

FRI-2.203-2-TMS-03

METHODOLOGY FOR SELECTING A SCHEME FOR ARRANGING PORT CARGO HANDLING AND PORT-TO-PORT CARRIAGE OF TRANSIT GOODS BY ROAD AS A PART OF MULTIMODAL TRANSPORT¹

Boril Ivanov, PhD student Eng.

University of Ruse,
Department of Transport
Phone: 082 888 605
E-mail: bivanov@uni-ruse.bg

Asen Asenov, Assoc. Prof. PhD Eng.

University of Ruse,
Department of Transport
Phone: 082 888 605
E-mail: asasenov@uni-ruse.bg

Velizara Pentcheva, Prof. PhD Eng.

University of Ruse, Bulgaria,
Department of Transport
Phone: 082 888 240
e-mail: ypentcheva@uni-ruse.bg

Alexandar Tsekov, PhD student Eng.

University of Ruse,
Department of Transport
E-mail: atsekov@uni-ruse.bg

Abstract:

The report analyses feasible schemes for port-to port transit of large amount of freight by road as a part of a multimodal supply chain. A methodology for selecting an efficient and effective scheme for synchronised terminal cargo handling and truck scheduling is presented based on set parameters and respectively set priorities and limitations for the scheme.

Keywords: *freight transport, multimodal transport, road transport, port-to-port transit, synchronised truck scheduling, synchronised terminal cargo handling, methodology*

JEL Codes: *L91*

ВЪВЕДЕНИЕ

Въпросите за оптимизирането на превозите са разгледани от редица автори, един от които е Hamdy Taha. В книгата си *Operation Research: An Introduction*, той разглежда теорията за решаване на транспортни задачи с помощта на математическия апарат. Планирането на подаването на подвижния състав в контейнерен терминал е разгледано от Thorsten Blecker, Wolfgang Kersten и Matthias Meyer в *High-Performance Logistics: Methods and Technologies* (Erich Schmidt Verlag, January 1, 2010) и от D.-H. Lee, J. X. Cao и Q. X. Shi в *Synchronization of Yard Truck Scheduling and Storage Allocation in Container Terminals*.

¹ Докладът е представен на 27 октомври 2017 с оригинално заглавие на български език: МЕТОДИКА ЗА ИЗБОР НА СХЕМА ЗА ПРЕВОЗ НА ТРАНЗИТНИ ТОВАРИ С АВТОМОБИЛИ ПРИ МУЛТИМОДАЛНИ ПРЕВОЗИ

Съществуващите софтуерни платформи, като *TransCAD*, *Cube*, *ArcGIS for Transportation Analytics*, *LINGO*, *CargoWiz* и др. които могат да се използват за оптимизация на различни процеси в работата на пристанищните терминали и подвижния състав. Поради разширените им възможности, тези платформи са относително сложни за работа и изискват обучение на използващия ги персонал. Не на последно място, цените им ограничават кръга потребители основно до големи международни компании. За повечето български фирми, които имат неголеми финансови възможности, относително малък на брой персонал и респективно ограничен от това времеви ресурс, тези програми продукти са често недостъпни и трудно неизползваеми. Затова е необходимо да се предложат достъпни и евтини решения за микро, малки и средни предприятия, организиращи или извършващи превоз и терминална обработка на товари.

В продължение на доклад от 2015 г. на тема “Изследване на мултимодалните и интермодалните транзитни превози на товари през България”, описаната в настоящия доклад методика цели да предложи решение, като се базира на концептуално представени три възможни варианта на синхронна работа на подвижен състав от товарни автомобили, превозващи партида транзитен товар между два пристанищни терминала. При два от вариантите се разглеждат по три подварианта според наличните на пазара товарни автомобили. За изчислен оптимален брой товарни автомобили, или при зададен брой налични такива, се изчисляват сумарните разходи за транзитиране на партидата товар при всички, получаващи се 7 подварианта, от които може да бъде избран този подвариант с най-нисък разход или да се прецени, дали най-удачният в технологично отношение вариант за конкретен превоз е рентабилен във финансово отношение. Другата възможност, която предлага методиката, е да се направят множество изчисления за сумарни разходи при 7 подварианта, променяйки броя товарни автомобили. При графично или таблично представяне на резултатите, може да се избере оптимална комбинация от подвариант и брой товарни автомобили. С цел намаляване обема изчисления, с логически алгоритъм предварително се ограничава броя реално приложими варианти, в рамките на които да се направи избор на оптимален подвариант на база разработен математически модел.

В изследванията е заложен принципът чрез управлението на подвижния състав да се осигури приоритетно непрекъсната обработка на корабите в двете пристанища, отчитайки пристанищните товаро-разтоварни норми. Други приоритети, или съответно ограничения, са зададени в конкретните варианти, за да могат да се създадат условия, близки до реалните.

ИЗЛОЖЕНИЕ

1. Използвани понятия

Транзитен товар: Товар, пристигащ с кораб в дадена страна и предназначен за последващо товарене на друг кораб от друго пристанище в същата или съседна страна.

Отправно пристанище: Пристанището, в което се разтоварва първият кораб, пристигащ с транзитния товар.

Получаващо пристанище: Пристанището, в което се натоварва вторият кораб, с товара от първия, транзитиран с автомобили между двата пристанищни терминала.

Забележка: Когато едно от пристанищата е речно, за целите на изследването конвойните партиди се приравняват на корабни.

Общи приоритети за всички варианти:

- Корабите и в двете пристанища да не се задържат при обработка, спазвайки обявените пристанищни норми кораб-склад, кораб-автомобил, склад-кораб, автомобил-кораб;
- Да се цели максимален дял на директната пристанищна обработка кораб-автомобил и автомобил-кораб;
- Да се цели най-близка до непрекъсната работа на пристанищните кранове.

Методиката не отчита форсмажорни ситуации, доколкото в случая същите не са обект на математическо моделиране.

2. Разгледани варианти

2.1. Вариант 1

В отправното пристанище се товари директно от кораб на товарни автомобили, които пристигат през изчислен интервал. Не се предвижда престой на товарните автомобили в отправното и получаващото пристанища. Пресмята се оптималния брой товарни автомобили A_0 , които биха се натоварили в рамките на един оборот на автомобил - времето един автомобил да бъде натоварен, да измине разстоянието от отправното до получаващото пристанище, да се разтовари и да се върне отново за последващо товарене в отправното пристанище.

Приоритет за варианта: Без престой на автомобилите (максимално ефективно използване на наличните на пазара автомобили).

Ограничения: няма

Интервал на подаване на автомобили в отправното пристанище: съобразен с най-ниската от четирите пристанищни норми: кораб-автомобил и склад-автомобил в отправното, автомобил-кораб и автомобил-склад в получаващото пристанище.

Ако получаващото пристанище е с по-ниските норми, то корабът в получаващото пристанище се подава без закъснение (т.е. към момента на пристигането на първите натоварени автомобили в получаващото пристанище), в случай че броят налични на пазара автомобили $A \geq A_0$. При $A < A_0$, в получаващото пристанище първоначално се разтоварва на склад и подаването на кораба се отлага с изчислено време.

Ако получаващото пристанище е с по-високите норми, то в него се разтоварва първо на склад, а корабът се подава с изчислено закъснение.

Разглеждат се подвариантите: $A < A_0$, $A = A_0$, $A > A_0$.

Подвариант 1.1. Налични товарни автомобили $A < A_0$

За да няма престой на товарните автомобили, те пристигат за товарене в отправното пристанище през интервал, равен на най-голямото от времената за товарене кораб-автомобил и склад-автомобил в отправното пристанище, разтоварване автомобил-склад и автомобил-кораб в получаващото пристанище. В отправното пристанище се товари директно от кораб на товарни автомобили, а през времето на изчакване на следващия автомобил се разтоварва от кораб на склад. След приключване разтоварването на корабната партида се товари от склад на автомобили. Понеже не се разполага с необходимия брой товарни автомобили за непрекъснат превоз на партидата, ще има интервал между последния автомобил и второто пристигане на първия автомобил в получаващото пристанище. За да не възниква престой на кораба в получаващото пристанище, автомобилите се разтоварват първоначално на склад там. Подаването на кораба за товарене в получаващото пристанище се планира към момента на пристигане на първия автомобил при последния му оборот и следва директно разтоварване на автомобилите в кораба в получаващото пристанище. Характерно за този подвариант е, че винаги се планира отложено подаване на втория кораб.

Подвариант 1.2. Налични товарни автомобили $A = A_0$

Автомобилите пристигат за товарене в отправното пристанище отново през интервал, равен на най-голямото от времената за товарене кораб-автомобил и склад-автомобил в отправното пристанище, разтоварване автомобил-склад и автомобил-кораб в получаващото пристанище. Разликата спрямо Подвариант 1.1. е в това, че в случая с най-ниска норма автомобил-кораб в получаващото пристанище от четирите норми, не се планира отлагане в подаването на кораба в получаващото пристанище и товаренето му се извършва директно от автомобили.

Подвариант 1.3. Налични товарни автомобили $A > A_0$

Ако се подадат повече от оптималния брой товарни автомобили, ще възникне престой на автомобилите в получаващото пристанище. Този подвариант следва да бъде предмет на отделен анализ, понеже няма икономическа логика той да се прилага в реални условия.

2.2. Вариант 2

Цялата корабна партида се разтоварва от кораб на склад в отправното пристанище. След приключване на разтоварването, започва товарене от склад на автомобили, като не се предвижда престой на автомобилите в получаващото пристанище.

Приоритет за варианта: Максимално бързо разтоварване на кораба в отправното пристанище без престой на автомобилите.

Ограничения:

- Вероятна или реална липса на свободни автомобили към момента на пристигане на кораба в отправното пристанище, но към същия момент се залага да е известно след колко време ще разполагаме с автомобили.
- Вероятна или реална липса на готовност за обработка в получаващото пристанище към момента на очакваното пристигане на първия автомобил в получаващото пристанище;
- В отправното пристанище нормата кораб-склад е по-висока от нормата кораб-автомобил.

Интервал на подаване на автомобилите в отправното пристанище: аналогично на Вариант 1, но съобразен с най-ниската от трите пристанищни норми (склад-автомобил в отправното, автомобил-кораб и автомобил-склад в получаващото пристанище).

Разглеждат се отново подвариантите: $A < A_0$, $A = A_0$, $A > A_0$

Подвариант 2.1. Налични товарни автомобили $A < A_0$

За да няма престой на товарните автомобили, те пристигат за товарене в отправното пристанище през интервал, равен на най-голямото от трите времена: за товарене склад - автомобил в отправното и за разтоварване автомобил-склад и автомобил-кораб в получаващото пристанище. Понеже не се разполага с необходимия оптимален брой автомобили за непрекъснат превоз на партидата, ще има интервал между товаренето на последния автомобил и второто пристигане на първия автомобил в отправното пристанище. С цел избягване престой на кораба в получаващото пристанище, автомобилите се разтоварват първоначално на склад. При тръгване на последния автомобил от отправното пристанище, в получаващото започва разтоварване от автомобили на кораб. След разтоварване на последния автомобил, в получаващото пристанище започва товарене от склад на кораб.

Подвариант 2.2. Налични товарни автомобили $A = A_0$

Разликата спрямо Подвариант 2.1. е в това, че при случая с най-ниска норма автомобил-кораб в получаващото пристанище от трите норми, отлагане в подаването на кораба в получаващото пристанище не се налага и вторият кораб се товари директно от автомобили.

Подвариантите $A < A_0$ и $A = A_0$ на варианти 1 и 2 могат да се разглеждат общо като $A \leq A_0$ в математическия модел.

Подвариант 2.3. Налични товарни автомобили $A > A_0$

Както при подвариант 1.3, при подаване на повече от оптималния брой автомобили, ще възникне престой на автомобилите в получаващото пристанище. Този подвариант също следва бъде разглеждан отделно, понеже няма икономическа логика той да се прилага в реални условия.

2.3. Вариант 3

Натоварват се всички налични автомобили в отправното пристанище директно от кораба. Планира се престой на автомобилите в получаващото или отправното пристанища в зависимост от директните им норми.

Ограничения:

- само директна обработка и в двете пристанища;
- $A > A_0$.

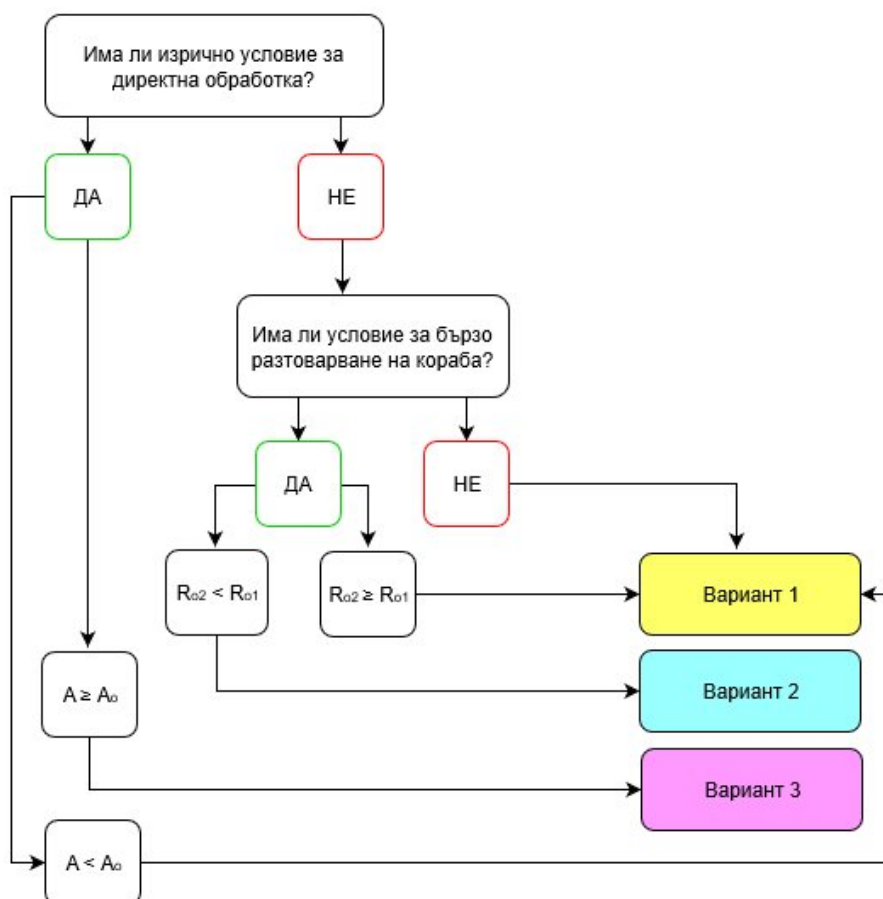
Интервал на подаване на автомобили в отправното пристанище: съобразно нормата кораб-автомобил на отправното пристанище.

Ако нормата автомобил-кораб в получаващото пристанище е по-ниска от кораб-автомобил в отправното, то автомобилите ще се разтоварват с престой без отлагане в подаването на кораба в получаващото пристанище. Понеже автомобилите се връщат в отправното пристанище през по-голям интервал, съответстващ на по-ниската норма на получаващото пристанище (автомобил-кораб), добавят се само толкова нови автомобили, колкото да не се наложи разтоварване кораб-склад в отправното пристанище.

Ако нормата автомобил-кораб в получаващото пристанище е по-висока от кораб-автомобил в отправното, то автомобилите ще се разтоварват с престой и ще има изчислено отлагане в подаването на кораба в получаващото пристанище.

2.4. Ограничаване на теоретично възможните варианти до практически възможни

На фиг.1. е представена логическа схема за ограничаване избора на варианти според конкретно зададените приоритети и ограничения. На фигурата с R_{01} е означена разтоварната норма кораб-склад в отправното пристанище [t/24h], а с R_{02} - товарната норма в отправното пристанище кораб-автомобил [t/24h].



Фиг. 1. Алгоритъм за избор на реално работим основен вариант

Алгоритъмът показва, че изборът на вариант зависи от ограничението само за директна обработка, приоритета за бързо разтоварване на първия кораб и съотношението на нормите кораб-склад и кораб-автомобил в отправното пристанище.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задаването на краен относително малък брой теоретично възможни варианти и последващото им ограничаване до практически работимите чрез въведения логически алгоритъм, позволява на база настоящата методика да се разработи достъпен и относително лесен за ползване математически модел, предназначен конкретно за оптимизация в синхронната работа на два пристанищни терминала и автомобилен подвижен състав, превозващ транзитен товар между тях.

Математическият модел на база методиката ще осигури предварително изчисляване на следните финансови и експлоатационни показатели, важни за сключване на транспортната сделка и организацията на транспортния процес:

- Фактическа норма за разтоварване на първия кораб;
- Общо време за транзитиране на товара, включително обработка в двете пристанища;
- Време за подаване на втория кораб от началото на разтоварване на първия;
- Брой пълни курсове на първия от наличните автомобили;
- Интервал между първото тръгване на автомобилите;
- Брой необходими автомобили за пълен оборот;
- Разход за обработка в отправното пристанище;
- Разход за обработка в получаващото пристанище;
- Разход за складиране отправното пристанище;
- Разход за складиране в получаващото пристанище;
- Разход за навла;
- Общи разходи.

В последствие, чрез използване на широкодостъпни приложения като напр. MS Excel, или целево разработен програмен продукт, мултимодалните транспортни оператори биха могли бързо и прецизно да оферират, както и да планират процесите по веригата.

Към настоящия момент, синхронизирането на пристанищните операции и графика на товарните автомобили все още до голяма степен се компрометира от влиянието на различни случайни и субективни фактори, включително човешки грешки. Инвестициите в пътната и пристанищна инфраструктура, модернизацията на подвижния състав и пристанищната механизация, както и бъдещото въвеждане на автономни товарни автомобили и пристанищни съоръжения, ще доведе до минимизиране на негативното влияние на тези фактори. В тази връзка, предлаганата методика и разработения на нейна база математически модел ще добиват все по-реални възможности за приложение в практиката.

Изследванията са подкрепени по договор на Русенски университет "Ангел Кънчев" с № BG05M2OP001-2.009-0011-C01, „Подкрепа за развитието на човешките ресурси в областта на научните изследвания и иновации в Русенски университет "Ангел Кънчев", финансиран по Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“ 2014-2020”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз“.

REFERENCES

- Blecker T., W. Kersten, M. Meyer. *High-Performance Logistics: Methods and Technologies*. Erich Schmidt Verlag, 2010, ISBN-10: 3503120483, ISBN-13: 978-3503120482
- Caliper. *TransCAD software*. Newton. USA. 2017. <http://www.caliper.com/tcovu.htm>
- CargoWiz Software. Tampa, Florida. USA, 2017. <http://www.softtruck.com/index.htm>
- Citilabs Headquarters. *Cube Voyager Software*, USA. 2017. <http://www.citilabs.com/software/cube/>
- D.-H. Lee, J. X. Cao, Q. X. Shi. *Synchronization of Yard Truck Scheduling and Storage Allocation in Container Terminals*, National University of Singapore, 2014.

ESRI Bulgaria. *ArcGIS for Transportation Analytics*, Sofia, Bulgaria, 2017.

<http://esribulgaria.com/>

Lindo Systems Inc. *Lingo 17.0*. Chicago, USA, 2017.

<http://www.lindo.com/index.php/products>

Taxa, Hamdy, A. *Operation Research: An Introduction*. University of Arkansas, Prentice Hall, 1997, ISBN 0-13-272915