

СТРАТЕГИЯ ЗА ГЪВКАВО ДИНАМИЧНО АДРЕСИРАНЕ НА ТОВАРИ В ЛОГИСТИЧЕН СКЛАД

Веселин Даскалов

vesdas@vtu.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”, катедра „ПТСМС“
Ул. „Гео Милев” 158, София 1574,
БЪЛГАРИЯ*

***Ключови думи:** склад, компютърен модел, адресиране на товари*

***Резюме:** Предназначението на складовете е основен фактор при определяне на тяхната техническа съоръженост и степен на механизация и автоматизация на процесите в тях и при избора на организация и технология на работа. В логистичните складове на транспортните предприятия се извършва преобразуване на параметрите на товаропотоците – товарите престояват до получаване от собствениците или за следващо транспортиране. Тази им особеност изисква прилагане на различна стратегия за адресиране на постъпващите товари. Разработена е структура на система за реализация на тази стратегия, основаваща се на **нов** модел и алгоритъм за **гъвкаво динамично адресиране**, която ще повиши ефективността манипулационните процеси в логистичните складове поради намаляване на пробега на товарно-разтоварните машини (TRM).*

В основата на системата е регистър на собствениците на товари, съдържащ информация за средното време за престой на товарите в склада и динамично разпределяне на вместимостта на склада на зони с различна големина и с различен приоритет за заемането им.

Направеното изследване показва, че прилагането на стратегията за гъвкаво динамично адресиране може да намали пробега на TRM до 18.89%, в сравнение с традиционното прилагане на стратегии за адресиране, при изпълнение на едни и същи заявки.

Складовете са подсистеми на логистичните системи. Те се различават по номенклатурата, количеството и режима на съхранение на товарите, по предназначение, по връзката им с различните видове транспорт, по операциите извършвани в тях, по конструкция, съоръжаване и ниво на механизация и автоматизация на процесите [1,2].

Във всеки склад има три материални потока предвидени в технологията на работа: *входящи, вътрешни* и *изходящи* с които се извършват операции съответно в приемната зона, зоната за съхранение и зоната за експедиция [3,4].

С обработката на тези материални потоци пряко е свързана организацията на работа в склада. Видът на склада и нивото на автоматизация и механизация на процесите в него, определят възможността за прилагане на различни стратегии за

повишаване на коефициента на запълването на склада и намаляване на продължителността на работният цикъл на обслужващите машини .

В складове със стелажи за палетизирани товари се прилагат някои от следните стратегии за адресиране [1, 5]:

1. **Обезличено** складиране на товарни единици със случайно разпределяне на складовите места и възможност за поставянето им на което и да е свободно място;
2. **Твърдо** свързване на товарните единици с определен адрес;
3. **Случаен избор** – прилага се в складове с продължителен престой на товарите и при складове с относително ниско ниво на механизация на процесите, като товарите се насочват към *най-близкия свободен* адрес;
4. **Избор по предварително определена последователност от зони за складиране**. Тази стратегия е подходяща за складове с ограничен брой на зоните с *фиксиран обем* за складиране;
5. **Избор на адрес с цел равномерно разпределяне на всеки артикул в различните зони на склада**;
6. **Избор на адрес от зона в която обслужващата машина е с най-голям престой**.

В логистичните складове на транспортните предприятия товарите престояват до получаване от собствениците или за следващо транспортиране. Тези складове обикновено имат до 1000 места за палети в стелажи до 3-4 реда по височина, с оборот до 300 палети дневно, престоя на товарите рядко надхвърля 5 денонощия, като товаропотоците са с голяма динамика поради сезонност на превозите и честа смяна на товародателите. Складовете са с ниско ниво на механизация, обслужват се от 1-2 машини и не използват специални компютърни складови системи (т.н. WMS - Warehouse Management System - система за управление на складово стопанство), с изключение на бар-код четци за регистрация на товарите.

При тези особености на логистичните складове прилагане на някои стратегии (2, 5 и 6) е невъзможно, а други са неефективни, което наложи разработване на система за **гъвкаво динамично адресиране**, с която да се намали пробегът на товарно-разтоварните машини (ТРМ) и експлоатационните им разходи. Системата включва **регистър на собствениците** на товари, **регистър на адресното пространство**, **регистър на товарите** в склада и **програмни модули** за процесите при постъпване и иземане на товари.

Регистърът на собствениците съдържа информация за идентификаторите им и за средното време за престой на техните товари в склада.

Регистърът на адресното пространство обхваща всички адреси в склада и данни за текущото им състояние (заето/свободно).

Регистърът на товарите съхранява идентификатор за всеки товар, идентификатор на собственика, данни за датите на постъпване и напускане на склада и адреса на съхранение.

Разработената нова стратегия предвижда в склада да бъдат създадени виртуални зони (групи адреси) за товари, с различен приоритет за заемането им. От адресното пространство на склада динамично се отделя количество работни адреси, което е пропорционално на запълването на склада завишено с коефициент на неравномерност на товаропотока K_n ($1 \leq K_n \leq 1.3$). Този коефициент може да бъде определен статистически или да бъде зададен експертно. Работните адреси се разделят на групи (зони), като големината на всяка група е пропорционална на количеството товари със съответен срок на съхранение. Тези групи не трябва да бъдат повече от пет, защото 95% товарите се получават от собствениците в рамките на пет дни и така всяка група ще бъде за товари с един и същи престой – съответно едно, две, три, четири или пет и

повече денонощия. Средният срок T_{ci} за съхранение на товарите на i -тия собственик определя приоритета за заемане на съответната зона от склада (напр. при $T_{ci}=2$ дн. \rightarrow приоритет 2 \rightarrow зона №2), като се заема най-близкия свободен адрес от нея или ако няма такъв се заема най-близкия свободен адрес от следваща зона. Този алгоритъм на работа осигурява гъвкаво реструктуриране на адресното пространство на склада и насочване на постъпващите товари на всеки собственик в съответната зона **без намесата на оператор**.

За математическото описание на стратегията *гъвкаво динамично адресиране* се въвеждат означенията:

- $S_1, S_2, \dots, S_i, \dots, S_p$ – са собственици на товари;
- $U_1, U_2, \dots, U_i, \dots, U_p$ е броят на преминалите през склада товари на i -тия собственик;
- $T_{c1}, T_{c2}, \dots, T_{ci}, \dots, T_{cp}$ – средният престой на товарите на i -тия собственик;

$$T_{ci} = \frac{1}{U_i} \sum_{j=1}^{U_i} \tau_{ij}, \text{ денонощия} \quad (1)$$

където:

- τ_{ij} е време на съхранение на j -тия товар на i -тия собственик;
 - Ω – общ брой адреси в складовото пространство (СП);
 - Δ – брой виртуални зони, $1 \leq \Delta \leq 5$;
 - T_δ – среден престой на товарите в зона δ , $1 \leq \delta \leq \Delta$;
- $$T_\delta = \begin{cases} \delta, & \text{за престой на товара } 1 \leq \delta \leq 4, \text{ дни;} \\ 5, & \text{за престой на товара } \delta \geq 5 \text{ дни.} \end{cases} \quad (2)$$

- Φ_δ – брой адреси в зона δ на СП заети с товари;
 - Φ – общ брой заети адреси в СП;
- $$\Phi = \sum_{\delta=1}^{\Delta} \Phi_\delta \quad (3)$$

- E – общ брой свободни адреси в СП;

$$\Omega = \Phi + E \quad (4)$$

- λ – коефициент на запълване на склада;
- $$\lambda = \frac{\Phi}{\Omega} \quad (5)$$

- Ψ_δ – брой адреси в СП заделени динамично за зона δ ;
- $$\Psi_\delta = \Phi_\delta K_n \quad (6)$$

Алгоритъм на работа:

При *постъпване на нов товар* на собственик S_i , от базата данни на системата се прочита средния статистически престой на товарите му - T_{ci} . Товара се насочва към най-близкия свободен адрес от зона δ , за която $T_{ci} = T_\delta$ и се решава минимизационната задача за най-къс път в мрежата от допустими маршрути от корена към адресите от зоната δ . Ако в базата данни на системата няма данни за този собственик, той се регистрира и експертно се определя зона δ (напр. $\delta=5$).

При *изземане на товар* на собственик S_i , по формула (1) се определя ново средно статистическо време за съхранение на товари T_{ci} и се изчисляват нови стойности на Φ_δ , Φ , λ и Ψ_δ .

Разработени са три програмни модула съответно за стратегиите *случаен избор*, *избор по предварително определена последователност от зони с фиксиран обем* и *гъвкаво динамично адресиране*. За оценка на работоспособността на предложения алгоритъм е създаден модел на логистичен склад и са генерирани списъци със заявки за

обслужване на различни товаропотоци. Моделиран е склад състоящ се от 9 работни коридора с по 9 колони стелажи от двете страни на 3 реда по височина. Генерираните списъци съдържат по 200 заявки (100 за постъпване и 100 за изземане на товари) за 30 календарни дни – общо по 6000 заявки във всеки списък. Дневните заявки във всеки списък са с еднаква структура – състоят се от 5 групи заявки за товари с различно време на престой в склада – от 1 до 5 денонощия, но с различен брой във всяка група. Това дава възможност да бъде изследвано влиянието на структурата на товаропотока върху пробег на ТРМ и запълването на склада. При обработването на всеки един от списъците със заявки, с всяка една от разгледаните стратегии за адресиране, е изчислен сумарния пробег на ТРМ от транспортното средство до определените адреси.

За определяне на ефективността от прилагането на *стратегията за гъвкаво динамично адресиране*, са съпоставени помежду си пробегите на ТРМ.

Структурата на дневните товаропотоци, сумарният пробег на ТРМ за всяка една от стратегиите за адресиране и изчислената ефективност са показани в Таблица 1 и с диаграми на фигури от 1 до 7.

Таблица 1

Структура на входящия и на изходящия дневен товаропоток – брой товари според престоя им в склада					Пробег на ТРМ /m/, според стратегията за адресиране			ефективност, %		
					случаен избор	опред. зони	динам. зони	дин. зони / сл.изб.	д. зони / опр. зони	опр. зони / сл.изб.
1 ден	2 дни	3 дни	4 дни	≥ 5 дни						
20	20	20	20	20	101240	100991	84713	16.32	16.12	0.21
5	10	20	25	40	113029	113010	100848	10.77	10.76	0.01
40	25	20	10	5	84629	79513	69848	17.46	12.15	6.04
5	15	30	45	5	101326	103216	90449	10.77	12.37	-1.82
5	45	30	15	5	91186	91157	80283	11.96	11.93	0.03
10	20	40	20	10	98045	99461	85624	12.67	13.91	-1.44
30	15	10	15	30	103231	100947	83727	18.89	17.06	2.21
10	35	10	35	10	99128	98571	83319	15.95	15.47	0.56



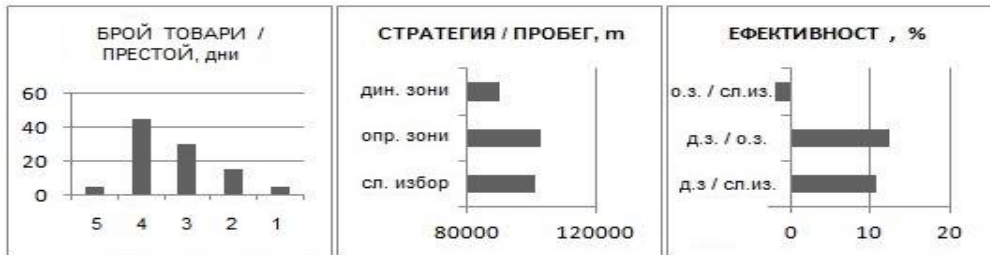
Фиг. 1



Фиг. 2



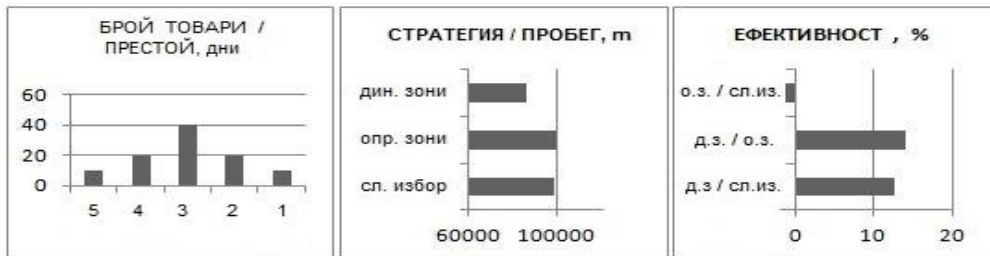
Фиг. 3



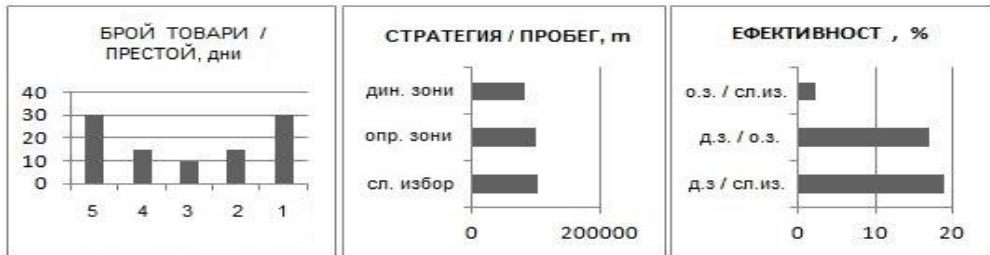
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

Получените резултати показват, че предложената стратегия за гъвкаво динамично адресиране осигурява от 10.77% до 18.89% по-малък пробег на ТРМ от използваните стратегии за адресиране, което доказва нейната ефективност и целесъобразност за прилагане в логистичните складове.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Маликов О. Б., Склады гибких автоматических производств, „Машиностроение”, Ленинград, 1986
- [2] Кръстев К. и др., Складови и транспортно-складови системи, „Техника”, София, 1992
- [3] Баев Д., Бояджиев Я., Системи за управление на автоматизирани складове, „Техника”, София, 1981
- [4] Кръстев К. и др., Организация и техника на складовото стопанство в промишлеността, „Техника”, София, 1975
- [5] Гаджинский А. М., Современный склад, „Проспект”, Москва, 2005

STRATEGY FOR FLEXIBLE DYNAMIC CARGO ADDRESSING IN A LOGISTICS WAREHOUSE

Vesselin Daskalov

vesdas@vtu.bg

*Todor Kableshkov University of Transport,
158 Geo Milev Street, Sofia 1574,
BULGARIA*

Key words: *warehouse, computer model, cargo addressing*

Abstract: *The purpose of warehouses is a major factor in the determining their technical equipment, their technical level, the level of the automation of the processes in them and in choosing the work organization and technology. The logistics warehouses of the transport enterprises carry out the transformation of the goods flow parameters – the loads remain there until the owners receive them or until their next transport. This feature of the incoming cargoes requires them to have a different addressing strategy. An implementation framework for this strategy has been developed here, based on a new model and an algorithm for **flexible dynamic addressing** that will increase the efficiency of logistics warehouses by reducing the travel distance of the material handling machines.*

At the core of the system is a register of cargo owners containing information on the average storage time of the goods in the warehouse and dynamic allocation of storage capacity of zones of different sizes and with different priority for their occupation.

The study shows that the implementation of the flexible dynamic addressing strategy can reduce the travel distance of the material handling machines to 18.89%, compared to traditional addressing strategies when executing the same queries.