

ВВМУ „НИКОЛА ЙОНКОВ ВАПЦАРОВ”

ФАКУЛТЕТ „НАВИГАЦИОНЕН”

Катедра „Експлоатация на флота и пристанищата”

ЯНА ГЕНОВА ГАНЧЕВА

ОЦЕНКА НА ЕФЕКТИВНОСТТА НА КОНТЕЙНЕРЕН ТЕРМИНАЛ

Професионално направление: Транспорт, корабоплаване и авиация

Докторска програма: Експлоатация на водния транспорт, морските и речните пристанища

АВТОРЕФЕРАТ

**За придобиване на образователна и научна степен
„ДОКТОР”**

Научни ръководители:

Доц. д-р Илчо Герасимов Томов

Доц. д-р Димитър Йорданов Димитракиев

Рецензенти:

Проф. д-тн. Асен Недев Атанасов

Доц. д-р Коста Тончев Донев

Варна, 2015г.

Дисертационният труд се състои от 177 страници

Основен текст - 130 стр.

Брой на литературните източници – 118

Брой на фигурите – 28

Брой на таблиците – 31

Брой на приложенията – 9

Брой на публикациите по дисертацията - 5

Защитата на дисертационния труд ще се състои на отч. в зала
на ВВМУ „Н. Й. Вапцаров”

Рецензиите, становищата на членовете на научното жури и авторефератът са
публикувани в сайта на училището www.naval-acad.bg

Материалите по защитата са на разположение на интересувашите се в
.....

Адрес: Варна, ул. ”Васил Друмев” №73

ВВМУ „НИКОЛА ЙОНКОВ ВАПЦАРОВ”

ФАКУЛТЕТ „НАВИГАЦИОНЕН”

Катедра „Експлоатация на флота и пристанищата”

ЯНА ГЕНОВА ГАНЧЕВА

ОЦЕНКА НА ЕФЕКТИВНОСТТА НА КОНТЕЙНЕРЕН ТЕРМИНАЛ

Професионално направление: Транспорт, корабоплаване и авиация
Докторска програма: Експлоатация на водния транспорт, морските и речните пристанища

АВТОРЕФЕРАТ

**За придобиване на образователна и научна степен
„ДОКТОР”**

Варна, 2015г.

Дисертантът работи във ВВМУ Н.Й.Вапцаров“ и е зачислен в задочна форма на обучение в катедра „Експлоатация на флота и пристанищата“ при факултет „Навигационен“ на ВВМУ „Н.Й.Вапцаров“.

Дисертационният труд е насочен за защита от съвета на Факултет „Навигационен“ при ВВМУ „Н. Й. Вапцаров“ в съответствие на чл. 5, ал. 1 от ЗРАС.

Автор: Яна Генова Ганчева

Заглавие: Оценка на ефективността на контейнерен терминал.

Тираж: броя

ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Актуалност на проблема

В контекста на реализирането на европейската морска транспортна стратегия и глобализацията на пазарите нараства значението на пристанищата като **критични свързващи точки в интермодалния транспорт**. Изграждането на единна транспортна система понякога е затруднено поради наличието на „тесни места“ в пристанищата, които се дължат на ниска ефективност. Разширяването на капацитета им чрез подобряване на продуктивността на пристанищните съоръжения и проучването на критичните фактори, влияещи върху нея, имат жизненоважно значение за бъдещето на едно пристанище.

Обект на изследването: Контейнерните терминали в Пристанище Варна ЕАД и Пристанище Бургас ЕАД

Предмет на изследването: Ефективността на работата на контейнерните терминали.

Цел: Да се изследва и анализира практическата приложимост на DEA анализ за оценка на ефективността на работата на българските контейнерни терминали.

Хипотеза: На база на извършените проучвания е издигната хипотезата, че резултатите от прилагането на DEA анализ за оценка на относителната ефективност могат да бъдат източници на информация, която подпомага мениджърските екипи на българските контейнерни терминали в процеса на вземане на оперативни решения.

Задачи: За постигането на поставената цел се решават следните основни задачи:

Първа задача: Да се изследват и анализират в теоретичен план методите за оценка на ефективността и да се оцени тяхната приложимост на примера на контейнерните терминали.

Втора задача: Да се изведе математически и статистически инструментариум за оценка и практическа приложимост на DEA анализа за целите на контейнерните терминали.

Трета задача: Въз основа на проведени емпирични изследвания да се извърши оценка на относителната ефективност на работата на българските контейнерните терминали и да се изведат причините, водещи до намаляване на ефективността им.

Четвърта задача: Въз основа на получените резултати да се изведат препоръки за подобряване на работата на контейнерните терминали и да се дадат насоки за установяване на добри практики на работа, доказали своята ефективност.

Методика на изследването

За набиране на необходимата емпирична информация са използвани методът на наблюдението, преглед на документи и статистически анализи.

За обработка на събраната емпирична информация са приложени корелационен анализ, сензитивен анализ, системен анализ, на основание на които е извършен синтез за извеждане на резултатите и изводите от дисертационния труд.

В дисертацията намират приложение някои от най-широко използваните статистически характеристики.

Дескриптивна статистика:

- **Честотни таблици** – представяне на абсолютните и относителните честоти;
- **Средни величини** – средна аритметична, средна геометрична; медиана;
- **Мерки за разсейване** – стандартно отклонение, размах;
- **Графично представяне на резултатите** – линейни, стълбовидни, кръгли диаграми.

От методите за изследване на корелационна зависимост между наблюдаваните величини:

- Коефициент на Пирсън.

Статистически тест за проверка на хипотези:

- **Тест на Уилкоксън-Ман-Уитни** за сравнение на средни стойности в две независими извадки на една количествена променлива, когато разпределението не е нормално.

От методите за оценка на ефективността:

- DEA анализ.

Ограничения на изследването

Ограничения от теоретико-методологичен характер:

За единица на наблюдението е възприет всеки контейнерен терминал, контейнерно пристанище или специализирано корабно място за обработка на контейнери, наричани накратко контейнерни терминали или контейнерни пристанища, като се има предвид, че не се взема под внимание дефиницията за „терминал“, заложена в Допълнителните разпоредби, § 2, т.16 от Закона за морските пространства, вътрешните водни пътища и пристанищата на Република България. Причината е, че все още липсват единни критерии в рамките на ЕС, които по недвусмислен начин да определят понятието „контейнерен терминал“. В този смисъл броят на корабните места се възприема като един от изходните ресурси на единицата „контейнерен терминал“.

Ограничения, касаещи емпиричното изследване:

- Времеви – наблюдението обхваща периода от 2007 до 2009 г. включително;
- Пространствени – разгледани са 34 контейнерни терминала на територията на Европейския съюз.

Практическа ценност на изследването

Предложеният метод може да се използва съвместно с традиционно възприетите подходи при извършване на статистически анализи на дейността и прогнозиране на ефекта от инвестиционни решения в българските контейнерни терминали.

Апробация на резултатите

Резултатите от изследванията в дисертацията са публикувани в пет доклада на международни научни конференции в България.

СПИСЪК НА СЪКРАЩЕНИЯТА

CRS – Constant returns-to-scale	_	постоянна възвращаемост от мащаба
DEA – Data envelopment analysis	_	Анализ с обгръщане на данни
DMU – Decision making unit	_	единица, вземаща решение
DRS – Decreasing returns-to-scale	_	намаляваща възвращаемост от мащаба
IRS – Increasing returns-to-scale	_	нарастваща възвращаемост от мащаба
KPIs – Key performance indicators	_	ключови показатели за дейността
MPI – Malmquist productivity index	_	Индекс на продуктивност на Малмкюист
MPSS – Most Productive Scale Size	_	Най-продуктивен размер на мащаба
SE – Scale efficiency	_	ефективност от мащаба
SFA – Stochastic frontier analysis	_	Стохастичен граничен анализ
VRS – Variable returns-to-scale	_	променлива възвращаемост от мащаба

СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

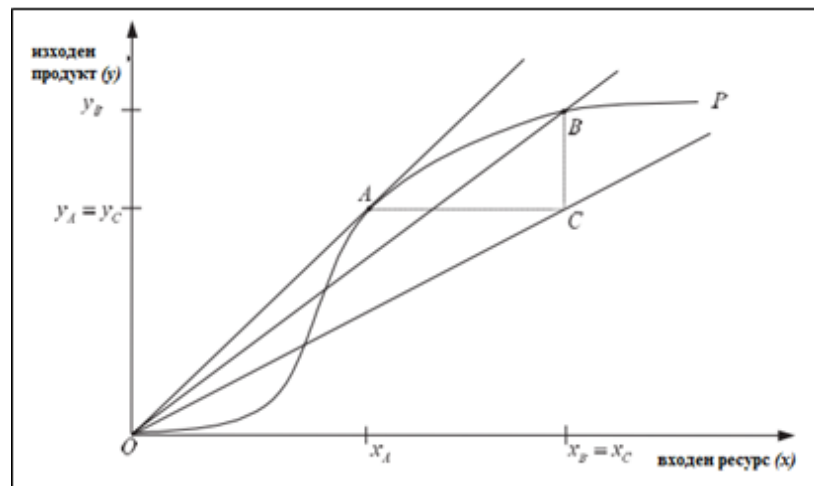
Следващите страници съдържат кратко резюме на основните моменти, както и най-важните изводи от трите глави на дисертацията.

ГЛАВА 1 Подходи за оценка на ефективността на контейнерен терминал

В началото на Глава 1 се въвеждат понятията за продуктивност, техническа ефективност и ефективност от мащаба.

Производството е процес на трансформиране на входните ресурси (труд, капитал, суровини и други) в изходни продукти (стоки или услуги). Една комбинация „входни ресурси - изходни продукти“ може да се реализира като производство, ако дадено количеството изходни продукти може да се произведе от съответното количество входни ресурси. Наличната технология, с която едно предприятие разполага в даден момент, определя възможните комбинации от „входни ресурси-изходни продукти“.

На фиг. 1 е показан прост производствен процес, при който от един входен ресурс (x) се произвежда един единствен изходен продукт (y).



Фиг. 1 Производствена граница, техническа ефективност и продуктивност

Кривата **ОР** представлява максималния продукт, който се получава от всяко количество входен ресурс (използвайки x_A единици от входния ресурс могат да се произведат максимално количество единици от изходния продукт y_A). **ОР** представлява производствената граница, т.к. определя областта от всички възможни комбинации „входни ресурси – изходни продукти“. Съвкупността от всички точки, разположени на производствената граница **ОР**, както и между нея и оста **X**, описва всички възможни производствени комбинации. Следователно, производство може да се реализира под и върху границата, но не и в точки, разположени над нея. Производствената граница отразява също и текущото технологично състояние на индустрията. Предприятията, опериращи върху тази граница (като точки **A** и **B** от фигурата), са технически ефективни. По-голямото количество изходен продукт на предприятие **B** в сравнение с продукта на предприятие **A** е постигнато при нарастване на входния ресурс ($x_B > x_A$). Предприятието, функциониращо в точка **C**, е неефективно, т.к. произвежда същото количество изходен продукт, но с повече входен ресурс, отколкото предприятието в точка **A** (или също е възможно да произвежда по-малко количество изходен продукт, отколкото предприятие в точка **B**, въпреки че двете фирми използват едно и също количество входен ресурс). Количествата, с които предприятието се намира под производствената си граница, се считат за мерки (измерители) на относителната техническа ефективност.

Продуктивността на предприятието се дефинира като отношение между изходния продукт, който произвежда, и входния ресурс, който използва:

$$\text{продуктивност} = \frac{\text{изходен продукт}}{\text{входен ресурс}}$$

Продуктивността се променя в зависимост от производствената технология, от ефективността на производствените процеси и средата, в която протича производството.

Наклонът на лъча, който преминава през началото на координатната система и дадена точка, е $\frac{y}{x}$. Той е мярка на продуктивността. Предприятията, функциониращи в

точки **A** и **B**, са технически ефективни. Ако предприятието, опериращо в точка **B**, се придвижи в т. **A**, наклонът на лъча ще бъде по-голям, което означава и по-висока продуктивност. Това движение е пример за **икономиите от мащаба**: вдясно от точка **A** изходният продукт нараства много по-бавно, отколкото входният ресурс; вляво от точка **A** изходният продукт нараства много по-бързо, отколкото входният ресурс. Точката **A** е точка от оптималния мащаба. Оперирането във всяка друга точка на производствената граница води до по-ниска продуктивност. Ако технически неефективните фирми, опериращи в точка **C**, трябва да се придвижат към технически ефективната точка **A** (или **B**), наклонът на лъча ще бъде по-голям, и това ще доведе до по-висока продуктивност в точка **A** (или **B**).

Следователно, едно предприятие може да бъде технически ефективно, но е възможно да подобри продуктивността си и чрез икономия от мащаба. Продуктивността и техническата ефективност са еквивалентни само тогава, когато технологията позволява постоянна възвращаемост от мащаба.

За построяване на производствените граници и за измерване на ефективността спрямо тях са известни два подхода, които се различават по техниките за обгръщане на данните, допусканията за случаен шум и гъвкавостта на структурата на производствената технология. Това са иконометричният подход и програмният подход.

През последните 40-години най-често използваните подходи за оценка на ефективни граници са анализ с обгръщане на данни (DEA) (програмен подход) и стохастични граници (stochastic frontier) (иконометричен подход).

Подходи за оценка на ефективността в пристанищния сектор

За оценка на ефективността в пристанищния сектор се използват ключови индикатори на дейността (KPIs) и производствени функции.

Ключови индикатори на дейността (KPIs)

KPIs намират по-широко приложение, което се дължи на възможността необходимите данни да се събират бързо, както и да се използват основни аритметични действия за тяхното изчисляване. KPIs се отнасят към измерването на еднофакторната продуктивност, т.к. измерват продуктивността на единични фактори на производството. Те до голяма степен игнорират взаимодействието между различните фактори на производство, и степента, до която те са заместители. Основният проблем при използването на KPIs е, че те са трудно сравними, т.к. игнорират вариациите в качеството на изходния продукт, което прави сравнителния анализ на пристанищата много труден. Поради тези причини литературата, третираща проблема за пристанищната ефективност, все повече се фокусира върху многофакторната продуктивност, която използва техниките на анализа с обгръщане на данни (DEA) или стохастичния граничен анализ (SFA). Целта на тези подходи е да се определи максималния продукт, който може да се произведе от даден набор от входни ресурси или обратно – да се използват минимално количество ресурси за производство на определено количество продукция. Така ефективността на отделните пристанища може

да се измери чрез сравняване на техния резултат и входните ресурси с най-близката точка върху „границата на ефективността“.

Въз основа на собствени проучвания на литературата и работата върху проблема Световната банка предлага следните групи KPIs за контейнерните терминали:

- Брой движения за един час престой на кея (Moves per Berth Hour (MBH));
- Конвенционални (най-често използваните) KPIs:
 - Брой на TEU, обработени за хектар от площта за стифиране годишно;
 - Брой на TEU, обработени за един линеен метър от кея годишно;
 - Брой на TEU, обработени от кейов кран.

Други субекти, които се занимават с оценка на работата на контейнерните терминали, са научни и консултантски организации като Drewry Shipping Consultants, Ocean Shipping Consultants (OSC).

В годишния си доклад „Container Terminal Capacity and Performance Benchmarks“ за 2013г. Drewry анализира дейността на терминалите по отношение на три основни елемента на контейнерните терминали: кейов фронт, контейнерна площадка и гентри кранове на кея, и отразява работните характеристики на най-важните и скъпи активи на един контейнерен терминал – инфраструктура и механизация.

С практическо приложение в контейнерните терминали е въведеният през 2008 г. от Germanischer Lloyd Certification GmbH съвместно с the Global Institute of Logistics стандарт „Показател за качеството на контейнерния терминал“ (Container Terminal Quality Indicator (CTQI)). Причината е, че до този момент не съществува обективна система за оценяване. Обикновеното годишно отчитане на обработените TEUs „не казват“ нищо за ефективността на терминала. До момента, в който се създава и развива инструментът за сравнителен анализ и контрол на качеството на контейнерните операции (CTQI), контейнерните терминали се възприемат като „черни кутии“.

Друг практически подход при установяване на стандарт за показатели за оценка на работата на пристанищата се предлага от Европейската организация на морските пристанища (ESPO). С проекта „Port Performance Indicators – Selection and Measurement“ (PPISM) ESPO прави първа стъпка при създаване на система за измерване на работните характеристики на европейските пристанища.

Проектът на ESPO предлага списък от показатели, които проследяват тенденциите в дейността (работата) на европейския пристанищен сектор, а вниманието на заинтересованите лица се фокусира върху състоянието на пристанищната система като цяло.

Почти всички пристанища, в т.ч. и контейнерни терминали, използват за оценка на дейността си KPIs. Общото становище е, че нито един показател не трябва да се разглежда самостоятелно, а винаги съвместно с други показатели.

В българските пристанища съществува система за водене на статистическа информация съгласно Наредба 919 от 8.12.2000 г. за събиране на статистическа информация за дейността на пристанищните оператори и собствениците на пристанища и пристанищни съоръжения в Република България, която има за цел „да изгради единна база от статистически данни за товарите, пътниците и плавателните съдове от морския и

речния транспорт“. Надеждността на статистическите данни дава възможност пристанището само да изгради система от ключови показатели за дейността си.

Производствени функции за оценяване на ефективността

Друг начин за оценяване на ефективността в пристанищния сектор е чрез използване на производствени функции, които разглеждат мултипроизводствената природа на пристанищния сектор. Най-често прилагани са DEA и SFA подходи, които представляват анализи на граничната ефективност.

SFA анализът се базира на производствена функция, която изисква познаване на входните променливи, които да обясняват наблюдавания изход.

За оценка на пристанищната ефективност с SFA подхода е необходимо да се дефинира видът на трансцедентната логаритмична (транслог) стохастичната производствена граница, която има следния примерен вид:

$$\ln(Q_{it}) = \alpha + \beta_1 \ln(A_{it}) + \beta_2 \ln(B_{it}) + \beta_3 \ln(C_{it}) + \beta_4 T_t + v_{it} + u_{it} \quad (1)$$

за всяко $i = 1, \dots, N$ и $t = 1, \dots, T$

Q_{it} е контейнерооборотът в TEU, обработен от пристанище i през период t ;

A_{it} е общата площ (в m^2) на контейнерните терминали в пристанище i през период t ;

B_{it} е общата дължина (в метри) на кейовете, използвани за обработка на контейнери в пристанище i през период t ;

C_{it} е броят на контейнерните кранове на пристанище i през период t ;

T_t е времевия тренд, който обхваща всички промени на продуктивността във времето;

β е вектор на неизвестен параметър;

α е константа.

В модела, v_{it} е случайната грешка, независима от u_{it} , а за u_{it} се допуска, че е прекъснатата нормална случайна променлива, свързана с техническата неефективност.

Предимства на SFA подхода са:

- Позволяват да се изчислят случайните грешки и грешките от измерването;
- Възможно е да се анализира структурата, да се проучат решаващите фактори, влияещи върху производствената работа.

Слабите страни на SFA са:

- рисковано е да се наложи строго а priori допускане за производствената технология чрез избор на функционална форма (напр. Коб-Дъглас, транслогаритмична и други), при условие, че повечето от характеристиките на разпределението на производствената технология са предварително неизвестни;

- трудно е да се установи структурата на грешката, а понякога дори и невъзможно. Понякога това въвежда и други потенциални източници на грешки;
- при този подход допускането за непрекъснатост може да доведе до грешки от приближението (апроксимацията).

Съществуват съществени различия между иконометричния подход и математическите методи за построяване на границата на производствените възможности и изчисляване на ефективността спрямо нея.

Чрез прилагането на DEA е възможно да се оценят потенциалните подобрения, които могат да бъдат направени от неефективните пристанища. Предимствата му го правят значим метод за измерване на ефективността по отношение на няколко контейнерни терминали.

DEA е непараметричен подход, който е подходящ за измерване на ефективността на детерминираната индустрия за няколко входа/ изхода. По-подробно методът е разгледан в Глава 2.

В Таблица 1 са показани основните различия между двата подхода – DEA и SFA.

Таблица 1

Сравнение между SFA и DEA методи

Признак	Стохастичен граничен анализ (SFA)	Анализ с обгръщане на данни (DEA)
Съвместимост	И двата метода са гранични анализи на ефективността и са подобни в това, че те определят ефективната границата и неефективността спрямо тази граница.	
Характеристика	Параметричен метод	Непараметричен
	Стохастичен метод	Детерминистичен метод
	Отчита случайния шум	Не отчита случайния шум
	Изисква допускане за вида на разпределението на неефективната единица	Не изисква допускане за вида на разпределението на неефективната единица
	Включва съставен остатъчен член	Няма остатъчен член
	Изисква да се определи вида на функцията	Не изисква точен вид на функцията
	Неефективността може да се повлияе от неподходящ избор на модел	Проявява чувствителност към броя на променливите, грешките при измерването
Метод на оценка	Иконометричен метод	Математическо програмиране
Оценка на ефективност	Техническа ефективност и изменение на общата производствена ефективност, еластичност на мащаба, алокативна ефективност	Техническа ефективност, еластичност на мащаба, алокативна ефективност и други

Други характеристики на DEA подхода са:

- не е необходимо всички входни ресурси и изходни продукти да се превръщат в парични стойности;
- коефициентите на ефективност се получават на базата на реални данни;
- DEA анализът е една алтернатива и допълнение към анализа на централна тенденция и метода „разходи-ползи“;
- допуска възможността ефективните единици да показват отклонения спрямо средната стойност;
- за разлика от традиционните подходи измерване DEA оптимизира всяко отделно наблюдение, така че да е възможно да се определи линейна граница, частите на която са съставени от група ефективни единици;
- това е метод, който осигурява помощ при многокритериално вземане на решение, което му позволява да моделира сложността на реалната среда.

Задълбоченият анализ на литературата за приложението на DEA подхода показва, че съвместното му използване с други методи като „дърво на решенията“, рекурсивен анализ с обгръщане на данни (RDEA), bootstrap-поход, компютърна симулация, метода на „супереефективност“, статистически тестове за изследване на хипотези и други, отстранява много от недостатъците му и повишава надеждността на получените резултати.

ИЗВОДИ от Глава 1

1. Въз основа на проведеното теоретично изследване е установено, че методите за оценка на ефективността в пристанищния сектор могат условно да се разделят на две групи: методи от първо поколение и методи от второ поколение.
2. Доказано е, че най-широко приложение за оценка на работата на контейнерните терминали са намерили методите от първо поколение, чиито представители са простите KPIs. Установено е, че те измерват еднофакторната продуктивност, което е основен техен недостатък, т.к. прави сравнителния анализ на пристанищата много труден.
3. Трудността при прилагането на KPIs произтича и от факта, че в света различни утвърдени организации използват свой собствен „микс“ от KPIs, който е доказал във времето своята приложимост. Липсата на единен стандарт за оценяване на работата на терминалите прави сравнителния анализ между пристанищата невъзможен.
4. Ограниченията при прилагането на KPIs насочват изследователите към използване на производствени функции при оценка на работата на контейнерните терминали, поради възможността им да измерват многофакторна продуктивност.
5. Изведено е заключението, че прилагането на DEA- и SFA-анализи съвместно с KPIs в ежедневната работа на контейнерните терминали би дообогатило знанието за същността на производствените процеси и би повишило надеждността при извършването на анализи и вземането на решения от мениджмънта.

6. Широкото приложение на DEA подходът в пристанищния сектор се дължи на липсата на изискване за формата на производствената функция. Съвместимостта му с редица математически, статистически, иконометрични подходи, повишават надеждността на резултатите му.

7. Анализът на литературата показва, че липсват изследвания за оценка на относителната ефективност на българските контейнерни терминали. Наличието на нормативно установени принципи за събиране на статистически материал от пристанищните оператори в България дават възможност за въвеждане на нови прогресивни методи за оценка и управление на ефективността на контейнерните пристанища.

Въз основа на изведените изводи за приложимостта на DEA анализ на примера на контейнерните терминали в следващата глава е представена методология за изследване на извадка от контейнерни пристанища чрез този анализ.

ГЛАВА 2 Методология на изследването

В Глава 2 е представена методологията на изследването.

- **Времени интервал на изследването.**

За периода 2007-2009 г. е извършено наблюдение върху 34 контейнерни терминали и/или пристанища.

За целите на анализа и установяване на добри практики на управление, доказали своята ефективност, обхванатите в изследването европейски контейнерни терминали (пристанища) допълнително са разпределени в пет групи, условно, по гео-управленски принцип в зависимост от групите пристанищни власти.

В различните групи пристанищни власти са разпределени следните държави:

1 група) „**Hanse**“ - Исландия, Норвегия, Финландия, Швеция, Дания, Германия, Холандия и Белгия

2 група) „**New Hanse**“ - Естония, Латвия, Литва и Полша

3 група) „**Anglo-Saxon**“ - Обединеното кралство и Ирландия

4 група) „**Latin**“ - Франция, Португалия, Испания, Малта, Италия, Гърция, Кипър и Израел

5 група) „**New Latin**“ - Словения, Хърватия, Румъния и България.

За всяка от групите е направено обобщение на база на следните принципи:

- цели и функции на пристанищната власт;
- институционална рамка на пристанищната власт;
- финансови възможности на пристанищната власт.

- **Метод за оценка на ефективността – DEA анализ**

Оценката на дейността на организациите се представя под различни форми като „разход за единица“, „печалба за единица“, „степен на удовлетвореност за единица“ и т.н., които представляват отношение между изхода и входа – формула (2).

$$\text{ефективност} = \frac{\text{изход}}{\text{вход}} \quad (2)$$

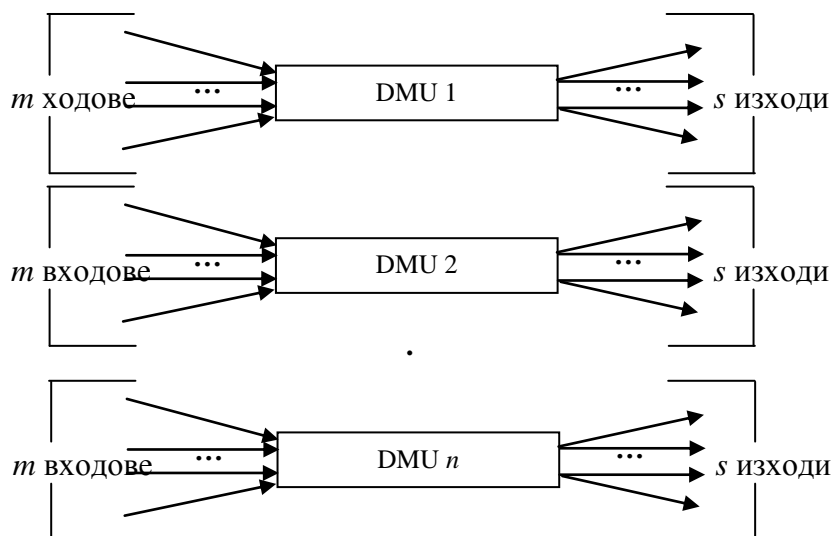
Това е и най-използваната мярка за ефективност. Ефективността се различава от понятието „продуктивност“, която оценява работата на заетите лица или машини. Дименсията на продуктивността като „резултат за един час работа на заетото лице“ или „резултат, постигнат от един работник“ се отнася до измерването на **частичната продуктивност**. Тя следва да бъде разграничавана от понятието „**обща факторна продуктивност**“, която отчита всички входове и изходи на една система. Преминването от частична към обща факторна продуктивност е съпроводено с трудности при определянето на входовете и изходите на системата, както и на теглата им, с цел да се получи отношение, чиято редуцирана форма приема вида на (2). Именно в тези случаи се прилага DEA подхода, който представлява математическо програмиране, обработващо голям брой променливи и връзки между тях. В DEA изследваните организации се наричат „единици, вземащи решения“ (DMU – Decision making units). Те са отговорни за трансформирането на входовете в изходи (резултати) и притежават управленска свобода в процеса на вземане на решения.

DEA е техника за измерване на резултатите, която се използва за оценка на относителната ефективност на DMUs от определена съвкупност. Сравняват се всички единици от тази съвкупност и се определят най-добре работещите, които съставят границата на ефективността.

Относителната ефективност представлява отношение на входно-изходните данни претеглени с определени тегла:

$$\text{Ефективност} = \frac{\text{Претеглена сума на изходните резултати}}{\text{Претеглена сума на входните ресурси}} \quad (3)$$

На фиг. 2 е представен модел на DMU. Например, с DMU 1 се означава контейнерния терминал Варна Изток, с DMU 2 – контейнерния терминал Варна Запад, с DMU 3 – контейнерния терминал в Пристанище Бургас, с DMU 4 – контейнерния терминал в Констанца и т.н.



Фиг. 2 DEA и еднородни единици, вземащи решения (DMUs)

За всяка една DMU се разглеждат *m*-брой еднородни входа – дължина на терминала, брой кейови кранове, площ на контейнерната площадка и т.н.

За всяка една DMU се разглеждат *s*-брой еднородни изхода - контейнерооборот (TEU), брой работници и други.

На фиг. 2 се разглеждат *n* DMUs ($j = 1, 2, \dots, n$), всяка от които използва различно количество от *m* входаве ($i = 1, 2, \dots, m$) за производството на *s* различни изходи ($r = 1, 2, \dots, s$). Отделно, всяка *DMU_j* консумира количество x_{ij} на вход *i* и произвежда количество y_{rj} от изход *r*. Допускаме, че $x_{ij} \geq 0$ и $y_{rj} \geq 0$ и че всяка *DMU* има поне един положителен вход и поне един положителен изход. Решава се следната задача на дробно-линейното програмиране (*FP₀*), в която наблюдаваните входаве x_j и изходи y_j са константи, а се търсят стойностите на входните „тегла“ $(v_i)(i = 1, \dots, m)$ и на изходните „тегла“ $(u_r)(r = 1, \dots, s)$ като променливи.

$$(FP_0) \quad \max \theta = \frac{u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \dots + u_s y_{so}}{v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_m x_{mo}} \quad (4)$$

$$\text{при условие } \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1 \quad (5)$$

$$(j = 1, \dots, n)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \quad (6)$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0. \quad (7)$$

Ограниченията не позволяват отношението „виртуален изход“ към „виртуален вход“ да превишава 1 за всяка DMU. Целта е да се получат тегла (v_i) и (u_r) , които максимизират отношението за *DMU_o*. Оптималната целева стойност θ^* е най-много 1.

Основните варианти на DEA моделите се базират на:

- а) Оптимизиране на входа или изхода;
- б) Възвращаемост от мащаба (постоянна или променлива).

За модели, ориентирани към изхода говорим тогава, когато оптимизационната задача се свежда до максимизиране на изхода. Съответно модели, ориентирани към входа, имаме тогава, когато оптимизационната задача се свежда до минимизиране на входа.

Възвращаемостта от мащаба (икономиите от мащаба) е свързана с това как се променят изходните данни при промяна на входните. Ако промяната на изхода е пропорционално на промяната на входа, говорим за постоянна възвращаемост от мащаба (constant returns-to-scale - CRS). Съответно, ако промяната на входа не води до пропорционална промяна на изхода, тогава възвращаемостта от мащаба е променлива (variable returns-to-scale - VRS) (намаляване или увеличаване).

CCR-DEA моделът дава възможност да се оцени общата техническа ефективност при постоянна възвращаемост от мащаба (TE_{CRS}). В този случай промяната в размера на производството или мащаба, не оказва влияние върху оценката

на ефективността, което означава, че и малките и големите пристанища могат да работят ефективно. Пристанницата с обща техническа ефективност равна на единица са едновременно както чисто технически ефективни, така и ефективни от мащаба. И обратно, неефективността (*efficiency gap* – ефективната разлика) отразява както чиста техническа неефективност, така и неефективност от мащаба.

Чистата техническа ефективност (TE_{VRS}) се оценява с ВСС–DEA модела при условие на променлива възвращаемост от мащаба. Това означава, че по-малките пристанища могат да срещнат трудности, произтичащи от влиянието на мащаба на производство. Относителните различия в чистата ефективност между пристанищата отразяват различията в оперативната неефективност, наречена чиста техническа неефективност.

Ако съществува разлика между общата техническа и чистата техническа ефективност, това означава, че съществува неефективност произтичаща от мащаба (размера) (SE^1). Тя възниква, когато размерът на производството е неуместно (неподходящо), като е над или под оптималните нива, създавайки производствени разходи. Ефективността от мащаба се изчислява като отношение между общата техническа и чистата техническа ефективност

$$SE = TE_{CRS}/TE_{VRS} \quad (8)$$

където $SE < 1$.

Когато $SE < 1$ пристанищата са изправени пред неефективност от мащаба, което означава по-висока обща техническа неефективност в сравнение с чистата техническа неефективност.

Когато $SE=1$, пристанищата работят при ефективен мащаб, т.е. имат оптимално производство, за което са проектирани.

Подходящата посока, в която мащабът може да се коригира, се определя от характера на възвращаемостта на мащаба, която може да е нарастваща (*IRS*) и намаляваща (*DRS*).

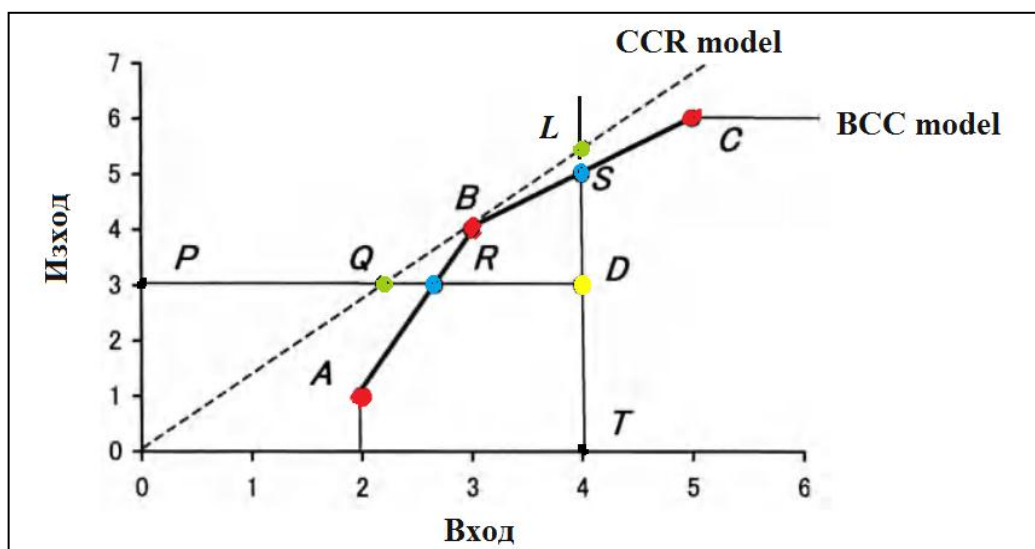
За пристанищата, работещи при *IRS* (продуктът нараства повече от пропорционалното нарастване на входните ресурси), размерът на производство трябва да се разшири. Обикновено това се среща при пристанищата, които докато създадат текущ трафик, работят под оптималните нива и под оптималния капацитет на пристанищната инфраструктура.

Когато пристанищата оперират при *DRS* (продуктът нараства по-малко от пропорционалното нарастване на входните ресурси), те трябва да свият производството си към по-ниски оптимални нива, за да ограничат неефективността, например, от задръствания. В дългосрочен план е необходимо да се разгледа например алтернативата

¹ Счита се, че една единица е ефективна от мащаба, когато размерът на операциите е оптимален, така че всякакви модификации в размера биха довели до намаляване на ефективността ѝ.

за повишаване на оптималното ниво на производството чрез инвестиране в по-голям капацитет на пристанищната инфраструктура.

На фиг. 3 е представен случай с един вход и един изход. CCR-моделът е построен при допускане за постоянна възвращаемост от мащаба, а ВСС – при променлива възвращаемост от мащаба. ВСС-моделът има производствени граници, които се формират от изпъкналото множество от съществуващи DMUs. Нека точките А, В, С и D са контейнерни терминали, които представляват DMUs. Всеки един от тях има по един вход (например товарооборот) и един изход (например брой кейови кранове на терминала). Ефективната граница на CCR-модела е пунктирната линия, която преминава през В от началото на координатната система. Границата на ВСС-модела се състои от начупена линия, свързваща А, В и С. Множеството от производствени възможности е областта, състояща се от границата, заедно с наблюдаваните или възможни действия на единицата за увеличаване на входа и намаляване на изхода в сравнение с границата. От DMUs само *B* е CCR-ефективна. *D* е неефективна DMU.



Фиг. 3 Графично представяне на концепцията на DEA-анализ

При **входно-ориентиран** модел CCR-ефективността на *D* се оценява като:

$$TE_{CRS} = PQ/PD \quad (9)$$

а ВСС-ефективността на *D* се оценява като:

$$TE_{VRS} = PR/PD \quad (10)$$

Ефективността от мащаба е:

$$SE_{input} = PQ/PR \quad (11)$$

При **изходно-ориентиран** модел CCR-ефективността на *D* се оценява като:

$$TE_{CRS} = LT/DT \quad (12)$$

а ВСС-ефективността на *D* се оценява като:

$$TE_{VRS} = ST/DT \quad (13)$$

Ефективността от мащаба е:

$$SE_{output} = LT/ST \quad (14)$$

- **Корелационен анализ на входните ресурси и изходните продукти**

Върху устойчивостта на DEA-моделите оказва влияние степента на корелация между входа и изхода. Затова корелационният анализ е задължителен за определяне на подходящите входни ресурси и изходни величини. Ако се установят високи стойности на корелация между една входна величина и коя да е друга входна величина (или между една изходна величина и коя да е друга изходна величина), този входен ресурс или изходен продукт може да се разглежда като заместител на другите променливи. Следователно, този вход (или изход) е възможно да бъде изключен от модела при необходимост. Ако една входна променлива има много ниски стойности на корелация с всички други изходни променливи (или една изходна променлива има ниска стойност на корелация с всички останали входни променливи), това означава, че тази променлива не е подходяща за модела.

- **Сензитивен анализ на резултатите от DEA анализ**

Отличителна особеност на DEA анализ е, че ефективната граница се формира от най-добре работещите единици, за разлика от регресионния анализ, който осреднява стохастичната грешка. Тази характеристика на DEA може да се окаже източник на проблем за анализа, т.к. няма директен начин за оценка дали отклонението на единицата от границата на ефективността е статистически значимо или не. Затова е необходимо резултатите от анализа да бъдат тествани за устойчивост чрез сензитивен анализ.

1 начин) Ако след прилагането на DEA анализа се окаже, че една единица е ефективна, лесен начин за установяване на вида на ефективността (истинска или привидна) е идентифициране на „peers“² за неефективните единици. Очаква се, че ако една единица е истински ефективна, то в нейната околност трябва да има някакви неефективни единици, и тя да бъде „peer“ за тях. Ако не е „peer“ за нито една неефективна единица, тогава установената ѝ ефективност е недостоверна (оспорима, съмнителна).

2 начин) Друг вариант за тестване на устойчивостта на резултатите на DEA е извършването на анализ чрез пропускане на вход или изход и изследване на резултатите. Проследява се устойчивостта на оценките за ефективност на единиците.

3 начин) От съвкупността на единиците се изключват най-ефективните единици. Останалите се подлагат на повторен DEA анализ. Целта на този анализ е двустранен: *първо*, оценява се чувствителността на DEA резултатите в резултат от промяната; *второ*, установяват се най-добре работещите единици сред останалите.

- **Регресионен анализ на ефективността на DEA**

Регресионният анализ е опит да се установи влиянието на неуправляемите (неконтролируеми) входни ресурси върху оценките на ефективността. Особеното

² „Peers“ за една неефективна единица са група от ефективни единици, разположени на границата на ефективността, спрямо които се оценява ефективността ѝ.

е, че целта на регресионния анализ е да установи, дали влиянието на неуправляемите ресурси върху ефективността е значимо, и ако е такава, да се установи характера и размера на това влияние върху ефективността. Възможно е да се използва методът на най-малките квадрати (МНК) за всеки вход, като оценката на ефективността е зависима променлива.

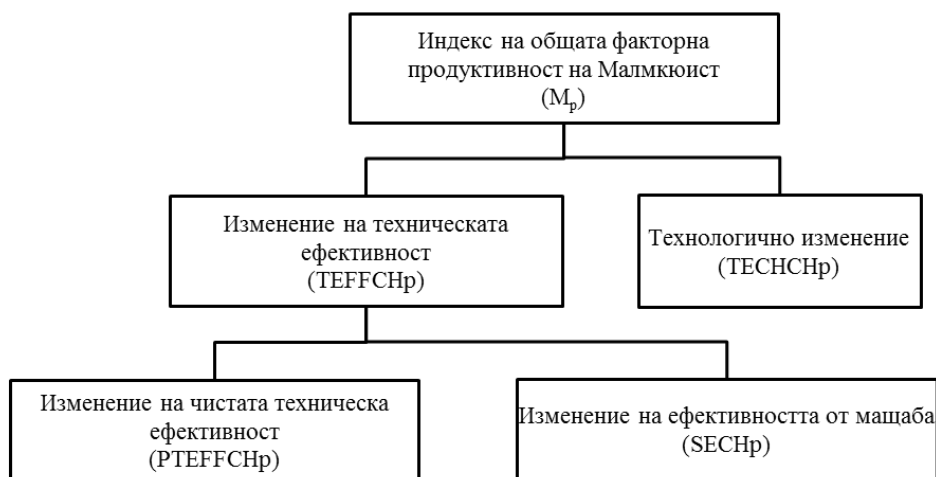
• **Метод за оценка на продуктивността - индекс на продуктивност на Малмкюист (MPI)**

Анализът на ефективността се извършва за определен период от време. Ако настъпи съществена промяна в технологиите за дадения период, е трудно да се оцени, дали нарастването на ефективните оценки всяка година са резултат от подобрения в техническата ефективност или от технологична промяна. Промяната в общата факторна производителност по време може да се анализира, ако са налице панелни данни³. Индексът е реално число, което измерва промените в група от свързани променливи. Те се използват за сравнение на стойностите на променливи, които се променят по време, място или двете. Общият фактор на продуктивност на Малмкюист се използва за измерване на промените в общия фактор на продуктивността на DMU по време.

Индексът на продуктивност се базира на разтоянието между производствените функции на организацията при два времеви периода.

За да бъде изчислен MPI, се изискват две единични и две смесени мерки за двата периода t и $t+1$.

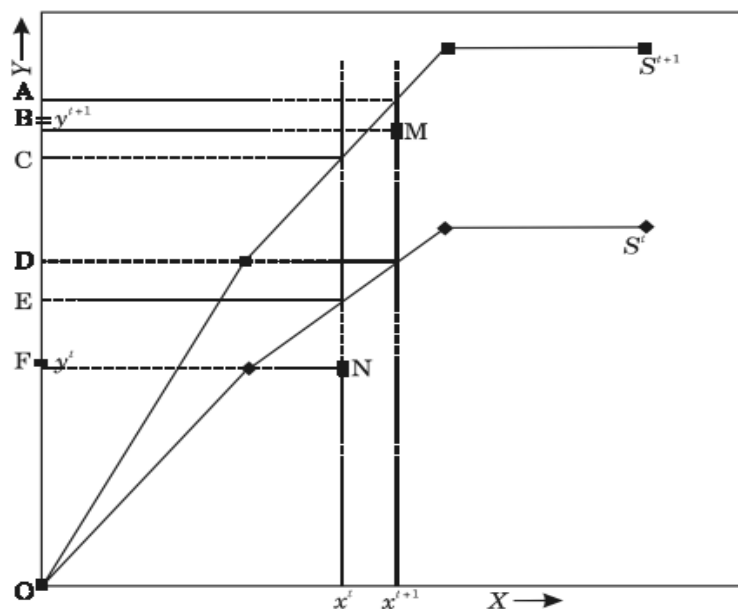
Разлагането на индекса е представено схематично на фиг. 4.



Фиг. 4 Декомпозиране на индекса на продуктивност на Малмкюист

³ Панелните данни са комбинация от временни редове и моментни данни.

На фиг. 5 е показано графично смисъла на индекса на продуктивност на Малмкюист. На фигурата S^{t+1} е границата при $(t + 1)$. Ако е налице технически прогрес, S^{t+1} ще се премести нагоре от S^t . M представлява нарастването (x^{t+1}, y^{t+1}) във време $(t + 1)$, а с N е означено нарастването във време t . Ефективността на DEA може да се представи като мярка за разстояние, т.к. тя отразява ефективността при превръщането на входните ресурси в изходни продукти.



Фиг. 5 Индекс на продуктивност на Малмкюист

- **Използван софтуер за емпиричните изследвания**

За провеждане на емпиричните изследвания е използван софтуерът **DEAP V2.1**. - A Data Envelopment Analysis (Computer) Program, който е написан от Tim Coelli. Програмата се използва за конструиране на DEA граници за изчисляване на техническата ефективност, ефективността на разходите и индексите на общата факторна продуктивност на Малмкюист.

За реализацията на DEA модела е необходимо да са изпълнение следните изисквания:

- **Положителност (positivity)** – изисква се изходните продукти да бъдат положителни величини;
- **Изотоничност (isotonicity)** – всички положителни нараствания на входните ресурси да водят до положителни нараствания в изходните продукти;
- **Еднородност (homogeneity)** – всички единици да имат едни и същи входове и изходи, независимо от натоварването и размера на единиците.

Променливите величини, които участват при определяне на оценката за ефективност могат да бъдат групирани по следния начин (Таблица 2):

Таблица 2

<i>Входни ресурси</i>	<i>Изходни продукти</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Физически - Капитал – гентри кранове, RTG-кранове, стредъл кериъри, земя, котвена стоянка, площ на терминалната площадка; - Работна ръка – брой на заетите работници, средна възраст на работниците, работни часове в седмицата, непроизводителни престои; 	<ul style="list-style-type: none"> • Физически – брой обработени кораби, обем на обработения товар, товаро-разтоварна норма, количество обработен товар за един човеко-час, средно време на закъсненията на корабите (изчакване за кей и на кея), степен на натоварване на съоръженията, време за обработка на автомобилите и време за чакане;
<ul style="list-style-type: none"> • Финансови - Инвестиции – разходи за оборудване, разходи за материали и други преки разходи, стойност на земята - Работна ръка – общи разходи за управление, общи разходи за работна ръка; административни разходи, средно бруто разходи за зает работник. 	<ul style="list-style-type: none"> • Финансови – продажби, ръст на продажбите, печалба, пазарен дял, печалба на зает работник, печалба на 1 м² от земята, обработен товар за едно евро (долар, лев).

Входните и изходните променливи трябва да отразяват колкото е възможно по-точно действителните цели и процеси на контейнерния терминал. Например, пристанището би използвало съвременна механизация за подобряване на продуктивността си, ако целта му е да максимизира товарооборота. Ако то има намерение да използва по-евтини механизация и оборудване, целта му ще бъде максимизиране на печалбата, а ресурсът „работна ръка“ ще бъде входна величина. Но ако целта на пристанището е да увеличи заетостта, тогава работната ръка ще бъде изходна величина.

Понякога поради трудности при събирането на информация за променливите величини се прибегва към използване на техни заместители. Например като заместител на данните за броя на работната ръка като входящ ресурс се ползва броя на гентри крановете и броя на докерите на контейнерния терминал, или площта на площадката за стифиране и кейовата механизация.

Най-често като изходни продукти се използват контейнерооборотът и корабната претоварна норма. Контейнерооборотът отчита броя на претоварените контейнери в TEU и отразява необходимостта от претоварни съоръжения и услуги. Корабната претоварна норма измерва броя на обработените контейнери за един час работа на кораба и е показател за скоростта, с която коработ се обработва. Тази мярка също е измерител на нивото и качеството на пристанищните услуги. Повишаването на

ефективността при претоварването на товарите максимизира степента на натоварване на входния ресурс – кей, което се отразява върху пристанищните такси, заплащани от корабособствениците и количеството на обработения товар.

- **Приложимост на DEA анализ при контейнерните терминали**

Един принципен модел за развитие на контейнерен терминал включва следните етапи:

1-ви етап) Експлоатацията на терминала се характеризира с ниско натоварване на ресурсите и ниски разходи за извършване на операциите.

2-ри етап) Стремежът на терминалните оператори е насочен към прилагане на системи и технологични подобрения за извличане на максимална полза от земята, механизацията и работната сила.

3-ти етап) След достигане на капацитета на съществуващите системи, технология, земя и механизация, терминалните оператори се насочват към разширяване на площта на терминала.

4-ти етап) След изчерпване на възможностите на съществуващите системи, технология и земя, операторите инвестират в механизация с цел да минимизират разходите за труд.

5-ти етап) След достигане на границата на възможностите на системите, технологията, земята и механизацията, операторите наемат допълнително работна ръка.

В резултат от прилагането на DEA анализ на всеки етап и отчитайки разходите за входните ресурси (работна ръка, инвестиции в механизация, земя, системи и технологии) по отношение на протичането на контейнерните терминални операции, може да се установи влиянието на всеки един от входните ресурси и изходни продукти върху относителната ефективност на контейнерното пристанище. В този смисъл DEA анализът би бил особено полезен за пристанищните оператори, пристанищните власти, правителствените органи при прединвестиционни проучвания за изграждане на нови, развитие и разширяване на съществуващи контейнерни терминали.

ИЗВОДИ от Глава 2

1. Във втора глава се решава втората задача на изследването – описани са периодът на изследването, дадени са основните методологични постановки при формиране на извадките.

2. Избран е математически и статистически инструментариум за оценка на ефективността. Посочен е специализиран софтуер за получаване на числени решения.

3. Резултатите от DEA анализ са чувствителни към точността на променливите. Във връзка с това са изведени условията за провеждане на корелационен, сензитивен и регресионен анализ.

4. Посочени са особеностите на изискванията за реализация на DEA модела – положителност, изотоничност, еднородност, на примера на контейнерните терминали.

5. Въз основа на групиране на пристанищните власти по характерните им особености е предложен метод за оценка на ефективността на всяка група пристанищна

власт. Резултатите от изследването биха могли да се използват за анализ и прилагане на добри управленски практики в българските терминали.

6. Анализирано е значението на индекса на продуктивност на Малмкюист като метод, чрез който се оценява дали нарастването на ефективните оценки всяка година са резултат от подобрения в техническата ефективност или от технологична промяна.

Въз основа на създадената методологията и въведените ограничения в следващата глава са представени резултатите от проведените изследвания.

ГЛАВА 3 Експерименти за оценка на ефективността

• Общи положения

За периода от 2007 до 2009 година включително е извършено наблюдение на следните входни величини: дължина на кея (м), брой корабни места, брой стационарни кранове на кея (броя), площ на контейнерната площадка (м²), механизация на терминала (брой машини). Като изходна величина е възприет контейнерооборотът (в TEU). В Приложения към дисертацията са показани базовите данни на величините на 34 контейнерни терминали (пристанища), които са включени в изследването.

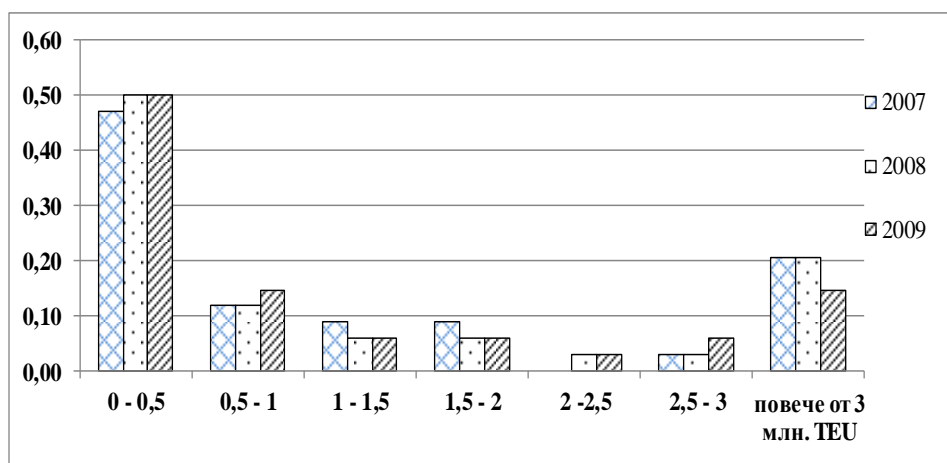
В Таблица 3 в обобщен вид е показано разпределението на товарооборота на 34 терминала по години.

Таблица 3

Разпределение на контейнерооборота в TEU по години

Граници на интервала, млн. TEU	Относителна честота		
	2007 г.	2008 г.	2009 г.
0 - 0,5	0,47	0,50	0,50
0,5 - 1	0,12	0,12	0,15
1 - 1,5	0,09	0,06	0,06
1,5 - 2	0,09	0,06	0,06
2 - 2,5	0,00	0,03	0,03
2,5 - 3	0,03	0,03	0,06
повече от 3	0,21	0,21	0,15

На фиг. 6 е показана графика на разпределението на контейнерооборота в TEU за 2007-2009 година. Наблюдава се динамика на относителния дял на терминалите с оборот до 1 млн. TEU в посока нарастване и на относителния дял на терминалите с оборот между 1 – 2 млн. TEU и над 3 млн. TEU в посока намаляване.



Фиг. 6 Сравнителна графика на разпределението на контейнерооборота в TEU за 2007-2009 година

В Таблица 4 е показано статистическото описание на характеристиките на терминалите за периода 2007-2009 г.

Таблица 4

Описателна статистика на характеристиките на терминалите

Характеристики	Година	средно аритметично	стандартно отклонение	медяна	Мин.	Макс.
1	2	3	4	5	6	7
Годишен контейнерооборот	2007	1 600 100,4	2 273 255,0	540 003,0	21 982,0	9 890 000,0
	2008	1 621 994,2	2 338 836,0	498 326,5	22 736,0	9 737 000,0
	2009	1 347 247,3	1 887 564,52	427 225,5	17 567,0	7 310 000,0
Дължина на кея	2007	1 928,00	1 757,91	1 663,0	155,0	7 570,0
	2008	1 928,00	1 757,91	1 663,0	155,0	7 570,0
	2009	1 928,00	1 757,91	1 663,0	155,0	7 570,0
Брой корабни места	2007	5,2	5,0	3,50	1,0	24,0
	2008	5,2	5,0	3,50	1,0	24,0
	2009	5,2	5,0	3,50	1,0	24,0
Брой кранове	2007	15,2	17,5	7,5	1,0	76,0
	2008	15,2	17,5	7,5	1,0	76,0
	2009	15,2	17,5	7,5	1,0	76,0
Площ на контейнерната площадка	2007	457 853,4	856 451,3	167 500,0	6 900,0	4 200 000,0
	2008	457 853,4	856 451,3	167 500,0	6 900,0	4 200 000,0
	2009	457 868,2	856 448,4	167 500,0	6 900,0	4 200 000,0
Механизация на терминала	2007	91,12	138,20	42,0	3,0	761,0
	2008	91,18	138,16	42,0	3,0	761,0
	2009	91,18	138,16	42,0	3,0	761,0

- **Матрица на корелационните коефициенти на входните ресурси и изходните продукти по години**

За установяване на устойчивостта на DEA резултатите е извършен корелационен анализ на входните и изходните величини по години. За изчисляване на корелационните коефициенти на Пирсън е използвана функцията *CORREL* на програмния продукт Microsoft EXCEL.

ИЗВОД: От извършения корелационен анализ на входните ресурси и изходния продукт по години правим извода, че стойностите на корелационните коефициенти са приемливи. Това ни дава основание да твърдим, че резултатите, които ще получим от DEA анализ ще бъдат устойчиви. Не са налице изследвания, които да показват при каква степен на силна зависимост на корелационната връзка, приетите за зваимозаменяеми входни ресурси (изходни продукти) могат да бъдат замествани при необходимост.

- **Оценка на ефективността на контейнерните терминали**

Избор на DEA модел

За проучването използваме изходно-ориентиран модел (output-based DEA) което означава, че при оценката на ефективността се цели оптимизиране на продукта.

Изходно-ориентираният модел решаваме при постоянна (CCR) и променлива (BCC) възвращаемост от мащаба.

Условие за ефективност на DMU

Ако CCR- и BCC-оценките за една DMU едновременно я оценяват като 100% ефективна, то тогава тя функционира (оперира) при най-продуктивния размер от мащаба. Ако една DMU има BCC-оценка за ефективност 100%, но по-ниска CCR-оценка, това означава, че тя оперира локално ефективно, но глобално неефективно поради мащаба на DMU.

Разлагането на глобалната техническа ефективност (на чиста техническа ефективност и ефективност от мащаба) посочва източниците на неефективност, т.е. дали тя е причинена от неефективни операции (чиста техническа ефективност на локална основа) или поради неблагоприятни комбинации, проявяващи се чрез ефективността от мащаба, или от двете. Декомпозирането на глобалната техническа ефективност служи още като насока за това, какво може да се постигне в краткосрочен и дългосрочен период. Например, ако по-голямата част от неефективността на DMU се дължи на малкия обхват на операциите и при условие за нарастваща възвращаемост от мащаба, DMU е необходимо да планира експанзия (разширяване). Една възможност за ускоряване на този процес е посредством извършване на пазарно сливане. Ефектът от пазарните сливания води до увеличаване на пазарния дял на оцеляващата организация на съответните пазари и до увеличаване на печалбата. От друга страна, в краткосрочен период усилията на организацията може да се насочат към намаляване на чистата техническа неефективност без да се променя мащаба на операциите.

Статистическо описание на ефективността

За определяне на броя на степените на свобода при провеждане на DEA анализ се препоръчва следното правило:

$$n \geq \max\{m \times s, 3(m + s)\}$$

където n е броят на DMUs,

m е броят на входовете,

s е броят на изходите.

Изпълняваме условието за степените на свобода: (34 DMU > max (5 входа x 1 изход; 3*(5 входа+1 изхода)).

Проверка за валидност на експеримента

За реализиране на DEA анализа се изисква извършване на проверка за валидност на експеримента:

- по отношение на *изискването за положителен продукт*: Контейнерооборотът е положителна величина;

- по отношение на *изотоничността*: Условието за изотоничност се проверява с помощта на матрицата на корелационните коефициенти. Ако всички корелационни коефициенти имат положителни стойности, то връзката между входните ресурси и изходните продукти е изотонична;

- по отношение на *еднородността*: Всички DMUs участват с едни и същи входове и изходи в модела. Отклонения по това условие се очакват по отношение на различията в механизацията на терминала.

ИЗВОД: Следователно, условието за брой DMUs и изискванията за валидност на DEA изследването са изпълнени.

• Резултати от прилагането на DEA анализ при изходно-ориентиран модел за 2007 - 2009 година

Данните за контейнерните терминали (пристанища) са обработени с помощта на компютърната програма DEAP Version 2.1.

Приложени са резултатите от извършването на изходно-ориентиран DEA анализ за всяка от годините. Извършена е проверка за „истинността“ на получената ефективност чрез провеждане на сензитивен анализ. Българските пристанища показват „привидна“ чиста техническа ефективност, т.к. не са „peers“ на нито един неефективен терминал.

Наблюдаваната неефективност през 2007 година (около 80%) при функционирането на българските терминали (Bourgas, Varna East, Varna West) се дължи на малкия мащаб на единиците в резултат от неблагоприятни външни фактори (например малък пазарен дял). За пристанищата е характерна нарастваща възвращаемост от мащаба (IRS), откъдето следва, че подобрене в ефективността им

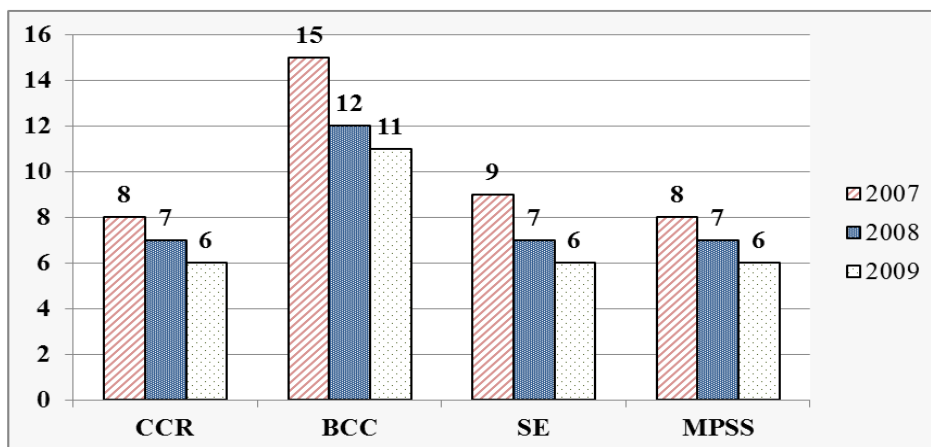
може да се постигне чрез увеличаване на обема на производството и обхвата на дейността им.

В резултат на извършените анализи е установено, че през 2008 г. контейнерните терминали „Varna East“ и „Bourgas“ имат 100% чиста техническа ефективност, което означава, че е създадена добра организация на местно ниво при превръщането на входните ресурси в изходни продукти. Но глобалната им техническа ефективност е много ниска, като причината за това е неподходящия мащаб на единиците ($SE_{Bourgas}=0,199$; $SE_{Varna\ East}=0,177$). Контейнерният терминал „Varna West“ има оценка на чистата техническа ефективност - 0,532, и на общата техническа неефективност - 0,577, която се дължи по-скоро на местна неефективност (0,468), отколкото на неефективност от мащаба (0,204). И трите терминала работят под производствените си възможности.

Анализът за 2009 г. показва, че контейнерният терминал на Пристанище Варна Запад показва неефективност, дължаща се на локални причини (47%) и на външни фактори (32%) (работи под границата на производствените си възможности). Докато Varna East и Bourgas показват само глобална неефективност, дължаща се на неефективност от мащаба.

- **Динамика на ефективността за периода 2007-2009г.**

На фиг. 7 е показана динамиката на броя на ефективните терминали при различните типове ефективност. Наблюдава се ясно изразена тенденция към намаляване на броя на напълно ефективните терминали.



Фиг. 7 Динамика на броя на ефективните терминали за периода 2007 – 2009 година

- **Установяване на целевия товарооборот за българските пристанища в периода 2007 – 2009 г.**

Изходно-ориентираният модел на DEA анализ позволява да се определи този контейнерооборот, който при зададените входни ресурси (без да ги променяме) ще максимизира ефективността на терминала при променлива възвращаемост от мащаба.

Като се има предвид извадката от 34 контейнерни терминали и при зададените входни ресурси, се получават следните стойности на целевия контейнерооборот,

описани в таблица, за пристанищата във Варна и Бургас. Целевият товарооборот е определен на база ВСС-DEA модел (VRS), т.к. той отчита и ефективността от мащаба.

Таблица 5

*Целеви контейнерооборот за контейнерните терминали
във Варна и Бургас за 2007, 2008 и 2009 година*

Пристанище	Година	Достигнат	Целеви	Относително увеличение в проценти
		контейнерооборот TEU	контейнерооборот TEU	
Bourgas	2007	30 587	30 587	0
	2008	45 927	45 927	0
	2009	23 833	23 833	0
Varna (East)	2007	49 713	49 713	0
	2008	44 900	44 900	0
	2009	28 357	28 357	0
Varna (West)	2007	50 000	50 000	0
	2008	110 426	207 672	88
	2009	84 254	160 125	90

В хода на изследването се установи, че причините за неефективността на българските терминали имат комплексен характер - дължат се както на местните организационни условия, така и на неефективността от мащаба. Таблица 5 показва, че за да работи с 100% чиста техническа ефективност, контейнерният терминал на Пристанище Варна Запад е трябвало да обработи с 88% повече TEUs спрямо товарооборота си през 2008 г. и с 90% повече TEUs спрямо товарооборота си през 2009г.

- **Анализ на ефективността на контейнерните терминали в зависимост от групата пристанищна власт, към която са отнесени**

В Таблица 6 са представени осреднените стойности на различните типове ефективност за групите “Anglo-Saxon”, “Hanse”, “Latin”, “New Hanse”, “New Latin” за периода 2007-2009 г.

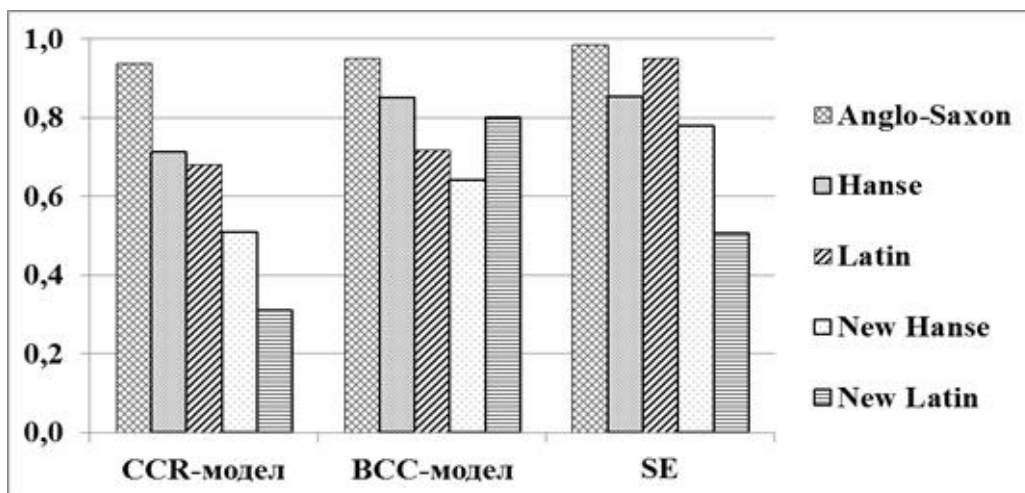
Таблица 6

Осреднени стойности на ефективността по групи пристанищни власти

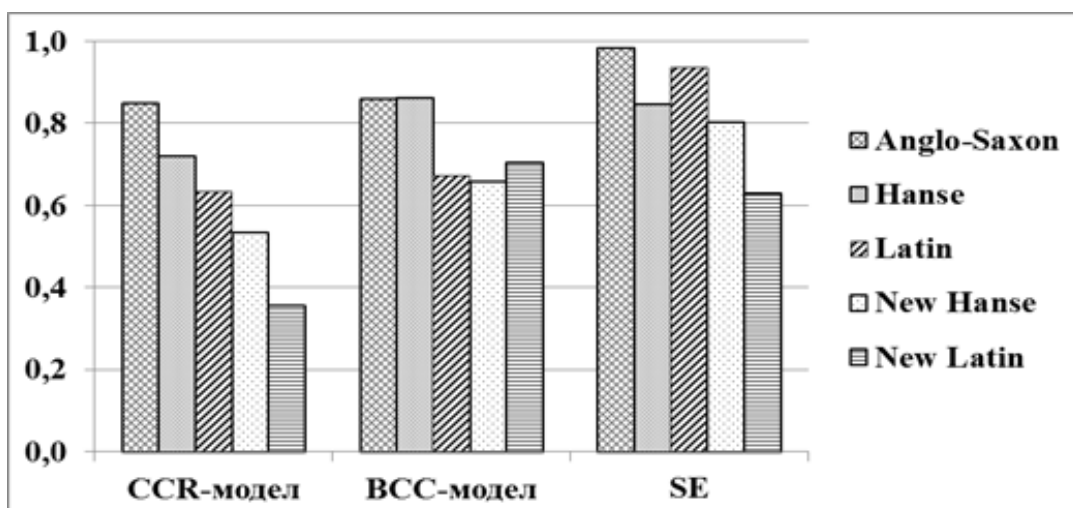
Група пристанищна власт	Година	CCR модел (CRS)	ВСС модел (VRS)	SE
1	2	3	4	5
Anglo-Saxon (4 терминала)	2007	0,939	0,951	0,987
	2008	0,850	0,862	0,986
	2009	0,885	0,896	0,986

Таблица 6 (продължение)

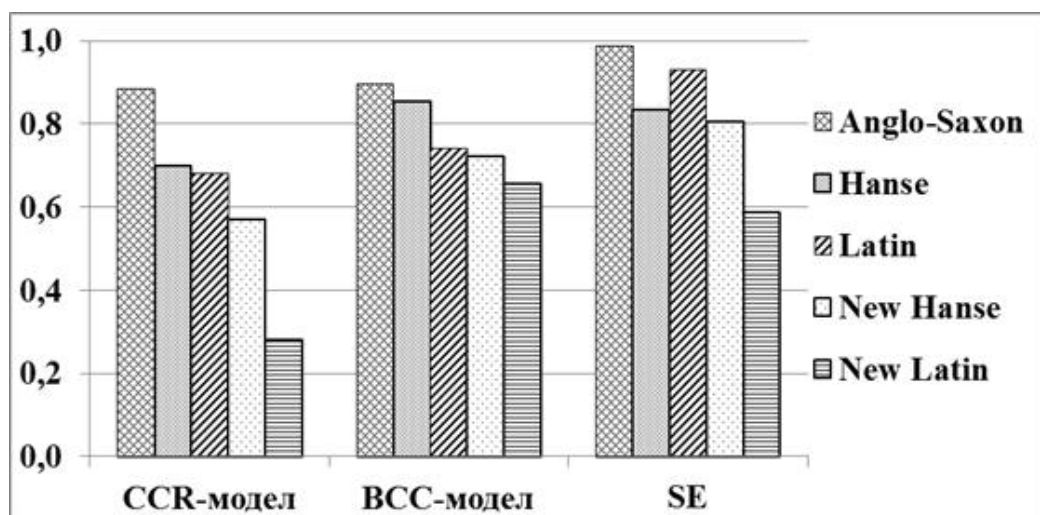
1	2	3	4	5
Hanse (7 терминала)	2007	0,714	0,853	0,855
	2008	0,720	0,864	0,848
	2009	0,698	0,853	0,834
Latin (13 терминала)	2007	0,680	0,718	0,952
	2008	0,635	0,674	0,936
	2009	0,681	0,740	0,929
New Hanse (5 терминала)	2007	0,510	0,643	0,780
	2008	0,535	0,658	0,805
	2009	0,571	0,721	0,805
New Latin (5 терминала)	2007	0,311	0,800	0,508
	2008	0,358	0,707	0,630
	2009	0,281	0,657	0,587



Фиг. 8 Значение на CCR-модел, BCC-модел и SE по групи пристанищни власти за 2007 година



Фиг. 9 Значение на CCR-модел, BCC-модел и SE по групи пристанищни власти за 2008 година



Фиг. 10 Значение на CCR-модел, BCC-модел и SE по групи пристанищни власти за 2009 година

Наблюдението на фиг. 8, фиг. 9 и фиг. 10 показва, че най-високи са оценките на различните видове ефективност за групата “Anglo-Saxon”. С най-голяма неефективност се отличават последните две, новосформирани групи “New Hanse” и “New Latin” особено по отношение на глобалната техническа ефективност. Източник на неефективност най-често е размерът на мащаба.

Изводи: Въз основа на задълбочено изследване на общата техническа, чиста техническа и ефективността от мащаба, както и динамиката им за периода 2007-2009 година, е установено, че най-добре работещата група пристанищни власти е „Anglo-Saxon“. Този резултат потвърждава изводите от други изследвания, в които средната ефективност на пристанищата на Британските острови е по-висока от тази в Източноевропейските страни и Скандинавието. Тези резултати могат да послужат като насока за анализиране на добрите практики на контейнерните терминали в тези държави с цел подобряване на ефективността на българските пристанища.

- **Изследване на статистическата значимост на разликата между ефективностите на групите пристанищни власти „Anglo-Saxon“, “Hanse” и “Latin” и новосформираните “New Hanse” и “New Latin”.**

По принцип групите “New Hanse” и “New Latin” са оформени след падането на „желязната завеса“, по-късно от останалите три. Групата “New Hanse” включва държавите от Балтийския регион, а “New Latin” – Източното Средиземноморие и Черно море. До падането на завесата това са държави с планова икономика, в които след редица политически промени протичат процеси на либерализация. От извършените анализи за ефективността на групите е установено, че все още контейнерните терминали в новосформираните групи показват като цяло ниска ефективност.

За да установим каква е статистическата значимост на разликата между ефективностите на новите групи и традиционните групи пристанищни власти, използваме непараметричен метод за анализ на ранжирани данни, т.к. теоретичното разпределение на оценките на ефективността са неизвестни. С помощта на критерия на Уилкоксън-Ман-Уитни е проведено изследване, с което да се установи, дали различията в общата и чистата ефективност на пристанищата в двете големи групи са случайни или са статистически значими.

Въз основа на резултатите от теста се извежда следния извод:

1) съществуват различия в оценките за общата техническа ефективност на терминалите в двете формирани извадки, които не са случайни, и които се дължат на размерите (мащаба) на DMUs (контейнерните терминали), включени в съответните извадки;

2) в контейнерните пристанища могат да се създават местни условия, благоприятстващи ефективното превръщане на входните ресурси в изходни продукти независимо от това, към коя група принадлежи съответния контейнерен терминал.

- **Изследване на ефективността на нов контейнерен терминал**

С помощта на инструментите на DEA анализ оценяваме ефективността на бъдещ контейнерен терминал, ако той е започнал да функционира към 2008 г. Задачата ни е да установим целевия товарооборот, при достигането на който терминалът би работил ефективно.

Разглеждаме два сценария, които се различават по размера на контейнерооборота. Търсим изменението в глобалната (общата) техническа, чистата техническа ефективност и ефективността от мащаба.

Изследването извършваме при изходно-ориентиран модел, т.к. търсим максимизиране на резултата при наличните ресурси. С цел съпоставимост на изходния продукт формираме извадка от 18 контейнерни терминали (пристанища) (включително изследвания нов контейнерен терминал) с годишен контейнерооборот до 400 хил. TEU за 2008 г.

В сценариите са заложили следните параметри на новия терминал, посочени в Таблица 7:

Таблица 7

Данни за нов контейнерен терминал

Вход/ Изход	Сценарий I	Сценарий II
Изход		
- Годишен контейнерооборот	150 000 TEU	200 000 TEU
Вход		
- Дължина на кея	300 м	300 м
- Площ на контейнерната площадка	83 700 м ²	83 700 м ²
- Тилова механизация, брой машини	15	15

ИЗВОДИ:

Резултатите от изследването могат да се представят в Таблица 8.

Таблица 8

	Годишен контейнерооборот, TEU	Обща техническа ефективност	Чиста техническа ефективност	Ефективност от мащаба
Сценарий I	150 000	0,606	0,780	0,777
Целеви контейнеро- оборот, получен от Сценарий I	192 383	0,777	1,000	0,777
Сценарий II	200 000	0,808	1,000	0,808

Въз основа на резултатите от изследването се правят следните изводи (към данните от 2008г.):

- Ако годишният контейнерооборот на „Новия терминал“ е 150 хил. TEU, оценките на всички видове ефективност са по-малки от 1 и терминалът ще се характеризира с неефективност.

- Ако годишният контейнерооборот на „Новия терминал“ нарастне до целевия товарооборот от 192 383 TEU, той би имал чиста техническа ефективност 100% по отношение на зададените входни ресурси, но общата техническа ефективност и ефективността от мащаба продължават да имат оценки по-малки от 1.

- При реализиран контейнерооборот от 200 хил. TEU, се наблюдава нарастване на оценките за общата техническа ефективност и ефективността от мащаба.

И в трите случая терминалът ще работи под производствените си възможности. Във връзка с това е необходимо да се извършат допълнително изследвания за това, при какъв контейнерооборот по-голям от 200 хил. TEU, терминалът ще бъде напълно ефективен. Резултатите от прилагането на DEA анализ е необходимо да бъдат съгласувани с проектния капацитет на складовата площадка и пропускателната способност на „Новия терминал“. Необходимо е също така да се изследват различни комбинации от входни ресурси и изходни продукти, както и би било добре да се увеличи обемът на извадката.

• Оценка на продуктивността на контейнерните терминали

Продуктивността на контейнерните терминали е оценена с DEA базирания индекс на Малмкюист (*Индекс 5*) при изходно-ориентиран модел.

Индексите на продуктивност на контейнерните терминали за целия изследван период са:

Индекс 1 – индекс, отчитащ промените на общата техническа ефективност;

Индекс 2 – индекс, отчитащ промените в технологиите;

Индекс 3 – индекс, отчитащ промените на чистата техническа ефективност;

Индекс 4 – индекс отчитащ промените на ефективността от мащаба на производството;

Индекс 5 – индекс, отчитащ промените на общата факторна продуктивност.

Таблица 9

Статистически характеристики на индексите	Индекс 1	Индекс 2	Индекс 3	Индекс 4	Индекс 5
Средно геометрично	0,999	0,923	0,994	1,005	0,923
Максимум	1,665	1,096	1,837	1,858	1,576
Минимум	0,687	0,812	0,691	0,835	0,649
Брой на терминалите с положително изменение на индекса	13	1	12	8	8
Брой на терминалите без промяна на индекса	6	0	11	6	0
Брой терминали с намаление на индекса	15	33	11	20	26

Осреднената стойност на индекса на Малмкюист за продуктивност (*Индекс 5*) е 0,923 (вж. Таблица 9), което означава, че средната продуктивност на контейнерните терминали през 2009 г. е 92,3% от продуктивността им през 2007г. Намалението за периода е 7,7%. В края на 2009 г. се отчита повишаване на продуктивността при 8 терминала, докато останалите 26 терминали са функционирали при ниски нива на продуктивност. Най-голямо повишение на продуктивността са показали Port of Gdansk, Port of Sines, Port of Varna (West), Gdynia Container Terminal, докато най-голямо понижение на продуктивността се отчита при Port of Constanta, Port of Piraeus, Gdynia Baltic Container Terminal, Port of Amsterdam.

Агрегираният *Индекс 1*, отчитащ промените на общата техническа ефективност, има стойност 0,999, което показва намаление с 0,1% в края на 2009 г. в сравнение с началото на разглеждания период през 2007 г. Повишение на общата техническа ефективност са показали 13 терминали, 6 терминали са запазили равнището на обща техническа ефективност, а 5 са намалили общата си техническа ефективност.

За разглеждания период само един терминал – Port of Valencia е показал положителна технологична промяна (*Индекс 2*). При останалите 97% от терминалите промяната е негативна.

Положителна промяна на чистата техническа ефективност (*Индекс 3*) се наблюдава при 33% от терминалите. Такъв е и делът на тези терминали, при които не се наблюдава изменение, както и на терминалите, при които се отчита спад.

Индекс 4, отчитащ промяната в ефективността от мащаба, е с агрегирана стойност 1,005. Положителното изменение на индекса при осем от терминалите се компенсира от високия дял (58,8%) на терминалите с тенденция към спад.

• **Изменение на продуктивността по групи пристанищни власти**

В Таблица 10 са описани агрегираните индекси на Малмкюист по групи пристанищни власти.

Таблица 10

Агрегирани индекси на Малмкюист по групи пристанищни власти

Групи пристанищни власти	Описателна статистика	Индекс 1	Индекс 2	Индекс 3	Индекс 4	Индекс 5
Anglo-Saxon (4 терминала)	Средно	0,968	0,911	0,968	1,000	0,881
	Стандартно отклонение	0,052	0,035	0,050	0,006	0,041
	Средно геометрично	0,967	0,911	0,967	1,000	0,881
Hanse (7 терминала)	Средно	0,971	0,910	0,987	0,982	0,882
	Стандартно отклонение	0,104	0,048	0,096	0,023	0,094
	Средно геометрично	0,965	0,909	0,983	0,982	0,878
Latin (13 терминала)	Средно	1,019	0,939	1,035	0,984	0,956
	Стандартно отклонение	0,162	0,051	0,149	0,045	0,147
	Средно геометрично	1,007	0,938	1,025	0,983	0,945
New Hanse (5 терминала)	Средно	1,132	0,909	1,122	1,026	1,032
	Стандартно отклонение	0,353	0,033	0,415	0,148	0,342
	Средно геометрично	1,090	0,909	1,071	1,018	0,991
New Latin (5 терминала)	Средно	0,992	0,931	0,900	1,139	0,927
	Стандартно отклонение	0,249	0,045	0,179	0,407	0,253
	Средно геометрично	0,967	0,930	0,885	1,093	0,900

С най-висока стойност на агрегирания Индекс 1, отчитащ промените на общата техническа ефективност, се отличават терминалите от група „New Hanse”, а с най-нисък са тези от група „Hanse”.

По отношение на Индекс 2 за технологична промяна всички групи показват спад.

Групата “New Hanse” показва напредък в чистата техническа ефективност с Индекс 3 равен на 1,071, докато за групата “New Latin” се наблюдава спад с 11,5%

За целия период 2007-2009г групата “New Latin” показва положителна тенденция по отношение на промените на ефективността от мащаба (Индекс 4). Всички групи показват по-ниски стойности на общата факторна продуктивност към края на периода 2009 г., в сравнение с началото 2007 г., като намалението е в границите 1-12%.

ИЗВОДИ от Глава 3

В Глава 3 се решават втора и трета задача на дисертацията. Въз основа на получени оценки за различните видове ефективност се извеждат изводи за нивото на ефективност на българските контейнерни терминали, както и се посочват източниците на неефективност в краткосрочен и дългосрочен план.

Сравнителният анализ между контейнерните терминали позволява да се открият пристанищата с най-успешно управление независимо от географското им разположение и големината.

Възможността да се създават и изследват различни модели на един контейнерен терминал превръща DEA анализа в мощен инструмент на ситуационния анализ с важно приложение в процеса на вземане на оперативни решения.

Останалите изводи на главата са изведени в края на всяка точка от главата.

ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Чрез решаване на конкретни задачи с помощта на DEA анализ е демонстрирана практическата приложимост на метода в оперативната дейност на контейнерните терминали. Подходът позволява да се оцени ефективността на превръщането на входните ресурси в изходни продукти въз основа на многофакторната продуктивност на пристанищните съоръжения и инфраструктура.

В българските пристанища (контейнерни терминали) са налице необходимите условия за извършването на този тип анализ, т.к. в тях функционира система за събиране на статистическа информация. Изводите от периодичните анализи, които се извършват с прости ключови показатели за дейността на българските пристанища, могат да бъдат непосредствено съпоставени с резултатите от DEA анализ. Извършените в дисертацията изследвания е полезно да бъдат продължени за установяване на ресурсите с критично значение за ефективността на терминалите. Получените резултати биха били особено полезни на пристанищния мениджмънт, като се има предвид че инвестициите в пристанищната инфраструктура, механизация и работна ръка имат значителни финансови измерения, което потвърждава, издигнатата в дисертацията хипотеза. Резултатите, получени чрез DEA анализ, не отхвърлят традиционно използваните показатели за дейността на пристанищата, а може да ги дообогатят и допълнят.

СПРАВКА ЗА НАУЧНО-ПРИЛОЖНИТЕ ПРИНОСИ

1. В дисертационния труд са изследвани и са анализирани иконометрични методи за оценка на работата на контейнерните терминали, въз основа на което са установени техните силни и слаби страни. Установени са препоръки за тяхното усъвършенстване с цел ефективната им приложимост в контейнерните терминали.

2. Въз основа на проведени и систематизирани емпирични изследвания са установени и анализирани източници на неефективност, както е и установен целевия контейнерооборот, с цел повишаване на ефективността на българските пристанища.

3. Чрез DEA анализ са проучени, анализирани и са оценени технико-икономически анализи за определяне на целевия контейнерооборот на нов контейнерен терминал, с цел осигуряване на неговата ефективна експлоатация.

4. Систематично установените сценарии за изграждане на нов контейнерен терминал дообогатяват показателите на извършените по въпроса проучвания и водят до формиране на нови доводи (доказателства) за оценка на нуждите от инвестиции

5. Въз основа на осъществения сравнителен анализ в дисертационния труд, формиран на база тип „пристанищни власти“, са изведени изводи, обобщения и добри практики с цел приложимостта им в контейнерните пристанища.

ПУБЛИКАЦИИ ОТ АВТОРА, СВЪРЗАНИ С ТЕМАТА

1. Ганчева, Яна. Приложение на DEA-анализ за измерване на ефективността на пристанищата. // Морски научен форум. Том 2. Проблеми на висшето образование. Науки за морето и кораба. ВВМУ „Н.Й.Вапцаров“, Варна, 2011, с. 157-162, ISSN 1310-9278.

2. Ганчева, Яна. За значимостта на коефициента на заетост на кея в пристанището. // Морски научен форум. Том 1. Проблеми на висшето образование. Науки за морето и кораба. ВВМУ „Н.Й.Вапцаров“, Варна, 2013, с. 167-173, ISSN 1310-9278.

3. Димитракиев, Димитър, Ганчева, Яна. Процедура за изработване и изменение на генерален план на пристанище за обществен транспорт и проблемите, възникващи при прилагане на Наредба №10. Десета международна научно-приложна конференция „Икономика и мениджмънт на иновациите – съвременни теории и практики“, юни 2014г., с. 365 – 372, ISBN 978-619-7026-08-5.

4. Ганчева, Яна. Оценка на ефективността на българските контейнерни терминали. // Science&Technologies, vol. IV, Nr. 2, 2014, Nautical&Environmental studies, p. 92-96, ISSN 1314-4111.

5. Ганчева, Яна, Димитракиев, Димитър. Изисквания за провеждане на DEA анализ в контейнерните терминали. // International Conference „Science and Technology for Sustainable Maritime Development, 13 май 2015, Varna. (депозирани доклад за участие)