 1$, dacă vehiculele de tip k utilizează arcul (i, j) .

Dimensiunea și structura acestor formulări le fac dificile de rezolvat utilizând metode standard de programare în numere întregi sau tehnici de optimizare ale rețelelor. A fost formulată (Berger, 1977) o astfel de problemă care este foarte apropiată de problema de amplasare a obiectivelor cu cerere fixă.

Spre deosebire de alte probleme de amplasare-rutare, în această abordare, rutele sunt presupuse semicurse, un vehicul ne mai trebuind să se întoarcă la centrul de distribuție după ce a făcut ultima livrare. Modelul este adecvat situației în care livrările sunt făcute de o terță firmă de transport sau produsele livrate sunt perisabile. În acest ultim caz, durata de întoarcere de la ultimul client la centrul de distribuție este mai puțin importantă decât durata de transport de la acesta până la ultimul client.

Variabile de intrare:

P_j , mulțimea semicurselor de la un posibil centru de distribuție $j \in J$;

c_{jk} , costul realizării unei semicurse $k \in P_j$;

a_{ik}^j , 1 dacă semicursa $k \in P_j$ include clientul $i \in I$, 0 în caz contrar.

Variabilele de decizie:

$$V_{jk} \begin{cases} 1, \text{ dacă semicursa } k \in P_j \text{ este realizată} \\ \text{ pornind de la centrul de distribuție } j \in J \\ 0, \text{ în caz contrar} \end{cases}$$

Numărul de restricții pentru mulțimea semicurselor P_j poate fi oricât de mare, dar, cu cât condițiile impuse asupra sa sunt mai restrictive, cu atât puterea mulțimii este mai mică. Restricționând lungimea totală a semicursei, se poate constitui următorul model de amplasare-rutare:

Funcția obiectiv:

$$\min \sum_{j \in J} f_j X_j + \sum_{j \in J} \left\{ \sum_{k \in P_j} c_{jk} V_{jk} \right\} \quad (6)$$

cu restricțiile:

$$\sum_{j \in J} \left\{ \sum_{k \in P_j} a_{ik}^j V_{jk} \right\} = 1 \quad \forall i \in I \quad (7)$$

$$V_{jk} - X_j \leq 0 \quad \forall j \in J, \forall k \in P_j \quad (8)$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (9)$$

$$V_{jk} \in \{0,1\} \quad \forall j \in J, \forall k \in P_j \quad (10)$$

Funcția obiectiv minimizează suma costurilor de amplasare a obiectivelor și a costurilor de rutare a vehiculelor. Restricția 7 impune ca un nod al cererii să se afle pe o rută iar restricția 8 stipulează că ruta este atribuită numai unui obiectiv deja creat. Restricțiile 9 și 10 sunt restricții standard de integritate.

Deși asemănarea cu modelul clasic de amplasare a obiectivelor cu cerere fixă este majoră, modelul acesta este mai dificil de rezolvat din două motive:

1) relaxarea programării liniare furnizează o limită inferioară scăzută. Variabilelor asociate semicurselor le corespund valori fracționare foarte mici iar variabilelor de amplasare le sunt asociate valori fracționare suficient de mari pentru a satisface restricția 8. Pentru a întări relaxarea, restricția 8 poate fi înlocuită cu următoarea restricție:

$$\sum_{k \in P_j} a_{ik}^j V_{jk} - X_j \leq 0 \quad \forall i \in I, \forall j \in J \quad (11)$$

Dacă vom considera că nodul $i \in I$ este deservit (parțial) de rute care pornesc din obiectivul $j \in J$, primul termen al restricției 11 va reprezenta suma tuturor variabilelor de alocare a rutelor care deservesc acel client și care sunt asociate acelui obiectiv. Această sumă poate fi înțeleasă ca parte a cererii nodului $i \in I$ care este deservită de obiectivul $j \in J$. Restricția cere ca variabila de amplasare să nu fie mai mică decât cea mai mare dintre aceste sume pentru clienții asociați (parțial) rutelor care părăsesc obiectivul.

2) fiecărui obiectiv i se poate asocia un număr exponențial de semicurse, deci enumerarea completă a tuturor coloanelor din problemă este dificilă.

3.2. Problemă de amplasare-rutare pe trei niveluri

Un exemplu de problemă de amplasare-rutare pe trei niveluri (Perl, Daskin, 1985) este cel care pleacă de la modelul anterior, unde sunt incluse curse cu opriri multiple pentru a servi clienții dar pentru un singur tip de produs.

Variabile de intrare:

P , mulțimea punctelor $I \cup J$;

d_{ij} , distanța dintre nodul $i \in P$ și nodul $j \in P$;

v_j , cost variabil unitar de depozitare pentru diferitele amplasamente ale centrelor de depozitare $j \in J$;

t_j , capacitatea maximă a unei facilități $j \in J$;

S , mulțimea punctelor de furnizare de produse, c_{sj} , cost unitar de transport de la punctul de furnizare al produselor $s \in S$ la un amplasament $j \in J$;

K , mulțimea vehiculelor;

σ_k , capacitatea vehiculului $k \in K$;

τ_k , lungimea maximă admisă a unui transport efectuat de către un vehicul $k \in K$;

α_k , cost pe km pentru o livrare $k \in K$.

Variabile de decizie:

$$Z_{ijk} \begin{cases} 1, & \text{dacă un vehicul } k \text{ merge direct} \\ & \text{dintr-un punct } i \text{ într-un punct } j \\ 0, & \text{în caz contrar} \end{cases}$$

W_{sj} , cantitatea de produs livrată de sursa $s \in S$ către amplasamentul $j \in J$.

Funcția obiectiv:

$$\min \sum_{j \in J} f_j X_j + \sum_{s \in S} \{ \sum_{j \in J} c_{sj} W_{sj} \} + \sum_{j \in J} v_j \{ \sum_{i \in I} h_i Y_{ij} \} + \sum_{k \in K} \alpha_k \{ \sum_{j \in P} \sum_{i \in P} d_{ij} Z_{ijk} \} \quad (12)$$

cu restricțiile:

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in P} Z_{ijk} = 1 \quad \forall i \in I \quad (13)$$

$$\sum_{i \in I} h_i \{ \sum_{j \in P} Z_{ijk} \} \leq \sigma_k \quad \forall k \in K \quad (14)$$

$$\sum_{j \in P} \sum_{i \in P} d_{ij} Z_{ijk} \leq \tau_k \quad \forall k \in K \quad (15)$$

$$\sum_{i \in V} \sum_{j \in V} \sum_{k \in K} Z_{ijk} = 1 \quad \forall V \subset P, J \subset V \quad (16)$$

$$\sum_{j \in P} Z_{ijk} - \sum_{j \in P} Z_{jik} = 0 \quad \forall i \in P, \forall k \in K \quad (17)$$

$$\sum_{j \in J} \sum_{i \in I} Z_{ijk} \leq 1 \quad \forall k \in K \quad (18)$$

$$\sum_{s \in S} W_{sj} - \sum_{i \in I} h_i Y_{ij} = 0 \quad \forall j \in J \quad (19)$$

$$\sum_{s \in S} W_{sj} - t_j X_j \leq 0 \quad \forall j \in J \quad (20)$$

$$\sum_{m \in P} Z_{imk} + \sum_{h \in P} Z_{jhk} - Y_{ij} \leq 1 \quad \forall j \in J, \forall i \in I, \forall k \in K \quad (21)$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (22)$$

$$Y_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i \in I, \forall j \in J \quad (23)$$

$$Z_{ijk} \in \{0,1\} \quad \forall i \in P, \forall j \in P, \forall k \in K \quad (24)$$

$$W_{sj} \geq 0 \quad \forall s \in S, \forall j \in J \quad (25)$$

Funcția obiectiv minimizează suma costurilor fixe de amplasare a obiectivelor, costurile de transport de la punctele de desfacere (uzine) la facilitățile nou amplasate, costurile variabile de depozitare ale acestor noi

facilități și costurile de livrare ale mărfurilor către clienți. Restricția 13 impune ca fiecare client să se afle pe o singură rută. Restricția 14 se referă la limita de capacitate pentru fiecare vehicul, pe când, restricția 15 limitează lungimea rutei alese iar 16 impune ca fiecare rută să treacă prin cel puțin un obiectiv nou creat. Aceasta presupune existența a cel puțin o rută care să meargă dintr-o submulțime V de puncte (submulțime a punctelor P , reprezentând amplasamentele posibile ale obiectivelor nou create) în complementul acesteia, excluzând posibilitatea unor rute care trec doar pe la clienți. Restricția 17 impune ca orice rută care ajunge în nodul i să și părăsească acest nod iar 18 impune ca o rută să pornească de la un singur obiectiv nou deschis. Restricția 19 definește fluxul care intră într-un obiectiv de la punctele de producție ca fiind egal cu cererea total adresată acestuia. Restricția 20 impune o capacitate maximă a noilor obiective și leagă variabilele fluxului de cele ale amplasării. Dacă un obiectiv nu este realizat, nu poate exista flux către/dinspre acesta și este eliminată posibilitatea (restricția 19) ca unii clienți să fie asociați acestuia. Restricția 21 stipulează că dacă o rută $k \in K$, părăsește nodul $i \in I$ și obiectivul $j \in J$, atunci clientul $i \in I$ va fi atribuit obiectivului $j \in J$. Această restricție leagă variabilele de rutare ale vehiculelor Z_{ijk} de variabilele de alocare, Y_{ij} . Restricțiile 22-25 sunt restricții standard de integritate și nenegativitate.

Chiar și pentru probleme de dimensiuni reduse modelul de mai sus reprezintă o problemă mixtă de programare în numere întregi dificilă. Aceasta a fost rezolvată (Perl, Daskin, 1985) utilizând un model trifazic euristic. Prima fază presupune identificarea rutelor de cost minim. Cea de-a doua determină care obiective vor fi deschise și cum vor fi repartizate rutele determinate în faza anterioară obiectivelor selectate iar cea de-a treia încearcă să îmbunătățească soluția schimbând asocierea clienților cu obiectivele create și rezolvând din nou problema de rutare cu obiectivele deja fixate în teritoriu. Algoritmul repetă fazele doi și trei până când îmbunătățirea este mai mică decât o valoare specificată.

Aceste modele sunt însă rar utilizate deoarece este dificil de combinat deciziile de amplasare a obiectivelor, care de obicei sunt strategice și pe termen lung, cu deciziile de rutare, care sunt tactice și pe termen scurt. Clienții deserviți pe o anumită rută se pot modifica zilnic, pe când poziția centrelor de distribuție poate rămâne fixă pentru o perioadă îndelungată.

4. MODELE INTEGRATE DE AMPLASARE-NIVEL AL STOCURILOR

Problema de amplasare cu cerere fixă ignoră impactul nivelului stocurilor asupra deciziilor de am-

plasare; aceasta are în vedere costurile de amplasare, care cresc odată cu numărul de obiective de amplasat și costul mediu al transportului, care descrește pe măsură ce numărul de facilități amplasate crește (cu aproximativ radical din numărul facilităților amplasate, N , costurile de stocare crescând cu \sqrt{N}). Aceste modele încorporează o restricție care încearcă să reducă numărul optim de facilități de amplasat.

„Analiza stocurilor sugerează că unele componente importante din teoria stocurilor variază cu radicalul numărului de transporturi aferente unui depozit” (Baumol, Wolfe, 1958). Dacă numărul total de expediții este fix, numărul de transporturi aferente unui depozit este egal cu raportul dintre numărul total al expedițiilor și N , iar costurile totale aferente depozitului sunt proporționale cu radicalul acestei mărimi. Înmulțind costurile aferente unui depozit cu N se poate observa variația costurilor totale de distribuție cu \sqrt{N} .

Dacă influența stocurilor a fost recunoscută de mai de mult, doar recent au putut fi dezvoltate modele neliniare care încorporează deciziile referitoare la stocuri în modelele de amplasare. Shen, Coullard și Daskin (2003) au propus un model de amplasare cu acoperirea în comun a riscurilor. Acest model minimizează suma costurilor fixe de amplasare a obiectivelor, costurile directe de transport către clienți (presupuse a varia liniar cu mărimea încărcăturii), costurile de stocare aferente centrelor de distribuție și costurile de transport de la uzine spre centrele de distribuție. Ultimele două categorii de costuri depind de modul de alocare al clienților pe centrele de distribuție.

Variabile de intrare:

μ_i, σ_i^2 , media și dispersia cererii pe unitatea de timp a unui client $i \in I$;

c_{ij} , cost care înglobează costul unitar anual de aprovizionare a clientului $i \in I$ de către obiectivul $j \in J$ și costul variabil de transport de la furnizor la obiectivul $j \in J$;

ρ_j , termen care înglobează costurile fixe de satisfacere a unei comenzi la obiectivul $j \in J$, costurile fixe de transport pe încărcătură de la furnizor la obiectivul $j \in J$ și costurile de manipulare ale stocurilor ambulatorii de la obiectivul $j \in J$;

ω_j , variabilă care înglobează durata de pregătire a livrărilor de la furnizori către obiectivul $j \in J$ și costurile de manipulare ale stocului tampon.

Funcția obiectiv:

$$\min \sum_{j \in J} f_j X_j + \sum_{j \in J} \sum_{i \in I} c_{ij} \mu_i Y_{ij} + \sum_{j \in J} \rho_j \sqrt{\sum_{i \in I} \mu_i Y_{ij}} + \sum_{j \in J} \omega_j \sqrt{\sum_{i \in I} \sigma_i^2 Y_{ij}} \quad (26)$$

cu restricțiile:

$$\sum_{j \in J} Y_{ij} = 1 \quad \forall i \in I \quad (27)$$

$$Y_{ij} - X_j \leq 0 \quad \forall i \in I, \forall j \in J \quad (28)$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (29)$$

$$Y_{ij} \geq 0 \quad \forall i \in I, \forall j \in J \quad (30)$$

Primul termen al funcției obiectiv este reprezentat de costurile fixe de amplasare ale obiectivelor. Cel de-al doilea înglobează costul de transport de la obiective la clienți și costul variabile de transport de la furnizori la obiectivele noi create. Al treilea termen reprezintă costurile de manipulare ale stocurilor ambulatorii care include și costul fix (pentru un transport) de livrare de la furnizor la obiectivul nou creat. Ultimul termen reprezintă costurile aferente stocurilor tampon. Se poate observa că funcția obiectiv este identică cu cea a modelului de amplasare de obiective cu cerere fixă (1) la care se adaugă doi termeni neliniari:

– primul, înglobează economiile la scară asociate costurilor de lansare a comenzilor și costurilor de transport,

– al doilea, acoperirea în comun a riscurilor asociate stocurilor tampon.

Combinarea managementului stocurilor cu deciziile de amplasare a facilităților întâmpină aceleași dificultăți ca și deciziile de amplasare-rutare, deciziile privind stocurile putând fi revizuite mai frecvent.

5. CONCLUZII

Deciziile de amplasare a activităților de producție sunt critice în realizarea lanțurilor logistice și operarea efectivă a acestora. Uzinele și centrele de depozitare amplasate nesatisfăcător pot duce la creșterea costurilor și degradarea serviciului indiferent de politicile de gestionare a stocurilor, transport sau informaționale, fie ele revizuite, modernizate sau optimizate. În centrul teoriei referitoare la modelele de amplasare a facilităților lanțurilor logistice stă problema de amplasare de facilități cu cerere fixă. Pe măsură ce numărul de activități de producție amplasate în teritoriu crește, acestea tind să fie mai apropiate de clienți, rezultând astfel o diminuare a costurilor de transport dar cu costuri de operare a acestora mai mari.

Problemele de amplasare a facilităților cu cerere fixă găsesc un optim între costurile de amplasare și operare ale acestora și costurile de transport. Cele mai importante extensii ale acestui model de bază iau în considerare și cerințele referitoare la capacitățile de producție și necesarul de materie primă, multiplele etapizări ale lanțului logistic dar și cazul

mai multor produse. Atât problema de amplasare a facilităților cu cerere fixă cât și extensiile sale presupun că transportul de la depozit sau centrele de distribuție la clienți sau centre comerciale se realizează cu mijloace de transport încărcate la întreaga capacitate. În realitate, distribuția la clienți se realizează pe rute care deservește mai mulți clienți, cu o încărcătură mai mică decât capacitatea vehiculului. Au fost avute în vedere două abordări diferite ale modelului, modelele integrate de amplasare și rutare/nivel al stocurilor. Aceste abordări au o deficiență majoră și anume faptul că amplasamentul activităților de producție este determinat la un nivel strategic pe când rutarea vehiculelor este optimizată la nivel operațional. Cu alte cuvinte, mulțimea clienților și a cererilor acestora se poate modifica zilnic, având ca rezultat modificări zilnice ale rutelor, pe când facilitățile își păstrează pozițiile o perioadă îndelungată.

Includerea deciziilor referitoare la nivelul stocurilor în problemele de amplasare este și ea o problemă critică a lanțului logistic.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Baci, Aurora, *Elemente de cercetare operațională*, Ed. Academia „Ștefan Gheorghiu”, 1975.
- [2] Beckmann & Thisse, "Location of Production Activities," in: *Handbook of Regional and Urban Economics*, Ed. P.Nijkamp, Vol.I, Ch.2, 1986.
- [3] Berger, R., *Location-Routing Models for Distribution System Design*, Ph.D. Dissertation, Department of Industrial Engineering and Management Sciences, Northwestern University, Evanston, IL, 1997.
- [4] Cerchez, M., *Probleme de optimizare cu aplicații practice*, Ed. Militară, 1970.
- [5] Daskin, M.,S., Snyder, L., Berger, R., *Facility location in supply chain design*, Research grant DMI-0223277, Northwestern University, Illinois, USA, 2003.
- [6] Geoffrion, A. M. and G. W. Graves, *Multicommodity Distribution System Design by Benders Decomposition*, *Management Science*, **20**:5, pp. 822-844, 1974.
- [7] Kaufmann, A., *Metode și modele ale cercetării operaționale*, vol.III, Ed. Științifică și Enciclopedică, 1975.
- [8] Ling-Yun Wu, Xiang-Sun Zhang, Ju-Liang Zhang, *Capacitated facility location problem with general setup cost*, *Computers & OR* **33**: 1226-1241, 2006.
- [9] Popa Mihaela, *Elemente de economia transporturilor*, Ed.BREN, Bucuresti, ISBN-973-648-311-8, 357 pg., 2004 .
- [10] Raicu, Ș., *Sisteme de transport*, Ed. AGIR, ISBN 978-973-720-152-2, 2008.
- [11] Shen, Z.-J., Coullard, M. C., Daskin, M.S., *A joint location-inventory model*, *Transportation Science*, **37**(1), pp. 40-55, 2003.
- [12] Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., Simchi-Levi, E., *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts Strategies and Case Studies*, Second Edition, McGraw-Hill, Irwin, Boston, MA, 2003.
- [13] Weber, A., *Theory of the Location of Industries* (trans C. F. Friedrich), Chicago: University of Chicago, 1929.