

# Българско списание за Инженерно ПРОЕКТИРАНЕ

брой №40, октомври 2019г.

## ЦЕЛ И ОБХВАТ

„Българско списание за инженерно проектиране” е периодично научно списание с широк научен и научно-приложен профил. Целта му е да предостави академичен форум за обмен на идеи между учените, изследователите, инженерите, потребителите и производителите, работещи в областта на машиностроенето, транспорта, логистиката, енергетиката, технологиите, съвременното компютърно проектиране, а също така и в областта на различни интердисциплинарни научни и научно-приложни проблеми. Издателите приветстват научни публикации с високо качество и значими научни, научно-приложни и творчески приноси.

## РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

### Председател

**Б. Григоров**, ТУ-София, България

<b>М.Т.Георгиев</b>	ТУ-София, България	<b>К.Деметрашвили</b>	ТУ, Тбилиси, Грузия
<b>Г.Дюкенджиев</b>	ТУ-София, България	<b>С.Симеонов</b>	ТУ, Бърно, Чехия
<b>М.Денчев</b>	ТУ-София, България	<b>В.Николич</b>	Университет в Ниш, Сърбия
<b>И.Малаков</b>	ТУ-София, България	<b>А.Янакиев</b>	Nottingham Trent University, UK
<b>П.П.Петров</b>	ТУ-София, България	<b>Н.Чернев</b>	University of Auvergne, France
<b>В.Панов</b>	ТУ-София, България	<b>В.Лepadatescu</b>	Transilvania University of Brashov, Romania
<b>М.З.Георгиев</b>	ТУ-София, България	<b>N.Zrnic</b>	University of Belgrad, Serbia
<b>Н.Л.Николов</b>	ТУ-София, България	<b>M.Jovanovic</b>	University of Nish, Serbia
<b>М.Георгиев</b>	МГТУ Станкин, Москва, Россия	<b>D.Michalopoulos</b>	University of Patras, Greece
<b>В.Христов</b>	ТУ-София, България	<b>N.Kubota</b>	Tokyo Metropolitan Univer- sity, Japan
<b>Ch.Apostolopoulos</b>	University of Patras, Greece	<b>С.Емельянов</b>	Юго-Западный гос. уни- верситет, Курск, Россия
<b>Л.Червяков</b>	Юго-Западный гос. уни- верситет, Курск, Россия	<b>В.Спасов</b>	ВТУ „Т.Каблешков“, Со- фия, България
<b>О.Лисовиченко</b>	Национален технически университет, Украйна	<b>В.Кирилович</b>	Житомирски държавен технологичен университет, Украйна

### Редактор

**Р.Митрев**, ТУ-София, България

**Издател:** Машиностроителен факултет, Технически университет-София. ISSN 1313-7530; **Адрес на редакцията:** София, бул.Климент Охридски №8, Технически Университет-София, бл.4, Машиностроителен факултет; **Електронна версия:** [bjed.tu-sofia.bg](http://bjed.tu-sofia.bg).

Списанието се индексира в Index Copernicus: [www.indexcopernicus.com](http://www.indexcopernicus.com)

Всички статии в списанието се рецензират от членове на редакционната колегия и външни специалисти.

# Bulgarian journal for **Engineering Design**

**issue №40, October 2019**

## AIM AND SCOPE

Bulgarian Journal for Engineering Design is a periodical scientific issue covering wide scientific and application areas of engineering activities. The aim of the journal is to provide an academic forum for exchange of ideas and information between scientists, engineers, manufacturers and customers working in the spheres of mechanical engineering, transport, logistics, power engineering, modern computer – aided design and technology and solving different interdisciplinary scientific and applied problems. The editors welcome articles of substantial quality bearing significant contribution to the engineering knowledge.

## EDITORIAL BOARD

### Chairman

**B.Grigorov**, TU-Sofia, Bulgaria

<b>M.T.Georgiev</b>	TU-Sofia, Bulgaria	<b>K.Demetrashvili</b>	TU, Tbilisi, Georgia
<b>G.Diukendzhiev</b>	TU-Sofia, Bulgaria	<b>S.Simeonov</b>	TU, Brno, Czech Republic
<b>M.Danchev</b>	TU-Sofia, Bulgaria	<b>V.Nikolich</b>	Nish university, Serbia
<b>I.Malakov</b>	TU-Sofia, Bulgaria	<b>A.Ianakiev</b>	Nottingham Trent University, UK
<b>P.P.Petrov</b>	TU-Sofia, Bulgaria	<b>N.Chernev</b>	University of Auvergne, France
<b>V.Panov</b>	TU-Sofia, Bulgaria	<b>B.Lepadatescu</b>	Transilvania University of Brashov, Romania
<b>M.Z.Georgiev</b>	TU-Sofia, Bulgaria	<b>N.Zrnic</b>	University of Belgrad, Serbia
<b>N.L.Nikolov</b>	TU-Sofia, Bulgaria	<b>M.Jovanovic</b>	University of Nish, Serbia
<b>M.Georgiev</b>	MGTU Stankin, Moscow, Russia	<b>D.Michalopoulos</b>	University of Patras, Greece
<b>V.Hristov</b>	TU-Sofia, Bulgaria	<b>N.Kubota</b>	Tokyo Metropolitan University, Japan
<b>Ch. Apostolopoulos</b>	University of Patras, Greece	<b>S.Emelianov</b>	South West State University, Kursk, Russia
<b>L.Cherviakov</b>	South West State University, Kursk, Russia	<b>V.Spassev</b>	VTU „T.Kableshkov“, Sofia, Bulgaria
<b>O.Lisovychenko</b>	National technical university, Ukraine	<b>V.Kirilovich</b>	Zhytomyr state technological university, Ukraine

### Editor

**R.Mitrev**, TU-Sofia, Bulgaria

**Publisher:** Mechanical Engineering Faculty, Technical University-Sofia. ISSN 1313-7530; **Publisher Address:** Bulgaria, Sofia, Kliment Ohridski blvd. №8, Technical University-Sofia, Mechanical engineering faculty; **Electronic version:** [bjed.tu-sofia.bg](http://bjed.tu-sofia.bg).

The journal is indexed in Index Copernicus: [www.indexcopernicus.com](http://www.indexcopernicus.com)

All papers are reviewed by the members of Editorial Board and by external specialists.

Съдържание:

<b>Анализ пассажиропотока и ситуационно управление движением городского транспорта.....</b>	<b>7</b>
А. Стенин, О. Лисовиченко, И. Дроздович, С. Стенин	
<b>Управление на енергийната и екологична ефективност на кораба в експлоатация.....</b>	<b>13</b>
Р. Атанасов, М. Консулова-Бакалова	
<b>Оптимизиране на уред „Multitest MC010” за комплексен неразрушаващ контрол на структурното състояние и свойствата на феромагнитни материали.....</b>	<b>23</b>
Б. Велев, Б. Джуджев, Ю. Афзали	
<b>Иновациите и правото на интелектуална собственост.....</b>	<b>27</b>
Л. Таков, С. Стефанов	
<b>Cross-cultural study of the emotional response to colored lettering.....</b>	<b>35</b>
Y. Svezhenov	
<b>Аспекти при изборът на шрифтови семейства при разработката на логота в периода на 20-те години на XXI век.....</b>	<b>41</b>
К. Ташкова	
<b>Метрологично осигуряване на уред за измерване на магнитен шум и магнитоакустична емисия във феромагнитни материали.....</b>	<b>47</b>
Б. Велев, В. Каменов	
<b>Концептуални изисквания към нетрадиционни експозиционни пространства. архитектурни, дизайнерски и художествени аспекти.....</b>	<b>53</b>
А. Андреева	
<b>Проучване приложението на CAD/CAM системите в България.....</b>	<b>59</b>
Д. Панайотов	
<b>Общ преглед на смисъла и възможностите за дисипативна защита от земетресения при реновация на жилищни сгради.....</b>	<b>65</b>
Н.Въжаров	
<b>Attention and mental arousal of the elderly people when interacting with pointing signage.....</b>	<b>73</b>
Y.Svezhenov	
<b>Дънковата индустрия - мода, замърсител, възможности за рециклиране и звукопоглъщащи качества.....</b>	<b>79</b>
Т.Пешева	
<b>Приложение на правото на интелектуална собственост в системите за иновации от „отворен“ и „затворен“ тип.....</b>	<b>87</b>
Л. Таков, С. Стефанов	

<b>Иновативен ракурс при конструирането на дисипативна защита в едропанелни жилищни сгради</b> .....	93
Н.Въжаров	
<b>Оценяване на съответствието на безпилотни летателни системи, експлоатирани в неограничена категория</b> .....	99
Д.Минчева	
<b>Автоматична настройка и калибриране на пневмо-електронни измервателни средства...</b>	105
М.Христов, В.Василев	
<b>Методика за калибриране на средства за линейни измервания</b> .....	111
В.Василев	
<b>Определяне на комплексните показатели на качеството</b> .....	117
Р.Митева	
<b>Тенденции при конструирането на акустични съоръжения, проучване и възможности за иновативен продукт</b> .....	121
Т.Пешева	
<b>Моделиране и изследване процеса на запълване на шприцформа с конформна и конвенционална охладителна система в технологията с многослойно формообразуване (multi-shot molding)</b> .....	129
Т.Тодоров, Б.Банков	
<b>Реализиране на референтна оптична равнина при измерване на голямогабаритни обекти и съоръжения</b> .....	137
Х.Николова	
<b>Абстракция, образност и писменост. Конкретно-образно и отвлечено-абстрактно съдържание на образа</b> .....	143
О.Георгиев	
<b>Графичното дизайнерско оформление на учебник „Български език за подготвителна учебна година. 100 стъпки в българския език“, автор - ст. пр. д-р Ивайло Пеев</b> .....	153
М.Евтимова	
<b>Анализ на процесите при работа на система за аварийно спиране при асансьорите</b> .....	161
К.Чучуганов, Л.Хаздай, М.Митова	
<b>Проблеми при работа на система за аварийно спиране на кабината на асансьора</b> .....	167
Л.Хаздай	
<b>Анализ на възможностите за манипулиране на полуремаркета и сменяеми надстройки в контейнерен терминал</b> .....	173
С. Мартинов	
<b>Проявата на синергетизма в дизайнерското оформление на стихосбирката „Столт“ на</b>	

<b>Мария Евтимова - концептуален израз на арт - изкуството до арт - дизайн продукт.....</b>	<b>181</b>
М.Гаджева	
<b>Проектиране на система за ориентиране на детайл "шилд" към автоматична монтажна машина.....</b>	<b>187</b>
П.Митев, В.Митев	
<b>Проектиране на система за контрол на качеството на монтажния процес посредством машинно зрение.....</b>	<b>191</b>
П.Митев	
<b>Проектиране на съоръжение за подаване на тесто за кори към машина за производство на кори.....</b>	<b>195</b>
В.Митев	
<b>Изследване на отклонението от праволинейност на траекторията на подвижен модул на измервателна система.....</b>	<b>199</b>
Р.Митева, Х.Николова	
<b>Формализирано описание на нормите за безопасност за съоръженията под налягане и техния контрол.....</b>	<b>205</b>
А.Дишкелов, М.Вичева, Б.Илиева	
<b>Изследване на възможността за определяне на работните състояния на автоматизирана стелажна система по устойчиви на външно компрометиране параметри.....</b>	<b>213</b>
А.Грънчаров, Л.Лазов	
<b>Избор на модел за създаване на база данни.....</b>	<b>219</b>
М.Севим	

## АНАЛИЗ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА МАНИПУЛИРАНЕ НА ПОЛУРЕМАРКЕТА И СМЕНЯЕМИ НАДСТРОЙКИ В КОНТЕЙНЕРЕН ТЕРМИНАЛ

Светослав МАРТИНОВ

катедра „Железопътна техника”, Технически университет - София, България

e-mail: [s.martinov@tu-sofia.bg](mailto:s.martinov@tu-sofia.bg)

**Резюме:** Изследването е насочено към анализ на възможностите за манипулиране на полуремаркета и сменяеми надстройки в контейнерен терминал. Обект на изследване е предвиденият за изграждане контейнерен терминал в Северен централен район на планиране в България – Русе. В изследването е адаптирана и приложена методика за определяне на необходимата вместимост на складовата зона на терминала. Методиката позволява да се сравняват варианти за манипулиране в терминала на различни видове интермодални транспортни единици (ИТЕ). Манипулирането се извършва чрез мобилни стрелови товарачи. Сравнени са два варианта. Вариант 1 представя съществуващото положение при което в терминала е предвидено да се обработват само голямотонажни контейнери (ГТК). Във Вариант 2 е разгледана възможността в терминала да се манипулират ГТК и полуремаркета, позволяващи превозване с комбиниран транспорт. Резултатите от изследването показват, че технологичните параметри на складовата зона на терминала позволяват да се манипулират голямотонажните контейнери в предвидените обеми до 2045 г. При манипулиране на полуремаркета с обем 10% от общия обем на ИТЕ през терминала не е възможно да се осигури разполагане на полуремаркетата без да се увеличи статичната плътност в складовата зона. Складовата зона на терминала не позволява да се манипулират полуремаркета в обемите към 2045г.

**Ключови думи:** терминал, контейнер, интермодален транспорт, комбиниран транспорт, полуремарке, сменяема надстройка

### 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Широкото използване в световен мащаб на интермодални технологии за превоз на товари изисква непрекъснато и устойчиво развитие на интермодалната система, основен елемент на която са интермодалните терминали. Интегрираната транспортна стратегия на Република България за периода до 2030 година предвижда развитие на транспортната мрежа на България, като част от Европейската транспортна мрежа, с цел увеличаване на конкурентоспособността и ефективността в транспортния сектор [5]. Една от задачите за постигане на тази цел е развитие на мрежата от интермодални терминали в България. Очакванията са, че това ще подобри възможностите за по-широко използване на интермодалните технологии за превоз на товари, като се създадат условия за по-добра интеграция между различните видове транспорт.

Основен елемент на интермодалната система за превоз на товари са специализираните интермодални терминали [9] в които се осъществява взаимодействие между различните видове транспорт. Съгласно Регламент (ЕС) 1315/2013, като част от основната мрежа в България, за изгражда

дане на железопътно-пътни терминали са определени Горна Оряховица, Пловдив, Русе и София [7]. В изпълнение на този регламент, за подобряване на интермодалността при превоза на товари, инвестиционната стратегия по Оперативна програма „Транспорт и транспортна инфраструктура“ през периода 2014-2020 г. планира изграждане на мрежа от интермодални терминали в България. Като част от инвестиционната стратегия е разработен проект „Изграждане на интермодален терминал в Северен централен район на планиране в България”, предвиждащ изграждане на интермодален терминал в град Русе, който да се обслужва от железопътен и автомобилен транспорт. Предпроектните и подготвителни дейности, свързани с изграждане на интермодален терминал в Русе, са извършени в проект „Техническа помощ за изграждане на интермодален терминал в Северен централен район на планиране в България – Русе“ [6] с бенефициент Национална компания „Железопътна инфраструктура“. Целта на проекта е да се определят основни технически и технологични параметри на терминала, както и индикативната инвестиционна стойност на проектните и строително-монтажни работи при допускане, че терминалът се изгражда

като контейнерен и в него ще се обслужват 20, 40 и 45 футови голямотонажни контейнери [9].

## 2. СЪЩЕСТВУВАЩО ПОЛОЖЕНИЕ

Технологичните разчети [6], свързани с оразмеряване на контейнерната площадка на предвидения за изграждане интермодален терминал в Русе са извършени, като са отразени прогнозните контейнеропотоци от пълни и празни 20, 40 и 45 футови голямотонажни контейнери (ГТК) за период до 2045 г. Технологичните параметри са определени при следните допускания: делът на 20 и 40 футовите контейнери, манипулирани в терминала е еднакъв, като 20% от контейнерите се обслужват по директна схема, а останалите 80% по индиректна схема; средният период за престой на един голямотонажен контейнер в складовата зона на терминала, обслужван по индиректна схема, е 3 денонощия; голямотонажните контейнери се манипулират от мобилен стрелов контейнерен товарач със спредер при складиране върху контейнерната площадка до 4 реда във височина и в 3 или 4 ивици при съответно едностранен или двустранен достъп на товарача до контейнерите; интермодалните блок-влакове, обслужващи терминала превозват средно 40 ГТК/вак при 6 дневна работна седмица и двусменен режим на работа до 2040 г. и трисменен режим за прогнозните контейнеропотоци през 2045 г.; планирано е терминалът да работи 48 седмици през годината; средният брой интермодални влакове, които ще се приемат за извършване на товарно-разтоварни дейности в терминала е до 2 влака/денощ. за прогнозния период до 2040 г. и до 3 влака/денон. за прогнозите за 2045 г.; терминалът ще обслужва контейнерни блок-влакове с до 26 вагона в състав при средно използване на контейнероместата в един влак до 75%. Средният контейнерооборот на терминала през изследвания период се планира да бъде около 28900 ГТК/год. към 2030 г., 37200 ГТК/год. към 2040 г. и 42000 ГТК/год. през 2045 г. Терминалът ще се обслужва седмично от 10 чифта влака към 2030 г., 14 чифта влака към 2040 г. и 15 чифта влака към 2045 г.

Предвижда се терминалът да разполага с един товарно-разтоварен коловоз с полезна дължина над 500 m и техническа възможност за изграж-

дане на втори коловоз. Капацитетът на терминала ще бъде използван 38%, 48% и 55% съответно към 2030, 2040 и 2045 г. при наличие на два товарно-разтоварни коловоза. Дължината на зоната, необходима за разполагане на контейнерите при очаквания контейнерооборот при 3-ивично подреждане и във височина съответно 4 реда за първи ред и 3 реда за втори и трети ред от стифа е до 380 m при обща дължина на складовата зона 520 m. Предвидено е върху складовата зона през 80-100 m по дължина на площадката да се оформят проходи с широчина до 18 m за преминаване на стреловия товарач и проходи през 50 m с широчина до 4 m за преминаване на работниците, обслужващи площадката.

## 3. МЕТОДИКА ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Видът на технологията за манипулиране оказва значително влияние върху начина на подреждане на интермодалните транспортни единици в складовата зона на интермодалните терминали. Технологии с използване на козлови кранове допускат блоково подреждане на контейнерите в складовата зона на терминалите. За разлика от тях, технологиите с мобилни стрелови контейнерни товарачи изискват ивично подреждане на товарите върху складовата площадка. Това от своя страна води до значителни различия в плътността на разполагане на товарите в складовата зона. От друга страна, видът на интермодалните транспортни единици (ИТЕ) също влияе върху начина на разполагането им в складовата зона на терминала. За разлика от голямотонажните контейнери, които допускат подреждане на няколко реда във височина и манипулиране със спредер с горно захващане, манипулируемите полуремаркета и сменяемите надстройки се подреждат на един ред във височина и се манипулират със специализирани спредери с четири-раменни хватове [9].

Целта на методиката е да осигури възможност за сравняване на натоварването на складовата площ на интермодален терминал с ИТЕ при манипулиране на различни видове ГТК или при манипулиране на ГТК и полуремаркета (ПР).

Определяне на статичната плътност на складовата зона в интермодалния терминал при ма-

нипулиране на различни видове интермодални единици се извършва съгласно формула:

$$D_s = \frac{N_{ИТЕ}}{A} \cdot \frac{бр.}{1000 \text{ m}^2} \quad (1)$$

където:  $D_s$  е статичната плътност в складовата зона, бр./1000 m<sup>2</sup>;  $N_{ИТЕ}$  – среден брой ИТЕ, разположени върху складовата зона на терминала, бр.;  $A$  – общата чиста складова площ, предназначена за разполагане на ИТЕ, манипулирани по индиректна схема в терминала [2], 1000 m<sup>2</sup>.

Стойността на  $A$  не включва площта на терена, необходим за преминаване на транспортни средства и за работа на мобилните стрелови товарачи при манипулиране на ИТЕ.

Стойността на  $N_{ИТЕ}$  за голямотонажни контейнери ( $N_{ИТЕ} = N_{ГТК}$ , бр.) се определя съгласно методика за определяне на необходимата контейнеровместимост на контейнерен терминал [1]:

$$N_{ГТК} = (W_{ГТК} + 1) \cdot D \cdot N_{ГТК/дн} \cdot K_{ГТК/инд} \cdot K_1 \cdot K_2, \text{ бр.}$$

при  $B_{ГТК} \geq D$  (2)

$$N_{ГТК} = (W_{ГТК} \cdot D + B_{ГТК}) \cdot N_{ГТК/дн} \cdot K_{ГТК/инд} \cdot K_1 \cdot K_2, \text{ бр.}$$

при  $0 \leq B_{ГТК} < D$  (3)

където:  $N_{ГТК}$  е вместимостта на складовата зона, която е необходимо да се осигури за разполагане на ГТК, които се обработват по индиректна схема, бр.;  $W_{ГТК}$  – брой на завършените седмици на престой на един ГТК върху складовата зона на терминала, седм.;  $D$  – брой на денонощието през седмицата в които в терминала се обслужват интермодални влакове, денон.;  $N_{ГТК/дн}$  – средноденонощен оборот от ГТК на терминала, бр./денон.;  $K_{ГТК/инд}$  – коефициент, отчитащ индиректно обработваните ГТК в терминала, коеф.;  $K_1$  – коефициент, отчитащ резерва от места за разполагане на ИТЕ, коеф.;  $K_2$  – коефициент, отчитащ разпределението на пристигане на ИТЕ по дни от седмицата, коеф.;  $B_{ГТК}$  – брой на денонощието на престой на ГТК след изминаване на последната пълна седмица, денон.

$$W_{ГТК} = \frac{T_{ГТК}}{7}, \text{ седм., цяло, по – малко число} \quad (4)$$

където:  $T_{ГТК}$  е средния престой на един ГТК върху складовата площадка, денон.

$$B_{ГТК} = T_{ГТК} - 7 \cdot W_{ГТК}, \text{ денон.} \quad (5)$$

При ограничения:

$$K_1 \geq 1 \quad (6)$$

$$K_2 > 0 \quad (7)$$

$$W_{ГТК} \geq 0, \text{ седм.} \quad (8)$$

$$0 \leq B_{ГТК} \leq 6, \text{ денон.} \quad (9)$$

$$1 \leq D \leq 7, \text{ денон.} \quad (10)$$

В интермодални терминали при които по дължина на складовата зона са обособени зони в които се разполагат различен брой ивици с ИТЕ, общата вместимост се определя като сума от вместимостите на отделните зони.

Вместимостта, необходима за разполагане на манипулируеми полуремаркета обработвани по индиректна схема в складовата зона на интермодалния терминал, с отчитане на разпределението на интермодалните блок-влакове при обслужване на терминала, се определя по:

$$N_{ПР} = (W_{ПР} + 1) \cdot D \cdot N_{ПР/дн} \cdot K_{ПР/инд} \cdot K_1 \cdot K_2, \text{ бр.}$$

при  $B_{ПР} \geq D$  и (11)

$$N_{ПР} = (W_{ПР} \cdot D + B_{ПР}) \cdot N_{ПР/дн} \cdot K_{ПР/инд} \cdot K_1 \cdot K_2, \text{ бр.}$$

при  $0 \leq B_{ПР} < D$  (12)

където:  $N_{ПР}$  е вместимостта на складовата зона, която е необходимо да се осигури за разполагане на полуремаркетата, които се обработват по индиректна схема, бр.;  $W_{ПР}$  – брой на завършените седмици на престой на полуремаркетата върху складовата зона на терминала, седм.;  $D$  – брой на денонощието през седмицата в които в терминала се обслужват интермодални влакове, денон.;  $N_{ПР/дн}$  – средноденонощен оборот от полуремаркета на терминала, бр./денон.;  $K_{ПР/инд}$  – коефициент, отчитащ индиректно обработваните полуремаркета в терминала, коеф.;  $K_1$  – коефициент, отчитащ резерва от места за разполагане на ИТЕ, коеф.;  $K_2$  – коефициент, отчитащ разпределението на пристигане на ИТЕ по дни от седмицата, коеф.;  $B_{ПР}$  – брой на денонощието на престой на полуремаркетата след изминаване на последната пълна седмица, денон.

$$W_{ПР} = \frac{T_{ПР}}{7}, \text{ седм., цяло, по – малко число} \quad (13)$$

където:  $T_{ПР}$  е средния престой на едно полуремарке върху складовата площадка, денон.

$$B_{ПР} = T_{ПР} - 7 \cdot W_{ПР}, \text{ денон.} \quad (14)$$

При ограничения:

$$K_1 \geq 1 \quad (15)$$

$$K_2 > 0 \quad (16)$$



$$W_{IP} \geq 0, \text{ седм.} \quad (17)$$

$$0 \leq B_{IP} \leq 6, \text{ денон.} \quad (18)$$

$$1 \leq D \leq 7, \text{ денон.} \quad (19)$$

Стойността на  $N_{ИТЕ}$  при определяне на вместимостта, необходима за разполагане на манипулируемите полуремаркета е:

$$N_{ИТЕ} = N_{IP}, \text{ бр.} \quad (20)$$

Коригиращият коефициент  $K_2$  отчита влиянието на разпределението на пристигащите и заминаващите ИТЕ с блок-влакове по дни от седмицата върху необходимата вместимост на складовата зона [1].

Определяне на необходимата чиста складова площ в интермодалния терминал чрез привеждане на площта за разполагане на ИТЕ, манипулирани по индиректна схема, към елементарни площадки [3] се извършва по:

$$A = N_{ЕП} \cdot \frac{A_{ЕП}}{1000}, 1000 \text{ m}^2 \quad (21)$$

където:  $N_{ЕП}$  е броят на елементарните площадки (ЕП), разположени в складовата зона на терминала, бр.;  $A_{ЕП}$  – средната приведена площ на една елементарна площадка,  $\text{m}^2$ .

Средната приведена площ на една елементарна площадка включва площта, заемана от ИТЕ и присъединената площ, необходима за манипулиране и захващане на товара при работа с мобилен стрелов товарач. В площта на елементарните площадки не се отразява площта, необходима за работни и проходни коридори за контейнерния товарач.

Необходимият брой елементарни площадки се определя по:

$$N_{ЕП} = \frac{N_{ИТЕ}}{N_{ИТЕ/ЕП}}, \text{ бр.} \quad \text{цяло, по-голямо число} \quad (22)$$

където:  $N_{ИТЕ/ЕП}$  е средния брой на ИТЕ, разположени по височина върху една елементарна площадка, бр.

#### 4. АНАЛИЗ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА МАНИПУЛИРАНЕ НА ПОЛУРЕМАРКЕТА И СМЕНЯЕМИ НАДСТРОЙКИ

По данни на Международния съюз за шосейно-железопътен комбиниран транспорт, при комбинираните превози след 2010 година [8] се наблюдава устойчива тенденция манипулируе-

мите полуремаркета да заемат над 10% дял при непридружените превози на ИТЕ. Данни за изменението на дела на комбинирания транспорт [8, 9] през периода между 2010 и 2018 г., според вида на ИТЕ, са показани в таблици 1 и 2.

табл. 1. Превозени ИТЕ, млн. пратки

ИТЕ	Година				
	2010	2015	2016	2017	2018
Сменяеми настройки и контейнери	2,28	2,35	2,41	3,32	3,50
Манипулируеми полуремаркета	0,30	0,38	0,47	0,45	0,49
Подвижно шосе (Ro-La)	0,45	0,15	0,13	0,32	0,29

табл. 2. Разпределение на ИТЕ, %

ИТЕ	Година				
	2010	2015	2016	2017	2018
Сменяеми настройки и контейнери	75,3	81,7	79,9	81,3	81,7
Манипулируеми полуремаркета	9,9	13,3	15,6	10,9	11,5
Подвижно шосе (Ro-La)	14,8	5,1	4,5	7,8	6,8

От данните е видно, че манипулируемите полуремаркета (полуремаркета, предназначени за превозване с комбиниран транспорт и оборудвани за манипулиране със спредер с рамена) заемат дял от над 10% при непридружените превози [9].

Анализ на данните, публикувани в [10], обхващащ над 130 наземни интермодални терминала в Европа, обслужвани от железопътен и автомобилен транспорт показва, че най широко приложение намират технологиите с мобилни стрелови контейнерни товарачи (Reach Stacker) и релсови електрически козлови кранове (Rail Mounted Gantry crane). В над 40% от проучените терминали се използват мобилни стрелови товарачи, в 27% от терминалите работят релсови козлови кранове, а комбинирана технология с мобилни товарачи и релсови козлови кранове се прилага в около 26 % от терминалите.

Обект на изследване са технологичните параметри, свързани с вместимостта на складовата зона на предвидения за изграждане по Оперативна програма „Транспорт и транспортна инфраструктура“ интермодален терминал в град Русе.

Технологичните разчети предвиждат в терминала да се обработват ГТК. Тенденциите при интермодалните превози показват, че над 10% от интермодалните превози са на манипулируеми полуремаркета. Това означава, че се очаква в терминала да се обработват освен ГТК и сменяеми надстройки, както и полуремаркета, предназначени за интермодален транспорт. Предполага се, че 10% от очаквания оборот от ИТЕ на терминала ще бъде представен от полуремаркета, които ще бъдат транспортирани с интермодалните влакове, обслужвани в терминала. Различната площ за разполагане на различните видове голямотонажни контейнери и полуремаркетата, както и особеностите, свързани с тяхното манипулиране и подреждане по височина изискват да се оценят възможностите на терминала за манипулиране освен на ГТК, така и на полуремаркета.

В таблица 3 са посочени данни за средната приведена площ на една елементарна площадка според вида на ИТЕ при манипулиране със стрелов контейнерен товарач.

От данните в таблицата е видно, че елементарната площ за разполагане на различните видове ИТЕ е различна, като разликата в площите достига до 3 пъти между 20 футовите ГТК и манипулируемите полуремаркета.

табл. 3. Площ на елементарните площадки

Интермодална транспортна единица	Площ на елементарната площадка, m <sup>2</sup>
20 футов ГТК	20,1
40 футов ГТК	38,7
45 футов ГТК	43,4
Манипулируеми полуремаркета	62,3

Средноденонощният очакван оборот от ИТЕ на терминала към 2030, 2040 и 2045 г. е съответно 100 бр./денон., 130 бр./денон. и 145 бр./денон. Вместимостта на складовата зона, която трябва да се осигури за разполагане на ИТЕ ( $N_{ИТЕ}$ , бр.) при обслужване на терминала с интермодални блок-влакове 6 дни в седмицата, е 320 бр. през 2030 г., 415 бр. за оборота през 2040 г. и 463 бр. за оборота на терминала през 2045 г. при разпределение 20% към 80% на единиците, манипулирани по директна и индиректна схема. Стойността на корегирания коефициент  $K_2$  при обслужване на терминала с интермодални влакове 6 дни в седмицата и при среден престой на една ИТЕ в

складовата зона 3 денонощия е 1,33 [1]. Стойността на  $N_{ИТЕ}$  е определена при стойност на коефициента, отчитащ резерва от места  $K_1=1$ .

Разгледани са два варианта за разпределение на оборота от ИТЕ в терминала. Вариант 1 отразява съществуващото положение при което в терминала се манипулират само ГТК. Вариант 2 отразява възможността в интермодалния терминал да се манипулират ГТК и полуремаркета в съотношение 90:10. И при двата варианта ИТЕ се манипулират с мобилен стрелов контейнерен товарач.

Вариант 1: Манипулиране на ГТК

Средната приведена дължина на един ГТК [2] при съотношение 50:50 между 20 и 40 футовите контейнери, манипулирани в терминала, е 9,3 m. Средната приведена площ на една елементарна площадка за разполагане на ГТК ( $A_{ЕП}$ ) при съотношение 50:50 между 20 и 40 футовите ГТК е 29,4 m<sup>2</sup>.

При складова площ с полезна дължина 520 m и подреждане на ГТК в 3 ивици с едностранно манипулиране от товарача могат да се разположат до 135 броя елементарни площадки ( $N_{ЕП}$ ). При това разпределение на контейнерите са налични общо 450 контейнероместа при подреждане на контейнерите във височина на 4, 3 и 3 етажа, съответно за 1-ва, 2-ра и 3-та ивица. При подреждане на контейнерите в 3 ивици, наличната чиста складова площ на терминала е около 4100 m<sup>2</sup>. Средният брой ИТЕ по височина върху една елементарна площадка ( $N_{ИТЕ/ЕП}$ ) е 3,33 бр.

При подреждане на ГТК в 4 ивици с двустранно манипулиране от товарача могат да се разположат до 180 броя елементарни площадки ( $N_{ЕП}$ ). При това разпределение на контейнерите са налични общо 630 контейнероместа при подреждане на контейнерите във височина на 4 и 3 етажа, съответно за 1-ва и 2-ра ивица. При подреждане на контейнерите в 4 ивици, наличната складова площ на терминала е около 5200 m<sup>2</sup>. Средният брой ИТЕ по височина върху една елементарна площадка ( $N_{ИТЕ/ЕП}$ ) е 3,5 бр.

Вариант 2: Манипулиране на ГТК и полуремаркета

Вариант 2 изследва възможността за манипулиране в терминала освен на ГТК и на интермодални полуремаркета, които представляват 10% от оборота на ИТЕ през терминала. Сред-

ноденощният оборот на терминала е 90 ГТК и 10 полуремаркета през 2030 г., 117 ГТК и 13 полуремаркета през 2040 г. и 130 ГТК и 15 полуремаркета през 2045 г. Подреждането на контейнерите и на полуремаркетата е изследвано поотделно при разполагане на 3 и 4 ивици по дължина на терминала. Полуремаркетата се редят на един ред по височина. Средната приведена площ ( $A_{EP}$ ) на една елементарна площадка за разполагане на ГТК е  $29,4 \text{ m}^2$ , а на едно полуремарке с дължина  $13,6 \text{ m}$  е  $62,3 \text{ m}^2$  (табл. 3).

Необходимата вместимост на складовата зона според времевия хоризонт и варианта на изследване е посочена в таблица 4. Обобщени данни за получените резултати за Вариант 1 и Вариант 2 съответно при 3 и 4 ивично складиране на ИТЕ в складовата зона са представени в таблици 5 и 6.

табл. 4. Необходима вместимост на складовата зона

Параметър	Период	Вариант 1		Вариант 2	
		ГТК	ГТК	ПР	ПР
Вместимост на складовата зона (Н <sub>ИТЕ</sub> , бр.)	2030	320	288	32	32
	2040	415	373	42	42
	2045	463	415	48	48

табл. 5. Резултати при подреждане на ИТЕ в 3 ивици

Параметър	Период	Вариант 1		Вариант 2	
		ГТК	ГТК	ПР	ПР
Брой на елементарните площадки (N <sub>EP</sub> , бр.)	2030	96	86	32	32
	2040	125	112	42	42
	2045	139	125	48	48
Чиста складова площ (A, 1000 m <sup>2</sup> )	2030	2,8	2,5	2	2
	2040	3,7	3,3	2,6	2,6
	2045	4,1	3,7	3	3
Статична плътност (D <sub>s</sub> , бр./1000 m <sup>2</sup> )	2030	80÷114	110	16	16
	2040	100÷112	110	16	16
	2045	113	110	16	16

табл. 6. Резултати при подреждане на ИТЕ в 4 ивици

Параметър	Период	Вариант 1		Вариант 2	
		ГТК	ГТК	ПР	ПР
Брой на елементарните площадки (N <sub>EP</sub> , бр.)	2030	91	82	32	32
	2040	119	107	42	42
	2045	132	119	48	48
Чиста складова площ (A, 1000 m <sup>2</sup> )	2030	2,7	2,4	2	2
	2040	3,5	3,1	2,6	2,6
	2045	3,9	3,5	3	3
Статична плътност (D <sub>s</sub> , бр./1000 m <sup>2</sup> )	2030	62÷119	120	16	16
	2040	80÷119	120	16	16
	2045	119	120	16	16

## 5. ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резултатите от изследването показват, че манипулирането на полуремаркета в интермодалния терминал, заедно с предвидените за обработване ГТК ограничава възможностите за разполагане на разчетните обеми ИТЕ.

За съществуващото положение, изследвано във Вариант 1, при което в терминала е предвидено да се манипулират само ГТК, наличната складова площ е достатъчна за да осигури разполагане на контейнерите при контейнерооборотите през периода до 2030 и 2040 г. Достигане на граничната стойност от  $4100 \text{ m}^2$  за чистата складова площ се наблюдава при контейнерооборотата предвиден за 2045 г. При този случай се препоръчва да се премине от подреждане в 3 ивици към 4 ивично подреждане на ГТК в складовата зона. Резултатите за плътността на разполагане на ГТК върху складовата зона при изследваното разпределение между 20 и 40 футовите контейнери показва, че съществува значителен резерв за увеличаване на статичната плътност. Резервът позволява, чрез повишаване на редовете на които се разполагат контейнерите във височина, да се повиши статичната плътност до около  $300 \text{ бр./1000 m}^2$  [4] при подреждане на ГТК и манипулиране със стрелови товарачи. Това е свързано със значително повишаване на двойните операции и би могло да доведе до необходимост от въвеждане в експлоатация на допълнителни товарачи.

Вторият изследван вариант (Вариант 2), при които освен ГТК в терминала се манипулират и полуремаркета се наблюдава бързо достигане на капацитета на наличната складова площ при 3 ивично складиране още с обемите, предвидени за 2030 г. Това се дължи на ниската статична плътност при разполагане на полуремаркета и сменяеми надстройки, които изискват да се разполагат на един ред във височина. Терминалът, с параметрите за които е разчетен, ще може да осигури разполагане на ГТК и полуремаркета при изследваните обеми при 4 ивично складиране за времевия хоризонт към 2030 г. След този период силно се ограничават възможностите за разполагане на полуремаркета в складовата зона без да се повишава плътността при разполагането на ГТК чрез подреждането им на повече редове във ви-

сочина. Възможност за повишаване на плътността съществува и би могла да бъде използвана за обемите от ИТЕ, предвидени към 2040 г.

В заключение може да се обобщи, че терминалът с предвидените технически и технологични параметри е с възможност да обслужва очакваните потоци от ГТК. Наблюдават се ограничени възможности в складовата зона за манипулиране на интермодални полуремаркета, заедно с предвидените за обработване ГТК в терминала. Манипулирането на полуремаркета е възможно при значително повишаване на плътността в складовата зона, предназначена за складиране на ГТК при изследваните обеми от ИТЕ.

#### Благодарности

Настоящото изследване е извършено с подкрепата на Национална програма „Млади учени и постдокторанти“.

#### Литература

1. **Вълчева-Славчева Ц., С. Мартинов.** Определяне на необходимата контейнеровместимост на контейнерен терминал. Десета национална младежка научно-практическа сесия 23-25 април 2012 г. ISSN 1314-0698, Сборник доклади, стр. 127-131. ФНТС в България. София (2012)
2. **Мартинов С.** Методика за определяне на площта на гаров контейнерен терминал. „БулТранс-2010“, ISSN 1313-955X, Сборник доклади, стр. 305-308. Созопол (2010)
3. **Петров Д., С. Стоядинов, Ал. Иванов, В. Василев.** Методика за оптимизиране на параметрите, технологията на работа и обзавеждането с товарно-разтоварна техника на контейнерните пунктове. Годишник на научния център за транспортна кибернетика и комплексни транспортни проблеми, книга 1/1973, стр. 269-288. Техника. София (1973)
4. **Robert Stahlbock R., S. Voß.** Operations research at container terminals: a literature update OR Spectrum (2008) 30:1–52, DOI 10.1007/s00291-007-0100-9
5. Интегрирана транспортна стратегия в периода до 2030 г. Министерство на транспорта, информационните технологии и съобщенията, Република България (2017)
6. Проект „Техническа помощ за изграждане на интермодален терминал в Северен централен район на планиране в България – Русе” - BG161PO004-3.0.01-0004, Национална компания железопътна инфраструктура (2012)
7. Регламент (ЕС) №1315/2013 на Европейския парламент и на Съвета относно насоките на Съюза за развитието на трансевропейската транспортна мрежа и за отмяна на Решение № 661/2010/ЕС. Официален вестник на Европейския съюз от 20.12.2013 г.
8. European Road-Rail Combined Transport, UIRR, Report 2018-19 (Brussels, Belgium)
9. Terminology on combined transport. EU, ECMT, UN/ECE (2001)
10. [www.intermodal-terminals.eu/content/index\\_eng.html](http://www.intermodal-terminals.eu/content/index_eng.html) (достъп от 25.06.2019 г.)

## AN ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES FOR HANDLING OF SEMI-TRAILERS AND SWAP BODIES IN A CONTAINER TERMINAL

**Svetoslav MARTINOV**

Department of Railway Engineering, Technical University of Sofia, Bulgaria

e-mail: [s.martinov@tu-sofia.bg](mailto:s.martinov@tu-sofia.bg)

**Abstract:** The study is aimed at analysis of the possibilities for handling of semi-trailers suitable for intermodal transport and swap bodies in a container terminal. The object of study is a container terminal that is planned to be established in the North-Central planning development region of Bulgaria – in the city of Ruse. A methodology to determine the required storage capacity of the yard of the terminal has been adapted and applied. The methodology allows to compare alternatives for handling of different intermodal transport units (ITUs) in the terminal. The reach stackers will be used in the terminal for handling equipment. Two alternatives have been compared. Alternative 1 presents the existing situation in the terminal where only containers should be handled. The possibility for handling into the terminal of containers and semi-trailers has been studied in Alternative 2. The results obtained in the study show that the technological parameters of the yard are appropriate for handling of containers in the volumes to 2045. In alternative 2 the semi-trailers amount 10% of the total volume of ITUs through the terminal. It is not possible to ensure the placement of the semi-trailers in the yard without increasing the storage density of containers. The yard of the terminal does not allow to be handled semi-trailers for the volumes in 2045.

**Keywords:** terminal, container, intermodal transport, combined transport, semi-trailer, swap body