

ОПТИМИЗАЦИЯ НА СТРУКТУРАТА НА ДИСТРИБУЦИОННАТА МРЕЖА В РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

Петя Стоянова Стоянова
petia_8@abv.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”,
факултет “Транспортен мениджмънт”
град София, ул. “Гео Милев“ 158
БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: оптимизация на структурата, дистрибуционна мрежа

Резюме: Логистичната мрежа осигурява придвижването на материалните потоци от източник до потребители. При разположение на обектите трябва да се отчетат: населението, транспортната инфраструктура, удовлетвореността на клиентите. Приема се вариант, че е необходим само един дистрибуционен център. За опростяване на модела се разглеждат само източници и потребители (РЦ) и търсения дистрибуционен център (ДЦ). Разглежда се един обобщен модел за определяне на необходимия дистрибуционен център за обслужване на територията на страната, с отчитане на Евклидова метрика на разстоянията между произволно избрани точки за потребители. Тяхното търсенето на продукта е генерирано на базата на населението в дадената точка, транспортни разходи, основани на оценката на разстоянията при приетата метрика. В този теоретичен модел, за да се избере къде да се разположи дистрибуционния център възможният критерий, може да бъде - минималните транспортни разходи (минимизиращи сумарната транспортна работа).

Материалният поток може да бъде суровина или готов продукт. Не се отчита вида на товара, откъде и с какво се превозва. Не се взема под внимание и времето за доставка, както и разходите за съхранение и обработка. Затова не се изчислява цената на единица продукт.

Увод

Представена е примерна дистрибуционна мрежа на Република България. В нея са избрани произволно градове и са структурирани в мрежата. Цялата структура се състои от различни компоненти, които са взаимосвързани помежду си. Като всяка логистична система, тя се състои от основните си елементи: потребители - районни центрове (РЦ); източници. В дистрибуционната мрежа на Република България са избрани 4 входящи пункта на материален поток. Те са със зададена структура (обем на входящия пункт) за всеки. Тези входящи пунктове са наречени източници. В нашия случай са приети за източници крайграничните градове – Русе, Варна, Бургас и столицата София, тъй като тя е кръстопът на няколко Трансевропейски коридора. Освен като източници, те се явяват и като потребители сами за себе си, като обекти от дистрибуционната мрежа. Приема се, че търсенето във входящите точки (пунктове) се обслужва с предимство. А когато е недостатъчно количеството „товар“ за собственото им потребление, определен обем се извозва от

дистрибуционния център ДЦ. Търсенето в отделните райони се концентрира в още 21 града, които покриват територията на страната. За районни центрове (РЦ) се приемат няколко от по-големите градове в България, а именно: Видин, Монтана, Благоевград, Плевен, Шумен, Кърджали, Стара Загора, Пазарджик, Хасково, Ловеч, Разград, Силистра, Сливен, Добрич, Перник, Пловдив, Велико Търново, Кюстендил, Търговище, Ямбол, Габрово. Търсенето е прието да е пропорционално на населението на градовете, които се явяват РЦ на обслужване.

Транспортните разходи са приети на стойност 0,5 лв. при транспортиране с автомобилен транспорт и с ЖП транспорт 0,04 лв. Тарифата за превоз като мерната единица в случая е тон/км. Или накратко разхода за транспорт е: 50 стотинки за 1тон/км работа с автомобилен транспорт и за ЖП транспорт 4 стотинки за 1тон/км.

Задава се примерната стойност 100 000- общо количество материален поток за страната. Поради неравномерното разпределение на градовете за обслужване из страната и търсеното количество продукция, с което да задоволява нуждите им, входящите пунктове приемат неравномерно количество материален поток. То се задава като процент от общото количество за страната.

Таблица 1 Количеството входящ поток в проценти

Център вход	<i>София</i>	<i>Бургас</i>	<i>Варна</i>	<i>Русе</i>
%вход	10%	30%	40%	20%

Целта е:

- да се намери оптималното местоположението на един дистрибуционен център за страната (по видове транспорт – автомобилен и железопътен), чрез прилагане на модел за линейно програмиране с използване на целева функция. Потребителите минимизират общите разходи за установяване на дистрибуционен център на базата на вече зададени количества, тарифа на превоз и разстояние до центъра. Като се има в предвид, че входните пунктове имат най-голямо потребление и то се обслужва с предимство. От дистрибуционния център се транспортира до всички останали потребители, при предположение, че търсенето на всички потребители е удовлетворено.
- да се намери търсеното количество материален поток за всяка релация (между всички върхове)

Стратегически решения в дългосрочен план:

Поради примерната постановка, в която не са определени множество фактори, ДЦ ще работи във времева неопределеност.

Интегрален подход

Тъй като реалните логистични системи са твърде сложни (имат множество доставчици междинни звена), с цел опростяване на моделите и решаването им с ефективни алгоритми, ецелесъобразно тяхното декомпозиране. Дефинирани са четири възможни подхода за декомпозиция. Въз основа на направен анализ е съставена комплексна методика, позволяваща да се оптимизират структурите и елементите на логистичните вериги. Най-общо методиката обхваща:

1. Определяне на инфраструктурата, маршрути, себестойност, цени, търсене.
2. Описание на общ комплексен модел.

3. Декомпозиране на комплексния модел на по-прости модели;
4. Оптимално проектиране на логистичните вериги и мрежи, което включва:

- Оптимизация на материалните потоци – големина, назначение, път, брой и големина на доставките;
- Оптимизиране на логистичните капацитети (кой колко и на кого доставя, койколко произвежда и къде реализира);

Местоположение на ДЦ

Избраните произволно градове за Източници и Потребители са представени в равнината на двумерна координатна система като точка с координати $(x_i; y_i)$, изчислени от начален връх т.Узана с координати $(0;0)$. Всеки град е връх в дистрибуционната мрежа със съответната поредна номерация от 1,2,...,25.

Изчислява се разстоянието по въздух между всеки отделен град (връх) с всеки отделен град (връх). Така наречената Евклидова метрика. След което се записват под формата на матрица. След като има данни за разстоянието по въздух, може да се изчисли разстоянието с автомобилен и железопътен транспорт. Необходимо е да се вземе в предвид неправолинейността на съществуващата транспортна мрежа, като се отчита влиянието на коефициента на неправолинейност κ_n . За тази цел е необходимо да се намери коефициента на неправолинейност. Използва се формулата:

$$(1) \kappa_n = \Sigma(R_{\text{автотр.}}) / \Sigma(R_{\text{въздух}})$$

κ_n с автомобилен транспорт = 1,32

По същия начин се изчислява коефициента на неправолинейност при ЖП транспорт:

κ_n с ЖП транспорт = 1,92

Вече може да изчисли действителното разстояние по транспортната мрежа по формулата:

$$(2) d_{iTM} = d_i \cdot \kappa_n^{km}$$

d_{iTM} - действително разстояние по транспортната мрежа от всеки един от източниците и районните центрове (потребителите) до дистрибуционния център.

На базата на населението в отделните градове се изчислява потреблението.

Таблица 2 Население по градове с количество потребление на материален поток

Населено място - град	Брой жители по градове	Коефициент на потребление	Количество потр. Qi
София	1 268 343	0,31563619	31563,619
Бургас	218 984	0,05449573	5449,573
Варна	362 304	0,09016193	9016,193
Русе	170 639	0,04246473	4246,473
Видин	63 060	0,01569293	1569,293
Монтана	52 296	0,01301423	1301,423
Благоевград	81 296	0,02023109	2023,109
Плевен	130 771	0,03254330	3254,330

Шумен	100 131	0,02491831	2491,831
Кърджали	63 396	0,01577655	1577,655
Ст.Загора	160 441	0,03992689	3992,689
Пазарджик	86 116	0,02143058	2143,058
Хасково	95 733	0,02382384	2382,384
Ловеч	46 158	0,01148675	1148,675
Разград	43 591	0,01084793	1084,793
Силистра	45 837	0,01140686	1140,686
Сливен	110 284	0,02744496	2744,496
Добрич	110 397	0,02747308	2747,308
Перник	88 587	0,02204550	2204,550
Пловдив	382 619	0,09521746	9521,746
Велико Търново	73 291	0,01823899	1823,899
Кюстендил	61 339	0,01526465	1526,465
Търговище	46 099	0,01147206	1147,206
Ямбол	88 239	0,02195890	2195,890
Габрово	68 419	0,01702656	1702,656
Общо	4 018 370	1	100000

За изчисляване на коефициента на потребление по градове се използва формула:

$$(3) qi = P/P_i$$

Чрез разстоянията между градовете и зададените тарифи за превоз C_i , количество товар Q_i са намерени тези стойности на координатите x_i и y_i на ДЦ, при които се постига минимум на сумата от реализираните разходи при доставяне от източниците до ДЦ и от него до РЦ по формулата:

$$(4) C_{opt} = \sum_{i=1}^n d_{iTM} * Qi * c_i \rightarrow \min, \frac{\text{лв.}}{\text{тон}} - \text{разходиза доставка}$$

C_{opt} - оптималната стойност на разходите за доставка

Посредством целевата функция намираме оптималната стойност на разходите за доставка C_{opt} .

Таблица 3 Действителни транспортни разходи за доставка с автомобилен тр. от ДЦ

К _n	Върхове в транспортната мрежа	Върхове в транспортната мрежа	Тарифа за превоз	Количество	Двумерни координати		Разстояние до ДЦ по въздуха	Разстояние до ДЦ по транспортната мрежа	разходи за транспорт (д)
			C_i , лв/тон.км		Q_i	x_i	y_i	d_i , км	
1,32									
Източници	София	1	0,50	31563,62	-158,76	-5,4	110,26	145,55	2 297 001,07
	Бургас	2	0,50	5449,57	181,44	-23,76	230,46	304,20	828 882,97
	Варна	3	0,50	9016,19	216	51,3	271,46	358,33	1 615 387,30
	Русе	4	0,50	4246,47	59,4	123,12	170,99	225,71	479 240,09
Районни центрове (офиси и складове)	Видин	5	0,50	1569,29	-193,32	137,7	206,43	272,48	213 802,87
	Монтана	6	0,50	1301,42	-160,92	73,98	139,95	184,74	120 210,08
	Благоевград	7	0,50	2023,11	-179,82	-83,16	150,52	198,68	200 979,80
	Плевен	8	0,50	3254,33	-51,3	72,36	81,88	108,08	175 863,78
	Шумен	9	0,50	2491,83	137,16	58,32	197,72	260,99	325 168,43
	Кърджали	10	0,50	1577,65	12,42	-123,66	129,46	170,88	134 795,50
	Ст.Загора	11	0,50	3992,69	31,86	-37,8	85,27	112,56	224 712,97
	Пазарджик	12	0,50	2143,06	-74,54	-63,18	59,66	78,74	84 377,46
	Хасково	13	0,50	2382,38	25,92	-90,74	110,24	145,52	173 342,00
	Ловеч	14	0,50	1148,67	-41,58	41,58	51,53	68,02	39 066,07
	Разград	15	0,50	1084,79	106,92	86,4	182,67	241,13	130 787,28
	Силистра	16	0,50	1140,69	160,92	151,2	264,01	348,50	198 762,94
	Сливен	17	0,50	2744,50	88,02	-7,56	136,61	180,32	247 442,72
	Добрич	18	0,50	2747,31	209,52	90,72	276,86	365,45	502 004,92
	Перник	19	0,50	2204,55	-180,9	-12,96	132,37	174,73	192 604,38
	Пловдив	20	0,50	9521,75	-41,58	-68,58	59,52	78,56	374 037,65
	Велико Търново	21	0,50	1823,90	33,48	36,18	93,90	123,94	113 031,45
	Кюстендил	22	0,50	1526,46	-210,6	-52,92	167,75	221,43	169 004,34
	Търговище	23	0,50	1147,21	110,16	54	170,95	225,66	129 437,70
	Ямбол	24	0,50	2195,89	103,68	-28,62	153,45	202,56	222 395,06
	Габрово	25	0,50	1702,66	7,02	15,12	60,79	80,24	68 311,86
	София	26	0,50	31563,62	-158,76	-5,4	110,26	145,55	9 260 650,66
	Бургас	27	0,50	5449,57	181,44	-23,76	230,46	304,20	
	Варна	28	0,50	9016,19	216	51,3	271,46	358,33	
	Русе	29	0,50	4246,47	59,4	123,12	170,99	225,71	

Посредством функционалността "Solver" в офис приложенията на MSExcel са намерени тези стойности на координатите x_i и y_i на ДЦ, при които той се намира на оптимално разстояние от районните центрове РЦ.

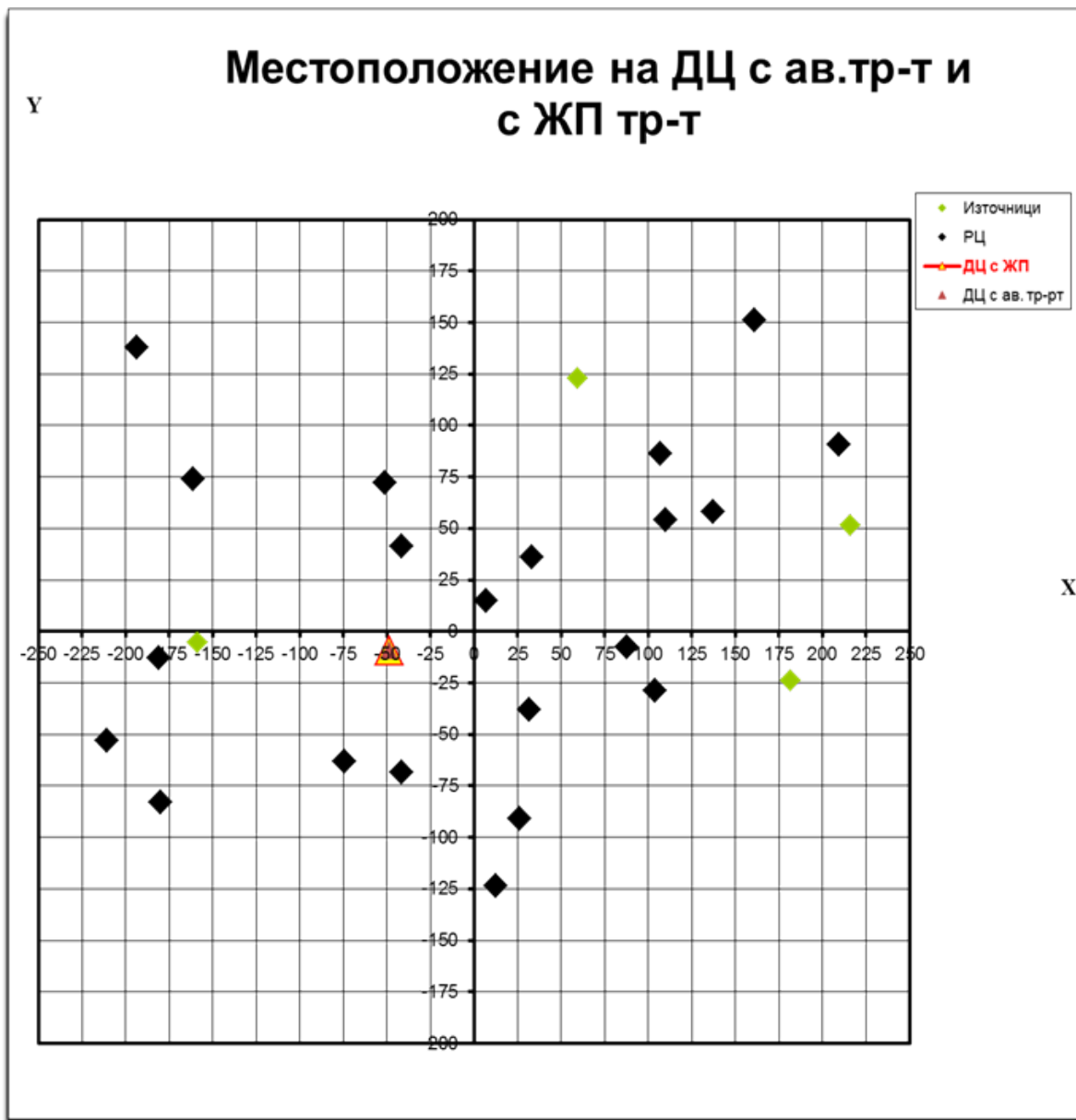
Координати на ДЦ:

с автомобилен транспорт

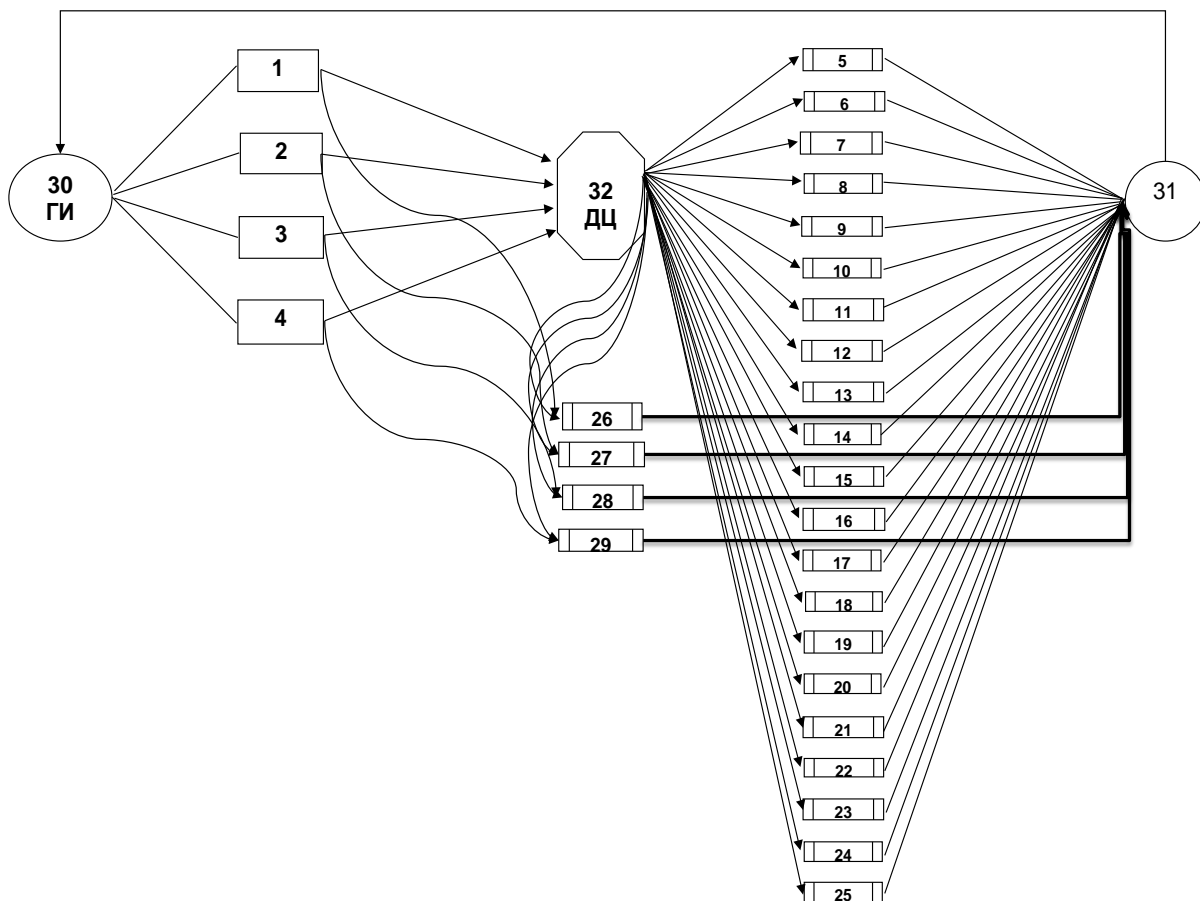
$x^* =$	-48,6
$y^* =$	-9,5
Мин. тр. р-ди $C_{opt} =$	9260650,66

с железопътен транспорт

$x^* =$	-48,6
$y^* =$	-9,5
Мин. тр. р-ди $C_{opt} =$	1 077 602,99

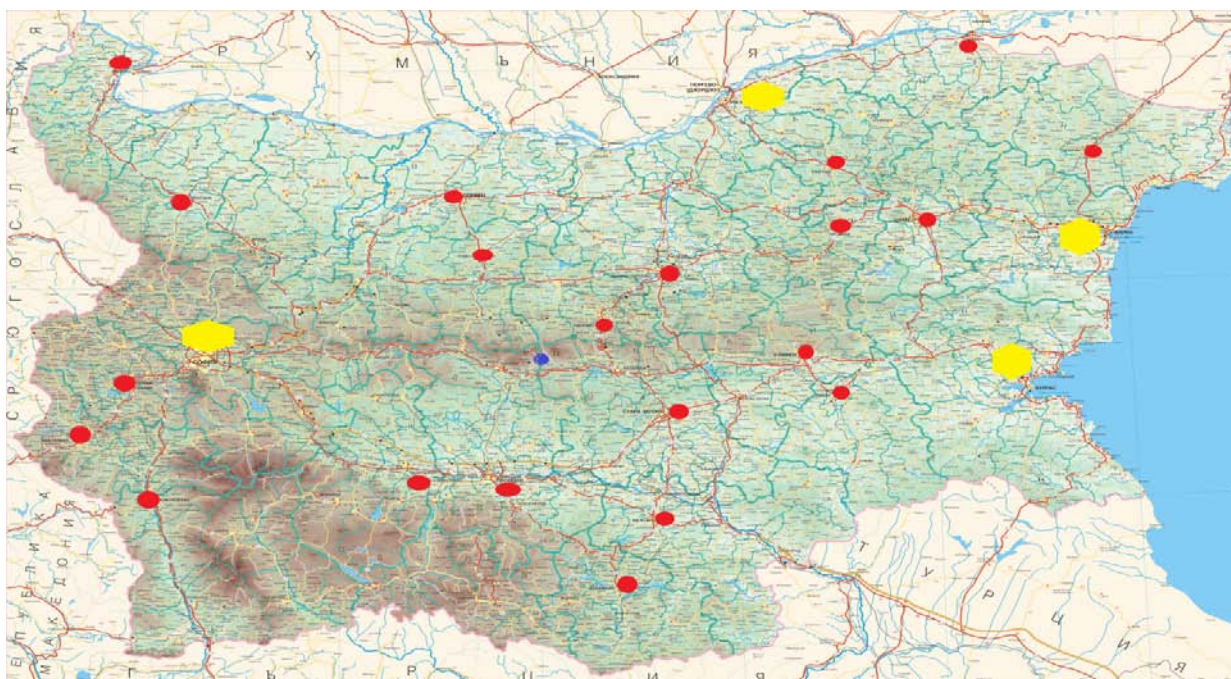


Фигура 1 Местоположение на ДЦ с автомобилен и железопътен транспорт



Фигура 2 Мрежов модел на дистрибуция

Забелязва се, че конкретното разположение на ДЦ (синята точка) - не е подходящо.



Фигура 3 Всички върхове се нанасят върху картата на Р. България

Затова ще се разположи до най-близкия възможен град, като за целта са зададени следните критерии:

- Да е възможно най-близко;
- Да има добра развита инфраструктура;
- Да обслужва възможно най-много потребители;

Като се разгледа картата и спазвайки критериите се установява, че най- подходящото място е град Стара Загора.

Избира се да се използва модел за линеен програмиране.

- За него е необходимо да се оптимизират транспортните разходи.
- След което се определя и минимизира целевата функция.
- Оптимизация на транспортните разходи при зададена структура на дистрибуционната мрежа на Република България.
- Оптимизират се транспортните разходи като минимизира количеството потоци и стойността на тон/км работа по разстоянието.

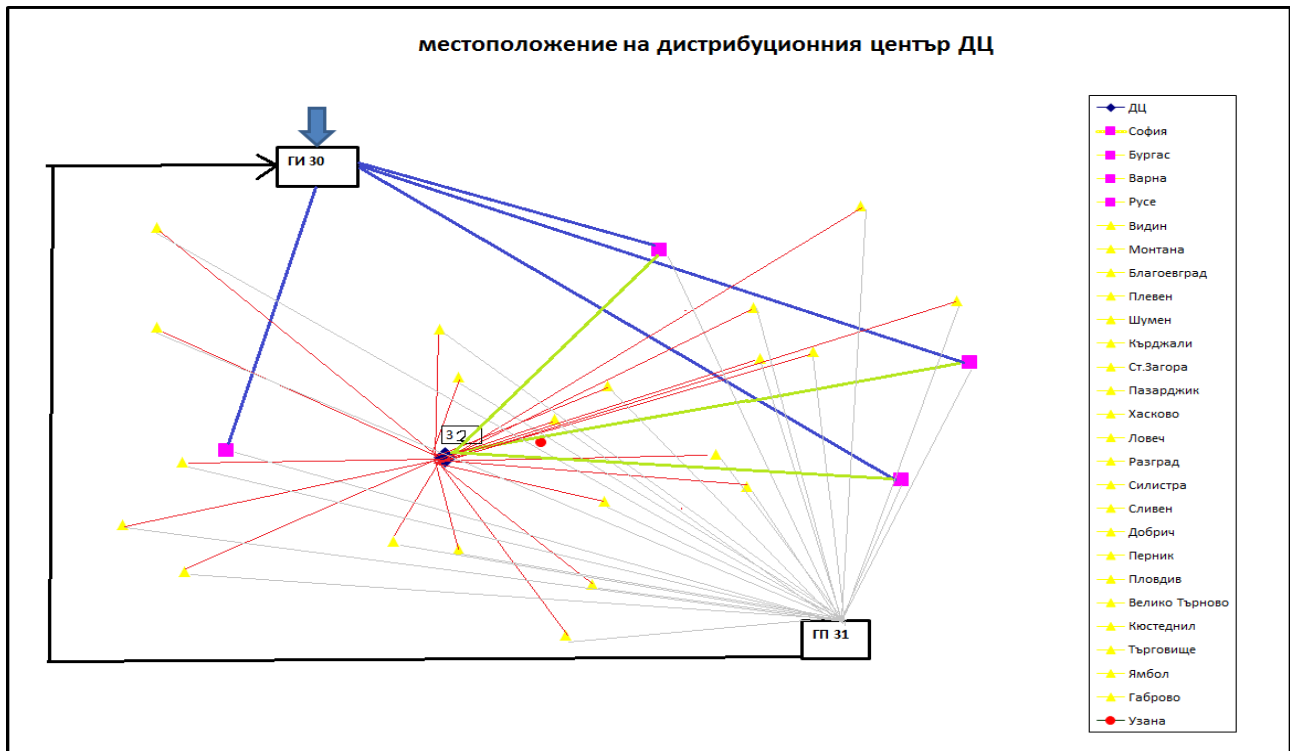
Изчислява се всяка вх. т. какво количество материален поток превозва до ДЦ.

- входящите точки (пунктове) имат дъга на обслужване от дистрибуционния център ДЦ (32);
- горна граница U_{ij} , която е равна на безкрайност $(+\infty)$;
- долната граница L_{ij} , която е равна на „0”
- материалния поток f_{ij} .

Таблица 4 Оптимизация на материалния поток и тр. разходи с ДЦ

начален връх	Краен връх	Градове	Долна граница	Горна граница	Разстояние	Количество потребление	Стойност	Поток	Разходи
			L	U	d _{ij}	q _{ij}	C _{ij}	f _{ij}	C _{ij} *f _{ij}
30	1	София	10000	10000	0	0	0	10000	0
30	2	Бургас	30000	30000	0	0	0	30000	0
30	3	Варна	40000	40000	0	0	0	40000	0
30	4	Русе	20000	20000	0	0	0	20000	0
1	26	София*	0	31563,62	10	31563,62	5,00	10000	50000
1	32	ДЦ	0	999999999	146	31563,62	72,77	0	0
2	27	Бургас*	0	5449,57	10	5449,57	5,00	5450	27248
2	32	ДЦ	0	999999999	304	5449,57	152,10	24550	3734133
3	28	Варна*	0	9016,19	10	9016,19	5,00	9016	45081
3	32	Дц	0	999999999	358	9016,19	179,17	30984	5551217
4	29	Русе*	0	4246,47	10	4246,47	5,00	4246	21232
4	32	Дц	0	999999999	226	4246,47	112,86	15754	1777880

НаТаблица 4 се вижда, че вх. т. 1 към ДЦ 32 няма превозване на материален поток и транспортните разходи в тази дъга са „0”.



Фигура 4 Разпределение на материални потоци с ДЦ

Заклучение:

Избора се модел за решаване на проблема – определяне на местоположението на ДЦ. Модел на линейно програмиране за оптимизация на транспортните разходи за доставка на материален поток, в зависимост от количеството потребление. Местоположението на ДЦ се генерира от транспортните разходи от входящите пунктове Източници до ДЦ, и от ДЦ до РЦ - Потребители. Разработения модел е с примерни данни, но позволява да се моделират реални ситуации при изменение на входните параметри:

Обем на входящия поток и разпределение между входните пунктове

- Брой и местоположение на входните пунктове
- Смесена структура - с допустими схеми за доставка:
 Вх.И -> ДЦ -> РЦ
 Вх.И -> РЦ

Извод :

От зададените като процент количества на входящ поток може да се направи извода, че Източника – София е с най-малък обем материален поток. Принадлежащия РЦ към същият този Източник има най-голямо потребление. Оказва се, че входящият поток в Източник – София служи само за задоволяване на търсенето на РЦ – София. Ако се назначат Потребители към Източник (по разстояние до 150км), то Потребителите - Враца, Видин, Перник, Благоевград, Кюстендил, Пазарджик и Пловдив ще трябва да се обслужват от ДЦ, което ще увеличи в пъти транспортните разходи. Предлага се увеличаване обема на входящ поток в Източника – София.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] М. Daskin, който формулира модела за избор на местоположение на обслужващ център и маршрутизация на потоците между производители и обслужващи (дистрибуционни) центрове и потребители;

[2] <http://www.vtu.bg/bg/index.php?menu=godishnik3-2012>

Кирил Карагъзов, Тодор Размов и Юлия Варадинова – Милкова (2012)

с научен труд „Използване на интегралния подход при оптимизирането на структурата и елементите на логистичните вериги и при управление на логистичните системи“

[3] <http://censusresults.nsi.bg/>

[4] <http://bdz.bg/>

[5] <http://www.distancefromto.net/>

OPTIMIZATION OF THE DISTRIBUTION NETWORK STRUCTURE IN THE REPUBLIC OF BULGARIA

Petya Stoyanova Stoyanova
petia_8@abv.bg

Todor Kableshkov University of Transport
1574 Sofia, 158 Geo Milev St.
BULGARIA

Key words: *optimization of the structure, distribution system*

Abstract: *The logistical network ensures the movement of the materials flows from the source to the customer. The location of the centres depends on: population, transport infrastructure, satisfaction of clients. An option is accepted that only one distribution centre is needed. Just sources and customers (District Centre) and the future distribution centre are considered for the purpose of simplifying the model. A summarized model of defining the necessary distribution centre is considered to provide the service on the territory of the state, using the Euclid metrics in measuring the distance between unspecified customers' points. Their demand for the product is generated on the basis of the population at the certain point, the transport costs, calculated on the basis of measuring the distances by using the accepted metrics. Possible criteria for choosing the location of the distribution centre in this theoretical model could be considering the minimum transport costs (minimizing the overall transport work).*

The materials flow could be either a raw material or a ready product. The kind of load, the type of vehicle and the loading place are not taken into account. The time of delivery, the storage and processing costs are not taken into consideration as well. Therefore the unit price is not calculated.