



ПРОУЧВАНЕ И АНАЛИЗ НА МОДЕЛИТЕ ЗА ИЗБОР НА МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ

Петя Стоянова
petia_8@abv.bg

**Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”,
ул. „Гео Милев” №158, София 1574,
БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: избор на местоположение, оптимален брой и локация на логистичните обекти, минимизиране на общите транспортни разходи

Резюме: В доклада се разглеждат различните методи и модели за проектиране на логистичните вериги, канали и мрежи, за да се осъществи успешното управление на материалния поток и съпътстващите го финансов и информационен поток. Моделът за избор на местоположение на дистрибуционен център е добра основа за локализиране на място, на което ще бъдат направени значителни капиталовложения. Това е възможно, чрез прилагането на модели на център на тежестта. Модели за локация на P - логистични центъра за дадена логистична мрежа при критерий - средно претеглено разстояние (минимум транспортна работа). Целта на логистичната система е оптимизация на целевата функция – да се минимизират общите разходи на потока. Това е основната задача в управлението (логистичния мениджмънт) на логистичната система.

Всяка логистичната система се състои от подсистеми с отделни логистични функции, на които съответстват дяловете на логистиката. В общата теория е описан логистичния мениджмънт като дял от подсистемата на логистичното управление. Важен фактор за управлението е нивото на обслужване със съответния критерий и ограничения в капацитета, отчетено с модели за локация на P - логистични центъра. Предвид стационарния вид на логистичния център е необходимо да бъдат отчитани постоянни и променливи разходи за откриването му и транспортиране на потока по елементите - вход/изход.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В доклада е направен анализ на съществуващи модели за избор на местоположението на логистичните обекти (ЛО), използвани при проектирането на веригата на доставките, разгледани в [1]. Като критерий за избор на местоположението на ЛО може да се използва минимизация на общите разходи с елементи: транспортни разходи, разходите за установяване на съоръженията. Разгледани са модели за избор на местоположението на ЛО при постоянни разходи за установяването им без и с ограничение на капацитета, както и проблемите възникващи при интегриране и на моделите за маршрутизиране на превозните средства. В този случай се комбинират три

компонента на проектирането на веригата на доставките: местоположение на съоръженията, разпределение на клиентите към ЛО и маршрутизация на превозните средства за обслужване на потребителите [2].

Решенията за избор на местоположението на логистичните обекти са от изключителна важност за реализиране на ефективно управление на веригата на доставките. От стратегическо значение при проектиране на веригата на доставки се явява избора на местоположение, определящ структурата на логистичната система в дългосрочен план, разледан в трудове [3] и [4]. Независимо, че техният избор е продиктуван от решенията свързани с транспорта и управлението на запасите в (ЛО), те са от тактическо значение и могат оперативно да се изменят от промяната на структурата на търсенето.

В научната литература е обективизиран извода, че при поотделно разглеждане на проблемите свързани с избор на местоположение на ЛО, маршрутите на превозните средства и нивото на запасите в ДЦ и ПП, резултатите са доста различни в сравнение с тези, които са получени при интегрално отчитане на трите проблема от труд [2].

В доклада са представени няколко типа модела за избор на местоположението на логистичните обекти. Първоначално е разгледан класическият модел за избор на местоположение на логистичните обекти при фиксирани (постоянни) разходи.

2. ИЗБОР НА МЕСТОПОЛОЖЕНИЕТО НА ЛОГИСТИЧНИТЕ ОБЕКТИ ПРИ ПОСТОЯННИ РАЗХОДИ ЗА ТЯХНОТО УСТАНОВЯВАНЕ

Моделът за избор на местоположението на логистичните обекти (ЛО) при постоянни разходи за тяхното установяване, който е описан в [3], дава основата на много от модели за избор на местоположението на ЛО, които се използват за определяне на структурата на логистичната верига. Неговата постановка е следната: Зададена е мрежа от потребители с известно местоположение и търсене, потенциалните местоположения за установяване на ЛО със съответните постоянни и транспортни разходи за единица продукт между ЛО и клиентите. Решението на проблема се свежда до намиране на местоположенията на ЛО и транспортната схема между ЛО и клиентите, такива че да се минимизират общите разходи, при пълно обслужване.

Входните данни са следните:

I – множество на местоположения на клиентите, с индекс i ;

J – множество на потенциалните местоположения на ЛО, с индекс j ;

h_i - търсене на клиент $i \in I$;

f_j - постоянни разходи за установяване на ЛО (обслужващи центрове) в потенциално местоположение $j \in J$;

c_{ij} - транспортните разходи за превоз на единица продукт между потенциалното местоположение на ЛО $j \in J$ и клиент $i \in I$;

Управляващи променливи:

- ако е установено потенциално местоположение на ЛО (обслужващ център) $j \in J$;

- ако не е установено;

X_j $\begin{cases} 1 - \text{ако е установено потенциално местоположение на ЛО (обслужващ център) } j \in J; \\ 0 - \text{ако не е установено;} \end{cases}$

Y_{ij} - относителен дял на търсенето на клиент $i \in I$, обслужен от ЛО $j \in J$;

При така приетите означения моделът за избор на местоположение на ЛО при постоянни разходи за установяването им може да бъде формулиран по следния начин [3],[4], [5]:

Целева функция:

$$(1) \sum_{j \in J} f_j X_j + \sum_{j \in J} \sum_{i \in I} h_i c_{ij} X_{ij};$$

При ограничения:

$$(2) \sum_{j \in J} Y_{ij} = 1$$

$$(3) Y_{ij} - X_j \leq 0 \quad \forall i \in I; \quad \forall j \in J;$$

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

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

Тази формулировка предполага, че ЛО нямат ограничение в капацитета, но оптималното решение, назначава цялото търсене от всеки клиент да се обслужва от един ДЦ, т.е. променливата Y_{ij} приема цели стойности. Използват се евристични алгоритми, например за установяване на едно възможно местоположение на ЛО и допълване или изключване обслужващите центрове, докато не се намери подобрение в минимизиращата функция на общите разходи. Такъв е подхода описан в [6], който предлага DUALOC процедура за намиране на оптимални решения на проблема, а в [7] е използван подхода на Лагранжова релаксация на целочислените променливи за решаване на проблема за избор на местоположение на обслужващите центрове при фиксирани (постоянни) разходи. Наблюдава се развитие на алгоритмите за решаване на проблема, когато се добавят ограничения за капацитета на ДЦ в ограниченията на целевата функция. В този случай, евристичните алгоритми не могат да гарантират назначаването на търсенето на даден потребител само на един дистрибуционен център [3],[4]. При избрана локация и брой на ДЦ и ЛО в логистичната система (ЛС), решението се свежда до класическата транспортна задача.

Основните изводи свързани с анализа на многобройните публикации разгледани в [3], [4] излагачи подходите за решаване на проблема за избор на местоположение на ЛО са: при малка размерност на потенциалните местоположения е възможно точно решение на модела, дефиниран като оптимизационна задача на смесено целочислено линейно програмиране; при по-голяма размерност, са наблюдавани различни евристични модели за избор на подходящия брой и локации на ЛО, като прикрепването на потребителите към ЛО е стандартна задача на назначенията.

При наличието на подходящи евристични методи за решаване на гореизложения проблем при голяма размерност е възможно разширение на логистичната система, като се включат и производствените предприятия. Сложността на решавания проблем е в подхода за избор на потенциалния брой и местоположение на ЛО (ДЦ и ПП), докато транспортираните количества между логистичните обекти, при известна тяхна структура, се получават като решение на класическата еднопродуктова или многопродуктова транспортна задача. Формулираният в [8] разширен смесен целочислено линеен мултипродуктов модел за избор на местоположение на ЛО при постоянни разходи за установяване на логистичен обект и ограничения на капацитета на ЛО. Реализацията на така формулираната задача на смесено целочислено линейно програмиране зависи от размерността на проблема, т.е. решението е възможно, когато потенциалните кандидати за избор на местоположение са ограничен брой.

Едно от възможните направления за усъвършенстване на този клас модели е свързан с включване на нелинейни разходи за установяване. Основанието е, че когато даден ЛО има голям „гравитационен” потенциал, т.е. съкращава значително транспортната работа в ЛС, но има ограничение в капацитета. Такъв подход води до формулиране на проблема, като задача на целочисленото нелинейно програмиране.

3. ИНТЕГРАЦИЯ НА МОДЕЛИТЕ ЗА ИЗБОР НА МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ НА ЛОГИСТИЧНИТЕ ОБЕКТИ И МАРШРУТИЗАЦИЯ

Интегрираните проблеми, разгледани подробно в [3], свързани с определяне на местоположението на логистичните обекти и маршрутизацията на превозните средства, комбинират три компонента на проектирането на логистичната верига: местоположение на обслужващия център, назначение на клиентите към центровете и маршрутизация. В литературата има редица модели описващи проблемите свързани с интегрирането на моделите за установяване на местоположението и маршрутизацията [9], [10]. В труд [11] е дефиниран модела от [8], като в целевата функция се включват целочислени променливи, определящи маршрута чрез включването или невключването на даден участък от транспортната мрежа към него. Дефинирани са ограничения на капацитета на превозните средства и дължината на всеки от маршрутите.

За тази формулировка на задачата, макар и значително да е усложнена в класа задачи на смесено целочислено линейно програмиране, отново са валидни направени изводи.

Проблема се усложнява значително, когато клиентите и потенциалните ЛО (ПП и ДЦ) са много на брой, а транспортната мрежа позволява използването на множество алтернативни маршрути, което затруднява значително решението. При известна потенциална структура на ЛС, интегрираното разглеждане на назначението на клиентите на ЛО и избора на транспортните маршрути, може да се формулира като задача на намиране на максимален поток с минимална стойност в дадена транспортна мрежа, свързваща логистичните обекти. Дефинирането на ЛС като реална транспортна мрежа, свързваща ЛО с циркулация на потока в нея и ограничения на генерирания от доставчиците, обслужвания в ЛО, получавания от потребителите поток, както и на използвания капацитет на ЛО е разгледан в [12] и е решен с „алгоритъм на дефекта”.

Основният проблем е свързан с избора дали да се използват смесени целочислени линейни модели, но с подходяща размерност или разработката на евристичен модел за предварителен подбор на ограничен потенциален брой и местоположение на ЛО. При наличието на адекватен модел определящ местоположението, като последваща стъпка е сравнително лесно решима задачата за определяне на структурата и маршрутите на материалния поток в ЛС.

4. АНАЛИЗ НА РАЗПРЕДЕЛЕНИЕТО НА МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ КАТО ЛИНЕЕН МОДЕЛ ЗА СТРУКТУРАТА НА P –МЕДИАНАТА

Проблемът с p -медианата е да се изберат обектите за установяване от n -локации, така че да се сведе до минимум средното разстояние от потребителите до най-близкото им местоположение. Набор от линейни ограничения и линейна целева функция дефинира проблема, като в труд [13] чрез промяна на начина, по който са получени функционалните коефициенти, редица други проблеми, свързани с местоположението, могат да бъдат определени като специални случаи със същата обща математическа формулировка на модела за p -медиана. Тези модели включват проблема с максималното покриване на обслужваните обекти, разгледани в [15] и [16], както и проблеми свързани с разходите за установяване на местоположението. Разнообразието от тези специални случаи предполага използването на модела като основа на компютърна софтуерна система за разпределение към определено местоположение и пространствени анализи.

Определяне на проблема с p -медианата при следните входни данни:

p - броя на обектите за намиране.

Определяне при следните променливи на решението:

$$y_i = \begin{cases} 1, & \text{ако обслужвания обекта се намира на мястото на назначение} \\ 0, & \text{другаде} \end{cases}$$

x_{ij} - търсенето на клиент j се доставя от обекта i .

Формулиране на проблема с p -медианата [14]:

Целева функция:

$$(6) \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} d_j c_{ij} x_{ij};$$

При ограничения:

$$(7) \sum_{i \in I} x_{ij} = 1 \quad \forall j \in J;$$

$$(8) \sum_{i \in I} y_i = P;$$

$$(9) x_{ij} - y_i \leq 0 \quad \forall i \in I, \quad \forall j \in J;$$

$$(10) y_j \in \{0,1\} \quad \forall i \in I;$$

$$(11) x_{ij} \geq 0 \quad \forall i \in I, \quad \forall j \in J;$$

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В доклада е направено ограничено проучване и анализ на някои типове модели за избор на местоположение на логистичните обекти, използвани при проектирането на логистични вериги, канали и мрежи. Основния акцент при проектирането на веригата на доставки е върху отразяването на трите компонента: местоположение на обектите, разпределение на потребителите към ЛО и маршрутизация на превозните средства за обслужване на крайните потребители. Изборът на местоположение на ЛО е част от оптимизацията и ефективното управление на логистичната верига, където важен фактор се явява нивото на обслужване, със съответния критерий в ограниченията на капацитета, както и проблемите възникващи при интегриране на моделите.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Кътев С., К. Карагъзов, „Подходи при избор местоположението на логистичните обекти при проектиране на верига на доставките“, Научно списание “Механика, транспорт, комуникации“, ISSN 1312-3823, том 11, бр.3, 2013
- [2] Chopra S., P. Meindl, “Supply chain management – Strategy, Planning, and Operation”- 3rd ed., Printer: Hamilton Printing Company Inc., 2007
- [3] Daskin M., L. Snyder, R. Berger, “Facility Location in Supply Chain Design”- Working paper, Northwestern University, Evanston, Illinois 60208-3119, U.S.A., December 2003 - <http://www.lehigh.edu/~lvs2/Papers/facil-loc-sc.pdf>
- [4] Daskin M., Snyder, R. Berger, A. Langevin, D. Riopel, “Logistics Systems Design and Optimization”- Facility Location in Supply Chain Design, Springer, March 25, 2005
- [5] Balinski M., Integer Programming: Methods, Uses, Computation, Management Science, 12, 253-313., 1965
- [6] Erlenkotter D., A Dual-Based Procedure for Uncapacitated Facility Location, Operations Research, 26, pp. 992-1009., 1978
- [7] Daskin M., Network and Discrete Location: Models, Algorithms and Applications, John Wiley and Sons, Inc., New York. , 1995
- [8] Geoffrion A. and G. Graves, Multicommodity Distribution System Design by Benders Decomposition, Management Science, 20:5, pp. 822-844., 1974

- [9] Min H., V. Jayaraman and R. Srivastava, Combined Location-Routing Problems: A Synthesis and Future Research Directions,. European Journal of Operational Research, 108, pp. 1-15. , 1998
- [10] Perl J., A Unified Warehouse Location-Routing Analysis, Ph.D. Dissertation, Department of Civil Engineering, Northwestern University, Evanston, IL, 1983
- [11] Perl J. and M. Daskin, A Warehouse Location-Routing Problem, Transportation Research, 19B:5, pp. 381-396., 1985
- [12] Карагъзов К., Т. Размов, Ю. Варадинова, Използване на интегралния подход при оптимизирането на структурата и елементите на логистичните вериги при управление на логистичните системи, Студия, Годишник на ВТУ „Тодор Каблешков“, бр. 3, 2012
- [13] Hillsman E., „The p -Median Structure as a Unified Linear Model for Location—Allocation Analysis“, Environment and Planning A, 198
- [14] Daskin M., K. Maass: The p -median problem. In: Location Science, Springer International Publishing , pp 21–45., 2015
- [15] Church R., C. ReVelle, “Theoretical and computational links between the p -median, location set-covering, and the maximal covering location problem” Geographical Analysis, 8, 406–415, 1976
- [16] Church R., C. ReVelle, “The maximal covering location problem” Papers of the Regional Science Association, 32, 101–118, 1974
- [17] Church R., "Synthesis of a Class of Public Facilities Location Models", PhD Thesis, Department of Geography and Environmental Engineering, The Johns Hopkins University, Baltimore, MD, 1974.

SURVEY AND ANALYSIS OF LOCATION SELECTION MODELS

Petya Stoyanova
petia_8@abv.bg

**Todor Kableshkov University of Transport,
 158 Geo Milev Street, Sofia,
 BULGARIA**

Key words: Location selection, optimal number and location of logistics sites, minimization of total transport costs.

Abstract: The paper examines the different methods and models for designing logistics chains, channels and networks to successfully manage the material flow and the accompanying financial and information flow. The location selection model of a distribution center is a good basis for locating a site where significant investments will be made. This is possible by applying center of gravity models. Models for location of P - logistics center for a logistic network on a criterion - average weighted distance (minimum transport work). The goal of the logistics system is to optimize the target function - to minimize total flow costs. This is the main task in logistics management of the logistics system.

Each logistics system consists of subsystems with separate logistics functions that match the logistics partitions. In general theory, logistics management is described as a share of the logistics management subsystem. An important factor for the management is the level of service with the appropriate criterion and the capacity constraints presented with location models of the P - logistics center. Given the stationary location of the logistics center, it is necessary to take into account constant and variable costs for its detection and transport of the flow on the input / output elements.