



## **ПРОБЛЕМИ ПРЕД ПРЕДПРИЯТИЯТА ЗА МЕЖДУНАРОДНИ АВТОМОБИЛНИ ПРЕВОЗИ ПРИЛАГАЩИ КРОС-ДОКИНГ И НАЧИНИ ЗА РЕШАВАНЕТО ИМ**

**Веселин Даскалов**

[vesdas@vtu.bg](mailto:vesdas@vtu.bg)

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

**Ключови думи:** манипулиране на товари, крос-докинг, склад

**Резюме:** В статията се разглеждат възможностите, предимствата, недостатъците, архитектурата и технологията на използване на крос-докинг от автомобилните превозвачи и се обръща внимание на причините които могат да породят проблеми при прилагането ѝ. Преодоляването на тези проблеми изисква успешното решаване на три групи основни задачи:

- **Стратегически** – за избор на форма на крос-докинг терминала и за определяне на размерите и на броя, предназначението и разположението на вратите му;
- **Тактически** - за планиране на преминаването на товаропотоците през крос-докинг терминала, при минимален пробег на манипулационната техника;
- **Оперативни** – за съставяне на графици за разтоварване и натоварване на транспортните средства.

За всяка група задачи са предложени методи за решаването им, поставени са условия на които да отговарят решенията и са цитирани статии.

В края на статията е представена идея за структурата и задачите на отделните модули на експертна система, работеща в реално време, за избор на адекватно на ситуацията решение, от библиотека с предварително решени тактически и оперативни задачи, при различни комбинации на товаропотоци и заявки за разтоварване и натоварване на транспортни средства.

След 2010 година все повече български предприятия за международни автомобилни превози започнаха да прилагат технологията **крос-докинг** (*cross-docking*). Проучване направено през 2017 година установи, че автомобилните превозвачи доставят директно на получателите (без претоварване) над 75 % от товарите, около 20 % преминават през спедиторски складове и 3-4 % - по технологията **крос-докинг**.

Директните доставки се изпълняват по схемата „от врата – до врата” или като групажни превози (товарните автомобили преминават по маршрути включващи всички пунктове на натоварване и разтоварване). Тези доставки са най-кратки и не включват допълнителни разходи за манипулиране и складиране на товарите, което намалява

риска от повреждането им. Като недостатъци могат да бъдат посочени: наличието на пробег на празни и полупразни транспортни средства (ТС) до следващия товарен пункт и забавянето на доставките при голям брой, но малки по обем пратки. Тези недостатъци могат да бъдат избягнати от превозвачите, ако използват спедиторски складове или преминават към работа по технологията „крос-докинг“.

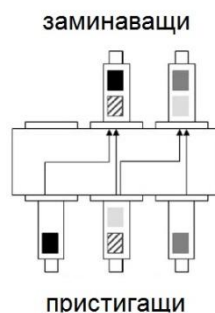
Използването на складове налага разтоварване и приемане на пратките в склада, съхраняване и обединяване по направления, натоварване и експедиране. Този процес забавя и оскъпява доставката, а допълнителните товарно-разтоварни и складови операции увеличават риска от повреждането на товарите.

**Крос-докинг** (буквално - *през товарната площадка*) е модерна технология за манипулиране на товари, осигуряваща намаляване на времето и разходите за доставка, при която товарите се доставят на получателя без предварително складиране или по изключение след кратък престой (по-малък от 24 часа) в крос-докинг терминал (фиг. 1).



Фиг. 1

За пръв път се тази технология се използва в САЩ от индустриални предприятия и за военни доставки през първата половина на миналия век, но се популяризира след 1980 година, когато търговската верига „Wal-Mart“, куриерската фирма „UPS“, автомобилния производител „Toyota“ и доставчици на логистични услуги я прилагат масово, с цел намаляване на разходите и ускоряване на доставките на товари. Същността на крос-докинг технологията е, разтоварване на пристигащите транспортни средства, сортиране на товарите по дестинации, преместването им през терминала и натоварване на заминаващи транспортни средства с необходимата товароносимост (фиг. 2).



Фиг. 2

Различават се следните основни схеми на работа:

- Претоварване на товар от едно транспортно средство на друго;
- Разпределяне на товар от един доставчик за няколко получатели;
- Обединяване на товари от много доставчици за един получател;

- Разпределяне на товари от много доставчици за много получатели.

Тези процеси са механизирани или автоматизирани и протичат в терминали, в които може да има зони за допълнителна обработка или краткосрочно складиране на товари, като се използват кари (ниско- или високо- повдигачи), транспалетни колички (фиг.3) и системи от транспортъори (фиг.4).



Фиг. 3



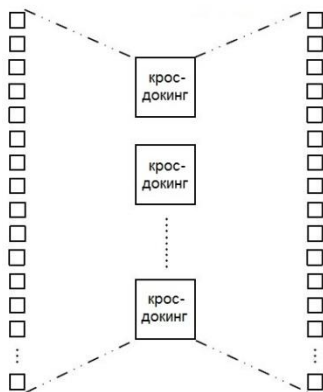
Фиг. 4

Според начина на обработка на товарите различаваме:

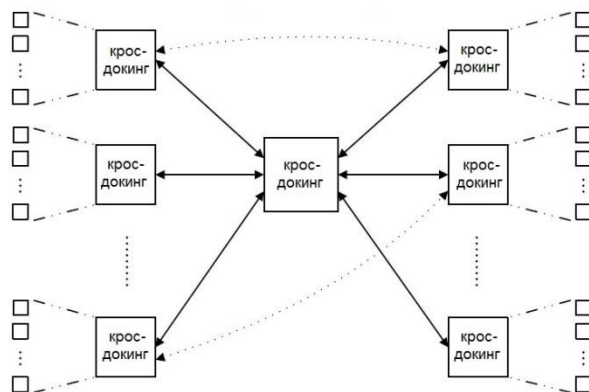
- Едноетапен крос-докинг – товарите се претоварват от едно транспортно средство на друго без никаква обработка;
- Двуетапен крос-докинг - товарите преминават през операции като преупаковане, сортиране, етикетирание, уедряване и др. преди натоварване на заминаващите транспортни средства.

В [ 1 ] се разглеждат две системи на работа: крос-докинг на едно ниво и мрежов крос-докинг (Hub-and-spoke system).

Крос-докинг на едно ниво (фиг. 5) се прилага във веригите за доставки на големи търговци на дребно и производители – в терминалите се претоварват стоки от транспортните средства на производители и доставчици, на товарни автомобили зареждащи магазините съобразно техните заявки. Така се осигурява необходимият асортимент от бързооборотни, свежи, охладени или замразени стоки, без необходимост от изграждане на големи складови или хладилни съоръжения в магазинната мрежа.



Фиг. 5



Фиг. 6

Мрежовият крос-докинг (главина и спици) (Фиг. 6) се прилага от куриерски фирми и автомобилни превозвачи.

Внедряването на тази модерна технология за доставка на товари започна без необходимата предварителна подготовка на нашите предприятия за международни автомобилни превози. Първоначално бяха преоборудвани стари или неподходящи сгради, използваше се стара товарно-разтоварна техника, автомобилният парк не съответстваше на нуждите, не се използваха специално разработени информационни

системи и нямаше предварително разработена технология на работа. Неподходящите размери и форма на терминалите, наличието на колони, малкият брой врати, недостатъчните нивоизравнителни рампи и старата техника създават сериозни проблеми за успешното прилагане на крос-докинг.

Преодоляването на тези проблеми преминава през успешното решаване на три групи основни задачи (стратегически, тактически и оперативни), които обхващат проблемите при проектирането на крос-докинг терминали и разработването на технологията за работа.

*Стратегическите* задачи са свързани с избора на формата на крос-докинг терминала, броя и разположението на вратите за пристигащите и за заминаващите транспортни средства, размерите на вътрешното пространство (площадката където временно се поставят товарите които не се претоварват директно), така че да се осигури бързата и безопасна работа на манипулационната техника.

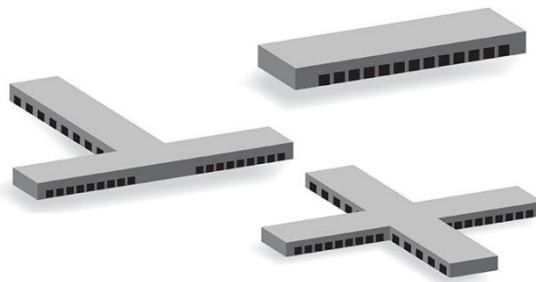
Проектирането на мрежовият крос-докинг е свързано с определяне на структурата на мрежата – избор на места на терминалите и маршрутите за превоз на товарите.

В свое изследване Бартолди и Гю показват, че правилният избор на формата на крос-докинг терминала зависи от размера на съоръжението и от структурата на товаропотоците в него и, че неправилно проектираните терминали увеличават разходите за манипулиране на товарите в тях [2].

Определянето на броя и специализацията на вратите на терминала те определят като първа и най-важна задача, защото решението зависи от броя на дестинациите които се обслужват (заминаващите ТС) и от броя на едновременно разтоварваните ТС така, че да се осигури достатъчна *пропускателна способност*. Тяхната препоръка е вратите на малки терминали да бъдат разположени срещуположно по дългите стени на I-образни помещения, което осигурява директно манипулиране на товарите от входящите към изходящите врати.

Втората задача е: определяне на широчината на терминала. Тя зависи от дела на директно преминаващите товари, от количеството товари на пода и от необходимото пространство за безопасно движение на манипулационната техника. Стремежа е към по-тесни терминали, с по-късо средно разстояние между вратите.

Анализирана е работата в големи крос-докинг терминали с различна форма (L, T, H, X) (фиг.7) и е установено, че стремежа към съсредоточаване на операциите увеличава броя на ъглите, което намалява ефективността на операциите и затруднява разполагането на транспортните средства. Резултатите показват, че I-образната форма е най-ефективна за терминали с по-малко от 150 врати, T-образната форма - за 150-200 врати, а за повече от 200 врати - X-образната форма.



Фиг.7

*Тактическите* задачи са за планиране на преминаването на товаропотоците през крос-докинг терминала, при минимален пробег на манипулационната техника.

Проблемите тук са свързани с установяване на относително постоянни товаропотоци за период от 3-6 месеца и адресиране на пристигащите и заминаващите транспортни средства към съответните врати на терминалите. При непостоянни товаропотоци от изключителна важност е използването на съвременни информационни системи, подаващи данни за пристигащите транспортни средства и за товарите в тях. Установяването на товаропотоците е изключително важно и за правилният избор на вида и броя на товарно-разтоварните машини работещи в терминала.

Възможни са различни подходи при планиране на работата в терминала. Бартолди и Гю моделират товаропотоците и разходите на време за обслужване и за престой поради задръствания, породени от мотокари манипулиращи обемисти товари в средата на работната площадка на терминала [3]. Те предлагат прилагане на стратегията *първи пристигнал – първи обслужен* (First-Come-First-Serve (FCFS)).

В свое изследване [4] Бойсен заключава, че за постигане на ефективна синхронизация на входящите и изходящите потоци, се налага прецизно планиране на операциите, чрез използване на компютъризирани системи. Задачата се свежда до минимизиране на времето за чакане, времето за обработка и времето за натоварване на заминаващите камиони, като могат да бъдат приложени точни математически (динамично програмиране) или евристични методи.

Мрежовото планиране се отнася до разпределянето и използването на логистични ресурси в цялата мрежа.

*Оперативните* задачи са свързани със съставяне на графици за разтоварване и натоварване на транспортните средства, с цел минимизиране на времето за чакане и избягване на опашки, като се отчита специализацията на вратите на терминала и възможността за оставяне на товари на площадката му. Тази задача е най-трудна, защото трябва да бъде решена в реално време. Солтани и Саджади доказват, че проблема е NP-твърд и предлагат два хибридни метаевристични метода [5]. Представените от тях резултати потвърждават ефективността на предложените методи.

Друг подход за решаване на *тактическите и оперативните* задачи може да бъде създаването на експертна система, състояща се от информационни, статистически, математически и евристични модули. Информационният модул ще осигурява данни в реално време за товарите пристигащи в терминала. Статистическият модул ще систематизира и обработва информацията и периодично ще подава към модула за математическа обработка заявки за планиране или за съставяне на графици за нови или с променени параметри товаропотоци и заявки за обслужване на пристигащи и заминаващи транспортни средства. Математическият модул, в който са реализирани гореописаните методи, ще изготвя решения (шаблони за действие) за конкретните ситуации и ще ги зарежда в базата знания (подобно на систематичните графици за движение на влаковете). Модула с евристични правила ще съпоставя в реално време постъпващите данни с наличните в базата знания готови решения и ще избира кое от тях да бъде приложено, в съответствие с разработените от експерти правила за работа. Така системата ще се самообучава и ще разширява библиотеката с шаблони за действие, които да прилага в реално време.

В заключение може да се направи извода, че прилагайки системен подход при решаване на проблемите, предприятия за международни автомобилни превози използващи крос-докинг могат да повишат ефективността си и да разширят дейността си.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

- [1] Buijs P., Iris F.A. Vis, Carlo H.J., Synchronization in cross-docking networks: A research classification and framework, University of Groningen, Groningen, 2016
- [2] Bartholdi J., Gue K., The Best Shape for a Crossdock, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, 2003
- [3] Bartholdi J., Gue K., Reducing Labor Costs in an LTL Crossdocking Terminal. Operations Research 48(6):823-832, <https://doi.org/10.1287/opre.48.6.823.12397>, 2000
- [4] Boysen N., Truck scheduling at zero-inventory cross docking terminals, Friedrich-Schiller-Universität, Jena, 2009
- [5] Soltani R., Sadjadi S.J., Scheduling trucks in cross-docking systems: A robust meta-heuristics, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review 46(5), 2010

## **PROBLEMS OF COMPANIES FOR INTERNATIONAL FREIGHT TRANSPORT USING CROSS-DOCKING AND WAYS OF SOLVING THEM**

**Vesselin Daskalov**

[vesdas@vtu.bg](mailto:vesdas@vtu.bg)

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

***Key words:** material handling process, cross-docking, warehous*

***Abstract:** This article examines the potential, advantages, disadvantages, architecture and technology of cross-docking by road carriers and draws attention to the issues that might cause problems in its application. Overcoming these problems requires the successful solving of three main groups of tasks:*

- *Strategical – for the selection of the shape of the cross-docking terminal and to determine the size and number, purpose and location of its doors;*
- *Tactical - to plan the passage of the freight flows through the cross-docking terminal, with minimal mileage traveled of the manipulation technique;*
- *Operational - for creating the schedules for unloading and loading of the vehicles.*

*Methods are suggested for the solving of each set of tasks, and the conditions are set for how the solutions should be answered, and articles are cited.*

*The end of the article presents an idea about the structure and tasks of the individual modules of the real-time expert system for choosing a situation-appropriate solution, from a library with already resolved tactical and operational tasks, with different combinations of freight flows and requests for loading and unloading of vehicles.*