



ОПРЕДЕЛЯНЕ НАЧИНИТЕ ЗА МАНЕВРЕНА РАБОТА И ВАРИАНТИ ЗА ОБСЛУЖВАНЕ В КОНТЕЙНЕРЕН ТЕРМИНАЛ СОФИЯ

Цветан Александров, Андрей Борисов
cecko_alexandrov@abv.bg, androbor@abv.bg

**ВТУ „Тодор Каблешков”,
ул. „Гео Милев” № 158, 1574 София
БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: контейнерен терминал, управление, транспорт, маневра, маневрена работа, разкомпозиране, хронометриране, технология.

Резюме: В статията е представен контейнерен терминал, който функционира на територията на град София и се намира в района на участъкова жп гара, свързваща всички направления на българската железопътна мрежа. Описани са техническата характеристика на терминала и техническата възможност за извършване на маневрена работа. Чрез комбинация от няколко начина и различни средства са определени варианти и са изчислени времената за общата и нетна маневрена работа при превода (разкомпозиране) и разполагане на вагонни състави от гарата до товаро-разтоварния фронт (ТРФ) и обратно – превоз от индустриалния железопътен клон до гарата при съставяне на влакове за заминаване.

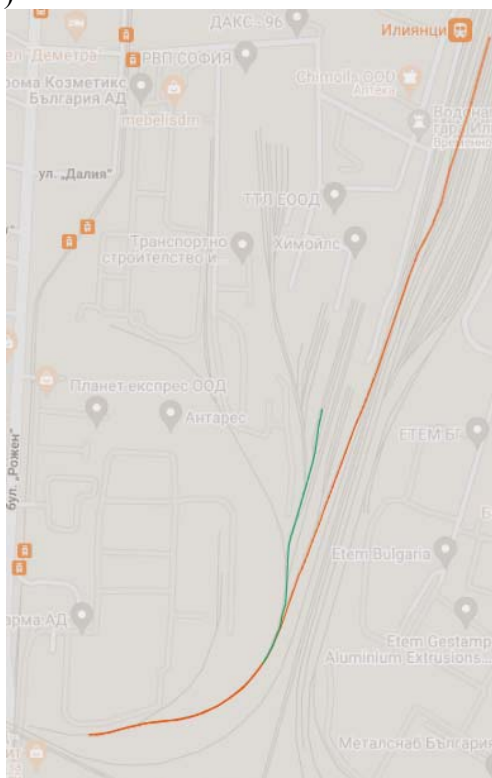
София е по-близо като разстояние до Солун и неговото пристанище, отколкото до пристанищата на Бургас и Варна, което предразполага към голямо движение на стоки превозвани по море за Западна България да се прехвърлят от Средиземноморието през Солун на сухопътен транспорт, откъдето да продължават движението си с влакове и товарни автомобили на север до крайните си получатели в България и други съседни страни и обратно^[7]. Това спестява много време и път в сравнение с корабните доставки до Бургас и Варна и разстоянието, което впоследствие трябва да се преминае по суша до мястото на получаване на контейнерите в западните части на страната. Една значителна част от тези стоки, които пристигат на пристанищата в източната част на Балканите се превозват в контейнери. По-голямото количество от тях обаче се превозват с автомобили поради две основни причини – в България това е все още по-бързия сухопътен транспорт и товарните автомобили ще превозят контейнерите направо там, където трябва да бъдат разтоварени.^[1] Допълнителна причина е сравнително ниската цена на превоз. Все пак, поради крупните възможности за превоз на множество контейнери наведнъж, се извършват и превози на ГТК от пристанищата до вътрешността на страната и с влакове. Съществува и задоволително количество транзитен превоз на ГТК от пристанищата в Солун, Атина, Бургас и Варна, който преминава през България с крайна точка на превозване с железопътен транспорт в съседните държави – Сърбия и Румъния.

В момента единственият действащ контейнерен терминал в София се намира в индустриален железопътен клон, непосредствено до жп гара Илиянци.^[2] Той разполага с множество коловози за гариране на вагони, като тези, по които може да се извършват товаро-разтоварни операции (ТРО) са три на брой. Полезната дължина на два от тях е по 320 м всеки, което определя до 16 броя вместимост в 4-осни вагони, с габаритна дължина 20 м. Полезната дължина на третия е 160 м и позволява гариране на до 8 броя 20-метрови вагони. Третият коловоз се ползва за ТРО само в извънредни случаи, тъй като до него, откъм подхода за ТРО са разположени местата за стифиране на ГТК. Товаренето и разтоварването на контейнери е обезпечено със специализирани, самоходни машини за вертикално разтоварване (Lo – Lo) и подреждане на контейнери по височина до 15 м.^[3] Работната площадка е с характеристика на общо разтоварище, стоманобетонна основа на ниво глава релса. Тя е в правоъгълна форма с площ 7 300 м². Дължината е 372 м, а преобладаващата ширина на площадката е 20 м, като в краищата ѝ, предвид коловозното развитие в ИЖК намалява до 15 м. Коловозите се намират по протежение на работната площадка на терминала. Коловозите не са вписани в стоманобетонната площадка, а са отделно на нея, построени с релсо-траверсова скара, разположена върху баластово легло. Цялата полезна дължина на първия коловоз е непосредствено до площадката за гарираните. Вторият коловоз, който е след първия на разстояние от площадката, трябва да се обработва с машина за вертикално разтоварване, която да достигне вагоните гарирани на него – дължина на разпъване стрелата по хоризонтала 6 м и товароподемност до 30 т. Местата за разполагане на контейнери на склад са по 17 бр., на два хоризонтални реда един зад друг и още 6 бр. в единичен ред. Приведени в 20-футови голямотонажни контейнери (TEU) това прави възможност за складиране на площадката до 80 TEU. Във височина е позволено стифиране до 3 етажа, което образува обща складова площ равна на 240 TEU едновременно. При извънредни случаи се прибегва до допълнително, кратковременно складиране, в двата края, перпендикулярно на означените места и/или складиране дори на вагоните. Моментното складово пространство в такива случаи може да надхвърли заетост от 300 TEU. За 2022 г. контейнерният терминал е обработил 12 500 TEU.

Контейнерният терминал в Илиянци обработва по график 3 чифта влакове на седмица.^[4] Те се движат по маршрута Солун – Стримон – Кулата – Дупница – Волуяк – Илиянци и обратно. Посока София заминават в 8:00 ч. от Солун и пристигат на гара Кулата около 11:00 - 14:00 ч. след митническа обработка, търговски преглед и други формалности свързани с граничния преход, влаковете продължават по маршрута, като в гара Дупница претърпяват кратък престой и пристигат в Илиянци вечерта на същия ден – 20:00 – 22:00 ч. От Илиянци влаковете посока Солун заминават вечер между 21:00 ч. и 23:00 ч., престояват известно време в Дупница и на следващия ден между 7:00 – 9:00 ч. продължават по маршрута си до Кулата, където пристигат между 10:00 ч. и 11:00 ч. Дните на движение са, посока София – вторник, четвъртък и събота, а посока Солун са – понеделник, сряда и петък. Съответно гръцката и българската железница се срещат и си предават влаковете във всяка посока в дните вторник, четвъртък и събота. За 2022 г. за пристигнали и заминали с тези влакове са общо 4 500 бр. вагони.

Маневрената дейност по обезпечаване контейнерния терминал с вагонни състави се състои основно от маневра за подаване на вагони от гарата за гариране в ИЖК и изкарване вагони от ИЖК за съставяне на влак посока Кулата. Има няколко начина за извършване на маневрата и при двете задачи – гариране на вагони в терминала за товаро-разтоварни операции (ТРО) и съставяне на влак от терминала за гарата. Всичко това е в пряка зависимост от дължината на съставите (съответно броят на вагоните) и брутната маса на маневрирания състав. Поради това, че коловозите на ИЖК, където се извършва ТРД с вагоните са разположени успоредно на гаровите

коловози, при маневрата се прилага технологията за разкомпозиране в участъковата гара, чрез маневрено устройство изтеглителен коловоз, при маневра на вагоните „заедно“, без отблъскване, успоредно на междугаровия железен път Илиянци – Разделен пост 4. [5] (фиг. 1)



Фиг. 1. Ситуационен план, който представя маршрута при маневра

Важни ограничаващи условия при извършването на маневрена работа са дължините на безстрелковите участъци, допълнителните времена за технически и търговски прегледи, времената за очакване за движение на изолиран локомотив към състав и разрешение за маневриране със състави, когато трябва да се пресича стрелковата гърловина на гарата. (табл. 1)

Таблица 1. Технически данни за коловози и вагонен състав

№	Входни данни		
1	Гарови коловози	3	690 м
2		4	761 м
3		5	511 м
4		6	525 м
5	Ос ПЗ - край изт. коловоз		1330 м
6	Дистанция 5/6 кол. - край изт. кол.		1070 м
7	Изтеглителен коловоз		375 м
8	Изт. кол. - дистанция 1/2 кол. ТРФ		705 м
9	Коловоз 1 и 2 ТРФ		320 м
10	Дължина на вагонен състав	>28 ваг.	>560 м
11	Бруто тежина на вагонен състав		>1200 т

Допълнително, вътре в терминала са възможни и други маневрени операции за препореджане на вагонни състави, когато вагоните са повече от възможния брой за обработка при ТРО на товаро-разтоварния фронт в терминала. Повреда или друга

техническа невъзможност появила се при експлоатация на машина за обработка на контейнерите, както и намаляване на пространството за пряк досег с вагоните на ТРФ поради складирано по-голямо количество ГТК, също може да доведе до допълнителни маневри. При съставяне на влак посока Солун с по-малък брой вагони, отколкото са пристигнали или отмяна на влак в същата посока, също води до нужда от допълнителни маневри, предвид натрупването на по-голям брой вагони на гараж в терминала, сроковете за освободени от такса дни престой на вагоните и др.

При маневра с пристигнал от Солун влак за подаване на вагоните му в терминала и при съставяне и подготвяне на влак за заминаване към Солун са възможни няколко варианта с различни по сложност, изминато разстояние и времетраене части от рейса, съгласно конкретната експлоатационна обстановка. Тъй като композирането на влак се извършва по същия начин в обратна последователност на разкомпозирането, ще се разглежда само втората маневрена дейност, чийто данни се отнасят със същата сила и за двете. В допълнение са използвани и някои допълнителни данни, които имат пряко и непряко отношение за извършването на маневрата, като: технологични времена за търговски и технически прегледи, кратковременни действия между полурейсовете от страна на членове на маневрената бригада и други. (Табл. 2)

Таблица 2 Технологични времена при взаимодействие между магистралния и индустриален (маневрен) железопътен транспорт

Действие/Дейност	Брой вагони / Време (мин.)					
	5	10	15	20	25	28
Пристигане	1	2	2	3	3	3
Технически преглед	3	5	10	15	20	23
Търговски преглед						
Подготовка маршрут	0,6					
Движение локомотив	3					
Прикачване	0,42					
Вероятност за изчакв. маршрут	10					
Допълване с въздух	1	2	3	5		
Връчване план за маневра	1					
Заемане места на ман. бригада	1		2		2	
Подготовка маршрут	0,6					
Възпр. сигнал и нач. маневра	0,25					
Σt	21	25	32	38	45	48

Тъй като разстоянието на повечето полурейсове е такова, че освен засилване и спиране, те включват и постоянна скорост и/или инерция и поради наклоните на железния път, то полурейсовете във всичките си възможни рейсове са дълги и сложни. Само при два от възможните рейсове, които ще се разгледат, са включени къси рейсове и отново при два от рейсовете се налага извършване на изолирани полурейсове. Тъй като разстоянията за изминаване са големи, и при полурейса на изтегляне, и при полурейса на набутване и предвид ограниченията в дължината на изтеглителния коловоз и коловозите за ТРД, в три от рейсовете е разгледана маневра при състави с дължина 18 – 28 вагона. Тази маневра включва сложни полурейсове, в които се налагат допълнителни действия, междинно спиране и повторно потегляне и с цел опростяването им са раздробени, и така рейсовете съдържат повече от 2 полурейса (Табл. 3).

Таблица 3 Основни и съпътстващи елементи на полурейса

№	Елементи на полурейса		Ускорение (м/с)
1	З	Засилване	2 м/с
2	П	Движение с постоянна скорост	3,3 м/с
3	И	Движение по инерция	3,3 м/с
4	С	Задържане и спиране	3,3 м/с
5	Изл	Придвижване на локомотив	3,3 м/с
	Съпътстващи елементи		Време (мин.)
6	Пм	Подготовка маршрут	0,25
7	От	Откачване на возила	1
8	Пр	Прикачване	0,5
9	Дв	Допълване въздух	1

С цел висока точност, въпреки някои предвидими и непредвидими външни фактори, които влияят на крайната продължителност на извършената маневра, с цел прецизиране на нетната маневрена работа, тя се пресмята чрез хронометражни наблюдения в реална обстановка. Показаните в Табл.4 са резултати от долуописаните изчисления:

$$l_{\text{зпис}} = l_z + l_{\text{п}} + l_{\text{и}} + l_c$$

$$t_{\text{зпис}} = t_z + t_{\text{п}} + t_{\text{и}} + t_c$$

$$l_{\text{зис}} = l_z + l_{\text{и}} + l_c$$

$$t_{\text{зис}} = t_z + t_{\text{и}} + t_c$$

$$l_{\text{зс}} = l_z + l_c$$

$$t_{\text{зс}} = t_z + t_c$$

$$l_{\text{изл}}$$

$$t_{\text{изл}}$$

Където l е дължината на елементите и съответно сбора изразен в полурейсове и t е времето за изпълнение на елементите и съответно сбора изразен в полурейсове.

Общата времева продължителност и дължина на рейсовете е намерена чрез формулата:

$$T_{\text{ман}} = r_1 t_1 + r_2 t_2 + \dots + r_n t_n$$

Където r_1, r_2, r_n са брой рейсове или полурейсове на маневрираните състави, а t_1, t_2, t_n са съответно продължителността на рейсовете и полурейсовете на маневрените състави.

След хронометриране при практическо приложение на някои варианти и въз основа на това теоретично пресмятане на всички възможности за извършване на маневрени рейсове се стигна до 4 варианта, които може да бъдат приложени. За пресмятането им е използван метода на най-малките квадрати (ф-ли 1, 2 и 3).

$$1) T = a + b.m ; \quad 2) a = \frac{\sum t_i - b \sum m_i}{n} ; \quad 3) b = \frac{\sum t_i m_i - \sum t_i m_i}{n \sum m_i^2 - (\sum m_i^2)},$$

където a и b са коефициенти, определени по метода на най-малките квадрати, а m е броят на вагоните в маневрирания състав.

Извършените наблюдения и измервания са въз основа на изпълнения на маневрена работа, условно означена в таблицата по-долу като:

- Рейс 1 – 15 – 18 вагона, състав 300 - 360 м. Целият състав се гарира наведнъж, като до 16 бр. вагони се гарира в полезната дължина на коловоза, а 17 бр. или 18 бр. вагони – при закриване на дистанция за съседен коловоз, върху стрелката. Общо времетраене до 33 – 44 мин.;
- Рейс 2 – 15 – 18 вагона, състав 330 - 360 м. При този рейс вагоните до 16 бр. се гарират на един коловоз, а останалите 1 – 2 бр. се гарират на съседния коловоз. Общо времетраене до 36 – 47 мин.;
- Рейс 3 – 18 – 28 вагона, състав 360 - 540 м. В този случай разликата с предходния вариант е, че поради по-големия брой вагони, съставът се разделя след полу рейс 1 и първата част се гарира, след което се извършват изолирани полу рейсове и се маневрира втората група от разделения състав, за да се прегарира на съседния коловоз, до първата гарирана група вагони. Общо времетраене до 65 – 73 мин.;
- Рейс 4 – 18 – 28 вагона, за които е нужна линейна коловозна дължина 360 - 540 м. За този рейс е приложено разделяне на състава на две групи още на гаровия коловоз и маневрирането им и гарирането им на коловозите в терминала напълно поотделно. Общо време 75 – 83 мин.

Таблица 4 Видове полу рейсове по продължителност

Вероятни рейсове и полу рейсове	Елементи	Разстояние (l=м)	Σl (м)	Време (t=мин)	Др. техн. елементи				Σt (мин)	
					Пм	От	Пр	Дв		
Рейс 1	Полу рейс 1	ЗПИС	1330	2035	7,7	0,25			x	12
	Полу рейс 2	ЗПИС	705		4,5					
Рейс 2	Полу рейс 1	ЗПИС	1330	2225	7,7	0,25			x	15
	Полу рейс 2	ЗПИС	705		4,5		1		x	
	Полу рейс 3	ЗС	95		0,9	0,25			x	
	Полу рейс 4	ЗС	95		0,9					
Рейс 3	Полу рейс 1	ЗПИС	1070	3325	6,4		1		x	25
	Полу рейс 2	ЗС	60		0,6	0,25			x	
	Полу рейс 3	ЗПИС	745		4,9		1			
	Полу рейс 4	Изл	355		1,8	0,25				
	Полу рейс 5	Изл	60		0,3			0,5	1	
	Полу рейс 6	ЗИС	330		1,8	0,25			x	
	Полу рейс 7	ЗПИС	705		4,5					
Рейс 4	Полу рейс 1	ЗПИС	1070	5145	6,4	0,25			x	35
	Полу рейс 2	ЗПИС	705		4,5		1		x	
	Полу рейс 3	Изл	355		1,8	0,25				
	Полу рейс 4	Изл	980		6,4			0,5	1	
	Полу рейс 5	ЗПИС	1330		7,7	0,25			x	
	Полу рейс 6	ЗПИС	705		4,5					

Рейсове от 1 до 3 са извършени с изтегляне състава наведнъж и разделянето му на 2 вагонни групи извън гаровата платформа, при подхода към терминала или в него. За тяхното изчисление са използвани по 20 бр. хронометражни наблюдения, а тъй като Рейс 4 не е извършван, но съществува като възможен начин за извършване на маневрената работа, е използван смесен начин за пресмятането му. То включва измерване и записване на данни за изминатото разстояние и използваното време за отделните полурейсови разстояния, чрез заснемане на видеа и трасиращо приложение за телефон, при извършване на някои от другите 3 рейса. [6] По този начин са определени положителни и отрицателни ускорения при всички съставни елементи на движение в рейсовете. От получените данни е пресметнато теоретичното време за конкретната маневра на Рейс 4.

Гореописаните методи дават достатъчно точна възможност за планиране времевите характеристики на процесите и слотове (времеви хоризонти) при маневрена работа по обслужване на ИЖК(контейнерен терминал), в зависимост от големината на групите вагони, следствие различни неравномерности в транспортния процес. Тези изчисления имат за цел да минимизират времената в очакване извършване на различни операции с вагоните и подобрят процеса по синхронизиране на „План за композиране на влаковете“ с Графика за движение на влаковете за конкретен железопътен превозвач.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Ангелова С., Спедиционна дейност - обхват, тенденции и развитие, Научно сп. „Механика, транспорт, комуникации“, ISSN 1312-3823 (print), ISSN 2367-6620 (online), том 20, бр. 1, 2022 г.;
- [2] „ТТЛ“ ЕООД, представител и изпълнител на дейности в терминал София, жп гара Илиянци; [3] Борисов А., Качаунов Т. „Взаимодействие между видовете транспорт“, ВТУ, София, 2009 г.;
- [4] „БДЖ – Товарни превози“ ЕООД;
- [5] Райков Р. „Организация на маневрената и влаковата работа в гарите“, ВМЕИ, София, 1986 г.;
- [6] Strava, приложение за Андроид устройства;
- [7] Размов Т. Варадинова Ю., Методология за оценка на потенциала и възможностите за реализация на фериботни превози между България и Турция, Научно сп. „Механика, транспорт, комуникации“, ISSN 1312-3823 (print), ISSN 2367-6620 (online), том 18, бр. 3/1, 2020 г.;

DETERMINING THE MANEUVERING METHODS AND THE OPTIONS FOR WAGON PARKING IN THE SOFIA CONTAINER TERMINAL

Tsvetan Aleksandrov, Andrey Borisov
cecko_alexandrov@abv.bg , androbor@abv.bg

*Todor Kableskov University of Transport,
158 Geo Milev Str., 1574, Sofia
THE REPUBLIC OF BULGARIA*

***Key words:** container terminal, management, transport, maneuver, shunting operation, breakdown, timing, technology.*

***Abstract:** The article presents a container terminal that operates on the territory of the city of Sofia and is located in the area of a regional railway station serving all directions of the Bulgarian railway network. The technical characteristics of the terminal and the technical possibility of performing maneuvering work are presented. Through a combination of several methods and different means, options were determined and times were calculated for the total and net shunting work during transportation (decomposition) and deployment of wagon trains from the station to the loading and unloading front and vice versa - transportation from the industrial railway branch to the station when making up trains for departure.*