



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ
Факултет Машиностроителен
Катедра Автоматизация на дискретното производство

Маг. инж. ЛАЛО КУНЧЕВ ВЪЛЧКОВ

**ПОВИШАВАНЕ НА ЕФЕКТИВНОСТТА НА СКЛАДОВИТЕ
ПРОЦЕСИ В ДИСТРИБУЦИОННИ ЦЕНТРОВЕ ЗА ЗИМНИ
СПОРТНИ СТОКИ**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертация за придобиване на образователна и научна степен
"ДОКТОР"

Област: 5. Технически науки

Професионално направление: 5.1.Машинно инженерство

Научна специалност: Автоматизирани системи за обработка на информация и
управление

Научен ръководител: проф. д-р инж. ИВО КРЪСТЕВ МАЛАКОВ

СОФИЯ, 2018 г.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от Разширин катедрен съвет на катедра „Автоматизация на дискретното производство“ към Машиностроителен факултет на ТУ-София на редовно заседание, проведено на 14.05.2018 г. с Протокол № 7.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на 04.10.2018 г. от 13,00 часа в Конферентната зала на БИЦ на Технически университет – София на открито заседание на научното жури, определено със заповед № ОЖ-203/14.06.2018 г. на Ректора на ТУ-София в състав:

1. Проф. д-р Димчо Чакърски – председател
2. Проф. д-р Иво Малаков – научен секретар
3. Проф. д-тн Христо Шехтов
4. Проф. д-тн Васил Каварджиков
5. Доц. д-р Гено Хаджикосев

Рецензенти:

1. Проф. д-р Димчо Чакърски
2. Проф. д-тн Христо Шехтов

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в канцеларията на Машиностроителен факултет при ТУ-София, блок № 4, кабинет № 3242.

Дисертантът е задочен докторант към катедра „Автоматизация на дискретното производство“ на Машиностроителен факултет. Изследванията по дисертационната разработка са направени от автора, като някои от тях са подкрепени от научноизследователски проекти.

Автор: маг. инж. Лало Вълчков

Заглавие: Повишаване на ефективността на складовите процеси в дистрибуционни центрове за зимни спортни стоки

Тираж: 30 броя

Отпечатано в ИПК на Технически университет – София

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Актуалност на проблема

За зимния спортен бизнес е характерна висока сезонност със силна зависимост от метеорологичните условия и снежната покривка, които предопределят силната флуктуация на потребителското търсене. Тези характерни особености изискват гъвкави и ефективни промишлени процеси, които гарантират бърза адаптация към променящите се условия. Значителен дял на усилията за намаляване на производствените разходи и повишаване на ефективността на промишлените предприятия се падат на рационализирането и модернизирането на логистичните системи.

В последните години се увеличават изследванията за приложение на философиите и методите на подхода Шест Сигма и „Lean manufacturing“ в дистрибуционната логистика, но има все още нерешени проблеми. Този подход е известен като Lean Warehousing и неговата цел е повишаване на ефективността в дистрибуционните центрове на една организация чрез използването на цялостни и многообхватни методи, които са насочени към нуждите на организацията.

Актуалността на дисертационния труд се определя от това, че той е посветен на създаването на методика за оптимизация на складовите процеси за зимни спортни стоки.

Цел на дисертационния труд, основни задачи и методи за изследване

Целта на дисертационния труд е да се разработи и апробира методика за повишаване на ефективността на складовите процеси в дистрибуционни центрове за зимни спортни стоки.

За постигане на целта на дисертационния труд е необходимо да се решат следните **основни ЗАДАЧИ**:

1. На основата на анализ на известни стандарти за класификация на стоки и услуги да се предложи класификация на зимни спортни стоки, допълнена с нови базови данни за складови системи с цел оптимизиране на складовите процеси.

2. На основата на анализ на известни класификации на технически средства, да се предложи класификация на техническите средства за автоматизация на складовите процеси на зимни спортни стоки.

3. Да се разработи методика за приложение на подхода Lean Warehousing на основата на известни методи за управление на качеството.

4. Да се апробира и внедри методиката в дистрибуционния център за зимни спортни стоки на Амер Спортс АД.

Научна новост

В дисертационния труд е представена методика за повишаване на ефективността на складовите процеси в дистрибуционни центрове за зимни спортни стоки, включваща известни методи за повишаване на ефективността

чрез оптимизация или автоматизация на логистичните процеси, както и използването на Lean Warehousing.

Практическа приложимост

Анализирани са базовите данни за складови системи и е определена необходимостта от разширяването им с информация за взаимносвързаността между артикулите на зимните спортни стоки. Разработена е класификация за базови данни в складовите системи.

Предложен е анализ за използваемостта на техническите средства за автоматизация за зимни спортни стоки.

Разгледано и анализирано е приложението на балансираната карта за оценка на резултатите в складовото стопанство за зимни спортни стоки на Амер Спортс АД.

Разработена е методика за повишаване на ефективността на складовите процеси за дистрибуционни центрове за зимни спортни стоки.

Резултатите от дисертационната работа са изпробвани в дистрибуционния център за зимни спортни стоки на Амер Спортс АД.

Апробация

Методиката за повишаване на ефективността на складовите процеси за зимни спортни стоки е апробирана в дистрибуционния център за зимни спортни стоки на Амер Спортс АД и в дисертационния труд са разгледани някои от разработените инструменти и проекти.

Представени са резултати от внедряването на методиката и е доказано повишаването на ефективността.

Публикации

Основните резултати от дисертацията са представени в 7 научни публикации, от които 4 самостоятелни, списък на които е приложен в края на автореферата.

Структура и обем на дисертационния труд

Дисертационният труд е в обем от 140 страници, като включва увод, 4 глави за решаване на формулираните основни задачи, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература. Цитирани са общо 125 литературни източници, като 108 са на латиница и 12 на кирилица, а останалите са интернет адреси. Работата включва общо 61 фигури и 15 таблици. Номерата на фигурите и таблиците в автореферата съответстват на тези в дисертационния труд.

II. СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

ГЛАВА 1. СЪСТОЯНИЕ НА ПРОБЛЕМА. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ДИСЕРТАЦИОННАТА РАБОТА

В тази глава са определени специфичните особености на дистрибуционната логистика за зимни спортни стоки. Анализирани са известни методи за оптимизация на процеса на комисиониране и приложението на подхода Шест Сигма и „Lean manufacturing“ в дистрибуционната логистика.

1.5. Изводи.

В резултат от направения преглед на състоянието на проблема, обект на разглеждане в дисертационната работа, могат да се направят следните изводи:

1. Дистрибуционната логистика има централна роля в стратегията на Амер Спортс АД за увеличаване конкурентостта на компанията. Това е вследствие от една страна на централизирана дистрибуционна политка, като мярка вследствие на високата зависимост от метеорологичните зимни условия, а от друга страна е, стремежът за изпълнение на високите клиентски очаквания за времево и качествено изпълнение на поръчките.

2. Складовата база не е в състояние да изпълни клиентските изисквания за доставка на поръчките и съществуват резерви за повишаване на нейната ефективност.

3. Анализирани са известни стандарти за класификация на продукти и услуги, както и базовите данни за складови системи и е определена необходимостта от разширяването им с информация за взаимосвързаността между артикулите на зимните спортни стоки.

4. Процесите в складовото стопанство са предимно ръчни, а от многото известните технически средства трябва да се изберат онези, които са пригодни за зимни спортни стоки.

5. Методите за оптимизация на складовите процеси разглеждат складовото стопанство като самостоятелна система.

6. От направения обзор на Lean Manufacturing и Шест Сигма е анализирано, че прилагането на тези подходи в дистрибуционната логистика не е широко разпространено. Липсват и примери за тяхното приложение в процесите на складовото стопанство.

1.6. Цел и задачи на дисертационния труд.

В резултат на анализа на състоянието на проблема за оптимизация на складовите процеси за зимни спортни стоки е формулирана следната **цел на дисертационния труд**:

Да се разработи и апробира методика за повишаване на ефективността на складовите процеси в дистрибуционни центрове за зимни спортни стоки.

За постигане на целта на дисертационния труд е необходимо да се решат следните ЗАДАЧИ:

1. На основата на анализ на известни стандарти за класификация на стоки и услуги да се предложи класификация на зимни спортни стоки, допълнена с нови базови данни за складови системи с цел оптимизиране на складовите процеси.

2. На основата на анализ на известни класификации на технически средства, да се предложи класификация на техническите средства за автоматизация на складовите процеси на зимни спортни стоки.

3. Да се разработи методика за приложение на подхода Lean Warehousing на основата на известни методи за управление на качеството.

4. Да се апробира и внедри методиката в дистрибуционния център за зимни спортни стоки на Амер Спортс АД.

ГЛАВА 2. КЛАСИФИЦИРАНЕ НА ТЕХНИЧЕСКИТЕ СРЕДСТВА ЗА АВТОМАТИЗАЦИЯ НА СКЛАДОВИТЕ ПРОЦЕСИ ЗА ЗИМНИ СПОРТНИ СТОКИ

2.1. Класификация на базовите данни за зимни спортни стоки.

Базовите данни за логистични системи биват използвани за параметризация на складовите процеси и потока на материалите [108].

Анализът на базовите данни за зимни спортни стоки на Амер Спортс АД показва, че поради невземането под внимание на взаимосвързаността на продуктите в класификацията на базовите данни за складови системи, се затруднява, както параметризирането на складовите процеси (повишаване на ефективността на база зададени параметри), така и стратегиите за разпределение на складовите места. Поради отсъствието на тази информация взаимосвързаните продукти не могат да бъдат складирали в оптимална близост. Това от своя страна намалява потенциала за оптимизация на времето за комисиониране. Добавянето на взаимосвързаността на продуктите към базовите данни за складовите системи не само ще осигури възможната оптимизация на времето необходимо за комисиониране, но и ще направи възможно прилагането на нов вид стратегия за разпределение на складовите места.

Разширяването на класификацията на базовите данни за складови системи с взаимосвързаността на продуктите може да доведе не само до повишаване на удовлетвореността на клиентите чрез намаляване на времето за доставка, но и до намаляване на разходите на фирмата за доставка на клиентската поръчка.

На табл. 2.3. са показани нивата на взаимосвързаност на скиите и ски автоматите, като една двойка и на ски-каските и ски-маските (табл. 2.4.) като втора двойка на марката Salomon.

Таблица 2.3. Ниво на взаимосвързаност между ски и ски автомати.

Salomon	Брой поръчки	Брой единици
Ски	14.548	196.354
Ски автомати	6.168	165.049
Ски и ски автомати (комплект)	7.963	162.478
Взаимосвързаност		
Комплект /Ски	35%	45%
Комплект / Ски автомати	56%	50%

Таблица 2.4. Ниво на взаимосвързаност между ски-каска и ски-маски.

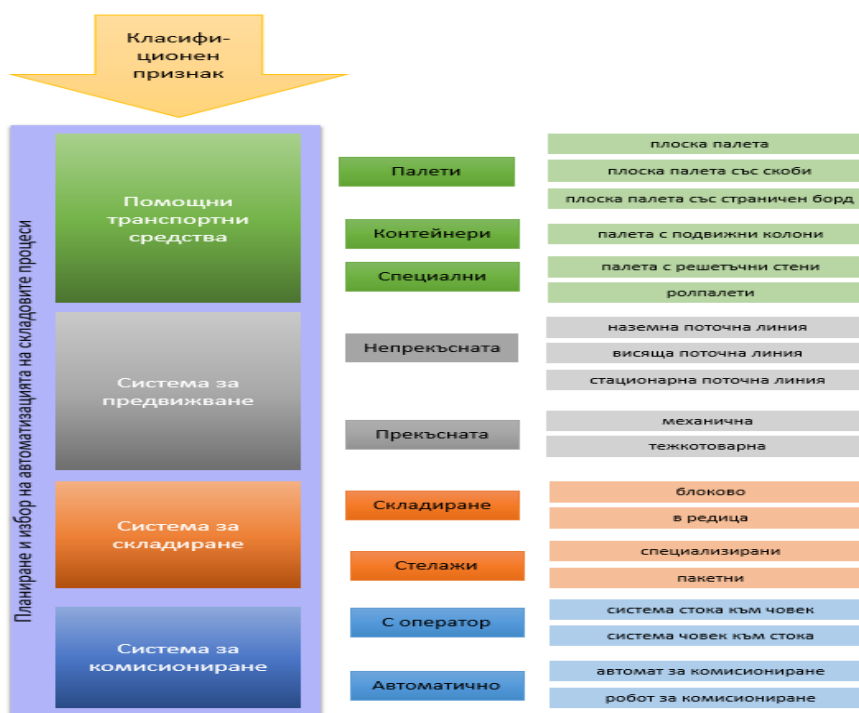
Salomon	Брой поръчки	Брой единици
Ски каски	13.305	191.726
Ски маски	6.371	61.588
Ски каски и маски (комплект)	8.298	325.804
Взаимосвързаност		
Комплект /Ски Каски	38%	63%
Комплект / Ски маски	57%	84%

От двете таблици е видно, че взаимосвързаността е на сравнително високо ниво. При скиите 45% от общия брой продадени ски са поръчани заедно със ски автомати, а при ски-автоматите взаимосвързаността е още по-висока като 50% от продаденото количество е поръчано заедно със ски. Важно е да се отбележи, че при броя поръчки взаимосвързаността при ски автоматите е по-ясно изразена, отколкото при скиите. Втората двойка силно взаимосвързани продукти ски-каска и ски-маски показва още по-ясно изразена

взаимосвързаност като 84% от продадените ски-маски са поръчани заедно със ски-каска с дял от 57% от общите клиентски поръчки, в които присъстват ски-маски. На база този анализ е наложително към видовете базови данни да се добави пета категория, която да отразява взаимосвързаността. Тя може да съдържа следните характеристики:

- взаимосвързаност по техническа спецификация;
- взаимосвързаност по продуктови групи в колекцията;
- взаимосвързаност на база клиентски поръчки.

2.2. Класификация на техническите средства за автоматизация.



Фиг.2.18. Класификация на техническите средства за автоматизация за зимни спортни стоки.

На база направения анализ на технически средства за автоматизация се предлага нова класификация адаптирана за нуждите и спецификата на зимни спортни стоки. Класификацията е показана на фиг. 2.18. Класификацията може да се използва при планиране и избор на автоматизация на складовите процеси.

2.4. Изводи.

1. Анализирани са базовите данни за складови системи и е определена необходимостта от разширяването им с информация за взаимосвързаността между артикулите на зимните спортни стоки

2. На основата на известна класификация е разработена нова, допълнена с нови базови данни за складови системи с цел оптимизиране на складовите процеси.

3. Предложен е анализ за използваемостта на техническите средства за автоматизация за зимни спортни стоки.

4. Предложени са методи за оптимизация на параметрите на високостелажни системи.

ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ЗА ПОВИШАВАНЕ НА ЕФЕКТИВНОСТТА НА СКЛАДОВИТЕ ПРОЦЕСИ

Анализирана е ролята на балансираната карта за оценка на резултатите и е определено адаптирането на четирите ѝ направления със средства от логистичния контролинг спрямо нуждите на складовото стопанство.

Внедряване на балансирана карта за оценка на резултатите в складовото стопанство на Амер Спортс АД.

С цел подобряване на мониторинга на процесите в складовото стопанство, идентифициране на потенциалните проблеми и възможности за подобрене, бе взето решение да се внедри балансираната карта за оценка като инструмент за управление и комуникация в дистрибуционния център за зимни спортни стоки на Амер Спортс АД. Таблица 3.2 представя структурната рамка на внедрената балансирана карта за оценка с част от използваните показатели.

Разработената балансирана карта за оценка съдържа не само четирите адаптирани за нуждата на логистиката направления, но и изведените стратегически задачи, разгледани в предния раздел. В допълнение към това направленията и стратегическите задачи се прилагат не върху складовото стопанство като цяло, а във всяко едно негово звено. Операциите в разглеждания дистрибуционен център са разделени в следните звена: приемане на стока, съхранение на продукцията, комплектоване на партидата, монтаж и сервиз, опаковане, спедиция и транспорт. Прилагайки подходът на балансираната карта за оценка на най-ниското структурно ниво, се цели осигуряването на изчерпателна информация за процесите и свързаните с тях дейности.

Внедряването на тази концепция се извърши чрез изграждането на база данни и разработването на „панели от индикатори” (dashboard). По този начин се цели удовлетворяването на следните изисквания:

- осигуряване на логистични данни за детайлни анализи;
- осигуряване на управленски инструмент за следене дейностите, разходите и отклоненията;
- осигуряване на комуникационен инструмент насочен към служителите на логистиката и тези на компанията.

На фиг. 3.2 е показана снимка на панели от индикатори, на внедрената балансирана карта за оценки, където:

- натовареността и комплексността на дейностите (workload/complexity) следи всяко едно от звената в складовото стопанство - (Приемане на стоката (Inbound), Комплектоване на партидите (Picking), Монтаж и Сервиз (Service), Опаковане (Packing) и Спедиция (Outbound));
- Съхранение в склада (Inventory);
- Структура на платените работните часове (Working Hour Structure) – производителни, непроизводителни, болнични за всяко едно звено;

- Производителност (Productivity);
- Структура на разходите (Cost Structure) – фиксирани и променливи разходи;
- Безопасност на труда (Safety);
- Транспорт и удовлетвореност на клиента (Logistics Service).

Таблица 3.2. Структурна рамка на балансиранта карта за оценка в дистрибуционния център за зимни спортни стоки на Амер Спортс АД

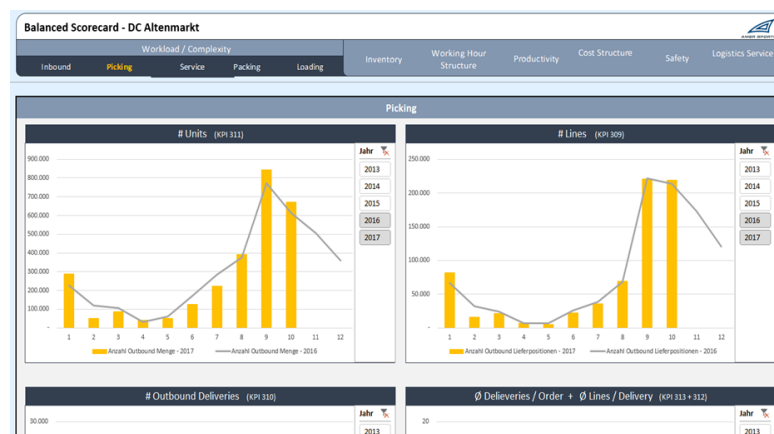
GLOBAL OPERATIONS Структурна рамка на балансирана карта за оценка				
	Структура	Производителност	Разходи	Качество
Приемане на стоката (Inbound)	• брой поръчки / камион • среден брой позиции / камион	• време за разтоварване на камион • продуктивни работни часове/работни часове	• разходи за товарна единица • разходи за камион	• брой грешки при приемане на стока • точност на прогнозата за доставки
Съхранение в склада (Storing)	• процент на запълване за товарна единица • стокооборот за товарна единица	• работни часове за брака • Единици стока за продуктова група	• разходи /товарна единица • разходи за поддръжка и ремонт	• стойност на инвентурните разлики • изплащаност на мотокарите
Комплектоване на партидите (Picking)	• среден брой позиции / поръчка • среден брой единици / позиция	• комисионирани позиции / час • продуктивни работни часове / работни часове	• разходи / поръчка • разходи / продуктова единица	• точност на прогнозата за продажби (поръчки) • брой грешки в комисионирането
Монтаж и Сервиз (Service)	• брой монтаж / продуктова група • брой монтаж / поръчка	• брой монтаж / час • брой работни часове / машина	• разходи за монтаж / продажна единица • разходи от брак при монтажа	• брой рекламации / монтирани единици • брой брак при монтаж / общ брой монтаж
Опаковане (Packing)	• среден брой единици / пакетна единица • среден брой артикули / пакетна единица	• продуктивни работни часове • непродуктивни работни часове • опаковани продуктови единици / час	• разходи / поръчка • разходи / позиция • разходи / продуктова единица	• точност на прогнозата за продажби (поръчки) • брой грешно комисионирани позиции • брой трудови злополуки
Спедиция Outbound	• процент на запълване / контейнер • брой складиращи товарни единици в зоната за спедиция	• темп на текучеството / ден • брой изпратени товарни единици / ден	• разходи за изпратена товарна единица	• брой на брака в зоната • отклонение от предвиденото време за товарене
Транспорт (Transportation)	• брой доставки / страна • брой камиони / страна	• брой доставки в рамките на договореното време / общ брой доставки	• общи разходи за транспорт • разходи за транспорт за вид транспорт (въздушен, морски, наземен)	• брой повредени транспортни единици • брой загубени поръчки



Панелът от индикатори представя детайлирана информация на месечна основа и предлага възможност за сравнение между различни календарни години. По този начин се осигурява не само компактно предоставяне на информацията, но и лесен сравнителен анализ за настъпилите промени. Поради специфичната сезонност на зимните спортни стоки в рамките само на един сезон в годината, предоставянето на данните на месечна и годишна база е достатъчна за практическите нужди и гореспоменатите цели на управлението на дистрибуционния център.

С внедряването на балансираната карта за оценки са постигнати следните резултати:

- повишена прозрачност на промените в логистичните процеси вследствие на фирмени решения за производство или пласмент на продукцията;
- висока прозрачността на производителността;
- увеличена прозрачност на разходите във всяко едно звено на складовото стопанство;
- подобряване на вътрешнофирмената комуникация;
- повишено внимание върху удовлетвореността на клиентите;
- подобряване на анализа за обучение и развитие на служителите;
- усъвършенстване на информацията за взимане на управленски решения.



Фиг. 3.2. Снимка на внедрената балансирана карта за оценка на резултатите в дистрибуционния център за симни спортни стоки на Амер Спортс АД.

3.4. Основни етапи на методика *Lean Warehousing* за повишаване на ефективността на складовите процеси.

От направения анализ се вижда, че оптимизацията на процесите в складовото стопанство трябва да бъдат не само точно и ясно систематизирани, но и ефектът от тяхното прилагане да може да бъде контролиран. Оптимизацията съгласно предлаганата методика, се извършва в следната последователност:

Стъпка 1: Задание – специфициране изискванията за оптимизация.

Стъпка 2: Осигуряване на базови данни за складови системи.

Стъпка 3: Създаване на балансирана карта за оценка на резултатите.

Стъпка 4: Проверка на наличните базови данни.

Стъпка 5: Получаване на информация за планираните продажби и операции.

Стъпка 6: Анализ на разходите, номенклатурата и структурата на клиентските поръчки.

Стъпка 7: Избор на метод(и) за повишаване на ефективността на комисиониране.

Стъпка 8: Анализ на капацитета на складовото стопанство с прогнозното й натоварване.

Стъпка 9: Проверка за съответствие със заданието.

Стъпка 10: Внедряване на цикъла DMAIC при ръководени на проекти.

Стъпка 11: Приложение на Lean Manufakturing методи.

Стъпка 12: Внедряване на логистична ергономичност.

Стъпка 13: Проверка съответствие със заданието.

Стъпка 14: Анализ и оценка на производителността.

Стъпка 15: Планиране и избор на автоматизацията на складовите процеси.

Стъпка 16: Проверка съответствие със заданието.

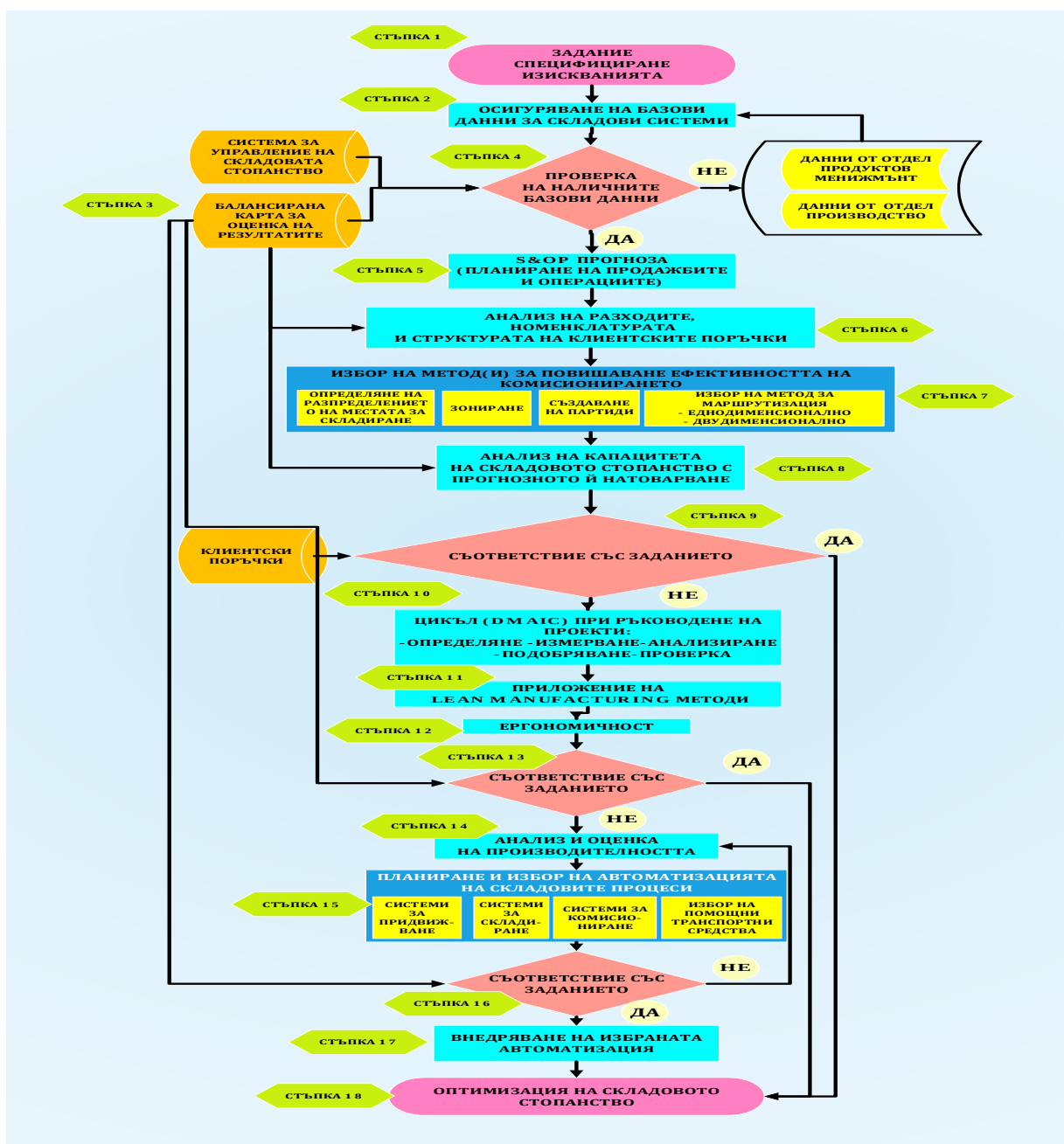
Стъпка 17: Внедряване на избраната автоматизация.

Стъпка 18: Оптимизация на процесите на складовото стопанство.

На фиг. 3.3. е представена блок-схема на методика *Lean Warehousing* за повишаване на ефективността на складовите процеси и връзките между тях.

3.4. Изводи.

1. Представени са същността, характеристиките и елементите на балансираната карта за оценка на резултатите.
2. Определени са изискванията на контролинга в логистиката.
3. Анализирано е прилагането на балансираната карта за оценка на резултатите в логистика.
4. Разгледано и анализирано е приложението на балансираната карта за оценка на резултатите в складовото стопанство за зимни спортни стоки на Амер Спортс АД.
5. Представена е методика за повишаване на ефективността на складовите процеси за дистрибуционни центрове за зимни спортни стоки.



Фиг. 3.3. Блок-схема на методиката Lean Warehousing за повишаване на ефективността на складовите процеси.

ГЛАВА 4. АПРОБИРАНЕ НА МЕТОДИКАТА В ЦЕНТРАЛНИЯ ДИСТРИБУЦИОНЕН ЦЕНТЪР ЗА ЗИМНИ СПОРТНИ СТОКИ НА АМЕР СПОРТС АД

4.1. Приложение на методиката в дистрибуционния център за зимни спортни стоки на Амер Спортс АД.

Стъпка 1: Задание – специфициране изискванията за оптимизация.

Най-често формулираната задача е свързана с намаляване на разходите, с намаляване времето за изпълнение или комбинация от двете цели. Повишаване на качеството на изпълнение (намаляване на грешките) или повишаване трудовата безопасност са също важни цели, но най-често имат допълваща роля към зададената оптимизационна задача. В тази стъпка се определят и финансовите параметри, на които трябва да отговаря решението на поставената цел, за да бъде одобрен проектът за оптимизация – Възвращаемост на инвестицията и Нетна настояща стойност.

Стъпка 2: Осигуряване на базови данни за складови системи.

С цел осигуряване на необходимите основни базови данни и по-добра вътрешно-фирмена координация, беше извършена реорганизация на отговорностите за базовите данни. Логистичният отдел пое отговорността за базовите данни с особено логистично значение, а също така и контролната роля за верността на данните и вътрешнофирмената координация.

Стъпка 3: Създаване на балансирана карта за оценка на резултатите.

Балансираната карта за оценка на резултатите е един от основните елементи в методиката. Тя има не само ролята на инструмент за мониторинг и контрол на стойността на процесите, тяхното качество, продуктова номенклатурата и структура на клиентските поръчки, но и ролята на база данни за логистични данни при реализацията на проектите.

Стъпка 4: Проверка на наличните базови данни.

При несъответствие или липса на необходимите базови данни е важно да има добра координация и комуникация между отделите в предприятието, за да може те да бъдат своевременно коригирани или допълнени.

Стъпка 5: Получаване на информация за планираните продажби и операции - (S&OP прогноза).

Поради високата сезонност и дългите процеси на планиране, прогнозирането на продажбите за зимни спортни стоки не може да се извърши с познатите количествени и качествени методи за прогнозиране. Въпреки това S&OP прогнозата има голяма стойност за дистрибуционната логистика, тъй като, както е пояснено в изследователската литература, дори и прогнозата да е неточна, разпределението на артикулите в продуктовата група не се променя [86]. Това твърдение беше приложено за зимните спортни стоки на компанията. Резултатът показва, че в 95% от случаите разпределението, направено на прогнозна база е вярно за реалните продажби. Това позволи да се разделят артикулите на ABC класове.

Стъпка 6: Анализ на разходите, номенклатурата и структурата на клиентските поръчки.

На база наличната информация от балансираната карта за оценка на резултатите, може да се направи детайлен анализ на разходите в отделните звена на логистичното стопанство, структурата на поръчките и качеството на изпълнение. На Фиг.4.1 е показан сравнителен анализ на складовите наличности по период между 2016 и 2017 години.



Фиг. 4.1. Сравнителен анализ на складовите наличности.

Стъпка 7: Избор на метод(и) за повишаване на комисионирането.

На база анализирания данни от балансираната карта за оценка на резултатите и вземайки в предвид особеностите на складовото стопанство бе решено да се разделят продуктите на класове.

Таблица 4.1. ABC класификация

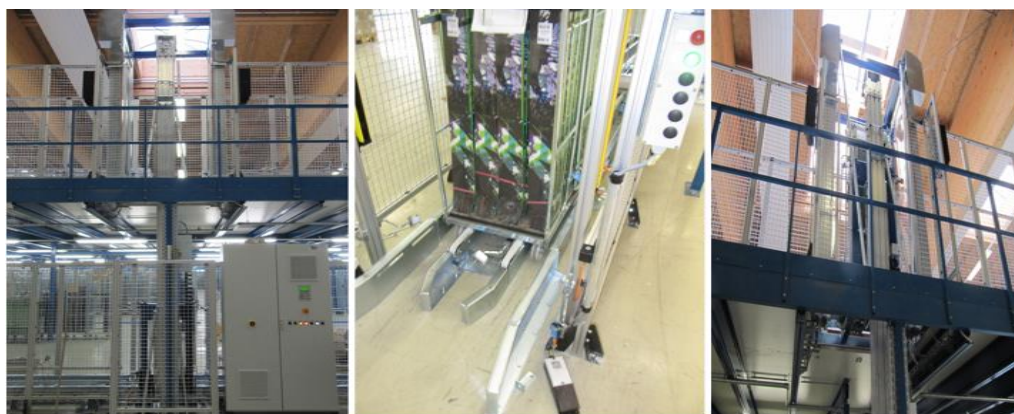
Клас	% от цялото количество	% от общия брой артикули			
A	80%	45%	29%	42%	40%
B	95%	29%	24%	29%	27%
C	100%	26%	47%	29%	33%
Продуктова група		Продукт: Алпийски ски	Продукт: Алпийски ски автомати	Продукт: Алпийски ски обувки	Продукт: Ски-каскаси

В Таблица 4.1. е показана ABC класификацията, извършена по следния критерий – артикулите, правещи 80% от количеството са А-клас, тези, правещи останалите 15% до 95% са В- клас, а останалите са С-клас. От таблицата ясно се вижда, че разпределението на зимните спортни стоки (на таблицата са представени само част от алпийските продукти като репрезентативна извадка), не съвпада с класическото разпределение. Големият брой на артикули, попадащи в А-клас създава проблем при двустепенното комисиониране и при определяне на артикулите, които трябва да се намират на тези места. За решаването на този проблем бе приложено следното решение: изграждане на промишлен мецанин за комисиониране в зона комисиониране (фиг. 4.2.) и определяне на А-клас артикулите на база клиентски поръчки за определен предстоящ срок от време (4-6 седмици).

Поради използването на ролпалетите като основно транспортно средство в процеса на комисиониране бе необходимо да се намери решение за транспортирането на ролпалетите от и до промишления мецанин. Този транспорт се извършва от автоматизиран повдигач с буферна зона (фиг. 4.3.).



Фиг. 4.2. Промислен мецанин за комисиониране на А-клас артикули



Фиг. 4.3. Автоматизиран повдигач с буферна зона

Стъпка 8: Анализ на капацитета на складовото стопанство с прогнозното му натоварване.

В тази стъпка се осъществява анализ на необходимия и наличния капацитет на всяко едно от звената в складовото стопанство. Анализът се извършва със специално разработен Excel файл (фиг.4.4), където се взима под внимание всяка една продуктова група, планиран брой служители и планиран брой смени и работни часове. Анализът се извършва на седмична база. На фиг. 4.4. е показана маската за анализ на капацитета на звено „Приемане на стока“.

INBOUND AREA																
max. min/week	6270		product group	Abs.	units/truck (Roco)	WE-Aufwand/ Truck in min	WE-Aufwand/ Einheit in min	inbound quantities/ week		needed min/week		inbound - utilization		#/Pal eingel.	#/Roco eingel.	Pal/ week
# worker inbound	12				average	min	max	min	max	min	max	min	max			
# worker/shift	4	100%	Alpin Boots	RO	1800	105	168	0,058	0,093	7.605	4	444	710	45,333	168	0
additional worker	4		XC Boots	RO	4000	126	168	0,032	0,042	28.608	7	901	1.202	110	260	0
# worker/Shift	6	80%	Alpine Bindings	HU/RO	3250	63	84	0,019	0,026	19.083	6	370	493	118	162	0
process acceleration through new elevators	10%		XC Bindings	RO	1000	7	7	0,007	0,007	26.926	27	188	188	1000	27	0
	70%		Poles	ASO	13000	252	252	0,019	0,019	707	0	14	14	320	2	0
			Poles	Komp.	6500	126	126	0,019	0,019	343	0	7	7	200	2	0
			Bags	ASO	8900	168	168	0,019	0,019	2.146	0	40	40	148	14	0
			Alpine Ski	ALT	40	2,1	2,1	0,053	0,053	7.822	196	411	411		36	0
			Alpine Ski	BG	3400	168	168	0,051	0,051	12.114	4	617	617	183	35	217
			XC Ski	ALT	100	2,45	2,8	0,025	0,028	3.548	35	87	99		100	346
			XC Ski	BG	3300	168	168	0,051	0,051	9.310	3	474	474		66	35
			Container ASO	ASO	1	147	168	147	168	0	0	0	0		100	93
			from Overflow	Swap	17	0	0	0	0	255	15	0	0	1	0	0

Фиг. 4.4. Анализ на капацитета на звено „Приемане на стока“.

Следните показатели се взимат под внимание за това звено:

- Брой единици в едно транспортно средство за всяка продуктова група;
- Минимално и максимално време за обработка на една продуктова единица по продуктова група– тези стойности се взимат със засичане на времето на няколко доставки;

Стъпка 9: Проверка за съответствие със заданието.

В случай, че методите за повишаване на ефективността на комисионирането удовлетворяват изискванията на задачата и звената в складовото стопанство имат необходимия капацитет за извършване на доставките, оптимизационната задача може да се счита за успешно изпълнена. В случай, че това не е така, се преминава на следващата стъпка.

Стъпки 10-12: Lean философия в логистиката

Стъпка 10: Внедряване на цикъла DMAIC при ръководене на проекти.

Стъпка 11: Приложение на Lean Manufakturering методи.

Стъпка 12: Внедряване на логистична ергономичност - поради особеностите на процесите в складовото стопанство под ергономичност се има предвид [109]: натоварване вследствие на организацията на труда; енергитично натоварване (което оказва влияние на мускулатурата, сърдечно-съдовата система и обмяната на веществата); информационно натоварване (което води до ментално изтощение вследствие на приемане, обработване и предаване на информация); психическо натоварване (работни задачи, работна среда, организационна структура в предприятието и социален аспект)

С централизирането на дистрибуционните процеси в разглежданото складово стопанство, опаковъчното звено нямаше изискуемия капацитет да обработи необходимия брой доставки. За тази цел бе стартиран проект за повишаване капацитета на опаковъчното звено.

Следвайки философията на Lean Warehousing, разработването на новата опаковъчна система бе извършена на база на DMAIC цикъла:

- Определяне (Define)
 - Бе определено, че в основата на новата опаковъчна система ще бъде машина за производство на опаковъчни картони от велпапе;
 - Определяне на площта, необходима за новата опаковъчна система (в рамките на съществуващата площ от 780 кв.м.);

- Анализ на въздействието на проекта върху процесите на комисиониране и транспорт;
- Бе определено времето, необходимо за изпълнение на проекта от 9 месеца;
- Определяне състава на проектната група – бяха включени служители от всички нива на логистичната организацията.
- Измерване (Measure)
 - Дефиниране на минималната производителност на опаковъчната система от 5.760 опаковъчни картона на смяна, необходима за удовлетворяване на поставената задача.
- Анализ (Analyze)
 - Анализирание на продуктовата палета и нейното влияние върху производството на опаковъчни материали. Опаковъчната система трябва да може да удовлетворява нуждите на комплексността на зимните спортни стоки състояща се в многообразието от артикулни продукти (15.500 броя) с различни размери;
 - Анализ на влиянието на допълнителните клиентски изисквания върху производителността на опаковъчната система. Допълнителните клиентски изисквания са процеси, отклоняващи се от стандартния процес и често водещи до увеличаване времето за обработка на поръчката. Анализирането на тези изисквания даде възможност за разработване на алтернативни процеси, които не намаляват производителността на системата.
- Подобряване (Improve)
 - Разработване на варианти посредством креативни методи и методи за управление на качеството. В тази фаза бяха използвани евристични методи като мозъчна атака и 3-6-5. Разработването на новата система бе базирано на методите 5S, пока йоке, клетъчно производство, Just in Time (точно навреме) и Kanban (сигнализираща карта).
- Контрол (Control)
 - Внедряване на новата система
 - Обучение на персонала
 - Оценка на изпълнението на поставените задачи
 - Приключване на проекта

Следвайки методологията на цикъла DMAIC беше разработена следната опаковъчна система, която се състои от 2 машини за производство на опаковъчни картони от велпапе с по един оператор. Всяка машина обслужва три опаковъчни звена с по трима оператори. Транспортните коридори за превозване на комисионираните поръчки и опакованите поръчки, са разположени в четирите края на опаковъчната система.

Новият процес на опаковъчната система е изграден на базата на метода на клетъчно производство, при който необходимото оборудване е организирано в последователност според извършваните операции, като операторите остават в рамките на клетката, а материалите им се внасят отвън. Следвайки този метод дейностите на опаковъчния процес са разделени. Един

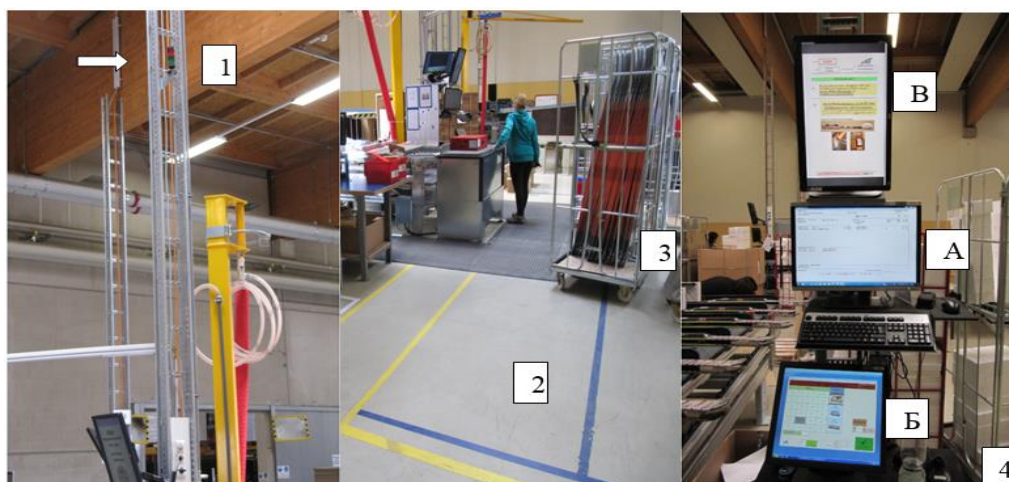
оператор, обслужващ три опаковъчни звена транспортира комисионираните клиентски поръчки до входа на опаковъчното звено. Операторът получава информация, че в дадено звено трябва да се транспортират нови клиентски поръчки чрез светлинен сигнал (фиг. 4.8., 1) подаван от друг оператор на входа на опаковъчното звено. След запълването на буферната зона (фиг. 4.8., 2) светлинният сигнал се изключва от оператора, който транспортира комисионираните клиентски поръчки. Прилагайки метода за елиминиране на грешки пока йоке, операторът на входа на опаковъчното звено контролира клиентската поръчка и нейните транспортните единици (ТЕ) посредством сканиране на идентификационните номера на ТЕ и получавайки визуална информация от складовата система за управление в случай на несъответствие (фиг. 4.8., 4А). Комисионираните продукти се поставят от оператора на табла (фиг. 4.10., 1), която, посредством ролкова направляваща система (фиг. 4.10., 2) се транспортира до изхода на опаковъчното звено. Всеки един продукт, който бива взет от ТЕ и поставен на таблата на опаковъчната линия, бива сканиран. По този начин се проверява точността на процеса на комисиониране. В случай на открита грешка, клиентската поръчка се транспортира в карантинна зона, в която грешката се коригира. След като е поставил продуктите на таблата, операторът поръчва чрез сензорен екран (фиг. 4.8., 4Б) необходимия опаковъчен картон. В случай на допълнителни клиентски изисквания, те биват извършвани като информацията се показва на определен за това монитор (фиг. 4.8., 4В).

Поръчаният от оператора на входа опаковъчен картон, се приема от машината за производство на опаковъчни картони от велпапе. В зависимост от размера на поръчания опаковъчен картон, неговата кройка бива изрязана от един от четирите размера велпапе, при който загубата на велпапе е най-малка (фиг. 4.9., 1). Информацията за кое звено е произведеният картон се подава посредством светлинна лампа със син, жълт или зелен цвят (фиг. 4.9., 2). Разпределението се извършва чрез ролкови шини, които са маркирани със съответните цветове (фиг. 4.10., 3В). Опаковъчните картони се подреждат на ролковите шини според реда, в който са поръчани от оператора на входа на опаковъчното звено. По този начин се осъществява една Канбан система, при която редът на опаковъчния картон за дадено звено отговаря на реда на таблата с продукти.

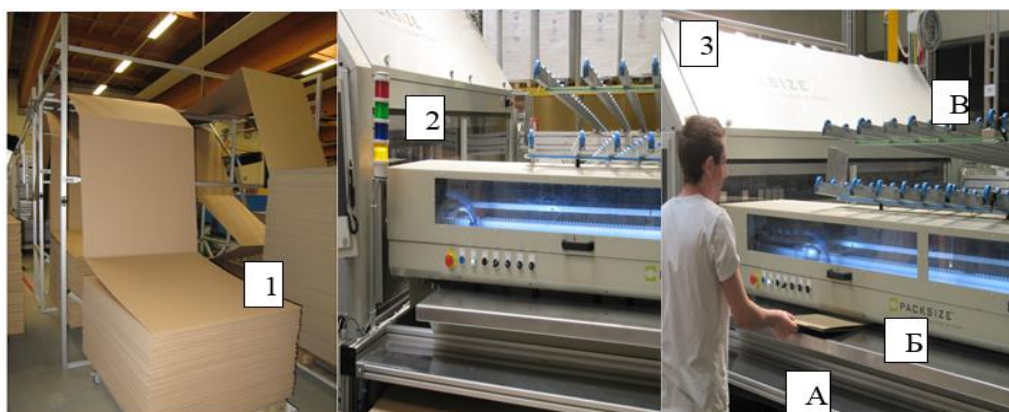
Чрез внедряването на тази машина се постига не само навременно производство на опаковъчни картони, но и се намалява комплексността на управление на опаковъчни картони. Преди внедряването на опаковъчната система бе необходимо управлението на складовите наличности на над 50 опаковъчни картона. Тази комплексност бе намалена до 4 вида велпапе.

При планирането на опаковъчната система бе обърнато особено внимание на методиката 5S. Както е показано на фиг. 4.8. оборудването и информационния поток са разделени според дейностите на операторите, като всеки оператор разполага само с необходимите инструменти и информация. За всяка единица оборудване има строго определено място със съответното

обозначение или маркировка. Опаковъчното звено е стандартизирано и с еднакво оборудване и площ. С цел запазване на зададените стандарти и превръщането им в рутина, състоянието на опаковъчната система бива редовно оценявана с 5S контролна листа.



Фиг. 4.5. Вход на опаковъчното звено. 1. Светлинен сигнал; 2. Буферна зона на входа на опаковъчното звено; 3. ТЕ с комисиониране клиентска поръчка; 4. А) Монитор с информация от складовата система за управление. Б) Сензорен екран за поръчка на необходимия опаковъчен картон. В) Монитор с информация за допълнителните клиентски услуги.



Фиг. 4.6. Машина за производство на опаковъчни картони от велпапе. 1. Велпапе с 4 различни размера; 2. Светлинна система за разпределение на опаковъчните картони; 3. А) Изход за разкrojения опаковъчен картон. Б) Машина за залепяне. В) Ролкови шини с цветово обозначение.

С прилагането на методи за управление на качеството и на подхода Lean Warehousing бе разработена и внедрена нова опаковъчна система, с която не само се удовлетворяват поставените изисквания за продуктивност, но и се повиши качеството на извършените дейности, като грешките, извършвани в опаковъчната дейност се намалиха до единични цифри на годишна база. Същевременно това подобрение бе постигнато с малка инвестиция в размер на 90.000 евро.



Фиг. 4.7. Опаковъчна линия.

1. Табла с продукти за опаковане; 2. Ролкова направляваща система вход-изход; 3. Ролкова направляваща система изход-вход; 4. Пневматичен повдигач; 5. Вакуумен повдигач; 6. Ролкови шини за транспорт на опаковъчния картон.

Стъпка 13: Проверка съответствие със заданието.

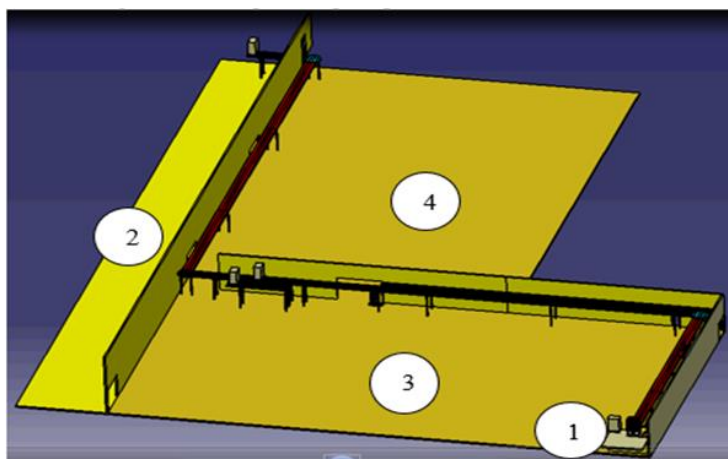
В случай, че методите от стъпки 10, 11 и 12 удовлетворяват изискванията на задачата, оптимизационната задача може да се счита за успешно изпълнена. В случай, че това не е така се преминава на следващата стъпка

Стъпка 14: Анализ и оценка на производителността.

В тази стъпка се прави детайлен анализ на производителността, на база на която се идентифицират процесите, които са достигнали своя максимум на оптимизация при съществуващата технология и в същото време са пречка за изпълнение на поставената задача. Така например, транспортът на продукцията от зона за приемане на стока до складовите халета за съхранение на стоката е процес, който е достигнал своя оптимизационен максимум. Транспортът се извършва с електрокари и няма възможност да се разшири транспортният коридор. Транспортът на продуктите до зоната за съхранение и тяхното изваждане от местата за съхранение до зоната за комисиониране остава един от критичните процеси в складовото стопанство.

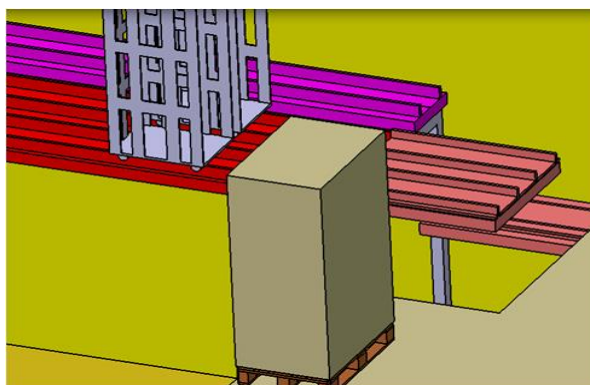
Стъпка 15: Планиране и избор на автоматизацията на складовите процеси.

На база извършен анализ в стъпка 14 е разработен проект за автоматизирана транспортна система. На фиг. 4.13. е представено разположението на зоните в складовото стопанство: приемане на стока (1), зона за съхранение на продукцията (2), зона за комисиониране и комплектоване на партидите (3) и опаковане (4). Зоната за експедиция не е показана на фиг.4.13, тъй като тя не е предвидена да бъде обслужвана от транспортъора.

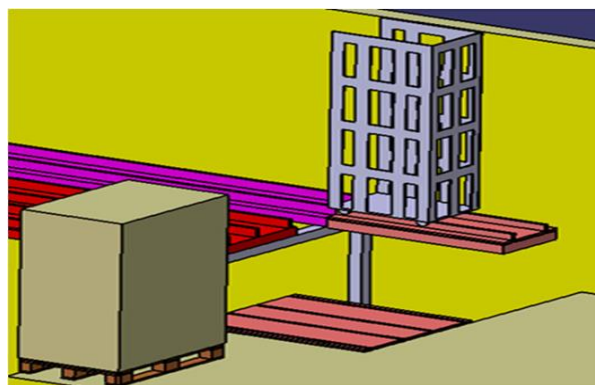


Фиг. 4.8. Зоните в логистичната база на Амер Спортс АД, които обслужва транспортърът.

За да бъде удовлетворено изискването за висока производителност, са проектирани две успоредни транспортни линии. Едната се използва за транспорт на пълните палети и ролпалети, а другата връща обратно в зоната за приемане на стока празните ролпалети за повторното им използване. И двата верижни транспортъри имат дължина 6000 mm, широчина 900 mm и скорост - 0,3 m/s. Всеки транспортър е с по три броя вериги, тъй като специализираните ролпалети са с два пъти по-малки габарити от европейската пулова палета. Двупосочният верижен транспортър е проектиран с четири отделни секции, всяка с дължина от 1500 mm. Всяка секция е снабдена със сензор, който забранява движението в случай на натоварване на предходната секция, но работата на следващата секция продължава. По този начин всяка една от секциите на верижния транспортър може да се използва като буфер. Транспортърът се конструира на носеща профилна конструкция при височина 3 метра от земята, защото зоната за приемане на стока е на ниво +2.40 m спрямо складовата база. Страничните вериги се използват за водене на товара, а за гарантиране безопасната работа на персонала в складовата база е инсталирана защитна ограда.



Фиг. 4.9. Поставяне на товара върху верижния транспортър.

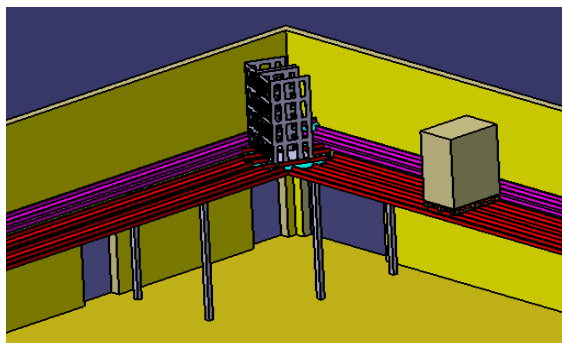


Фиг. 4.10. Връщане на една празна ролпалета.

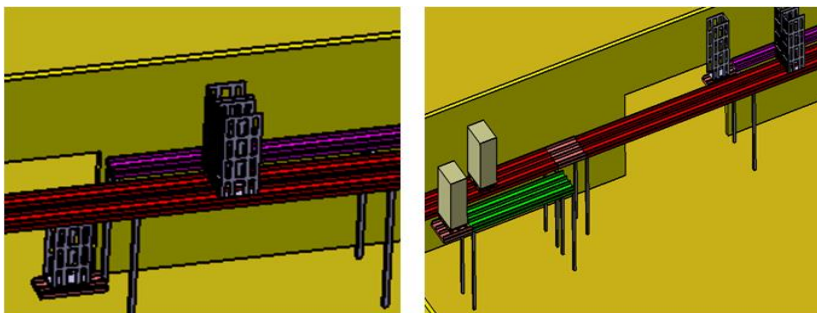
На фиг. 4.14. е показан вертикалният асансьор, върху който товарът (европейска пулова палета или две ролпалети с допустима товароносимост на всяка до 600 kg) се полагат с електрокар. Натоварването се проследява от интегрирана сензорна система за оценка на качеството на позициониране на палетите. След като завърши настройката на товара, операторът натиска бутон и асансьорът премества товара до верижния транспортър. Асансьорът има хоризонтален транспортър, който придвижва товара върху веригата на основния транспортър. Всеки от асансьорите има ход на височина от 0.6 m и може да прави по 142 повдигания в час. Активирането на зелената сигнална лампа показва, че товарът е поставен на транспортъра и е "готов за употреба", след което асансьорът се спуска към стартовата позиция

На фиг. 4.15. е илюстрирано връщането на празна ролпалета към производствената база. Събирането и връщането на специализираните ролпалети от зоната на опаковане следва да осигури ритмичност на процеса на автоматизиране в другите три зони - за приемане на стока, зоната за съхранение на продукцията и зоната за комисиониране и окомплектоване.

Тъй като верижният транспортър е проектиран в близост до стената на складовото помещение, с което се осигурява безопасна работа на персонала в зоните за комисиониране и опаковане, се налага да се използва ротационна станция за обръщане на 90 градуса (фиг. 4.16.). Благодарение на ротацията, европалетата винаги се движи напречно на веригите на транспортъра.



Фиг. 4.11. Ротационна станция на 90 градуса.



Фиг. 4.12. Асансьор на транспортъра, връщащ празните ролпалети.

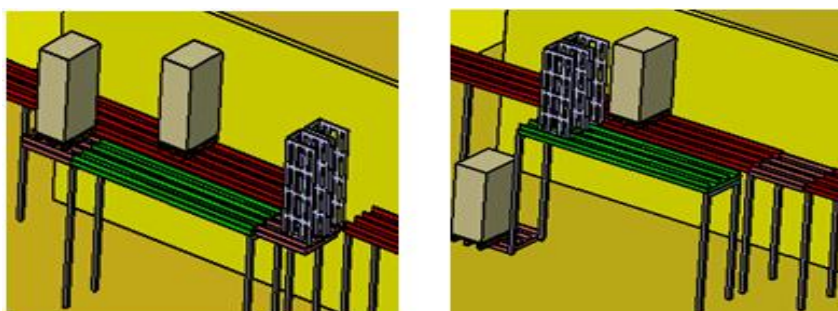
Доставянето на продукцията в зоната за комисиониране и опаковане и процеса на връщане на празните палети и ролпалети са показани на фиг.4.17. Верижният транспортър, разположен до стената, обслужва връщащите се ролпалети, които посредством асансьор, аналогичен на този за зареждане, се повдигат до транспортната линия движеща се към зоната за приемане на стока. Голяма портална врата между зоните за комисиониране и опаковане осигурява събирането на празните ролпалети от зоната за опаковане и поставянето им на платформата на асансьора на транспортъра с цел връщането им към зоната за приемане на стока.

Напречното прехвърляне между главния транспортър и асансьора се изпълнява съвместно с устройството за кръстосано прехвърляне (фиг. 4.18). То включва превозвач, който работи с верига или синхронен ремък и позволяващ европалетите и ролпалетите да се преместват между паралелните транспортъри напречно на посоката на движение. По този начин се осигурява транспортирането на продуктите, необходими за клиентските поръчки към зоната за комисиониране (ниво +1) и зоната за окомплектоване (партерно ниво).

Между устройството за кръстосано прехвърляне и асансьора в зоната за опаковане има буферна зона, която позволява стоката да изчака разтоварването без да се налага спиране от страна на основния транспортър.

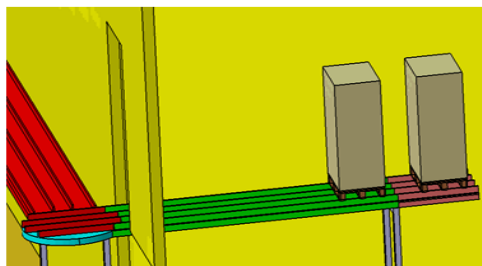
Така стоката, поставена на основния транспортър продължава към зоната за съхранение, която се състои от четири високостелажни складове. Както бе уточнено по-горе, три от тях се обслужват от електрокари, а четвъртият е автоматизиран и се обслужва от трансманипулатор.

Всеки участък от транспортната система завършва с асансьор, който се спуска до пода за ръчно зареждане или поставяне на пода. Пред всеки асансьор в транспортната система е проектиран позиционен буфер (фиг. 4.19).



Фиг. 4.13. Кръстосана предавателна станция.

Асансьорът, разположен в близост до входа на автоматичната складова система в допълнение към вертикалния транспорт, осигурява хоризонталното подаване към и от входа на автоматизираната складова система.



Фиг. 4.14. Буферна зона и асансьор в зоната за съхранение.

Транспортната система, обслужваща заскладяването на готовата продукция има двойна функция:

- транспортиране на пълните палети и ролпалети от зоната за приемане до високостелажните складове
- транспортиране на пълните палети и ролпалети от зоната за съхранение до зоната за комисиониране.

Транспортната система е разделена на два участъка. До кръстосаната предавателна станция палетите и ролпалетите се транспортират в една посока (от зоната за приемане на стока към зоната за съхранение), а от кръстосаната предавателна станция до зоната за съхранение и в двете посоки. Палетите и ролпалетите, които трябва да се транспортират от зоната за съхранение до зоната за комисиониране биват транспортирани с приоритет, с цел осигуряване на непрекъснатостта на изпълнение на клиентските поръчки. Процесът на извеждане на техническите средства за придвижване на транспортните единици от автоматизирания високостелажен склад е напълно автоматизиран. По този начин първата част на транспортната система се явява и буферна зона за приходящата продукция.

Представено е едно от решенията за автоматизация на вътрешноскладовия транспорт в логистичната база за зимни спортни стоки на Амер Спортс АД. При направения анализ се предлага решение за използване на верижен транспортър, който осигурява надеждно и нискостойностно транспортиране на основните технически средства за придвижване на транспортните единици от зона за приемане на стоката до зона за съхранение, както и от зона за съхранение до зона за комисиониране.

Стъпка 16: Проверка съответствие със заданието.

При съответствие със заданието се преминава към стъпка 17, а в случай на несъответствие се връща на стъпка 14 за нов анализ и оценка на производителността.

Стъпка 17: Внедряване на избраната автоматизация.

В тази стъпка избраната автоматизация бива внедрена в складовото стопанство и става част от новите складови процеси. Тази стъпка предстои относно представената автоматизирана транспортна система, тъй като се очаква одобрението за реализация на проекта.

Стъпка 18: Оптимизация на процесите на складовото стопанство.

След успешното внедряване на автоматизирания процес и изпълнение на поставената задача процеса на оптимизация се счита за изпълнен.

4.2. Резултати от приложението на методиката в дистрибуционния център за зимни спортни стоки на Амер Спортс АД

Внедряването на методиката за повишаване на ефективността на складовите процеси доведе до следните резултати:

- Подобряване на качеството на базовите данни и предложение за тяхното разширяване;
- Развитие и внедряване на балансирана карта за оценка на резултатите като инструмент за мониторинг и анализ на логистичните процеси;
- Разработване на инструмент и метод за оценка на капацитета на складовото стопанство;
- Подобряване на вътрешно-фирмената комуникация и въвеждане на ABC класификация на артикулите на база S&OP прогноза;
- Приложение на Lean философията на всички нива в дистрибуционния център – оперативно ниво, управление на проекти и управленско ниво. Един от осъществените проекти, а именно разработването на нова концепция за опаковъчната дейност е подробно разгледан;
- Внедряване на логистичната економичност като неразделна част от Lean Warehousing;
- Методът разглежда автоматизацията като средство за повишаване на ефективността, а не като средство за решаване на даден проблем. На тази концепция е представен проект за автоматизация, който предстои да бъде осъществен.

На оперативно ниво бяха постигнати следните подобрения:

- Надеждността на доставките беше подобрена от 75% на 99.97%.
- Времето за изпълнение на допълнителните поръчки бе намалено до нива, удовлетворяващи клиентските изисквания (фиг. 4.20). Измерването на времето започва от създаването на поръчка за доставка на клиентската поръчка до предаването на изпълнената поръчка на спедиторската фирма извършваща транспортната дейност.
-



Фиг. 4.15. Средно време за изпълнение на допълнителните клиентски поръчки преди и след внедряването на методологията.

- Безопасност на труда – броят на трудовите злополуки остана непроменен, но броят на болничните дни в следствие на трудовите злополуки намаля от 80 до 18 дни.
- Повишаване на ефективността – поради липсата на детайлни данни преди въвеждането на балансираната карта за оценка на резултатите, измерването на повишената ефективност се извършва на база общ брой работни часове, сравнени с общия брой обработени (изпратени към клиентите) продуктови единици. Сравнена по този начин, продуктивността се е повишила с 13,5% от 20,3 продуктови единици за час на 23,1 продуктови единици за час. Важно е да се отбележи, че в работните часове са включени и непроизводствените работни часове, които имат сравнително по-висок дял вследствие на разработването и реализирането на проекти и Lean Warehousing.

4.3. Определяне на ефективността на транспортната система

Транспортният капацитет на непрекъснатата поточна линия се определя по следната формула [108]:

$$D = \frac{V_F}{e_{St}} \left[\frac{1}{s} \right], \quad (4.1)$$

където: D е капацитета на непрекъснатата поточна линия; V_F е скоростта на поточната линия; e_{St} е средното отстояние между ТЕ, което включва дължина на ТЕ и отстоянието помежду им).

При транспорт по поточната линия дължината на ТЕ е 80 см, тъй като европалетата се полага на напречно спрямо посоката на движение, а ролпалетата – надлъжно. Планираното минимално отстояние между ТЕ е 20 см. Използвайки формула (4.1) може да се определи капацитета на непрекъснатата поточна линия:

$$D = \frac{0,3}{0,8+0,2} = 0,3 \text{ [ТЕ/сек.]} = 1080 \text{ [ТЕ/час]}$$

4.3.1. Циклограма на транспортната система

Циклограмата на работа е направена, като по абсцисната ос са нанесени средните времена за изпълнение на отделните операции, а по ординатната - съответните операции [12].

№	Операция	Циклограма на автоматизираната транспортна система						
7	Устройството за кръстосано прехвърляне - придвижване							tp3
6	Устройството за кръстосано прехвърляне - преместване						tсн.н.3	
5	Ротационна станция - придвижване					tp2		
4	Ротационна станция - завъртане				tсн.н.2			
3	Повдигане и поставяне на верижния транспортър			tp1				
2	Проверка изправността на товара		tсн.н.1					
1	Поставяне на вертикалния асансьор	tсн.н.1						
	Време на отделните операции [s]	10	3	25,4	35	5	25	5
	Циклови времена (tp+tсн.н.= tc)	tc1=38,4			tc2=40		tc3=30	

Фиг. 4.16. Циклограма на работа.

Основни проектни параметри

- Производителност

Определя се по следната формула [11]:

$$Q_{\text{ц}} = \frac{1}{t_{\text{ц}}} = \frac{1}{t_p + t_{\text{сп.н}}}, \quad (4.2)$$

където: $t_{\text{ц}}$ - циклово време; t_p - работно време; $t_{\text{сп.н}}$ - спомагателно неприпокрито време.

От циклограмата следва, че операцията с най-продължително циклово време е тази на работна позиция номер 4, тоест операцията с $t_{\text{ц}} = 40$ [s]. Използва се само това циклово време защото е най-продължително и то определя производителността на транспортната система.

$$Q_{\text{ц}} = \frac{1}{40} = 0,025 [TE/\text{сек}] = 90 [TE/\text{час}]$$

Цикловата производителност на транспортната система е 90 ТЕ за час. При съществуващото положение производителността е 54 ТЕ за час, т.е. производителността ще се увеличи с 67%. По този начин се осигурява не само възможността за по-бързо изпълнение на клиентските поръчки, но и функциониране на складовото стопанство при ръст на продажбите.

- Коефициент на производителност

Коефициентът на производителност η се определя по следната формула [11]:

$$\eta = \frac{1}{1 + t_{\text{сп.н}} * Q_{\text{техн}}}, \quad (4.3)$$

където: $Q_{\text{техн}} = \frac{1}{t_p} \quad (4.4)$

Прилагайки формули (4.3) и (4.4) получаваме следния резултат:

$$Q_{\text{техн}} = \frac{1}{5} = 0,2 [TE/\text{сек.}] - \text{технологична производителност;}$$

$$\eta = \frac{1}{1 + 35 * 0,2} = 0,125 - \text{коефициент на производителност.}$$

От гледна точка на капацитета на поточната линия коефициентът на производителност е сравнително нисък - 0,125. Предвид възможното трасе за транспортиране ротационните станции са необходими.

- Коефициент на автоматизация

Коефициентът на автоматизация се определя по следната формула [11]:

$$K_a = \frac{T_a}{T_0} = \frac{T_a}{T_a + T_p}, \quad (4.5)$$

където: T_0 е общото време за работа; T_p – времето за ръчна работа; T_a времето за автоматична работа.

Степента на автоматизация се определя в проценти, т.е.

$$A = K_a \cdot 100, \% \quad (4.6)$$

Приема се, че има да се транспортират ТЕ по всичките направления на транспортната система, а именно:

45 ТЕ от зоната за приемане на стока до ЗС с $T_p = 30$ сек за ТЕ ;

45 ТЕ от ЗС до зоната за комисиониране на мецанина с $T_p = 90$ сек за ТЕ ;

45 празни ролпалети от зоната за опаковане до зоната за приемане на стока с $T_p = 20$ сек за ТЕ.

Прилагайки формули (4.5) и (4.6) получаваме за (1) и (2):

$$K_a = \frac{(45 + 45) \cdot 40}{(45 + 45) \cdot 40 + 45 \cdot 30 + 45 \cdot 90} = 0,4$$

$$A = 0,4 \cdot 100 = 40\%$$

Прилагайки формули (4.5) и (4.6) получаваме следния резултат за (3):

$$K_a = \frac{45 \cdot 40}{45 \cdot 40 + 45 \cdot 20} = 0,67$$

$$A = 0,67 \cdot 100 = 67\%$$

4.4. Определяне на икономическата ефективността на транспортната система

Икономическа ефективност на транспортната система

На табл. 4.2 е показана стойността на инвестицията с различните инвестиционни позиции. Всяка една от инвестиционните позиции има различен срок на използване съгласно австрийското законодателство.

Таблица 4.2. Стойност на инвестицията.

Инвестиционни позиции	Стойност на инвестицията в евро	Срок на използване в години	Амортизационни отчисления
Стойност на транспортната система	691.200	10	69.120
Адаптиране на сградата и противопожарна безопасност	100.000	25	4.000
Адаптиране на отоплителната система	10.000	25	400
IT разходи за свързване със системата за управление на складовото стопанство	20.000	10	2.000
Общо	821.200		75.520

Таблица 4.3. Влияние на инвестицията за един период.

Видове разходи	Съществуващо положение (разходи в евро)	С транспортната система (разходи в евро)	P(t)
Амортизационни отчисления	3.200	75.520	-72.320
Експлоатация и текущ ремонт	11.150	34.560 (5% от стойността)	-23.410
Работни заплати за оперативен персонал	11 * 40.000 = 440.000	1/3 * 55.000 = 18.333	421.667
Други (електроенергия, спомагателни материали и др.)	5.000	25.000	-20.000
Общо	459.350	153.413	305.937

На табл. 4.3 е представена оценката на влияние на планираната инвестиция за един период. Въпреки различния срок за използване на различните позиции, амортизационните изчисления няма да се променят, тъй като ще бъде разгледан период от 5 години за определяне на икономическата ефективност.

Използвайки формула (4.8) при дисконтов процент от 10% (вътрешнофирмено правило) се получават следните стойности за дискантовия фактор:

	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
DF	0,91	0,83	0,75	0,68	0,62

Прилагайки формула (4.7) се получава следната стойност за NPV:

$$\begin{aligned}
 NPV &= \sum_{t=1}^n \frac{P(t) - K(t)}{(1 + a)^t} \\
 &= -821.200 + (305.937 * 0,91 + \dots + 305.937 * 0,62) \\
 &= 338.542 \text{ EUR}
 \end{aligned}$$

Възвръщаемостта на инвестицията се определя по формула (4.9):

$$\begin{aligned}
 ROI (\%) &= \frac{NPV (P) - NPV (K)}{NPV (K)} \\
 &= \frac{-821.200 + (305.937 * 0,91 + \dots + 305.305 * 937 * 0,62)}{821.200} \\
 &= 41,23\%
 \end{aligned}$$

Използвайки формула (4.10) се определя срока за възвръщане на капиталовите вложения:

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{\text{Капиталови вложения}}{\text{Годишна печелба} + \text{Амортизационни отчисления}} \\
 &= \frac{821.200}{305.937 + 75.520} = 2,15 \sim 2 \text{ г. и 2 месеца}
 \end{aligned}$$

4.5. Изводи

1. Представена е пробацията на методиката за повишаване на ефективността в складовото стопанство за зимни спортни стоки на Амер Спортс АД и са разгледани някои от разработените инструменти и проекти.

2. Представени са резултати от внедряването на методиката и последвалата повишена ефективност.

3. Определена е ефективността на проектираната транспортна система.

4. Определена е финансовата ефективност на проектираната транспортна система.

НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ И ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

1. Научно-приложни приноси:

1.1.Разработена е класификация за складови системи с цел оптимизиране на складовите процеси въз основа на известни класификации, допълнена с нови базови данни.

1.2.Разработена е класификация на техническите за автоматизация на зимни спортни стоки.

1.3.Разработен е модел и методика за приложение на подхода Lean Warehousing на основата на известни методи за управление на качеството.

1.4.Предложени и апробирани са адаптирани методи за управление на качеството, приложими в дистрибуционната логистика.

1.5.Определени са ключовите аспекти при разработването и използването на балансирана карта за оценка на резултатите като инструмент за мониторинг и контрол в дистрибуционната логистика.

2. Приложни приноси:

2.1.Разработена е система за опаковане на зимни спортни стоки, която позволява увеличение на производителността при запазване на персонала и площта.

2.2.Предложени са методи за управление на качеството в Централния дистрибуционен център за зимни спортни стоки на Амер Спортс АД в Австрия.

2.3.Разработена е балансирана карта за оценка на резултатите като инструмент за контрол и мониторинг на складовите процеси.

2.4.Създаден е проект за автоматизация на вътрешноскладовия транспорт в Логистичната база за зимни спортни стоки на Амер Спортс АД в Австрия, който намалява оперативните разходи и удовлетворява изискванията на фирмената политика относно бюджет и възвръщаемост на инвестицията.

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Малаков, И., Вълчков, Л., “Класификация на зимни спортни стоки”, XXVI международна научно-техническа конференция Автоматизация на Дискретното Производство “АДП – 2017”, Созопол, България, Bulgaria, 2017, стр.352-359.

2. Вълчков, Л., “Управление на качеството в дистрибуционната логистика за зимни спортни стоки” – Част I, XXVI международна научно-техническа конференция Автоматизация на Дискретното Производство “АДП – 2017”, Созопол, България, Bulgaria, 2017, стр.209-220.

3. Вълчков, Л., “Управление на качеството в дистрибуционната логистика за зимни спортни стоки” – Част II, XXVI международна научно-техническа конференция Автоматизация на Дискретното Производство “АДП – 2017”, Созопол, България, Bulgaria, 2017, стр.209-220.

4. Вълчков, Л., Георгиев, Г., Вълчкова, Н., “Автоматизация на логистична база за зимни спортни стоки”, Втората Международна научна конференция „ИНДУСТРИЯ 4.0”, Боровец, България, 2017

5. Вълчков, Л., “Балансирана карта за оценка в управлението на складовото стопанство за зимни спортни стоки”, Втората Международна научна конференция „ИНДУСТРИЯ 4.0”, Боровец, България, 2017

6. Вълчков, Л., „Класифициране на техническите средства за автоматизация на складовите процеси за зимни спортни стоки“, XXVII международна научно-техническа конференция Автоматизация на Дискретното Производство “АДП – 2018”, Созопол, България, Bulgaria, 2018.

7. Valchkov, L., Malakov, I., Valchkova, N., “Methodology for Efficiency Improvement in Warehouses: A Case Study of the Winter Sports Equipment Industry“, 27th INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANUFACTURING SYSTEMS, ICMaS, Bucharest, 2018. (подготвено за печат).

EFFICIENCY INCREASE OF WAREHOUSE PROCESS FOR DISTRIBUTION CENTERS FOR WINTER SPORTS EQUIPMENT PRODUCTS

MEng. Lalo VALCHKOV

***Mechanical Engineering Faculty, Technical University of Sofia, Bulgaria
Department: Automation of Discrete Production Engineering***

The main tasks of the dissertation are:

- To analyze the classification standards of product and services and their application for winter sports equipment products at Amer Sports and to propose an extended classification with new basic data for warehouse management systems with the aim for optimization of warehouse processes.
- To analyze the classification for warehouse automation and to develop adapted classification for winter sports equipment products.
- To develop methodology for efficiency increase which includes Lean Warehousing methods.
- To apply and integrate the developed methodology in the Amer Sports distribution center for winter sports equipment products.

Contributions:

- Proposing basic data classification for warehouse management systems based on known classification and aiming the optimization of warehouse processes extended with new basic data.
- Proposing classification for warehouse automation technologies for winter sports equipment products.
- Offering a methodology for Lean Warehousing application based on known quality management methods.
- Suggestion for integration of the Lean Warehousing methodology in the distribution logistics.
- Defining the key aspects of the developing and application of the balanced scorecard as a monitoring and controlling tool in the distribution logistics.
- Developing a packing system for winter sports products that allows productivity increase by keeping staff and space at the same level.
- Proposing an automated transportation system project for the Amer Sports distribution center that reduce the operational expenses and fulfills the company return of investment requirements.