

## FEASIBILITY STUDY ON INLAND CONTAINER FREIGHT STATIONS FOR EMPTY CONTAINER HAULAGE OPTIMIZATION AND QUALITY IMPROVEMENT OF EXPORT AND IMPORT LOGISTICS IN BULGARIA<sup>1</sup>

---

**Boril Ivanov, MEng, PhD**

Department of Transport,  
“Angel Kanchev” Univesity of Ruse  
Phone: 082-888-605  
e-mail: bivanov@uni-ruse.bg

***Abstract:** The dry port concept provides an effective solution for preventing potential congestion in busy sea or river ports by shifting containerized cargo handling operations to container freight stations (CFS) located in the hinterland. The present feasibility study of the concept in Bulgaria is focused on the assessment of the potential of a mid-range inland container freight station, located close to an industrial and consumption centre, for optimizing the share of empty container haulage to its required minimum and quality improvement of logistics services related to export and import of containerized cargo.*

***Keywords:** Dry port, inland container terminal, container freight station, CFS, intermodal terminal, container depot, empty mileage optimization, empty container haulage optimization*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Интермодалността е в основата на съвременните транспортни решения, където отделните видове транспорт се използват в оптималното им съчетание, като независимо от смяната на вида транспорт се запазва максимално състоянието на товара. Най-разпространената форма на интермодален транспорт – контейнерният – бележи устойчив ръст през последните десетилетия. Това е обусловено от стандартизацията на превозните единици, от оптималния им размер за постигане на ниски транспортни разходи и високата степен на достъпност - възможността за доставката им практически с всички видове транспорт от началната до крайната точка по маршрута.

Предвид това, че поради ниските си преки и външни разходи, основен транспорт за преминаване на главните или междуконтинентални отсечки по маршрута се явява морският, ръстът на контейнерните превози изправя пристанищата пред сериозни предизвикателства. Те са свързани първо с поемането на увеличения контейнерен трафик и второ – с обслужването на корабите – контейнеровози, които значително увеличиха и продължават да увеличават капацитета и размерите си, за да отговорят на натиска на индустрията за понижаване на разходите чрез икономии от мащаба.

Тези процеси в транспорта са съчетани с тенденцията в търговията за безскладова логистика, т.е. получаване на нужните суровини в нужния момент и незабавна експедиция на готовата продукция, която често е предварително продадена по поръчка. Удребняването на размера на отделните партии, намаляването на стоките наличности при производители и търговци и увеличаването на общия брой на превозваните партии с контейнери би следвало да блокира натоварените пристанища, или поне в частност техните контейнерни терминали, ако не се бе появила концепцията за т. нар. вътрешни или „сухи“ пристанища [3], [4]. Това са вътрешни терминали, които могат да изпълняват различни функции според това дали са

---

<sup>1</sup> Докладът е представен на пленарната сесия на 13 ноември 2020 с оригинално заглавие на български език: ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТТА НА ВЪТРЕШНИТЕ КОНТЕЙНЕРНИ ТОВАРНИ СТАНЦИИ ЗА ОПТИМИЗАЦИЯ НА ТРАНСПОРТА НА ПРАЗНИ КОНТЕЙНЕРИ И ПОДОБРЯВАНЕ НА КАЧЕСТВОТО НА ЛОГИСТИКА НА ВНОС И ИЗНОС В БЪЛГАРИЯ

близки (до 100 km), средно отдалечени (100-500 km) или отдалечени (над 500 km) от пристанището [2].

Докато близките вътрешни терминали играят основно ролята на буфер, за да се избегне блокиране на пристанището, а отдалечените са логистични хъбове, свързани с пристанището основно чрез жп транспорт с блок влакове, то средно отдалечените [1] са най-често във вътрешността на страната в близост до големи потребителски или индустриални центрове, могат да се обслужват с автомобилен транспорт и имат много съществена роля във веригата на доставки за крайните потребители. Разтоварените от кораба контейнери, които не са предназначени за последващ воден транспорт или за доставка по суша в близост до пристанището, се доставят директно до вътрешния терминал най-често с автомобили – контейнеровози, а при по-интензивен трафик - с жп транспорт. Съответно, след разтоварване на пълните контейнери с вносни товари във вътрешния терминал, превозните средства, които са ги доставили, се връщат обратно в пристанището, натоварени с други пълни с износни товари контейнери, изчакващи вече на вътрешния терминал.

## ИЗЛОЖЕНИЕ

Отчитайки размера на България и умерената интензивност на контейнерния трафик през морските ни пристанища, изследването е насочено към средно отдалечените вътрешни терминали.

За целите на настоящото изследване под вносни товари се визират тези, които пристигат с кораб, а под износни – тези, които отпътуват с кораб.

Няма пълна съпоставимост с митническите понятия внос и износ, т.к. в случая, в зависимост от местонахождението на вътрешния терминал, в тези товаропотоци може да има известно количество транзитен трафик, което не е от съществено значение за организацията на работа на вътрешния терминал.

Моделите за оптимизиране на експлоатацията на съвременен морски контейнерен терминал [5] не са директно приложими в работата на вътрешен контейнерен терминал поради различията в техните функции. Качеството на работа на вътрешния терминал може да бъде оценено от свързаните с него участници в транспортния процес чрез т.нар. Depot Service Quality Index (DSQI) [7]. По отношение качеството на връзката между пристанищния и вътрешния терминал, важен елемент е синхронизацията на тяхната работа във времето чрез графика на подаване на автомобилите [6].

Освен облекчаване експлоатацията на пристанищния терминал, вътрешният терминал донася и следните положителни ефекти от логистичен характер:

- намаляване дела на вътрешните превози на празни контейнери;
- съкращаване времето за позициониране на празни контейнери за товарене по износ;
- възможности за съкращаване на времето за подаване на пълните контейнери по вноса съобразно желанието на товарополучателя;
- възможности за предлагане на услуги с добавена стойност в близост до клиента (контейнеризация и деконтейнеризация, консолидация и деконсолидация на пратки, митническо оформяне и др.)

В настоящото изследване фокусът е поставен върху първия ефект, като се отчита необходимостта от последващо разработване на методика за оценка на ефективността на вътрешния терминал, отчитаща съотношението на вноса и износа по типове контейнери.

Разглеждат се два варианта на обслужване с използване на вътрешен контейнерен терминал:

Вариант 1:

Контейнеровозът доставя директно пълния контейнер по внос до адреса за деконтейнеризация, след което доставя празния вече контейнер във вътрешния контейнерен терминал. Там празният контейнер се разтоварва от контейнеровоза, непосредствено след което се натоварва пълен контейнер, изчакващ оформен в терминала за износ, който контейнеровозът транспортира обратно до пристанищния терминал. Пълният контейнер по

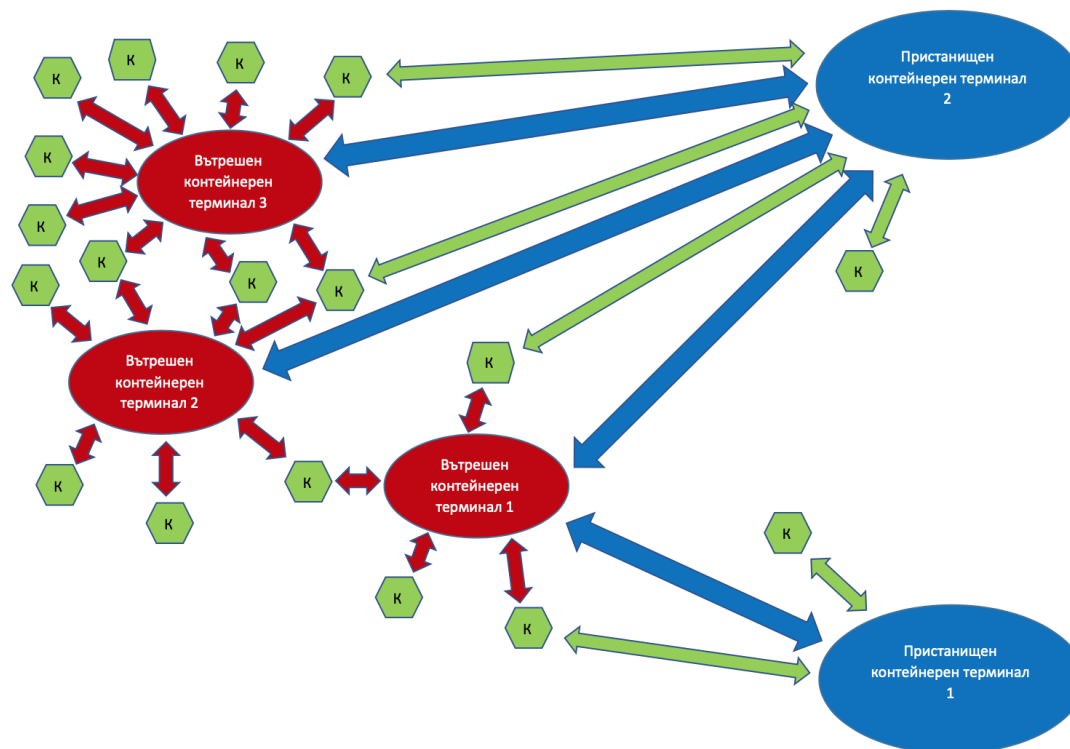
износ преди това е бил подаден празен с друг контейнеровоз от вътрешния контейнерен терминал до адрес за контейнеризация, след което върнат обратно пълнен в контейнерния терминал, оформен за износ и разтоварен от контейнеровоза.

Вариант 2:

Автомобилът - контейнеровоз доставя пълния контейнер до вътрешния контейнерен терминал, където контейнерът се разтоварва от контейнеровоза, непосредствено след което на контейнеровоза се натоварва друг пълнен контейнер, оформен за износ, който се транспортира при обратния курс до пристанищния терминал. Пълният контейнер по вноса, след митническо оформяне (ако има такова), се натоварва на друг контейнеровоз, който го транспортира до адреса за деконтейнеризация, където тя се извършва докато контейнера е на борда на контейнеровоза, след което контейнеровозът транспортира обратно празния вече контейнер до вътрешния контейнерен терминал и контейнерът се разтоварва от контейнеровоза. Съответно, пълният контейнер по износа предварително е бил подаден празен с друг контейнеровоз от вътрешния контейнерен терминал до адрес за контейнеризация, след което върнат обратно пълнен във вътрешния контейнерен терминал, оформен за износ и разтоварен от контейнеровоза.

Алтернативата на описаните два варианта е обслужването без вътрешен контейнерен терминал. По внос, контейнеровозът транспортира пълнен контейнер от пристанищния терминал до адреса за деконтейнеризация. Там, след митническото оформяне (ако има такова), се извършва деконтейнеризацията докато контейнерът е на борда на контейнеровоза, след което контейнеровозът транспортира празния вече контейнер обратно до пристанищния терминал. Съответно, при износ контейнеровозът транспортира празен контейнер от пристанищния терминал до адрес за контейнеризация. Там се извършва контейнеризацията, докато контейнерът е на борда на контейнеровоза, а след митническо оформяне (ако има такова) пълният вече контейнер се транспортира обратно до пристанищния терминал.

На фиг. 1 е представена примерна схема за обслужване на множество клиентски адреси  $K$  с контейнерен транспорт, като в син цвят са показани връзките между пристанищен и вътрешен терминал, в червен цвят са връзките между вътрешен терминал и клиентски адреси, а в зелен цвят – директни връзки между пристанищен терминал и клиентски адреси.



Фиг. 1. Примерна схема за обслужване на множество клиентски адреси с контейнерен транспорт

Както е видно, някои клиентски адреси могат да се обслужват по различни схеми: директно или по всеки един от двата гореописани индиректни варианти, включително и през алтернативни пристанищни и/или вътрешни терминали. Сравнението на множеството комбинации, касаещи обслужването на даден клиентски адрес, може да бъде предмет на отделно изследване като се взаимстват някои принципи от системите за събиране на малки пратки [9].

Изборът на местоположение [10], оценката на необходимия капацитет на вътрешния терминал и инфраструктурата [8] са от голямо значение, но за да се оцени потенциалната ефективност на даден вътрешен терминал, следва да се сравнят резултатите (общи приходи минус общи разходи) на схемата за обслужване през вътрешния терминал при всеки от гореописаните два варианта с тези за обслужване на адресите за деконтейнеризация и контейнеризация директно от пристанищния терминал.

Означения:

$l_{pt}$  – разстояние между пристанищния и вътрешния терминали, *km*

$l_{psf}$  – разстояние между пристанищния терминал и адреса за контейнеризация при износ, *km*

$l_{psp}$  – разстояние между пристанищния терминал и адреса за деконтейнеризация при внос, *km*

$l_{isf}$  – разстояние между вътрешен терминал и адрес за контейнеризация, *km*

$l_{isp}$  – разстояние между вътрешен терминал и адрес за деконтейнеризация, *km*

$f_{cf}$  – навло за превоз на пълен контейнер, *EUR/km*

$f_{ce}$  – навло за превоз на пълен контейнер, *EUR/km*

$F_d$  – общ приход при директно обслужване без вътрешен терминал, *EUR*

$F_{ict}$  – общ приход при обслужване през вътрешен терминал, *EUR*

$C_{fcf}$  – разход на гориво на контейнеровоза с пълен контейнер, *l/100km*

$C_{fce}$  – разход на гориво на контейнеровоза с празен контейнер, *l/100km*

$p_f$  – цена на гориво, *EUR/l*

$C_{rd}$  – разход за пътни такси за контейнеровоза, *EUR/km*

$C_{thf}$  – разход за терминални операции на пълен контейнер, *EUR*

$C_{the}$  – разход за терминални операции на празен контейнер, *EUR*

$C_d$  – общ разход при директно обслужване без вътрешен терминал, *EUR*

$C_{ict}$  – общ разход при обслужване през вътрешен терминал, *EUR*

$f_e$  – коефициент на ефективност от използването на вътрешен терминал

Коефициентът  $f_e$  се изчислява по следната формула:

$$f_e = \frac{F_{ict} - C_{ict}}{F_d - C_d} \quad (1)$$

Съответно, приходът  $F_d$  при директния вариант без вътрешен контейнерен терминал

$$F_d = l_{psp} f_{cf} + l_{psp} \cdot f_{ce}, \text{ EUR} \quad (2)$$

или след преобразуване

$$F_d = l_{psp} (f_{cf} + f_{ce}), \text{ EUR} \quad (3)$$

Приходът  $F_{ict}$  при индиректните варианти през вътрешен контейнерен терминал се изчислява по следната формула:

Вариант 1

$$F_{ict} = f_{cf} \cdot l_{psp} + f_{ce} \cdot l_{isp} + f_{cf} \cdot l_{pt}, \text{ EUR} \quad (4)$$

или след преобразуване

$$F_{ict} = f_{cf} (l_{psp} + l_{pt}) + f_{ce} \cdot l_{isp}, \text{ EUR} \quad (5)$$

Вариант 2

$$F_{ict} = 2f_{cf} \cdot l_{pt}, \text{ EUR} \quad (6)$$

Разход  $C_d$  при директния вариант без вътрешен контейнерен терминал:

$$C_d = l_{pt} \left( \frac{p_f \cdot C_{fcf}}{100} + c_{rd} \right) + l_{pt} \left( \frac{p_f \cdot C_{fce}}{100} + c_{rd} \right), EUR \quad (7)$$

като след преобразуване формулата придобива следния вид:

$$C_d = l_{pt} \left( p_f \cdot \frac{C_{fcf} + C_{fce}}{100} + 2c_{rd} \right), EUR \quad (8)$$

Разход  $C_{ict}$  при индиректните варианти през вътрешен контейнерен терминал:

Вариант 1

$$\begin{aligned} C_{ict} = & c_{the} + l_{isf} \left( \frac{p_f \cdot C_{fce}}{100} + c_{rd} \right) + l_{isf} \left( \frac{p_f \cdot C_{fcf}}{100} + c_{rd} \right) + c_{thf} \\ & + l_{psp} \left( \frac{p_f \cdot C_{fcf}}{100} + c_{rd} \right) + l_{isp} \left( \frac{p_f \cdot C_{fce}}{100} + c_{rd} \right) + c_{the} + c_{thf} \\ & + l_{pt} \left( \frac{p_f \cdot C_{fcf}}{100} + c_{rd} \right), EUR \end{aligned} \quad (9)$$

като след преобразуване формулата придобива следния вид:

$$\begin{aligned} C_{ict} = & 2(c_{the} + c_{thf}) + (l_{isf} + l_{isp}) \cdot \left( \frac{p_f \cdot C_{fce}}{100} + c_{rd} \right) + \\ & (l_{isf} + l_{psp} + l_{pt}) \cdot \left( \frac{p_f \cdot C_{fcf}}{100} + c_{rd} \right), EUR \end{aligned} \quad (10)$$

или

$$\begin{aligned} C_{ict} = & 2(c_{the} + c_{thf}) + l_{isf} \left( p_f \cdot \frac{C_{fce} + C_{fcf}}{100} + 2c_{rd} \right) + l_{isp} \left( \frac{p_f \cdot C_{fce}}{100} + c_{rd} \right) \\ & + (l_{pt} + l_{psp}) \cdot \left( \frac{p_f \cdot C_{fcf}}{100} + c_{rd} \right), EUR \end{aligned} \quad (11)$$

Вариант 2

$$\begin{aligned} C_{ict} = & c_{the} + l_{isf} \left( \frac{p_f \cdot C_{fce}}{100} + c_{rd} \right) + l_{isf} \left( \frac{p_f \cdot C_{fcf}}{100} + c_{rd} \right) + c_{thf} \\ & + 2l_{pt} \left( \frac{p_f \cdot C_{fcf}}{100} + c_{rd} \right) + 3c_{thf} + l_{isp} \left( \frac{p_f \cdot C_{fcf}}{100} + c_{rd} \right) + l_{isp} \left( \frac{p_f \cdot C_{fce}}{100} + c_{rd} \right) + \\ & c_{the}, EUR \end{aligned} \quad (12)$$

като след преобразуване формулата придобива следния вид:

$$\begin{aligned} C_{ict} = & 2(c_{the} + 2c_{thf}) + (l_{isf} + l_{isp}) \cdot \left( \frac{p_f \cdot C_{fce}}{100} + c_{rd} \right) \\ & + (l_{isf} + 2l_{pt} + l_{isp}) \cdot \left( \frac{p_f \cdot C_{fcf}}{100} + c_{rd} \right), EUR \end{aligned} \quad (13)$$

или

$$\begin{aligned} C_{ict} = & 2(c_{the} + 2c_{thf}) + (l_{isf} + l_{isp}) \cdot \left( p_f \cdot \frac{C_{fce} + C_{fcf}}{100} + 2c_{rd} \right) \\ & + 2l_{pt} \left( \frac{p_f \cdot C_{fcf}}{100} + c_{rd} \right), EUR \end{aligned} \quad (14)$$

Огледалната схема по същото направление при начало с износ няма необходимост да се разглежда, т.к. ще е аналогична като резултат.

Времената за контейнеризация, деконтейнеризация и митническо оформяне се приемат за постоянни величини и не се включват в разчета, т.к. участват в двата сравнявани варианта – директен и индиректен и по този начин следва да се неутрализират.

Разходът за съхранение на контейнерите във вътрешния терминал на този етап не се отчита, т.к. за изчисляването на същия е необходимо да се изготви по-сложен математически модел, базиран на специално разработена методика за обработка на данните за контейнерооборота в района на вътрешния терминал по внос и износ, разбит по типове контейнери.

В реална ситуация, намаляването на дела на превозите на празни контейнери между пристанището и вътрешния терминал ще е свързано не само с общия баланс между вноса и износа на контейнеризирани товари в региона на вътрешния терминал, а и с баланса на вноса и износа, разбит по конкретен тип контейнери.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Коефициентът  $f_e$  може да служи за сравнение на ефективността от използването на различни вътрешни терминали при обслужване на даден регион при условие за баланс на товарооборота по внос и износ, включително и по вид контейнери.

Следва обаче да се има предвид, че еднакво отдалечени от пристанището вътрешни терминали със съпоставим товарооборот на регионите, които обслужват и съпоставимо съотношение на вноса и износа на контейнеризирани товари, могат да имат значителни различия в ефективността именно поради дисбаланс на вносните и износни товари по вид използвани контейнери. Това означава, че възможностите за оптимизация на дела на превозите на празни контейнери ще са уникални за всеки вътрешен терминал именно заради уникалната комбинация от баланси по вноса и износа на съответния регион по тип контейнери. За да се получат достоверни резултати относно ефективността от използване на вътрешен терминал, наложително е да се направи детайлно проучване на товарооборота по внос и износ в изследвания регион с разбивка на данните по видове контейнери. Съответно, за обработката на събраните данни следва да се разработи по-сложен математически модел, отчитащ наличието на евентуален дисбаланс между вноса и износа по видове контейнери.

## ACKNOWLEDGEMENT

Докладът отразява резултати от работата по проект 2020-ФТ-02, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенския университет.

## REFERENCES

- Ambrosino D., Sciomachen A., *Location of Mid-range Dry Ports in Multimodal Logistic Networks*, Procedia - Social and Behavioural Sciences 108, 2014, p. 118 – 128
- Bentaleb F., Mabrouki C., Semma A., *Dry Port Development: A Systematic Review*, Journal of ETA Maritime Science, 2015, p. 80, DOI ID: 10.5505/jems.2015.98608
- Bergqvist, Rickard, Wilmsmeier, Gordon, and Cullinane, Kevin, eds. *Dry Ports – A Global Perspective: Challenges and Developments in Serving Hinterlands*. Surrey, England and Burlington, Vermont: Ashgate Publishing Limited, 2013, pp 119-120, ISBN 9781409444244
- Cullinane K., Wilmsmeier G., *The Contribution of the Dry Port Concept to the Extension of Port Life Cycles*. In: Böse J. (eds) Handbook of Terminal Planning. Operations Research/Computer Science Interfaces Series, vol 49. Springer, New York, NY, 2018. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8408-1\\_18](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8408-1_18), Print ISBN 978-1-4419-8407-4, Online ISBN 978-1-4419-8408-1
- Dimitrov D., *Optimization of the Operation of a Modern Sea Container Terminal*, Higher Naval School "N. J. Vaptsarov", Varna, 2015, dissertation; Оригинално заглавие: Димитров Д., „Оптимизиране на експлоатацията на съвременен морски контейнерен терминал“, ВВМУ „Н. Й. Вапцаров“, Варна, 2015, дисертация
- Ivanov B., Asenov A., Pencheva V., Georgiev I., *Optimizing the Time to Transport Transit Loads in a Multimodal Scheme Between Sea and River Ports by Road*, Оригинално заглавие: „Оптимизиране на времето за превоз на транзитни товари при мултимодална схема между морско и речно пристанище с автомобилен транспорт“, Научни трудове на Русенския университет, vol. 57, book 4, Русе, Русенски университет, pp 123-131, ISBN 1311-3321
- Khairul R. S. & Zahid S. & Lam W. S. & Lam W. H., *A Service Quality Index for Evaluating and Improving Container Depot Services*, ASM Science Journal, Malaysia, Special Issue 6, 2019, for SKSM26, 15-21
- Mlinaric T.J., Rogic K. & Rozic T., *Methodology for Determining Dry Port System Transport Network - Case Study Port of Rijeka - Zagreb*, Chapter 11 in DAAAM International Scientific Book 2011, pp. 133-146, B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-901509-84-1, ISSN 1726-9687, Vienna, Austria DOI: 10.2507/daaam.scibook.2011.11

Pencheva V., Asenov A., Topchu D., Beloev I. & Evstatiev B., *Organisation of the Work on Collecting Routes in Postal Activity Through an Automated System for Collection of Information*, Transport problems, 2017, No 12 (3), pp 147-157, ISSN 1896-0596

Shpilek N., *Technological Design and Development of Efficient Intermodal Transport Chains*, VTU "Todor Kableshkov", Sofia, 2014, dissertation; Оригиналнo заглавие: Шпилек Н., „Технологично проектиране и развитие на ефективни интермодални транспортни вериги“, ВТУ „Тодор Каблешков“, София, 2014, дисертация.