



ХИМИКОТЕХНОЛОГИЧЕН И МЕТАЛУРГИЧЕН УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛТЕТ ПО ХИМИЧНО И СИСТЕМНО ИНЖЕНЕРСТВО

КАТЕДРА „АВТОМАТИЗАЦИЯ НА ПРОИЗВОДСТВОТО“

маг. инж. Пламен Василев

СЪВРЕМЕННИ ПОДХОДИ В СИСТЕМИТЕ ЗА ОПЕРАТИВНО УПРАВЛЕНИЕ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертация

за придобиване на образователната и научна степен „доктор“

по научна специалност 5.2. Електротехника, електроника и автоматика

Автоматизирани системи за обработка на информация и управление

Научен ръководител: доц. д-р инж. Георги Еленков

Научно жури:

1. Проф. д-р инж. Идилия Бачкова – председател, рецензент
2. Проф. д-р инж. Красимира Стоилова – рецензент
3. Доц. д-р инж. Георги Еленков
4. Доц. д-р инж. Димитър Пенев
5. Доц. д-р инж. Георги Николов

София, 2016

Дисертационният труд е написан на 201 страници, съдържа 137 фигури и 5 таблици. Цитирани са 103 източника.

Представеният дисертационен труд е обсъден и приет за защита на заседание на разширен научен съвет на научното звено на катедра „Автоматизация на производството”, състояло се на 11.07.2016г.

Публичната защита на дисертационния труд ще се проведе на 14.10.2016г. от 13:00 часа в зала 424, сграда „А” на ХТМУ.

Материалите са на разположение на интересующите се на интернет страницата на ХТМУ и в отдел „Научни дейности”, стая 406, етаж 4, сграда „А” на ХТМУ.

Списък на използваните термини и съкращения

Съкращение	Значение	Пояснение
MOM	Manufacturing Operations Management	Оперативно Управление на Производството - включва всички дейности на управление на Ниво 3
MES	Manufacturing Execution System	Системи за Оперативно Управление на Производството - по същество вече се използва MES/MOM за да се поясни, че става въпрос за напълно функционална система включваща дейностите на Ниво 3
PLM	Product Lifecycle Management	Управление на жизнения цикъл на продукта
SPC	Statistical Process Control	Статистически контрол / управление на процеса
CMMS	Computerized Maintenance Management System	Система за управление на поддръжката
HRMS	Human Resource Management System	Система за управление на човешките ресурси
LIMS	Laboratory Information Management System	Система за управление на лабораторната информация
QMS	Quality Management System	Система за управление на качеството
ERP	Enterprise Resource Planning	Под това понятие се разбира съвкупността от всички административни системи или техните модули
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	Супервайзорна система за управление и събиране на данни (Ниво 2)
MRP I	Material Requirements Planning	Планиране на необходимите материали, отнася се до детайлното планиране на ресурсите в производството
MRP II	Manufacturing resource planning	Планиране на производствените ресурси
CI	Continuous Improvement	Непрекъснато подобряване - инкрементален подход в процеса на работа, целящ усъвършенстването на процесите, продуктите и услугите
Lean		Методология за повишаване на стойността на продукта/услугата за крайния потребител чрез намаляване на загубите
DMAIC	Define, Measure, Analyse, Improve, Control	Цикъл за непрекъснато усъвършенстване на процесите на базата на данни
PDCA	Plan, Do, Check, Act	Познат и като Цикъл на Деминг - итеративен четри степенен метод за управление на работните процеси
SDCA	Standardize, Do, Check, Act	Обикновено двата цикъла се използват заедно един след друг, като тук акцента е върху институционализирането и стандартизирането на направените промени
PLC	Programmable Logic Controller	Програмируем Логически Контролер
DCS	Distributed Control System	Разпределена Система за Управление
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis	Методология използвана в Управление на качеството при анализиране на причините за откази в производството
VSM	Value Stream Map	Диаграма на дейностите с добавена стойност
SMED	Single Minute Exchange of Die	Техника за намаляване на времето за настройки в производството
5S	seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke	Метод за организиране на работното място в пет стъпки
Muda		Японски термин означаващ загуба. Дефинирани са 7 такива
Mura		Японски термин означаващ най-точно "непорядък", явява се основна причина за възникване на загуби
Muri		Японски термин, използвана за означаване на прекомерно натоварване на производствените единици, водещо до проява на загуби
SIPOC	Supplier, Input, Process, Output, Customer	Техника за описание на работните процеси и връзката им с "външния свят"
ITIL	Information Technology Infrastructure Library	Множество от практики, имащи за цел оптимизиране на процесите чрез описание и подреждане
COУП	Система за Оперативно Управление в Производството	виж MES/MOM
FAT	Factory Acceptance Test	Тест извършван с цел да се гарантира, че клиентските изисквания са изпълнени. Извършва се преди внедряването при клиента
SAT	Site Acceptance Test	Тест извършван с цел да се гарантира, че клиентските изисквания са изпълнени. Извършва се след внедряването при клиента на среда сходна с оперативната (тестови сървъри)
CMS	Content Management System	Система за управление на съдържанието - приложен софтуер, който позволява публикуването и редактирането на съдържание в Интернет

KPI	Key Performance Indicators	Ключови Показатели за Ефективност
TDD	Test-driven Development	Разработка чрез тестове - метод за разработка на софтуер, при който се спазва следният работен цикъл: първо се пишат тестови варианти (test cases), които да покрият изискванията за новия изходен код, а чак след това се пише програмния код така, че да покрива тези тестове.
UML	Unified Modeling Language	Унифицираният език за моделиране (на английски: Unified Modeling Language, UML) е графичен език за визуализиране, специфициране, конструиране и документиране на елементите на една софтуерна система.
B2MML	Business To Manufacturing Markup Language	XML схема разработена за целите на имплементиране на стандарта ISA S95
XML	Extensible Markup Language	eXtensible Markup Language — разширяем маркиращ език - стандарт (метаязык), дефиниращ правила за създаване на специализирани маркиращи езици, както и синтаксисът, на който тези езици трябва да се подчиняват.
CO	Customer Order	Клиентска поръчка - термин използван в производството, за дефиниране на клиентските изисквания към крайния продукт
PO	Production Order	Производствена поръчка - термин използван в производството, за обобщаване на последователността от производствени дейности за изпълнението на клиентските изисквания към продукта
WO	Working Order	Работна поръчка - термин използван в производството, за дефиниране на работата, която трябва да бъде извършена на всяка производствена стъпка
ML	Material Lot	Партида от материали - обобщение на материали с еднакви характеристики за целите на планирането и проследяемостта на материали в производството
PML	Produced Material Lot	Произведена партида материали -
CML	Consumed Material Lot	Консумирана партида материали
PPR	Product Production Rules	Производствени правила - представляват наборът от стъпки през които трябва да премине производствения процес за да се достигне до краен или междинен продукт
WCF	Windows Communication Foundation	Рамка за разработване на приложения използващи услуги (сървиси) на Microsoft
IIS	Internet Information Services	Уеб сървър разработен от Microsoft
HTTP	Hypertext Transfer Protocol	Протокол за пренос на хипертекст е мрежов протокол, от приложния слой на OSI модела, за пренос на информация в компютърни мрежи.
HTTPS	HTTP Secure	Също известен като HTTP over TLS, HTTP over SSL е мрежови протокол за сигурност използващ криптиране на данните
FTP	File Transfer Protocol	Протокол за предаване на файлове
FTPS	FTP Secure	Протокол за предаване на файлове използващ криптиране на данните
SOAP	Simple Object Access Protocol	Протокол за обмен на структурирана информация при имплементацията на уеб услуги при компютърните мрежи
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol	Интернет стандарт host-to-host имейл транспортен протокол и традиционно оперира с TCP порт 25
SSMS	SQL Server Management Studio	Интегрирана среда за достъп, конфигуриране, управление, администрация и разработване на всички компоненти на SQL сървър
VM	Virtual Machine	Представява софтуерна среда, абстракция на интерфейса на компютърен процесор
DLL	Dynamic-Link Library	Програмна динамична библиотека употребявана от Microsoft Windows

Увод

Глобалната конкуренция на пазара във всяка една сфера на световното стопанство, предизвиква търсенето, налагането и използването на съвременни парадигми в управлението и оптимизирането на процесите в компаниите, предприятията и производствата, без значение на предмета им на дейност. Прилагането на тези иновации има за цел повишаване на производителността и ефективността на използваните ресурси, като по този начин да се повиши конкурентността и качеството на предлаганите продукти и услуги. Това важи в пълна сила за един от най-бързо развиващите се и динамични отрасли в икономиката, а именно софтуерната индустрия.

За моделирането на обектите и процесите в софтуерната индустрия трябва да бъде използван стандартизиран подход, който да гарантира целостта и целесъобразността на използваните модели. От своя страна, стандартът ANSI/ISA-S95 (БДС ИСО 62264) „Интегриране на система за управление на предприятие“ дефинира модели на обектите и техните атрибути, както и модели на дейностите на оперативното ниво на управление, с цел лесното интегриране със системи на други йерархични нива на управление. Използването на тези модели гарантира намаляване на разходите, рисковете и грешките при проектирането, реализирането и внедряването на Системи за Оперативно Управление, без значение от областта на приложение и видът на протичащите процеси, в това число и при управление на оперативните дейности в софтуерната индустрия.

Глава 1 Обзор на стандарти, методи и практики за оперативно управление

1.1. Преглед на термини и стандарти

Развитието на Информационните и Комуникационни Технологии (ИКТ) и по-специално тяхното приложение в сферата на производствените системи е белязано с изобилие от обърквания, допълващи се и взаимно изключващи се термини и съкращения. Стандартизиращите и потребителските организации са дефинирали множество от понятия, други произхождат от обобщени специфични, индустриални и производствени концепции. С цел да бъде изяснена класификацията на термините, възприети в дисертационния труд, е представен йерархичен модел предложен от ISA.

А. Основни функции

Системите за оперативно управление на производството (СОУП) имат за основна задача да предоставят проследяемост на цялостния производствен процес, което налага следните изисквания:

1. Пълно техническо описание на продукта и управление на документацията (*“product definition management”*) главен компонент е нормативният график;
2. Управление на ресурсите, необходими за производството на продукта (*“resource management”*) и разпределението им в производствен график;
3. Планиране на поръчки и създаване на последователност за изпълнението им;
4. Интегрирана проследяемост на производството (*“tracking and tracing”*);
5. Документиране на данни за производителността с цел проследяемост на производствените данни и верификация;
6. Информационен мениджмънт.

Б. Допълнителни функции

- Статистически контрол на процеса;

- Управление на активите и управление на поддръжката;
- Управление на човешките ресурси;
- Производствени данни за управлението;
- Обработка на данните/ Анализ на резултатите;
- Управление на доставките;
- Произход (Генеалогия) / Проследяемост на продукта;
- Лабораторно информационно управление;
- Управление на качеството.

В. Нормативи и стандарти

ISA S88

По същество стандартът се основава на разделянето на оборудването и процесите, което позволява дефинирането на рецепти на отделни йерархични нива, като дефинира референтни модели за управление на периодични производствени процеси, дадени са и връзките между модели и процеси.

ISA S95

Стандартът ISA S95 дефинира терминология и модели, използвани за интегриране на системите от бизнес нивото със системите за оперативно управление и системите за автоматизация от производственото ниво. Състои се от пет части:

- Част 1: Модели и терминология.
- Част 2: Обекти и атрибути за интегриране на системи за управление.
- Част 3: Работни модели за управление на производствени операции.
- Част 4: Обектни модели и атрибути за оперативно управление на производството.
- Част 5: Операции при производствени транзакции

VDI 5600

Директивата има за цел да подпомогне по професионален и безпристрастен начин MOM/MES потребителите във всяка една фаза – от избора на подходяща система, до оперирането в цялостно предприятие.

MESA

MESA поддържа набор от информация по управление на производството, създаване на продукти, управление на качеството и производството, оптимизация на производствени предприятия и доставчици на решения [\[International\]](#). MESA предлага единадесет функционални групи, които една MOM/MES трябва да притежава.

1.2. Съвременни парадигми за управление на производството

1.2.1. Модел на качеството

Моделът на качеството е цялостен подход за реализиране на производството и търговията, и постигане на бизнес успех. Той определя крайната цел на търговията - да постигне максимално задоволяване на нуждите на клиентите и желанията им по начини, които осигуряват "по-добър живот в бъдеще". Тъй като производството само по себе си има за цел да произведе краен продукт за клиента, тази проста взаимовръзка може да бъде използвана за представяне на производствения процес отзад напред, като мястото на клиента бива "изтегляно" последователно на всички нива на производство.

1.2.2. „Производствена Система на Тойота“

Таичи Оно, а по-късно в съдружие и със Шигео Шинго, развиват и въвеждат в компанията „Тойота“ принципите, мисленето и практиките, добили популярност като „Производствената система на Тойота“ (ПСТ - TPS) и концепцията „Точно навреме“ (Just in Time – JIT). Лидерите на „Тойота“ приемат и внедряват в своята система и схващането на Едуард Деминг, че качеството на продукта трябва да се създава на всеки етап на производствения процес чрез обучение на работниците с цел подобряването процеса. Те изграждат организационна култура, при която всеки член на колектива е стимулиран да намалява загубите и дефектите и да усъвършенства процеса.

1.2.3. Лийн производство

Лийн е систематичен подход за идентифициране и елиминиране на загубите (дейности без добавена стойност) чрез подобряване на „поточността“ („изтегляне“) в стремежа към усъвършенстване на процесите [Womack et al., 1991]. Лийн концепцията може да бъде определена и като обобщение, включващо знанията и инструментите, които организацията използва, за да се освободи от всички дейности и процедури в процесите на производство, които отнемат време, но не създават добавена стойност за потребителите на продуктите.

1.2.4. Канбан

Канбан е система за организация на производството и снабдяването, позволяваща реализирането на принципа „Точно на време“. Канбан се използва и за индикация за наличие на проблем, както и кой е отговорен за отстраняването му. Методът има за цел да замени предвиждащото производство с действително необходимото, като по този начин се постига намаляване на запасите на суровини и материали в производството. Ключът към постигането на Канбан е наличието на работни потоци (маршрути), чрез които се постига непрекъснато „изтеглящ“ процес на работа без забавяния и преработване на готови продукти. [Murray]

1.2.5. Стремеж към съвършенство - Kaizen

Kaizen е система, която включва всеки служител, всеки е насърчаван непрекъснато да дава малки предложения за подобряване. Малките подобрения, приложени върху ключовите процеси, генерират огромен ефект върху печалбата на предприятието и играят основна роля при надграждане на добрите взаимоотношения с клиентите [Oprean, 2008].

1.2.6. Лийн 6 Сигма (Lean 6 σ)

„Лийн 6 Сигма“ представлява концепция обединяваща инструменти и технологии, имащи за цел да подобрят качеството, скоростта и цената на крайния продукт чрез изследване и анализиране на производствените процеси. Инструментите използвани в Лийн 6 Сигма са:

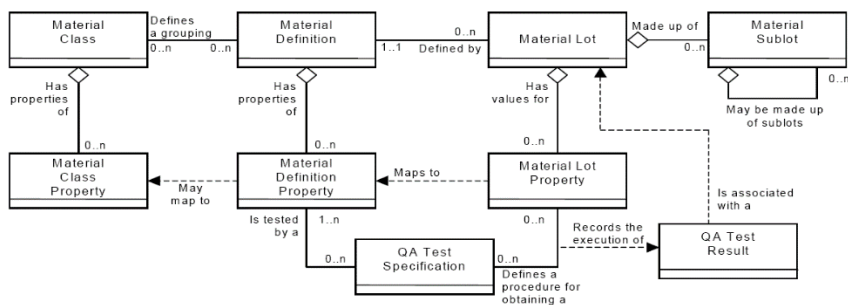
- Блокови диаграми (Спагети диаграми, диаграми на корабните платна, процесни карти и др.)
- Диаграми на Ишигава (диаграми на рибената кост)
- Контролни списъци (Check lists)
- Парето диаграми
- Хистограми
- Диаграми на разсейването
- Контролни карти

В състава на „Лийн 6 Сигма“ влиза и използването на статистически методи за изследването на различни измерими и неизмерими процеси и величини, като: изчисляване на вариации, корелации, нормални разпределения, стандартни отклонения, регресионни анализи, poka-yoke, FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) и др.

1.3. Изграждане на СОУП на базата на стандарт ANSI/ISA-S95

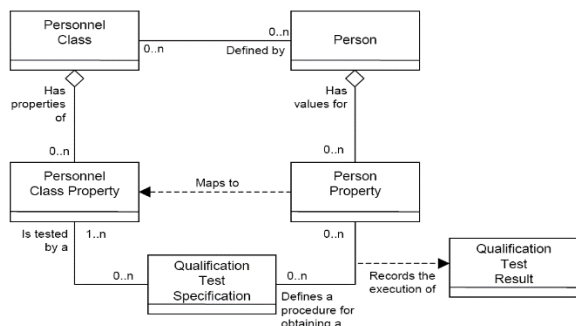
В тази точка са разгледани моделите на основните ресурси и дейностите на ниво оперативно управление, чрез използване на UML модели.

Модел „Материали“

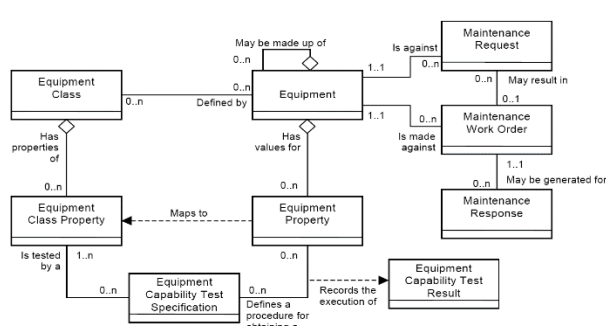


Фиг. 1.13: UML диаграма на модел „Материал“ [ISA-95-1]

Модел „Персонал“ и Модел „Оборудване“

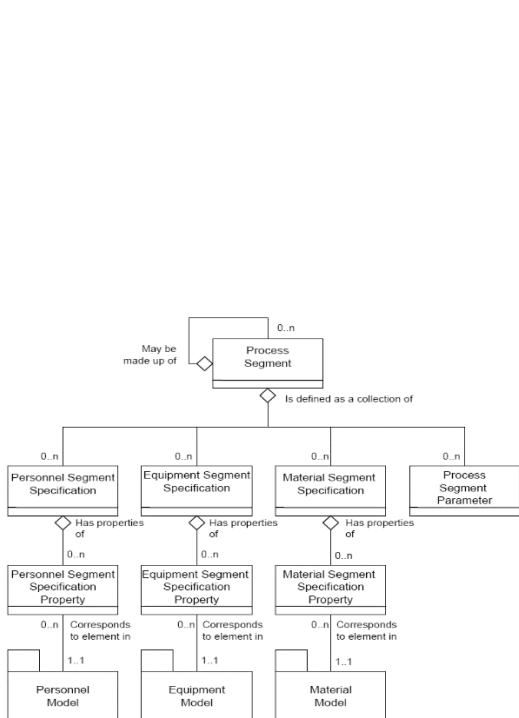


Фиг. 1.15: UML диаграма на модел „Персонал“ [ISA-95-1]

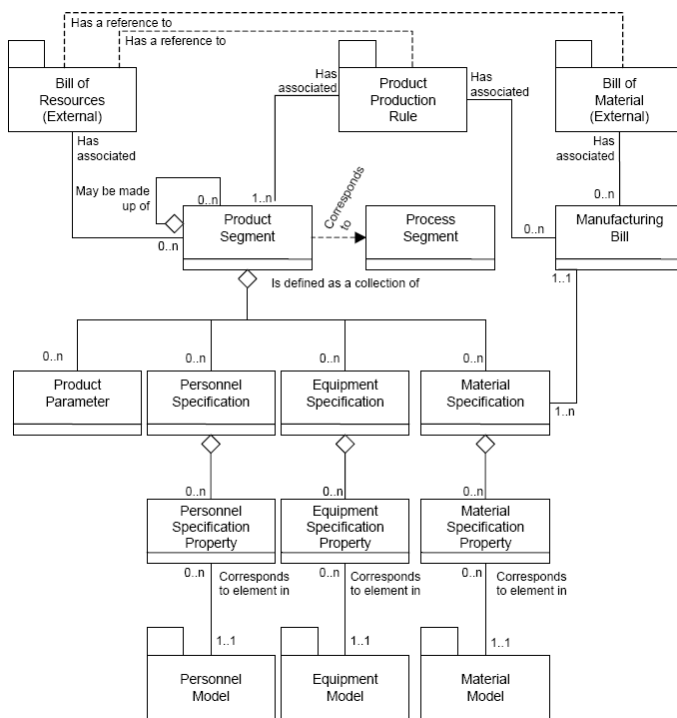


Фиг. 1.17 UML диаграма на модел „Оборудване“ [ISA-95-1]

Модел „Процесен сегмент“ и Модел „Продуктова дефиниция“

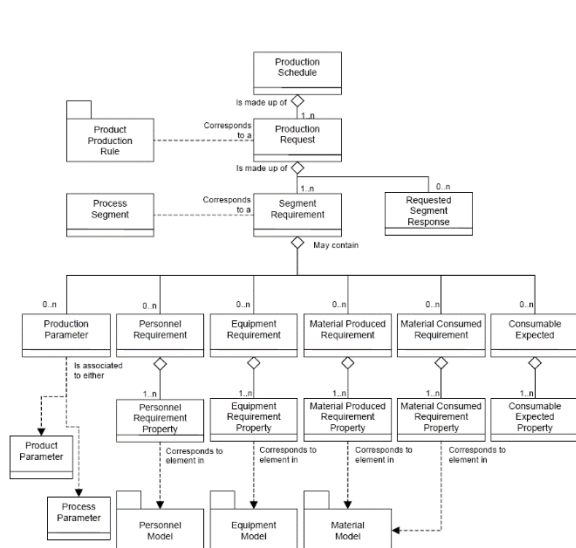


Фиг. 1.20 UML диаграма на модел „Процесен сегмент“ [ISA-95-1]

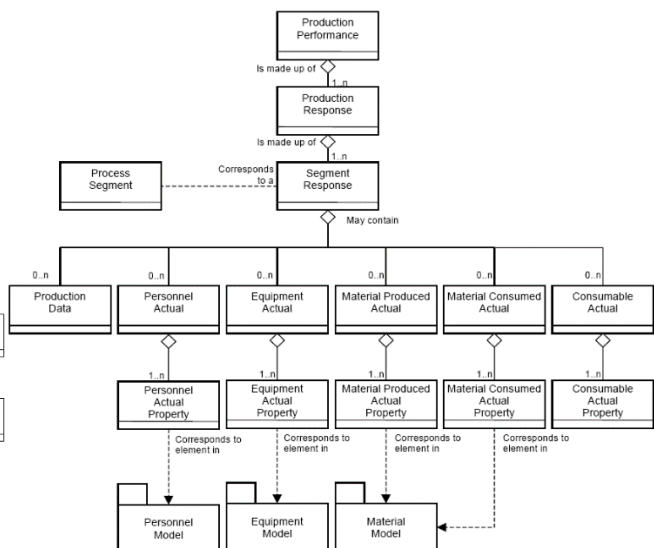


Фиг. 1.22 UML диаграма на модел „Продуктова дефиниция“ [ISA-95-1]

Модел „Производствен график“ и Модел „Производствено изпълнение“



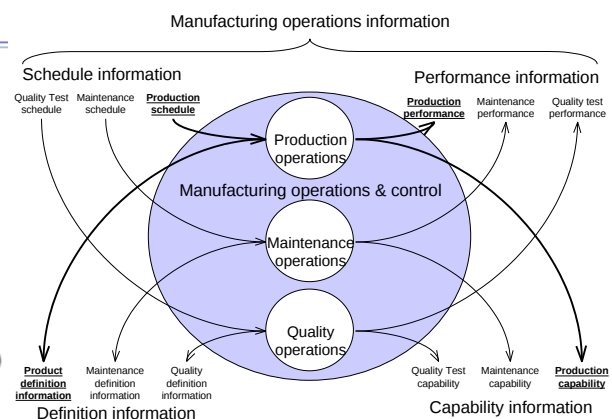
Фиг. 1.24 UML модел „Производствен график“ [ISA-95-1]



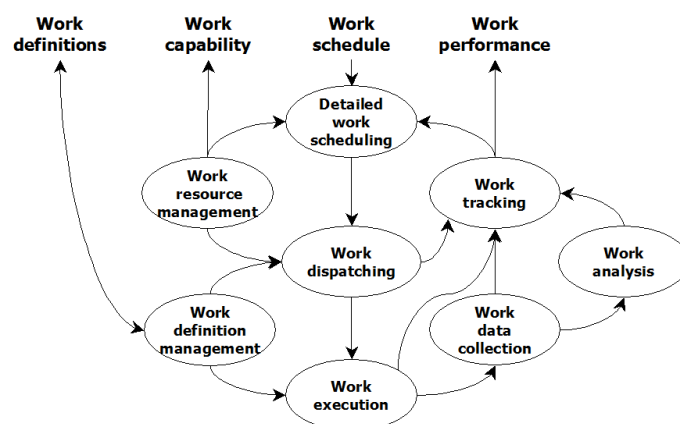
Фиг. 1.25 UML диаграма на модел „Производствено изпълнение“ [ISA-95-1]



Фиг.1.28 Модели на дейностите в производствените предприятия [ISA-95-3]



Фиг. 1.29 Модел на оперативна информация за производството [ISA-95-3]



Фиг. 1.30 Обобщен модел на операциите [ISA-95-3]

1.4. Особенности на софтуерната индустрия. Модели за проектиране и разработване на софтуерни продукти

Системите за оперативно управление в своята същност са софтуерни продукти, чието проектиране и разработване в общия случай е дълъг процес с множество стадии. Ето защо проектирането и разработването на Системи за оперативно управление е софтуерен процес (процес от софтуерното инженерство). Ето защо могат да бъдат избрани различни модели за разработването им. Всички те могат да съдържат различни софтуерни процеси, но включват основните дейности на софтуерния инженеринг:

- Изготвянето на Спецификация;
- Проектиране и софтуерна реализация;
- Валидация на софтуерния продукт;
- Развитие на системата.

Изборът на модел за проектиране и разработване на конкретната система или функционалност е субективен, като всяка фирма сама трябва да намери или изгради свой собствен подход (метод) при разработването на проектите си, като същевременно се опитва да използва силните страни и способности на всеки член на фирмата.

В тази точка е направен обзор на основните модели за разработване на софтуерни продукти в софтуерната индустрия:

- Каскаден модел
- Инкрементален модел
- Модел за разработване на софтуерни системи базиран на преизползване
- Метод на чистата стая (Clean room)
- Гъвкави методи за разработване на софтуерни продукти
- Модел на непрекъснато интегриране

1.5. Изводи към Глава 1

- Многообразието от термини и концепции в рамките на йерархичното ниво на Оперативно управление е голямо и унифицирането им може да бъде постигнато единствено чрез използване на единна стандартизирана терминология.
- Нивото на оперативно управление има за цел да направи възможно внедряването и използването на модерни методи и средства за управление на производството, управление на качеството, управление на складовите стопанства и управление на поддръжката на производствените мощности.
- СОУП, изградени на базата на стандарта ANSI/ISA-S95 (БДС/ИСО 62264), притежават редица преимущества пред системите, изградени за конкретно производство като: гъвкавост, реконфигурируемост, мащабируемост, лесна интеграция и не на последно място всеобхватност.
- Изборът на конкретна методология при разработването на СОУП, като софтуерен продукт, изцяло зависи от конкретния случай.

1.6. Цели и задачи на дисертационния труд

Целта на дисертационния труд е да се формализира стандартът ANSI/ISA-S95 (БДС/ИСО 62264) за целите на софтуерната индустрия, чрез което да бъдат доказани предимствата, формулирани в изводите на Първа глава. Реализирането на целта включва решаването на следните основни задачи:

- Да бъде направен анализ на производствените методи и практики за управление на проекти в софтуерната индустрия и да бъдат сравнени техните характеристики;
- Да бъдат разработени методи и средства за проектиране, конфигуриране, изграждане и въвеждане в експлоатация на Система за Оперативно Управление за целите на софтуерното разработване чрез приложение на стандарта ANSI/ISA-S95 (БДС/ИСО 62264);

- Да бъде проектирана, конфигурирана и настроена СОУ с цел да отговаря на изискванията, ресурсите и работния процес в софтуерната индустрия;
- Да бъдат дефинирани измерители на работния процес в софтуерната индустрия;
- Да бъдат оценени предимствата от използването на СОУП.
- Да се формулират изводи и приноси на съответната разработка.

Глава 2 Производствени методи и практики за управление в софтуерната индустрия

В тази глава е направено цялостно изследване на дейностите и процесите в софтуерна фирма, занимаваща се с разработката и внедряването на Системи за Оперативно Управление на Производството. Изследването е проведено използвайки методологията Лийн 6σ и нейните инструменти, описана в ГЛАВА 1 и има за цел да бъдат ясно разграничени функциите и отговорностите на ниво отдел, служител, както и да се проследи последователността между всички дейности за всеки конкретен случай. Разработени са процедури за ясно разделяне на отговорностите и са създадени концептуални модели на дейностите и процесите (ITIL, VSM, блок-схеми) с точно определени етапи в рамките на жизнения цикъл на разработката на софтуерния продукт. Разгледани са голям брой решения, подпомагащи софтуерната разработка и е направен анализ за приложимостта на всеки един от тях за целите на конкретната фирма. Направен е сравнителния анализ е направен на базата на дефинираните критерии, които са приложени както за разгледаните програмни продукти за управление на софтуерни проекти, така и за СОУП.

2.1. Моделиране на дейностите в софтуерна фирма

Стартира се с разработката на модели чрез използването на ITIL (IT Infrastructure Library) диаграми на всички дейности във фирмата по отдел. След разработката на ITIL диаграми, описващи всички видове задачи за всеки отдел, могат да бъдат класифицирани дейностите, които не носят добавена стойност (загуби) и да бъдат предприети мерки за премахването (ако е възможно) / минимизирането им.

Диаграмата представена на Фиг.2.3 описва дейностите по директната връзка с клиентите и ги категоризира в зависимост от вида на клиентските заявки и запитвания. От своя страна клиентските заявки могат да бъдат следните: Заявка за ново проучване; Заявка за разработване на нова функционалност в системата; Заявка за поддръжка; Заявка за промяна на текуща функционалност в системата; Заявка за отстраняване на нередност (бъг) Заявка за провеждане на обучение.

На Фиг.2.4 е представена диаграма на дейностите, насочени към Функционален отдел на фирмата, към които спадат:

Снемане на клиентски изисквания – в случаите на пристигнала Заявка за Ново проучване или Заявка за разработване на нова функционалност.

Разработване на Функционална документация – в различните случаи може да бъде Технико-икономически доклад, Функционална спецификация, Техническа спецификация или GAP анализ. Функционалната документация се разработва след внимателен анализ на клиентските изисквания и текущото функционално състояние на системата. Функционалната документация бива ревизирана и приета, след което се изпраща в отдел „Развойна дейност“ за разработване.

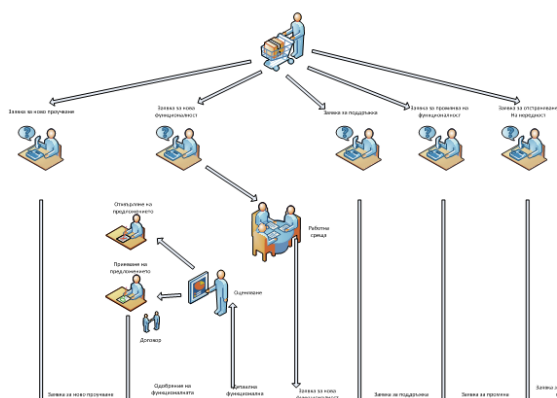
На Фиг.2.5 е представена диаграма на дейностите извършвани в отдел „Развойна дейност“, които включват:

- Разработване на документация за дизайна на промените, които следва да се разработят;

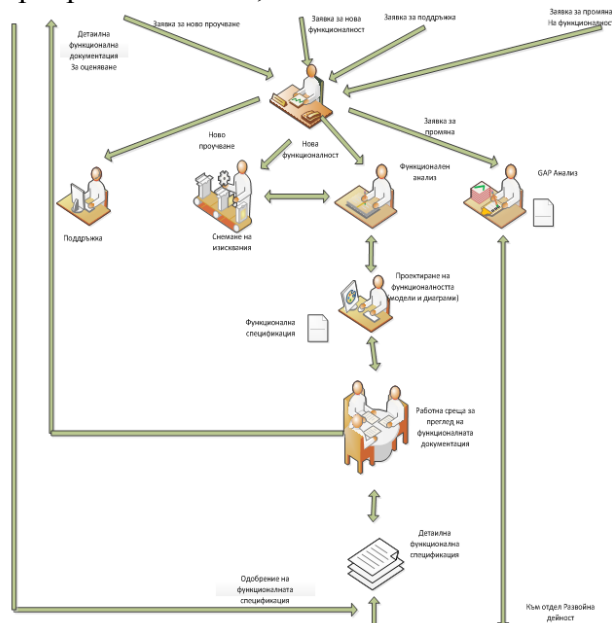
- Същинското разработване на задачата;
- Тестване на направените промени;
- Инсталиране на нова версия на тестовия сървър

На Фиг.2.6 са описани дейностите, извършвани в отдела по качеството, които включват:

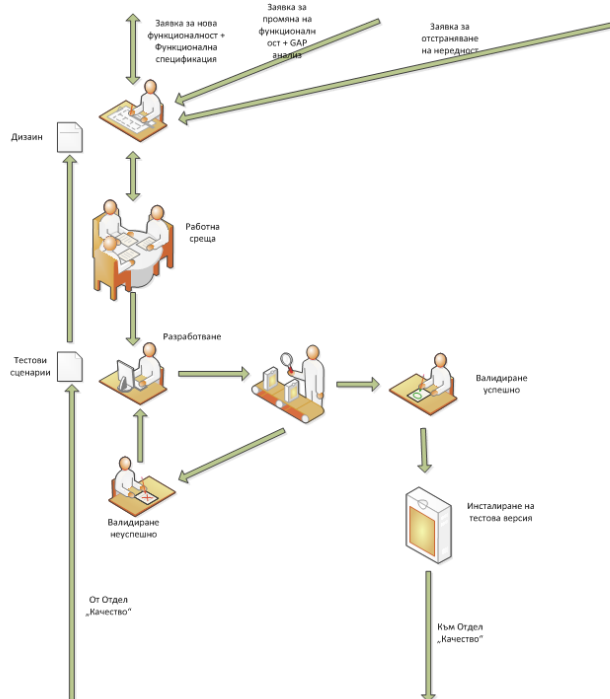
- Разработване на тестови сценарии;
- Разработване на автоматични тестове;
- Тестване на разработените нововъведения;
- Описание на направените промени;
- Инсталиране на релийзи на тестовите сървъри на клиента;



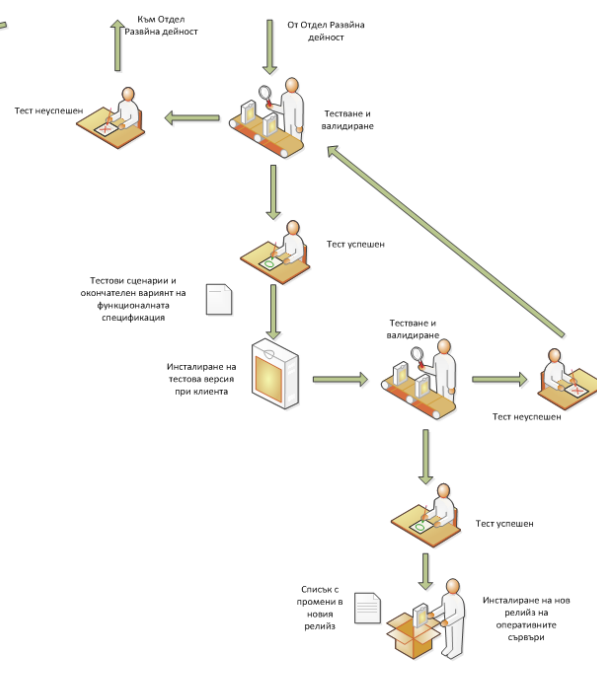
Фиг.2.3: ITIL диаграма на дейностите във фирмата (Отдел Продажби)



Фиг.2.4: ITIL диаграма на дейностите във фирмата (Функционален Отдел)



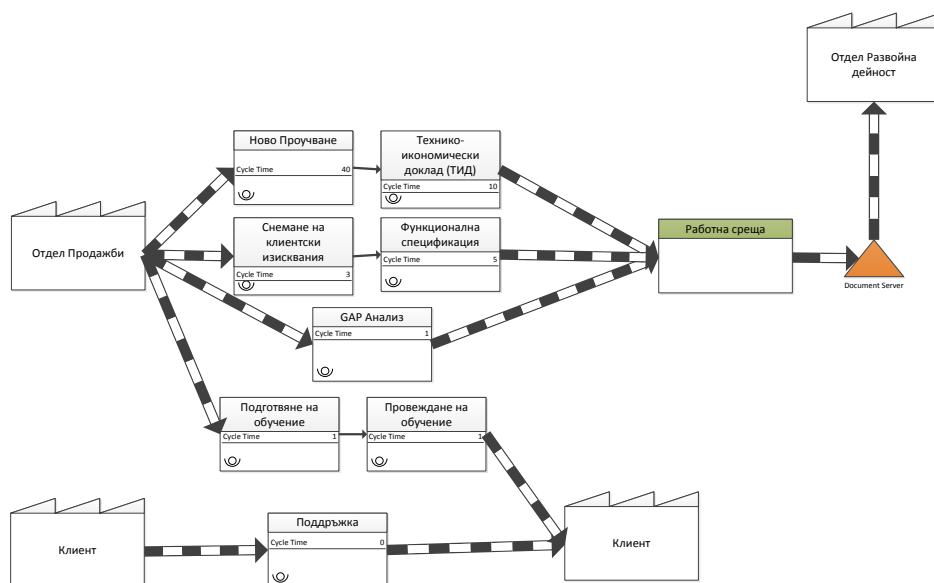
Фиг.2.5: ITIL диаграма на дейностите във фирмата (Отдел "Развойна дейност")



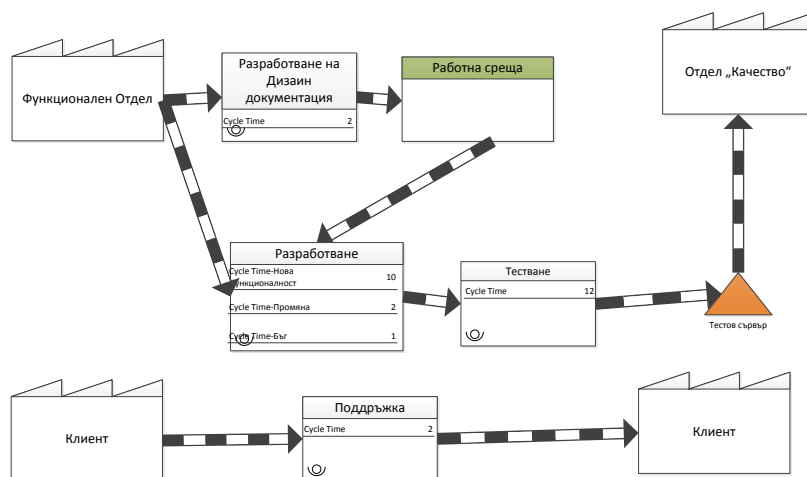
Фиг.2.6: ITIL диаграма на дейностите във фирмата (Отдел "Качествен контрол")

След разработването на ITIL диаграмите, показващи дейностите във фирмата, се пристъпва към отделянето единствено на тези дейности, които имат добавена стойност спрямо крайния продукт или услуга от продуктовото портфолио на фирмата. За целта се използват

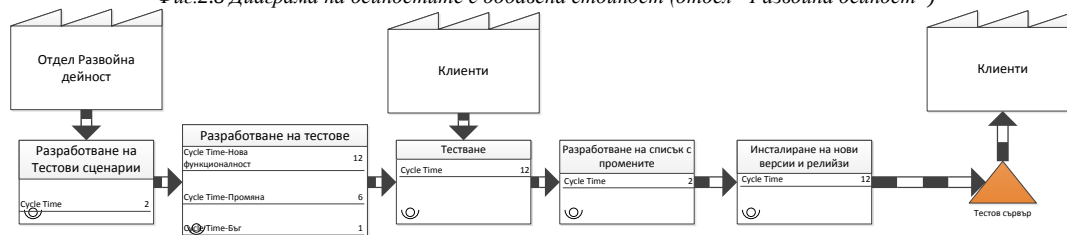
VSM (Value Stream Map) диаграми. На Фиг. , Фиг., Фиг. са представени диаграми на дейностите с добавена стойност за „Функционален отдел“, Отдел „Развойна дейност“ и Отдел „Качество“ във фирмата.



Фиг. 2.7 Диаграма на дейностите с добавена стойност (Функционален отдел)



Фиг.2.8 Диаграма на дейностите с добавена стойност (отдел „Развойна дейност“)



Фиг.2.9 Диаграма на дейностите с добавена стойност (отдел „Качество“)

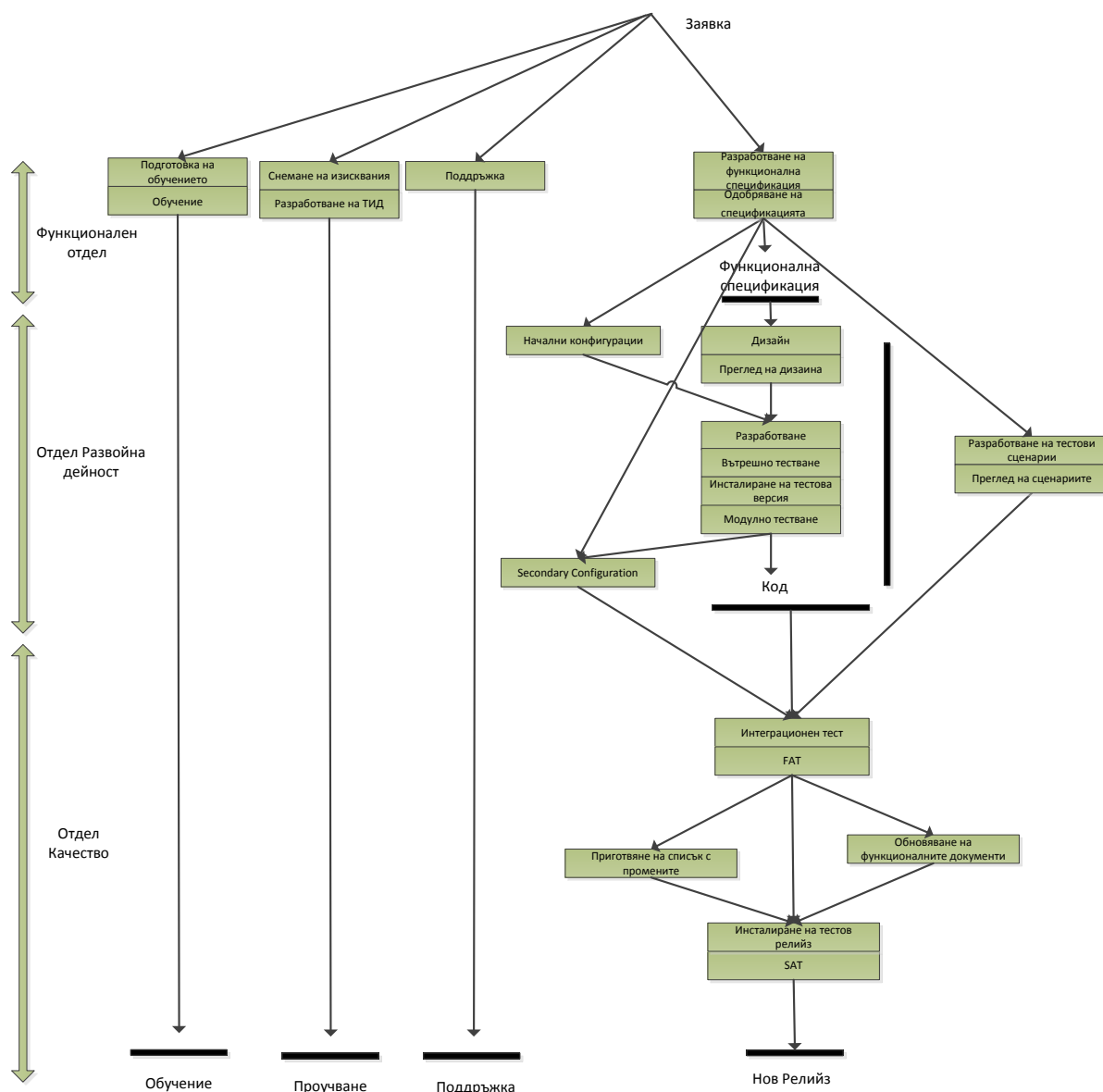
2.2. Моделиране на процесите при разработка на софтуер

Разработен е модел на процесите (Фиг.2.10), съпътстващи основните етапи в разработката на софтуер в софтуерна фирма. Този модел е в основата на разработването на жизнения цикъл на продуктите и услугите от портфолиото на фирмата.

Тези продукти и услуги могат да бъдат обобщени, както следва:

- Софтуерен продукт – представлява СОУ или релийз (release), версия, заявка и т.н.

- Поддръжка – касае дейностите по комуникация с клиенти, оказване на техническа помощ, снемане на изисквания, вземане на взаимни решения. Комуникацията протича основно през системата за връзка с клиентите (билетна система).
- Проучване – извършването на проучване и оформянето на резултатите от проучването във функционална спецификация, която впоследствие може да бъде използвана като задание при разработването на СОУП.
- Провеждане на обучение – фирмата провежда обучения по бизнес процеси и средства (не свързани с продукта) и сертифициращи курсове за работа с MOM4. Обучението също така може да бъде и вътрешно (новопостъпили служители и т.н.).



Фиг. 2.10 Модел на процесите при разработването на софтуер

2.3. Анализ на загубите в софтуерната индустрия и мерки за тяхното намаляване

Процесът на идентифициране на загубите изисква внимателен анализ и добро познаване на Лийн методологията, както и на допълнителни закономерности като например Закона на Паркинсон, Студентски синдром, експоненциално натрупване на грешките при намаляване

на времето за изпълнение, чрез които те да бъдат дефинирани и категоризирани. Дефинирани са следните видове загуби в софтуерната индустрия:

- **Загуби от изчакване** като резултат от липса на координация между отделите;
- **Загуби при обработване** - изразяват се главно в процеса на проектиране;
- **Загуби от поддържане на „запаси“** като резултат от небалансирано натоварване на служителите;
- **Загуби от „дефектно“ производство** като резултат от липса на стандартизирани процедури на всеки етап от процеса;
- **Загуби от нерационално „движение“** – липса на формалност при работни срещи;
- **Загуби от свръхпроизводство** – липса на приоритизация на задачите за изпълнение;
- **Загуби при „транспортиране“** – като резултат от прехвърлянето на големи обеми информация;

В софтуерната фирма е направено вътрешно проучване продължило три месеца, в което са включени всички отдели и екипи. Направен е анализ на етапите в работния процес за всеки продукт и са определени някои характерни показатели на всяка една стъпка на разработване. Получените резултати са категоризирани и са взети следните решения за отстраняване на различните видове загуби:

- **Намаляване на загубите от изчакване** - Внедряване и използване на софтуерен продукт за въвеждане на изтеглящо разработване на софтуер на принципа на Канбан с възможност за детайлно планиране на отделните етапи при разработване, генериране на информативни, детайлни отчети и статистически анализи на извършената работа и статусите на отделните задачи, както и за автоматично генериране и разпределяне на задачите в компетентния отдел, екип, служител на базата на допустимия капацитет. Да генерира последователността от действия за всеки различен тип задача с цел непрекъсната проследяемост на процеса на работа.

- **Намаляване на загубите при обработване** – Ясно дефиниране на съдържанието на документацията при различните типове задачи. Използване на предварително изготвени образци на базата на стандарти и нормативи при разработването на документацията.

- **Намаляване на загубите от поддържане на „запаси“** – Внедряване и използване на софтуерен продукт с възможност за извършване баланс на капацитетите във фирмата.

- **Намаляване на загубите от дефектно производство** - Посочената система трябва да има възможност за предотвратяване преминаването на некачествен продукт на следваща стъпка от разработването. Взето е решение за изготвянето на ясни, цялостни процедури за тестване на функционалността на системата на базата на тестови сценарии разработени въз основа на функционалните спецификации и клиентските изисквания.

- **Намаляване на загубите от нерационално „движение“** – Взето е решение за ограничаване на времето на работните срещи до разумни граници. Въведен е формален метод за свикване на работни срещи по конкретни теми и с ясно дефиниран краен резултат. Намаляването на времето за търсене на необходимата документация ще се извършва посредством софтуерен продукт.

- **Намаляване на загубите от „свръхпроизводство“** – В софтуерния продукт трябва да има възможност за приоритизиране на задачите за изпълнение, според зададената от клиента степен на важност, както и да се задава краен срок на изпълнение и версията, към която дадената задача трябва да бъде включена. Тези функционалности са пряко свързани с възможността на търсената система за препланиране и резервиране на необходимия капацитет на задачите за изпълнение.

Намаляване на загубите от „транспортране“ – Въпреки незначителните загуби на време за инсталиране на нови версии и отдалеченото прехвърляне на отдалечени бази данни, е взето решение за разработването на скрипт за стартиране на стандартна последователност от действия (процедура) при инсталиране на нова версия, както и циклично синхронизиране на базите данни на отдалечените сървъри.

2.4. Анализ на програмни средства за управление на проекти в софтуерната индустрия

Разгледани са и са сравнени възможностите на единадесет от най-популярните и често използвани софтуерни продукта, като подборът им е направен на базата на дефинирани изисквания към техните възможности:

- Дефиниране на всички ресурси (служители, документация, оборудване) и маршрутизация на задачите в зависимост от наличните ресурси. На така дефинираните ресурси трябва да могат да се извършват тестове за съответствие с техните характеристики.
- Автоматично планиране и разпределяне на задачите в зависимост от техния тип, свободния капацитет и компетентност на всяко работно място. Това включва и автоматично генериране на предварително известна очаквана дата на изпълнение на съответните задачи, обединени в една версия.
- Непрекъснато проследяване на задачите за изпълнение, както и забавянията и престоите по различни причини, чрез въвеждане на Kanban “изтегляща” разработка на софтуер. Важно условие е избраната система да дава възможност за обратна връзка на всеки един етап от разработването.
- Анализиране и изготвяне на отчети за извършената дейност за ден, седмица, месец, версия, както и следене на Ключови Показатели за Ефективност.

2.5. СОУ за целите на софтуерната индустрия

Същият анализ е извършен върху Система за Оперативно Управление, като е наблегнато на функционалните ѝ възможности отговарящи на изискванията за подбор, формулирани към софтуерните продукти за управление на проекти в софтуерната индустрия: Планиране в реално време и изготвяне на работни графици; Анализи на причинно-следствените връзки при откриване на дефекти и забавяния; Стандартизация чрез използване на алгоритми за маршрутизация на базата на правила; Възможности за пре-планиране на работните процеси в реално време; „Изтегляща“ система на работа (Канбан); Изготвяне на отчети и анализи на постигнатите резултати.

2.6. Сравнителен анализ на разгледаните системи за управление на проекти

Сравнителният анализ на системите за управление на проекти в софтуерни фирми е извършен за системите, описани в раздел 2.4. и 2.5. За оценяване на възможностите на програмните продукти са използвани указанията на MESA, като са добавени също и критерии, произхождащи от мерките за намаляване на загубите в софтуерната фирма. Дефинирани са следните 13 критерия:

- Дефиниране на ресурсите във фирмата – служители, оборудване и текуща документация;
- Изготвяне на тестови спецификации – за поддържане на нивото на работоспособност на служителите във фирмата;
- Генериране на автоматични маршрути – чрез задаване на ясни правила за всяка задача;

- Автоматично планиране и разпределяне на задачите – на базата на клиентските изисквания и приоритети;
- Генериране на очаквана крайна дата на всяка версия – на базата на времетраенето на задачите, техните статуси и текущите ресурси във фирмата;
- Вътрешно проследяване на текущия статус на всяка една задача;
- Класификация на престоите и забавянията с цел изработването на по-добри анализи за работния процес;
- Използване на „изтегляща“ система при работа – Канбан;
- Изготвяне на отчети (работни карти) за работния процес на всеки служител;
- Използване на статистически инструменти за обработка на получените резултати;
- Изработване на вътрешни Ключови Показатели за Ефективност (KPI) от получените резултати от работния процес.

Според така избраните критерии е извършен сравнителен анализ на свойствата на системите за да бъде направен независим избор според нуждите на фирмата. За всеки критерий е зададен тегловен коефициент и е изчислена оценка по (2.1).

$$E_i = k_i \sum_{i=1}^{n-1} (c_i \cdot m_i) - k_n p \quad 2-1$$

където:

E_i – крайна оценка на софтуерния продукт;

k_i –тегловен коефициент за всеки показател;

c_i – коефициент за наличност на i-ти критерий (показани в Табл.2-1);

m_i – разглеждан критерий;

k_n – коефициент на критерия „цена на софтуерния продукт“;

p – цена на софтуерния продукт.

Получените резултати могат да варират в зависимост от поставените тегловни коефициенти за всеки критерий, като това зависи от конкретните изисквания на всяка фирма и от нейните възможности. Резултатите са представени в Табл.2.1

Табл.2.1 Оценка на характеристиките на системи за управление на софтуерни проекти

Критерии	Тегловен коефициент	Kanban Tool	Kanbanize	Swiftkanban	JIRA Agile	Axosoft	VersionOne	Rally Software	Pivotal Tracker	TeamPulse	Wrike	Intervals	MOM4
Дефиниране на ресурси	0.7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Тест спецификации на ресурсите	0.5	*	*	*	*	*	*	*	*	✓	*	*	✓
Изработване на специфични маршрути	0.6	*	✓	*	*	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Планиране задачи	0.8	✓	✓	✓	✓	*	✓	*	✓	✓	✓	✓	✓
Разпределяне на задачи	0.4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Генериране на очаквана крайна дата	0.3	*	*	*	✓	*	*	*	*	*	✓	✓	✓
Проследяване на задачите	0.3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Класифициране на забавяния/престои	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	✓	✓
Kanban - изтегляща система	0.3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Изготвяне на отчети	0.6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Анализи на информацията - статистически инструменти	0.7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
KPI за софтуерно разработване	0.5	*	✓	✓	✓	✓	*	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Цена * на потребител/месец, ** на месец	0.9	6.50 €	49.00 €	20.00 €	25.00 €	30.00 €	29.00 €	49.00 €	50.00 €	39.00 €	99.00 €	179.00 €	0.00 €
Оценка		3.7415	4.459	4.12	4.375	3.83	4.139	3.659	4.45	5.049	4.309	3.889	6

2.7. Изводи към Глава 2

1. Създаден и описан е модел на процесите (функционален модел) в софтуерна фирма на базата на ITIL.

2. Анализирани са основните причини за възникване на загуби при разработката на софтуерни продукти.
3. Препоръчани са мерки за намаляване на загубите при разработката на софтуерни продукти с цел да бъде повишена ефективността на всяко работно място и на фирмата като цяло.
4. Разгледани са 11 програмни системи, използвани за управление на проекти при разработката на софтуер, имащи за цел повишаване на качеството, намаляване на разходите, подобряване на проследимостта на ресурсите, извличането и анализирането на информацията за процеса на разработка. Тези системи са изключително актуални, а такива ги прави приложението в тях на съвременните методи и практики, описани в ГЛАВА 1 и успешното им приспособяване за целите на софтуерната разработка. Това е видно и от огромното количество литература и проучвания в тази област. Казаното до момента определя и огромното разнообразие от продукти, опитващи се да покриват всички изисквания на този отрасъл.
5. Анализирана е функционалността на предложената системата за оперативно управление
6. Дефинирани са 13 критерия за оценка на възможностите на системите за управление на проекти и за оперативно управление.
7. Извършен е сравнителен анализ на разгледаните програмни системи за управление на проекти и на системата за оперативно управление на базата на дефинираните критерии.
8. Като основна мярка за оптимизиране на работата и повишаване на ефективността при разработката на софтуер е взето решението за внедряване на система за оперативно управление и организация на работния процес, формулирани са изискванията към тази система.
9. Тъй като използваните подходи, описани в ГЛАВА 1, водят началото си от производството, е обосновано да бъде разгледана система, обединяваща ги и реализирана на базата на индустриален стандарт, какъвто е ANSI/ISA S95. Отчита се липсата на научни разработки по тематиката за приложението на стандарта ANSI/ISA S95 в софтуерната индустрия.

Глава 3 Модели на системи за оперативно управление за целите на софтуерното инженерство

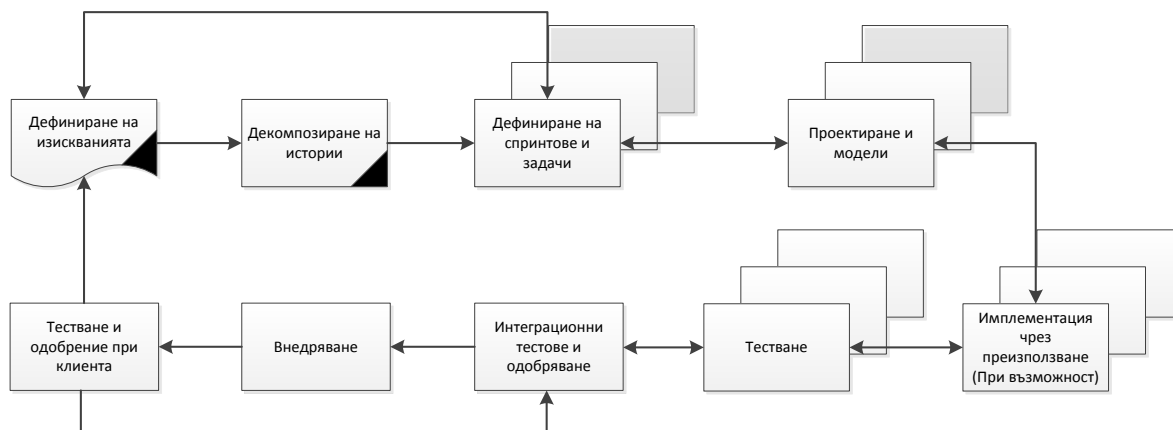
3.1. Анализ на софтуерната фирма от гледна точка на системите за оперативно управление

Всеки един от анализираните в Глава 1 модели за проектиране и разработка на системи за оперативно управление има своите предимства и би могъл да бъде използван в конкретен случай, но да бъде напълно практически неприложим в друг. Субективните фактори (начин на работа на клиента, снемането на клиентски изисквания, текущият капацитет на фирмата разработваща системата, познанията на участниците в проекта), които влияят на избора на един или друг модел, остават скрити при стартирането на проекта. В преобладаващата си част тези фактори имат много голяма тежест, което прави неадекватна преценката при избора на модел за проектиране и разработване. Ето защо е необходимо да се определи или създаде гъвкав модел, който да обединява предимствата на гореспоменатите фактори, който да има по-висока работоспособност в случаите на поява на „подводни камъни“ и да отговаря на конкретните нужди на фирмата.

В тази точка е направен анализ на различията и съответствията между понятията използвани в софтуерното инженерство и сферите на приложение на оперативното управление.

3.2. Обобщен модел за проектиране и разработка на системи за оперативно управление

Създаван е обобщен гъвкав модел, приложим за всякакви случаи при проектирането и разработка на Системи за Оперативно Управление (СОУ), като са разграничени функциите и отговорностите и последователността от дейности за всеки конкретен случай.



Фиг.3.1 Обобщен гъвкав модел на проектиране и разработка на СОУ

Моделът се състои от следните стадии:

- Дефиниране на изискванията към системата
- Декомпозиране на истории
- Дефиниране на спринтове и задачи
- Проектиране и модели
- Етап на имплементация
- Тестване
- Интеграционни тестове
- Внедряване и тестване на тестовата среда при клиента

3.3. Модели на обектите и техните свойства и методи

По-надолу са разработени UML модели на обектите и техните свойства и методи, така че да отговарят на разгледаните в ГЛАВА 1 модели от стандарта ANSI/ISA S95 и прилежащата към него XML схема B2MML. Тяхната цел е да бъдат основа за конфигурирането им в системата, както и да подпомогнат връзката между обектите и техните свойства и поведение, и таблиците с необходимите за целта бази данни, като представят релациите между таблиците, без да са посочени първичните и външни ключове. Така разработените модели представляват метамодел, който е основа на разработването на всяко специфично приложение на софтуерния продукт (домейн модел).

В така разработените UML модели са добавени и основните статични методи, които са имплементирани в тях, така че да обхващат основните CRUD (Create-Read-Update-Delete) операции по създаване, изчитане, опресняване и изтриване на записи към съответните обекти.

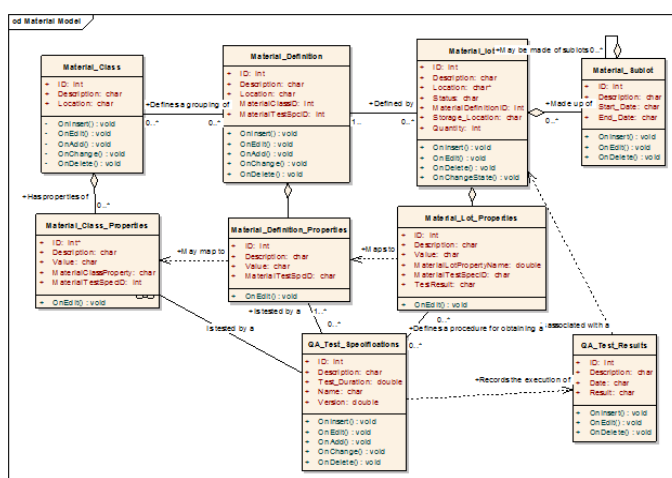
3.3.1. Модел „Материали“

Статичните методи, които са реализирани в класовете от модела имат за цел да дадат базовата функционалност на обектите в системата. За „Клас Материали“ (Фиг.3.2) са реализирани методите за вмъкване на нов запис, за редактиране на съществуващ запис, за добавяне на запис като ред към друг обект, за промяна на съществуващ ред в друг обект,

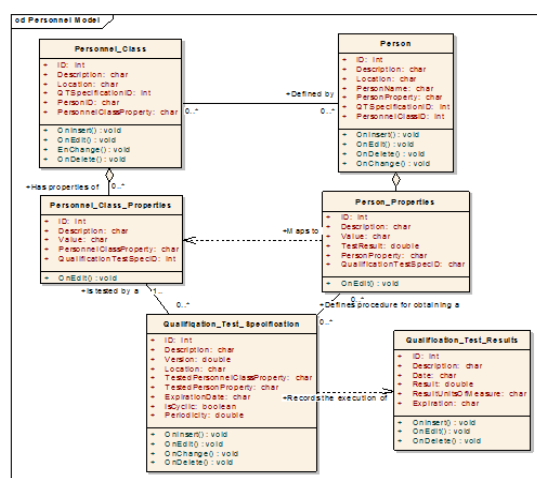
метод за промяна на състоянието и за изтриване на ред от базата данни. Методите за добавяне и за промяна на ред в друг обект могат да бъдат използвани за обектите от класовете „Дефиниция на материала“ и „Спецификации на материала“ съответно за „Продуктов сегмент“ и за „Процесен сегмент“. Същите методи са реализирани за класа „Дефиниция на материала“ като тези за добавяне и промяна на ред могат да бъдат използвани за обекти от клас „Партида Материали“. Методите реализирани в класовете за „Партида Материали“ и „Подпартида Материали“ са съответно за създаване на нов запис, редактиране на съществуващ запис и изтриване на запис.

3.3.2. Модел „Персонал“

Статичните методи, които са реализирани в класовете от модела „Персонал“ (Фиг.3.3) са подобни на тези от модела за „Материали“. За „Класове Персонал“ са реализирани методите за създаване, редактиране, добавяне, промяна и изтриване, като методите за добавяне и промяна се използват за обекти от класовете „Персонал/Служител“ и за „Персонални спецификации“ съответно за „Продуктов сегмент“ и за „Процесен сегмент“.



Фиг.3.2: Модел „Материали“ с дефинирани свойства на обектите



Фиг.3.3: Модел „Персонал“ с дефинирани свойства на обектите

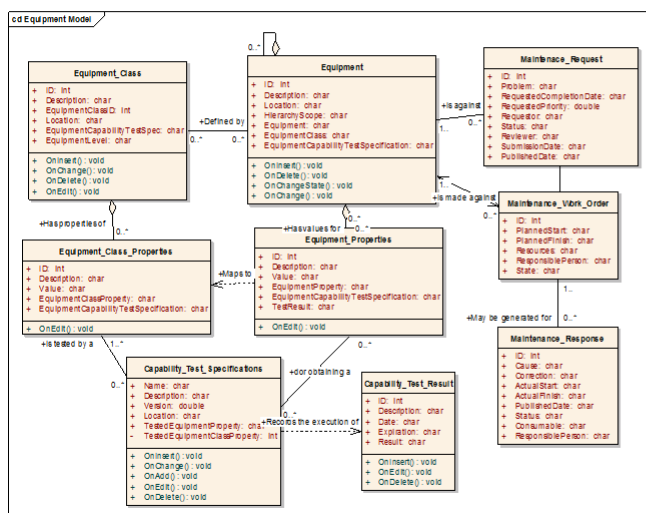
3.3.3. Модел „Оборудване“

Статичните методи, които са реализирани в класовете от модела на „Оборудването“ (Фиг.3.4) са подобни на методите в предходните два модела. За „Клас Оборудване“ са реализирани методите за създаване, редактиране, добавяне, промяна и изтриване, като методите за добавяне и промяна се използват за обекти от класовете „Оборудване“ и за „Спецификации на оборудването“ съответно за „Продуктов сегмент“ и за „Процесен сегмент“.

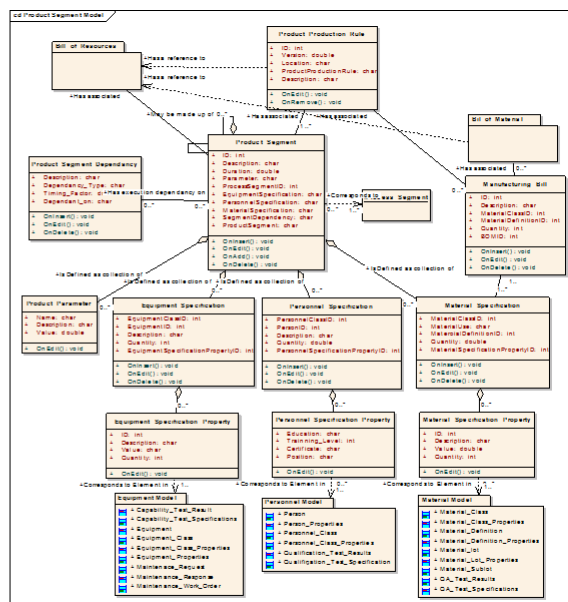
3.3.4. Модел „Продуктов сегмент“

Продуктовите сегменти, според тяхната дефиниция в стандарта ANSI/ISA-S95 представляват обща информация между производствените правила и необходимите ресурси и описват дадена работна задача, която може да бъде извършена на едно или повече работни места (Фиг.3.5). Продуктовите сегменти са стъпките от инструкциите за производство, през които трябва да премине производственият процес. Всеки продуктов сегмент има зависимост (Segment Dependency) от друг продуктов сегмент, която показва реда на изпълнение на стъпките. Тези зависимости са инструментът, чрез който могат да бъдат реализирани различни последователности от дейности, като по този начин маршрутите на междинните и крайните продукти могат да бъдат усложнени до колкото е необходимо за даденият процес.

Статичните методи, реализирани в модела „Продуктов сегмент“ дават функционалната възможност на продуктовите сегменти да участват в изграждането на маршрути (последователността от стъпки и правила) като за класа „Продуктов сегмент“ са реализирани методите за създаване, редактиране, добавяне и изтриване. Методът за добавяне се използва за добавяне на ред към класа „Производствени правила“. За класовете „Спецификации на материал“, „Спецификации на персонал“ и „Спецификации на оборудването“ са реализирани методите за създаване, редактиране и изтриване, като те биват използвани като правила и ограничения за ресурсите, които могат да участват на дадена стъпка от процеса.



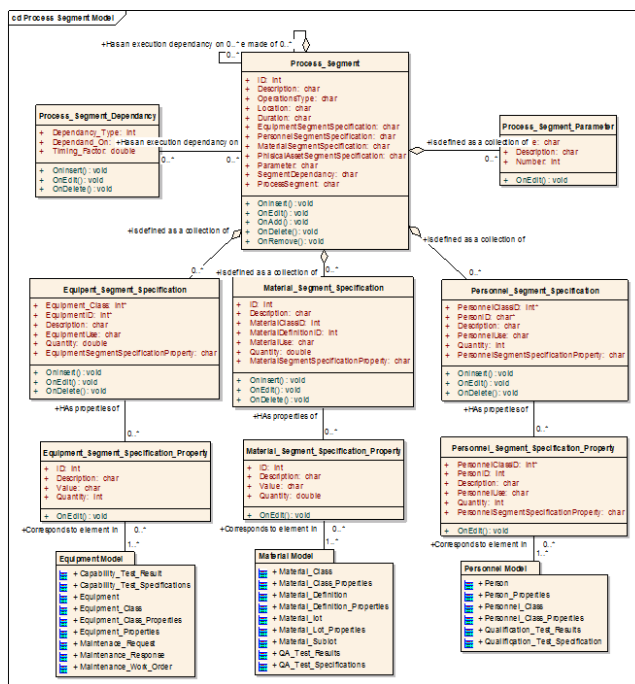
Фиг. 3.4 Модел „Оборудване“ с дефинирани свойства на обектите



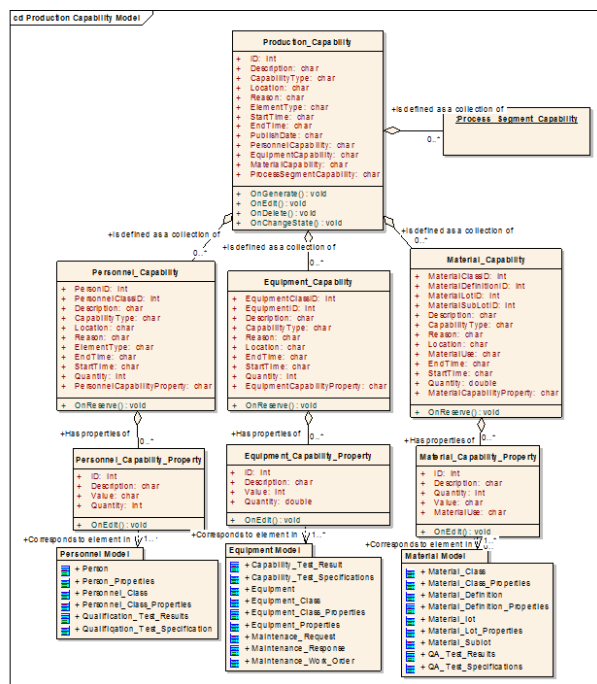
Фиг.3.5: Модел „Продуктов сегмент“ с дефинирани свойства на обектите

3.3.5. Модел „Процесен сегмент“

Статичните методи, които са реализирани за класа „Процесен сегмент“ (Фиг.3.6) позволяват създаването, редактирането, добавянето, изтриването и премахването на нов обект от класа. Методите добавяне и премахване се използват за добавяне на обекти в класа „PPRProcenes“, който представлява набор от процесни сегменти, на които може да бъде извършена дадена операция. Този клас се използва и за целите на балансирането на капацитетите на различни равнозначни процесни сегменти. Към всеки процесен сегмент могат да бъдат създавани, редактирани и изтривани „Материални спецификации“, „Персонални спецификации“ и „Спецификации на оборудването“. Тези спецификации могат да бъдат добавени и директно като обекти чрез използването на методът „Промяна“ (OnChange()) от класовете „Клас Материали“, „Дефиниция Материали“, „Клас Персонал“, „Персонал“, „Клас Оборудване“ и „Оборудване“.



Фиг. 3.6: Модел „Процесен сегмент“ с дефинирани свойства на обектите



Фиг. 3.7 Модел „Производствена възможност“ с дефинирани свойства на обектите

3.3.6. Модел „Производствена възможност“

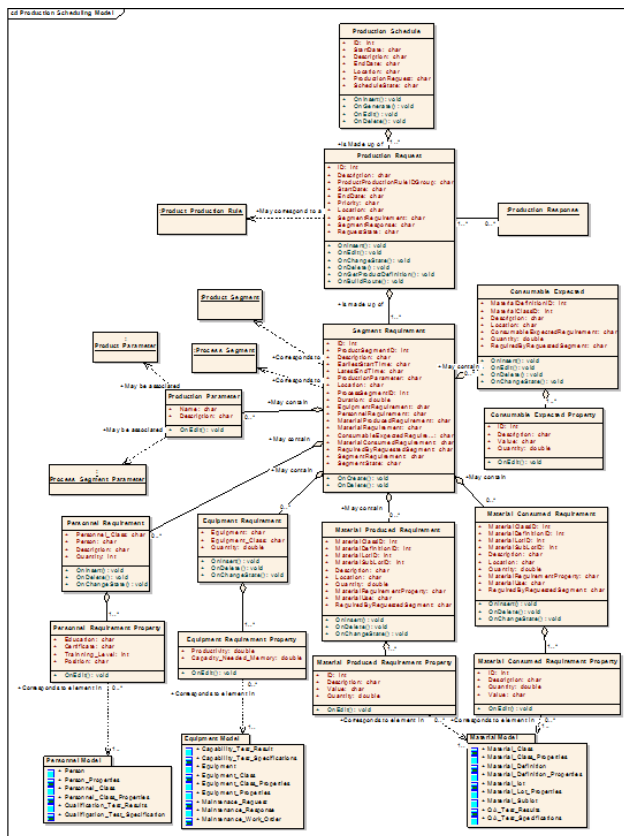
Статичните методи реализирани в класа „Производствена възможност“ (Фиг.3.7) дават необходимата функционалност за генериране, редактиране и изтриване на работен график на базата на „Възможността на материали“, „Възможността на персонал“ и „Възможността на оборудването“ да участва в производствения процес.

3.3.8. Модел „Производствен график“

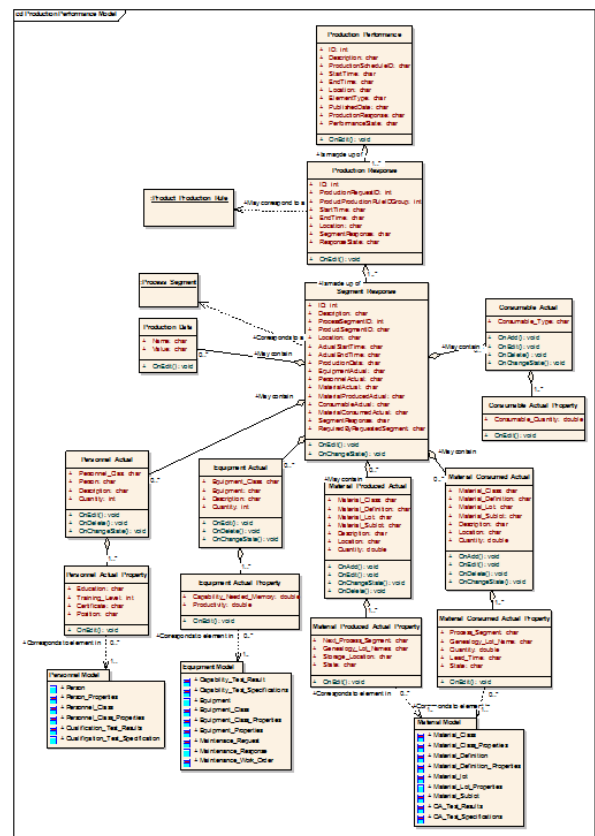
В модела „Производствен график“ се вземат предвид изискванията за брой и количество на необходимите ресурси, които да бъдат заети на всяка стъпка от процеса на производство (Фиг.3.9). Статичните методи реализирани в класа „Заявка за производство“ включват създаване, редактиране, промяна на състоянието, изтриване, избор на продуктова дефиниция и изграждане на маршрут. Методът за промяна на състоянието е основа за планирането, като на неговата основа също така се изчисляват и голяма част от времевите Ключови Показатели за Ефективност. Методът за изграждане на маршрут в началото на изпълнението си извиква метода за избор на продуктова дефиниция, който на базата на правилата и ограниченията зададени в „Производствените правила“ избират съответната дефиниция, след което извиканият метод връща контрола на извикващия – изграждане на маршрут. Методите на класа „Сегментни изисквания“ са съответно създаване и изтриване на сегментни изисквания, при създаването на които се извикват методите за промяна на състоянието на необходимите ресурси.

3.3.9. Модел „Производствено изпълнение“

Моделът „Производствено изпълнение“ се явява „отговор“ на модел „Производствено планиране“ (Фиг.3.10). Основните статични методи реализирани в моделът на „Производственото изпълнение“ са за промяна на състоянието на ресурсите участващи в производството, които чрез машината на състоянията на различните обекти реализират изпълнението на производствения график. Останалите методи са за редактиране на информацията в обектите от съответните класове.



Фиг. 3.9 Модел „Производствен график“ (Производствено планиране)

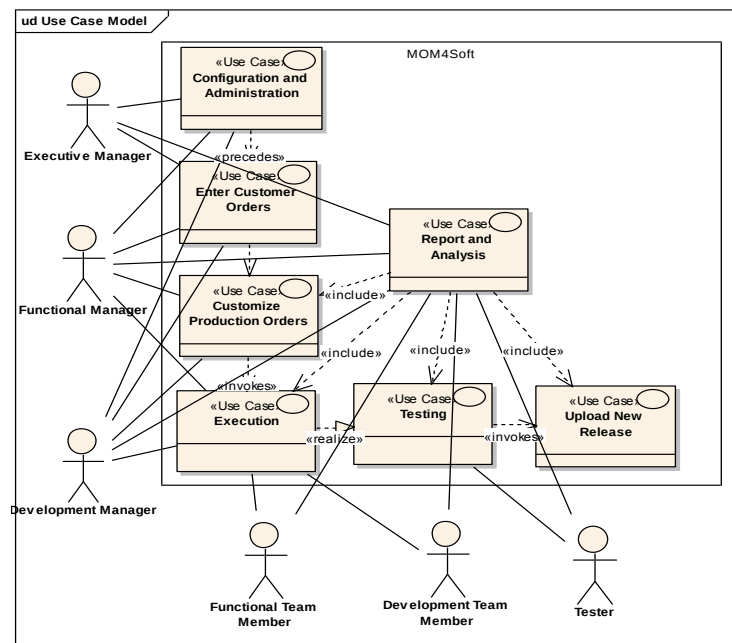


Фиг. 3.10 Модел „Производствено изпълнение“

3.3. Моделиране на функционалните възможности на системата

3.3.1. Диаграма на случаите на приложение

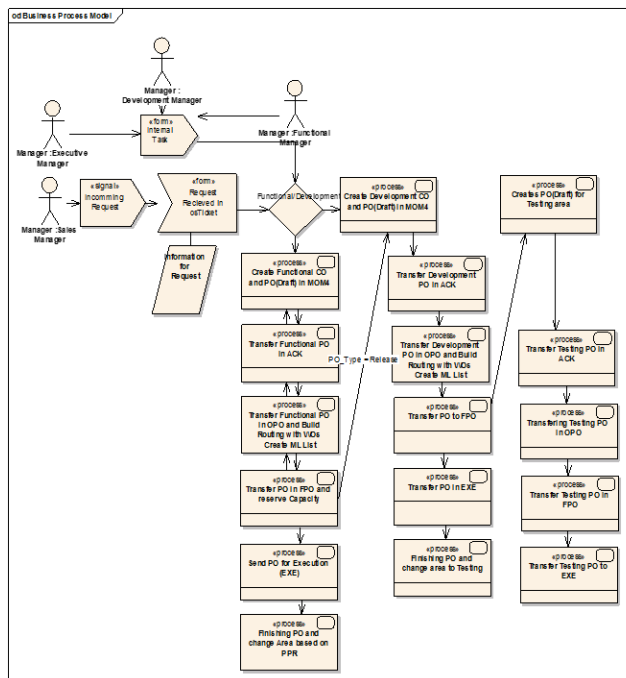
В процеса на проектиране на софтуерния продукт, диаграмата на потребителските случаи на приложение е първата диаграма, която се създава от проектантите при започване на проекта (Фиг.3.12). Тази диаграма позволява да се опишат на най-високо ниво дейностите, които потребителя, има да изпълнява със системата.



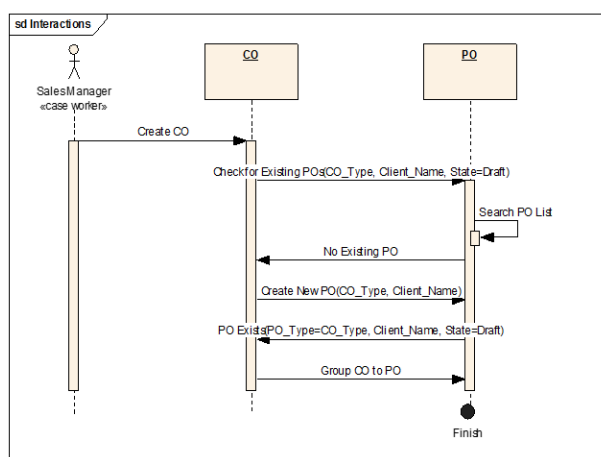
Фиг. 3.12 Диаграма на случаите на приложение на MOM4Soft

3.3.3. Модел на планирането

Моделът на планирането включва два от случаите на използване, показани на Фиг. . Това са „Въвеждането на Клиентски поръчки“ и „Къстъмизирането на Производствени поръчки“. Моделът на планирането е представен чрез диаграма на дейностите (Activity Diagram) - служи за описание на процедурна логика, бизнес процеси или работни потоци. Може да има разклонения като блок - схемите. Показва логиката на поведение.



Фиг. 3.13: Модел на планирането



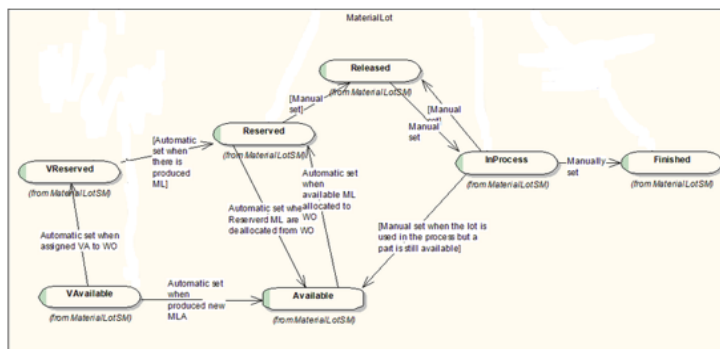
Фиг. 3.14: Групиране на клиентски поръчки

Клиентските поръчки биват групирани по различни критерии в производствени поръчки, които преминават през различен статус (състояние). Състоянията на различните обекти са разгледани подробно по-нататък. Представена е последователността на изпълнение на производствените поръчки от функционален тип, като след завършване на къстъмизацията ѝ (статус FPO) се създава нова производствена поръчка от тип *разработване*, която също трябва да бъде къстъмизирана на свой ред. Третата производствена поръчка (за тестване) се създава след края на къстъмизацията на втората (преминаване в статус FPO).

3.3.4. Диаграма на машината на състоянията

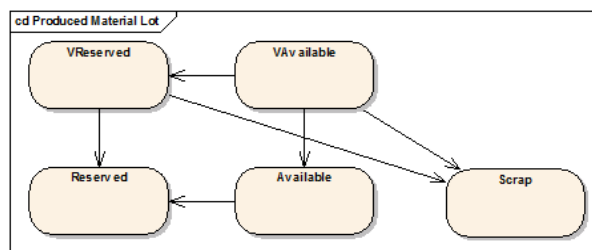
Машината на състоянията е основен елемент в начина на работа на СОУ. Чрез нея се моделира поведението на обектите в системата при различни ситуации (състояния). Този модел играе основна роля както при планирането, така и при изпълнението и проследяването на задачите, създаването на отчети и представянето на резултати, като по този начин се гарантира правилната работа на системата. Машината на състоянията може да бъде модифицирана за различни случаи в различни проекти, като част от състоянията могат да бъдат избегнати (автоматично, неясно преминаване през различните статуси) с цел улесняване работата на операторите.

Промяна на състоянията на Производствена поръчка (ПП)



Фиг. 3.16 Състояния на консумирана партида от материали

Промяна на състоянията на Работна поръчка (РП)

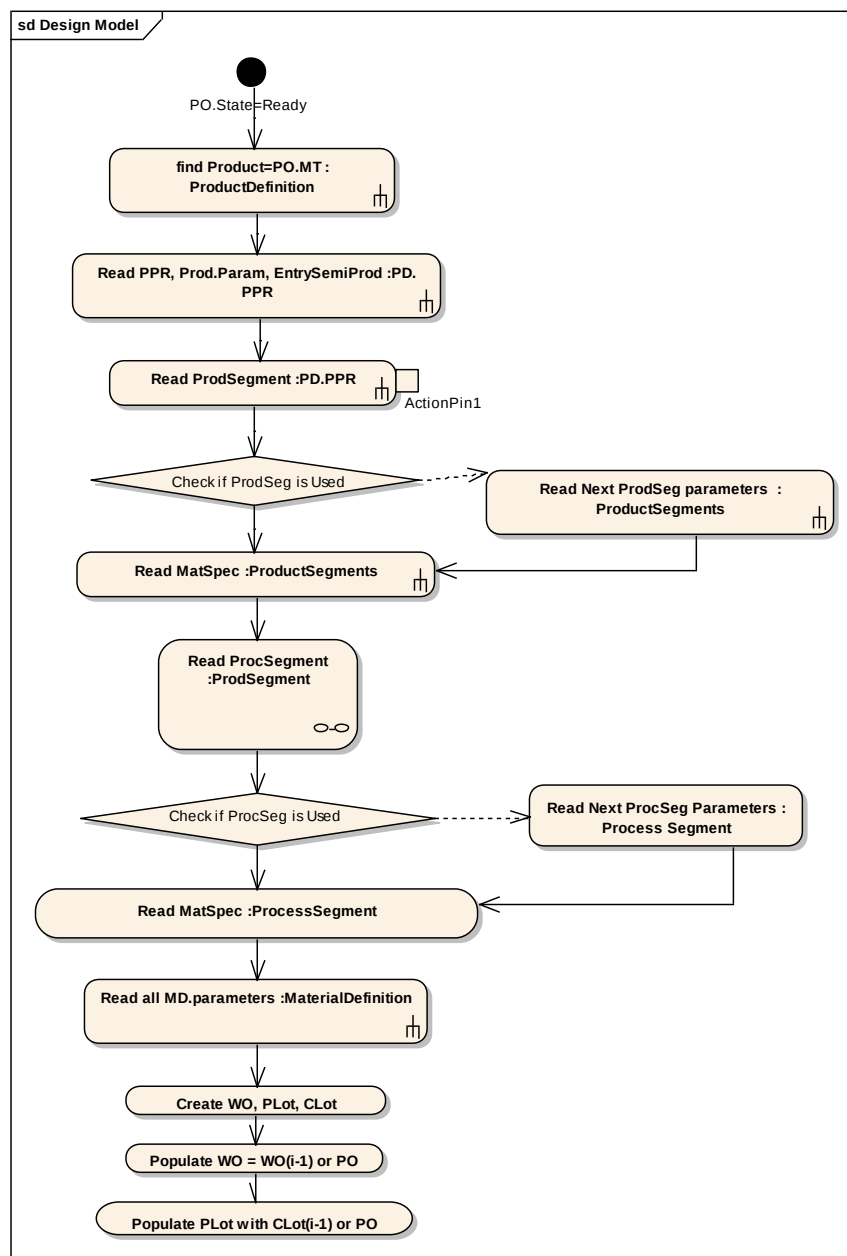


Фиг. 3.17: Състояния на произведена партида материали

3.3.5. Модел на генериране на маршрути

Логиката за автоматизираното генериране на маршрути (routing), през които материалите трябва да преминат за да достигнат до краен продукт е основополагаща за процеса на планиране на задачите и играе важна роля за проследяемостта на движението на материалите, независимо от типа на производството. Генерирането на маршрути се извършва по начина, описан по-долу и показан чрез модела на Фиг.3.18:

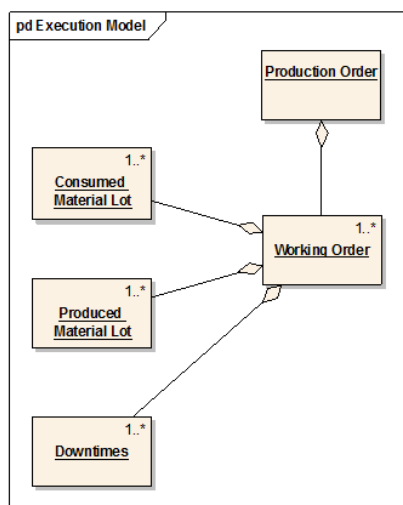
- На базата на типа на постъпилите клиентски поръчки, групирани в производствена поръчка се намира продуктова дефиниция на крайния продукт;
- От Продуктовите Правила за Производство (Product Production Rules) се отчитат от системата за тази продуктова дефиниция нейните параметри и междинните продуктови дефиниции;
- От Продуктовите Правила за Производство се изчита всеки предходен Продуктов сегмент (производствени стъпки);
- Проверява се дали даденият Продуктов сегмент се използва на базата на зададените му параметри и ограничения;
- Отчитат се Материалните спецификации на Продуктовия сегмент;
- Отчитат се всички Процесни сегменти, асоциирани с дадения Продуктов сегмент и техните параметри и ограничения;
- Отчитат се Материалните спецификации на Процесния сегмент;
- Изчитат се Материалните дефиниции за откриването на предходния междинен продукт;
- Намира се предходният Продуктов сегмент и започва нова итерация на алгоритъма. Алгоритъмът продължава до откриването на начална Дефиниция на материала;
- Създават се Работни поръчки за всеки един Продуктов сегмент, създават се консумирани и произведени партии от материали;
- Попълва се информацията за всички създадени Работни поръчки;
- Попълва се информацията за всички консумирани и произведени лотове;



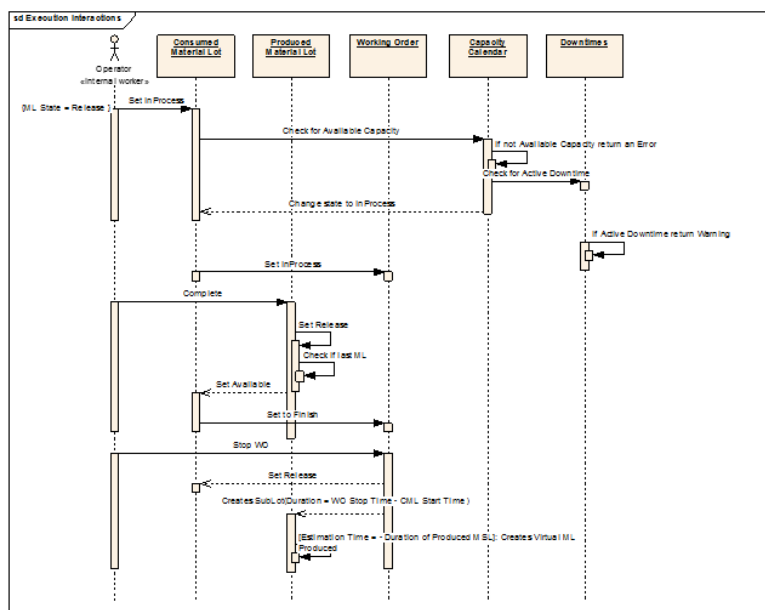
Фиг.3.18 Модел на изграждането на маршрути

3.3.6. Модел на изпълнението на Работни поръчки

Работната поръчка е обект в системата, който отговаря на въпросите какво, как, къде и за колко време трябва да бъде произведено. Всяка работна поръчка е съставена от един или повече консумирана материална партида, една или повече произведена партида от материали, един или повече престоя направени по определена причина. Работната поръчка наследява информация от Продуктовите сегменти, Процесните сегменти и техните спецификации материалния сегмент.



Фиг. 3.19: Модел на изпълнение на работни поръчки



Фиг. 3.20: Диаграма на последователностите при изпълнение на работни поръчки

3.4. Генериране на отчети и анализи

Генерирането на Отчети и анализи в MOM4 е организирано като отделен модул на системата MOM4Reports, който обобщава цялата функционалност, необходима за мениджмънт на данни, производствени отчети, отчети по смени, отчети за качеството, изчисляване на ключови показатели за ефективност и статистически анализи.

MOM4Reports събира информацията на базата на събития или периодично от останалите продукти от фамилията MOM4 (MOM4Resources, MOM4Scheduling, MOM4Execution, MOM4Capacity), с които поддържа постоянна връзка посредством MOM4 Message Broker

MOM4 Message Broker е комуникационна платформа, изцяло базирана на Windows Communication Foundation (WCF), което дава възможност за използването на общи приложни интерфейси (APIs), без значение от средата, в която се предава информацията на принципа на клиент-сървър модела.

MOM4Reports съдържа две Windows услуги, отговорни за прехвърлянето на информацията към отчетите.

- Nearsoft.MOM4.Reporting.EventService (събитията при които услугата прехвърля данни в отчетите са описани в Табл.3.3)
- Nearsoft.MOM4.Reporting.CyclingService (прехвърля данни на определен период от време)

Табл.3.3 Основни обекти прехвърляни в базата данни за отчети от Nearsoft.MOM4.Reporting.EventService

MOM4 Модул	Обект	Събитие	Действие	Описание
Resources	Material Lot	Lot created	Insert	Когато се създава физически партида от материали– състоянието му се променя в Ready.
Resources	Material Lot	Lot processed	Update	При промяна на състоянието на физически лот. Цялата информация за лота се запазва.
Resources	Material Lot	QA Results processed	Update	Когато са направени промени върху резултатите от направени тестове за качество. Цялата информация за лота се запазва.

Scheduling	PO, WO, MatSpec, etc.	PO created	Insert	При промяна на състоянието на ПП в ОРО
Scheduling	PO	PO processed	Update	Когато състоянието на ПП е променено.
Production	WO	WO processed	Update	Когато състоянието на РП е променено.
Production	Downtime	Downtime created	Insert	При въвеждане на нов престой
Production	Downtime	Downtime processed	Update	При промяна на престой (end date, reasons, т.н.).

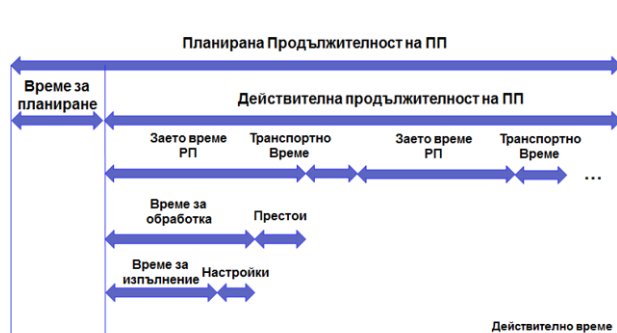
3.5. Ключови Показатели за Ефективност

МOM4 дава възможност за конфигуриране както на стандартни, така и на специфични Ключови Показатели за Ефективност, които могат да бъдат групирани в следните категории:

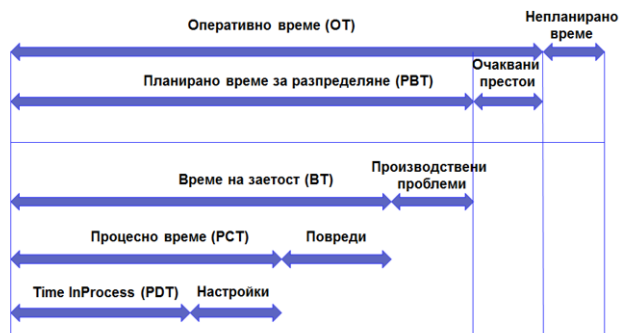
- Времени Ключови Показатели за Ефективност;
- Ключови Показатели за Ефективност по поръчки (ПП, РП);
- Ключови Показатели за Ефективност по смяна за производствена единица (Процесен сегмент);
- Ключови Показатели за Ефективност по производствена единица (Процесен сегмент).

Всяка една от тези категории зависи от правилното използване на Машината на състоянията и отчитаните от системата времена за преминаване от едно състояние в друго за всички обекти.

В проекта MOM4Soft ще бъдат използвани Ключовите Показатели за Ефективност, които имат отношение към софтуерната индустрия:



Фиг. 3.22: Времени показатели на поръчките



Фиг. 3.23: Времени показатели по смени

- | | | | |
|--|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Време за приемане за планиране • Време за планиране • Планирана продължителност • Действителна продължителност • ПП доставени навреме • Стандартно време на заетост • Действително време на заетост • Процесно време • Закъснение • Престои | <ul style="list-style-type: none"> • Ефикасност • Преработка • Степен на разпределяне • Производителност | <ul style="list-style-type: none"> • Оперативно време • Планирано време за разпределяне • Време на заетост • Процесно време • Основно време за използване • Време за настройка | <ul style="list-style-type: none"> • Разпределена ефикасност • Ефикасност • Използваемост • Ефективност • Степен на качество • Цялостна Ефективност на Оборудването • Коефициент на преработване • Производителност • Стандартна производителност |
|--|--|--|--|

3.6. Изводи към Глава 3

- Създаден е обобщен модел, който обединява предимствата на разгледаните в ГЛАВА 2 в литературата подходи и отговаря на подхода и начина на работа във фирмата, в която

разработката следва да бъде внедрена и използвана при разработването на Системи за Оперативно Управление.

- Дефинирани са изискванията, които трябва да покрива Системата за Оперативно Управление при използването и за управление на дейностите в софтуерната индустрия.
- Разработени са функционални UML модели и диаграми с помощта на продукта Enterprise Architect 5.0, целящи да моделират функционирането на системата според дефинираните функционални изисквания при използването и за планиране на работния процес, изпълнението на поставените задачи, изготвянето на отчети и анализи и изчисляването на Ключови Показатели за Ефективност.
- На базата на направените модели е взето решение да бъдат добавени нови функционалности за целите на софтуерното разработване, като динамична логика към системата. Добавянето на динамична логика е обект на разглеждане в ГЛАВА 4, която има за цел разработване и конфигуриране на Системата за Оперативно Управление за целите на софтуерното разработване MOM4Soft.
- Като част от проектното решение следва да се разгледат хардуерните и софтуерни изисквания към системата и да се предложи решение за архитектурна реализация в рамките на съществуващата локална мрежа на фирмата.

Глава 4 Разработване и конфигуриране на система за оперативно управление за целите на софтуерното инженерство

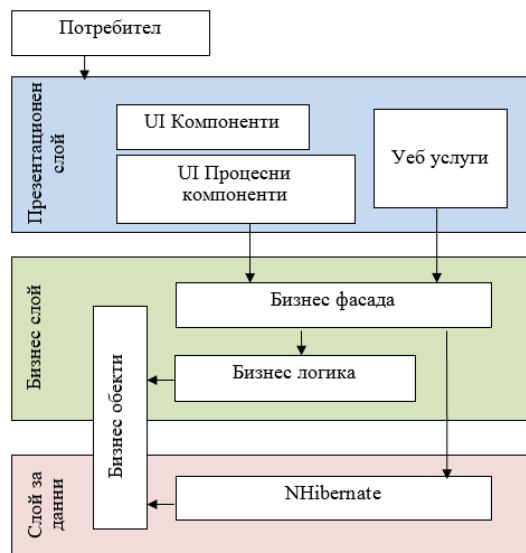
4.1. Хардуерни и софтуерни изисквания към Системата за Оперативно Управление MOM4. Проектиране на архитектурата на системата

Хардуерните изисквания към системата силно зависят от мащаба на всеки един от проектите, както и от разнообразието на обектите, броя на транзакциите и необходимата информация, която да бъде съхранявана в двете бази данни (оперативна и за отчети). За инсталирането и нормалната работа на системата MOM4 могат да бъдат определени минимални хардуерни изисквания, но трябва да се има предвид, че с увеличаването на периода на използване на системата размерът на базите данни нараства. Минималните хардуерни изисквания са свързани със страничните софтуерни приложения, които системата използва за своята безпроблемна работа, като например .Net Framework 4.0, Microsoft SQL Server Management Studio 2008 R2, IIS 7.0, както и операционна система Microsoft Windows Server 2008 R2.

4.2. Архитектура на MOM4

СОУ MOM4 е проектирана, така че да използва трислойната архитектура на Microsoft, като трите слоя в тази архитектура са както следва (Фиг.4.2):

- Презентационен слой (Потребителски интерфейс) – съдържа приложения, които предоставят на крайния потребител функционалностите на отделните модули на системата;
- Бизнес слой – съдържа Бизнес обектите, Бизнес фасадите и Бизнес логиката за всички обектни модели от стандарта ISA S95;
- Слой за предаване на данни – не е типичният слой за предаване на данни, а използва платформата NHibernate [Forge] и нейните методи за връзка между Бизнес обектите и таблиците в базите данни, отнасящи се към даден модул.



Фиг. 4.2 Трислойна архитектура на MOM4

Бизнес логиката е част от Бизнес слоя, като зад всеки модул има Бизнес логика за всеки обект. Тя служи за описание на функционалните алгоритми, които обработват информацията между базата данни и потребителския интерфейс и се различават от валидацията на входно-изходни данни и продуктовата логика. Методите на Бизнес логиката се извикват единствено през Бизнес фасадата на дадения обект или от други методи в дадената Бизнес логика. Връзката между методи в Бизнес логиката и други обекти става през съответстващите им фасади.

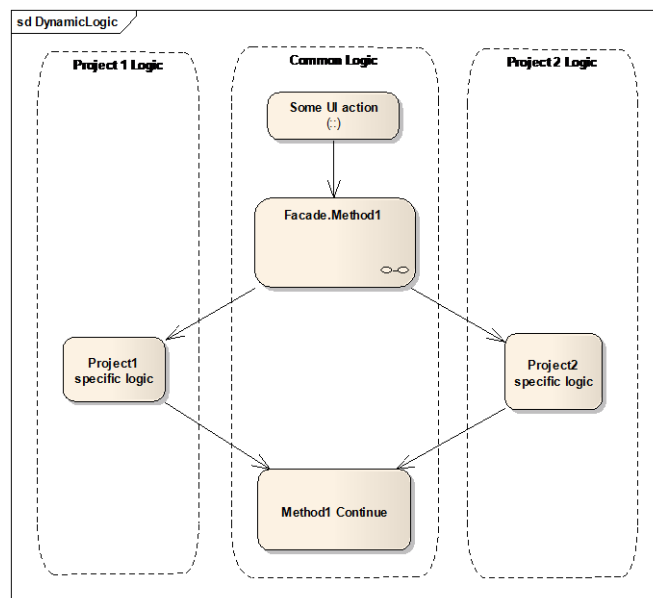
4.3. Статична и динамична логика в MOM4

За всеки модул в MOM4 има клас от Бизнес логиката, отговарящ за всеки обект. Този клас е наследен (инстанция) от основния клас „BaseBLogic.cs“, като в наследения клас могат да се съдържат методи, отменящи методите на основния клас. Има два вида логика за повечето модули – основна (статична) и специфична (динамична). Основната логика се използва независимо от проекта и клиента, докато специфичната логика е къстъмизирано решение за даден потребител и проект, конфигурируема е, и е извадена от основния код.

Допълнителната динамична логика в различните модули на системата може да бъде добавена, като се отменят методите за валидация в основния клас и се добавят нови методи, които да следват логиката на поведение на системата за конкретния случай. Динамичната логиката е изградена като отделно асембли, което позволява всеки следващ проект да се фокусира само върху изграждането на специфичните различия (т.е. динамичната логика), без да се променя основната функционалност на системата (Фиг.4.2).

4.4. Конфигуриране и настройка на MOM4

При инсталирането на нов проект на MOM4, директорииите се копират и архивират от продукта MOM4Lite на определената за целта и подготвена нова виртуална машина. След инсталиране на услугите посредством изпълнимия файл и в случай, че уеб сървърът IIS (Internet Information Services) е бил стартиран, то той трябва да бъде рестартиран. За правилната работа на MOM4, трябва да бъдат направени допълнителни сървърни конфигурации, свързани с IIS, включващи подготовка и инсталация на логически софтуерни пакети, известни като роли (Roles), ролеви услуги (Role Services) и разширени функционалности (Features).

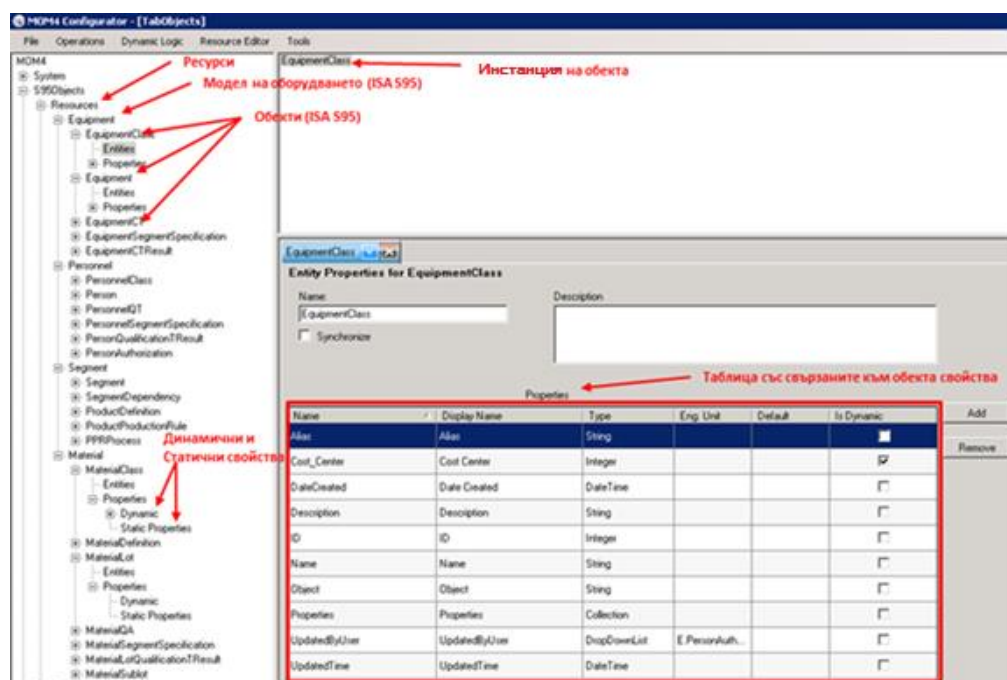


Фиг. 4.3 Динамична логика – начин на имплементиране

4.5. Проектиране на система за оперативно управление на софтуерни проекти

Системата MOM4Soft използва като основа архитектурната моделна рамка MOM4Lite. MOM4Lite представлява готово решение, следващо изцяло архитектурата и моделите, посочени в стандарта IEC ISO 62264 (ISA 95). MOM4Lite не съдържа никаква динамична, проектно-специфична добавена логика (цялата логика в MOM4Lite е статична). Основните функционалности, съдържащи се в статичната логика на MOM4Lite, са:

- Логика за конфигуратор (MOM4Configurator) (Фиг.4.10) и Графичен интерфейс, базиран на Microsoft ASP.NET Web Parts технология (Page Builder)
- Логика за групиране на клиентски поръчки в производствени поръчки на базата на конфигурируеми правила;
- Логика за изграждане на маршрути с работни поръчки и на базата на направени конфигурации в системата;
- Логика за изпълнение на работните поръчки чрез използване на машина на състоянията;
- Уеб услуги за прехвърляне на информацията от оперативната база данни в тази за отчети. [NearSoft]

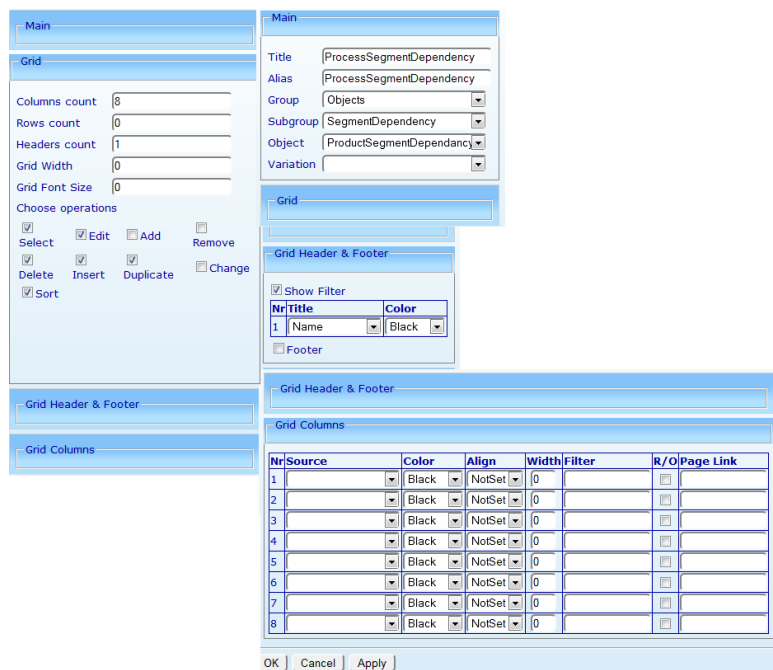


Фиг.4.10 ISA S95 структура на MOM4Configurator

4.5.1. Конфигуриране на обекти и техните свойства в MOM4Soft

Конфигуриране на основни ресурси

Конфигурирането на обектите и техните свойства се извършва посредством MOM4Configurator. Създаването на нови обекти и свойства води до създаването съответно на нови колони и редове в съответната база данни. Визуализирането на обектите и техните свойства и построяването на уеб страниците в системата се извършва чрез използването на MOM4PageBuilder, както е показано на Фиг.4.14:

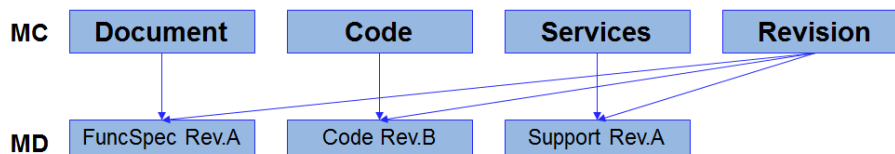


Фиг. 4.14 Конфигуриране на дисплей с помощта на MOM4PageBuilder

В проектната спецификация, вследствие на направените проучвания за възможностите на системата и след уточнението, че свойства и характеристики могат да бъдат добавяни и след

етапа на пускане на системата в експлоатация, са дефинирани следните обекти и свойства към тях:

А. Конфигуриране на обекти и свойства от Модела на Материалите



Фиг. 4.15 Класификация на материалите и техните ключови свойства

За Класове от Материалния (обект - entity) записите въведени в системата са съответно:

- MC Document
- MC Code
- MC Services
- MC Revision

Дефинициите от Материали следва да се разделят на няколко различни обекта, които да имат следните записи в системата, както следва:

- MD_Functional
- MD_Development
- MD_Release
- MD_Prerequisites (Фиг.4.15)

Стойностите на дефинициите от материали трябва да бъдат разделени както следва:

- Feasibility Study
- Training Document
- Functional Specification
- Support
- GAP Analysis
- Design Document
- Test Case Scenario
- Release Notes
- Bug Fix
- Enhancement
- New Functionality
- New Module
- New Project
- Code Approval
- Version Assembly
- Version Approval
- Test Release
- Operational Release

Б. Конфигуриране на обекти и свойства от Модела на Персонала

По същият начин се пристъпва и към конфигурирането на обектите за персонала и техните свойства в системата, които са както следва:

Персонален клас могат да бъдат:

- Position
- Department

Всеки служител представлява запис в системата, като неговите характеристики са:

- ID
- First Name
- Last Name
- Status

- Education
- Training Level
- Specific Skill
- Experience
- Certificate

В. Конфигуриране на обекти и свойства от Модела на Оборудването

Оборудването може да се раздели на два класа, в зависимост от които всяко оборудване да има различни свойства.

Като различни класове от оборудване могат да бъдат дефинирани:

- Hardware;
- Software;

Със съответните специфични свойства:

- Date Created;
- Depreciation Period;

Самото оборудване може да бъде класифицирано както следва:

- Computer;
- Software Package;
- Network Component;

И съответните им свойства:

- Hardware Productivity;
- Hardware Capacity;
- License Expiration Date;
- Software Version;
- IP Address;

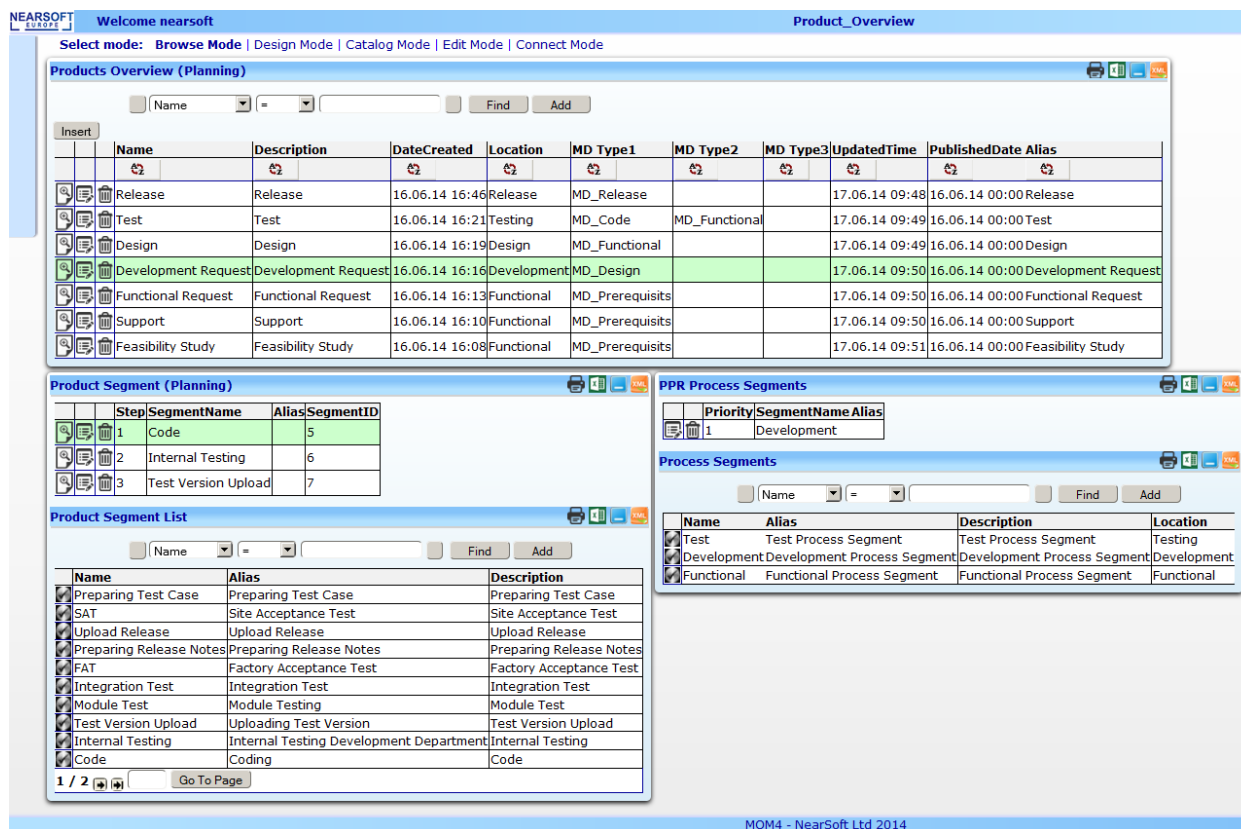
Г. Конфигуриране на обекти и свойства за Процесни сегменти

Като Процесни сегменти могат да бъдат дефинирани всяко работно място във фирмата:

- Functional 1, 2 и т.н.
- Development 1, 2 и т.н.
- Test 1, 2 и т.н.

Използвайки направената диаграма на работния процес във фирмата, в етапа на предварителните проучвания могат да бъдат дефинирани следните продуктови сегменти:

- Requirements Elicitation
- Functional Specification
- Support
- Test Case Scenario
- Design Documentation
- Coding
- Internal Testing
- Test Version
- Module Testing
- Integration Testing
- FAT (Factory Acceptance Test)
- Release Notes
- Test Release
- SAT (Site Acceptance Test) (Фиг.2.10)



Фиг. 4.18 Конфигуриране на производствени правила в MOM4

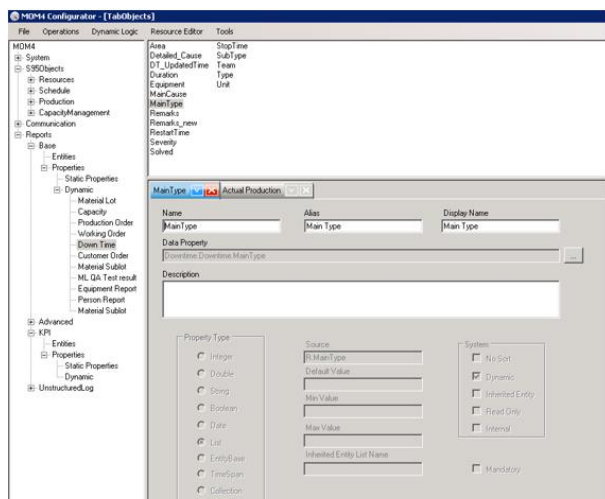
На Фиг.4.18 е показано добавянето на Продуктови сегменти към Производствените правила за дадена Дефиниция на Продукт.

Конфигуриране на обекти и свойства за Планиране и Изпълнение

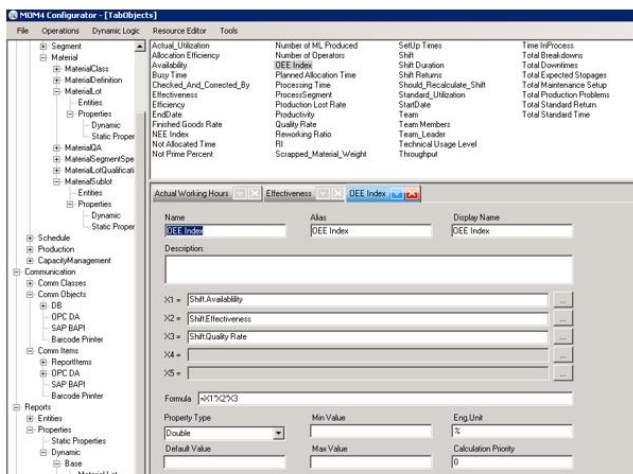
Обектите свързани с Планирането са съответно Клиентски и Производствени поръчки. Основната им цел е да носят информация за това какво, къде, по какъв начин и за колко време трябва да бъде реализирана дадена задача, като разликата между тези два обекта е в това по какъв начин е представена информацията. Клиентските поръчки съдържат информация за желаната от клиента функционалност, модула в който тя трябва да бъде реализирана и каква е желаната крайна дата за разработването на задачата. Производствената поръчка от своя страна съдържа информация за дефиницията на продукта, който трябва да бъде произведен, откъдето се вземат стъпките и правилата за изработване на базата на дадени критерии. Връзката между Планирането и Изпълнението на задачите се осъществява посредством Работните поръчки, които се създават в процеса на планирането в резултат на избрана Дефиниция на продукта, на продуктовете сегменти, формулирани за конкретната дефиниция на продукта, процесните сегменти и спецификациите на ресурсите за сегментите. Важна част от създаването и планирането на Работни поръчки играят Сегментните изисквания, които формулират какво е необходимо за да се създаде и планира Работната поръчка. Сегментните изисквания са пряко свързани със Спецификациите за материали, персонал и оборудване на процесните и продуктовете сегменти.

Конфигуриране на отчети и анализиране на събраната информация

Конфигурирането на обекти и свойства за отчетите е свързано с изграждане на връзка между свойствата от модулите за ресурси, планиране и изпълнение и съответстващите им такива в модула MOM4Reports. На Фиг.4.23 е показано конфигурирането на свойство в отчетите и връзката му със свойството от модула за изпълнение MOM4Execution



Фиг. 4.23 Конфигуриране на свойства на обектите за отчети



Фиг. 4.24 Конфигуриране на Ключови Показатели за Ефективност

4.5.2. Добавяне на динамична логика

Спецификата на разработването на софтуер налага да бъдат добавени някои допълнителни функционалности, способстващи за правилното, безпроблемно използване на системата за тази цел, както и за разширяване на възможностите на системата чрез нови разработки.

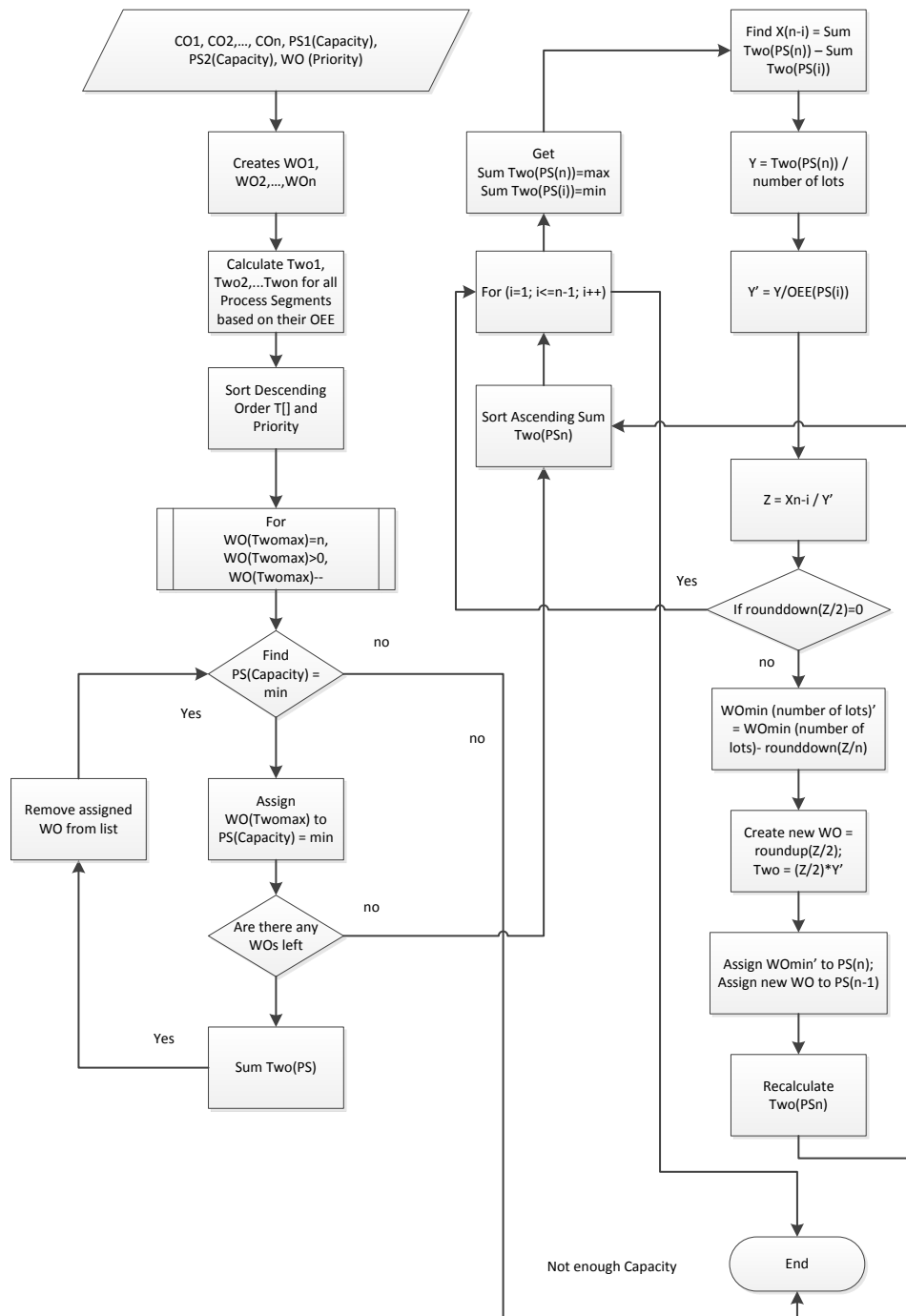
Квалификационни тестове – за повишаване на квалификацията на персонала във фирмата се извършват периодично обучения от външни и вътрешни сертификационни организации. За оценяване на знанията и уменията на персонала във фирмата ще бъдат подготвени компютъризирани адаптивни тестове, които ще бъдат извършвани периодично [P. Vasilev, 1-3.10.2014].

Логика за изчисляване на необходимото време за реализация (Lead Time) на дадена задача за изпълнение (работна поръчка) - В много от гъвкавите методологии за разработване на софтуер се използват точки (Story Points) като начин за относително оценяване, задавани по различни начини и обикновено измервани в човечески часове. Процентното съотношение на дадена задача за изпълнение към общия брой точки на клиентската заявка са означени в системата като Стандартно време за изпълнение, независимо от външни фактори. Необходимото време за реализация на дадена задача, обаче силно зависи от текущата производителност на служителите, на които задачата е възложена. Основният показател, обобщаващ производителността на работното място е OEE (Overall Equipment Effectiveness).

Алгоритъм за балансиране на капацитета на равнопоставени Процесни сегменти – Алгоритъмът представен на Фиг.4.26 е добавен към логиката за автоматично изграждане на маршрутите и разпределя задачите по различните процесни сегменти принадлежащи към един продуктов сегмент по следния начин:

- За всяка постъпила в системата клиентска поръчка се създава работна поръчка за дадения продуктов сегмент;
- За всяка работна поръчка се изчислява необходимото време за реализация за всички процесни сегменти за дадения продуктов сегмент, в зависимост от тяхната текуща производителност;
- Работните поръчки се сортират по продължителност и приоритет, като се започва от „най-голямата“ поръчка;
- Намира се процесният сегмент с най-голям свободен капацитет и му се зачислява работната поръчка;
- Цикълът се завърта докато не свършат работните поръчки или не остане незает капацитет;

- Впоследствие алгоритмът проверява дали в някоя от работните поръчки има партида, чието произчислено необходимо време за изпълнение не е по-голямо от разликата между капацитетите на всеки два процесни сегмента и ако има такава партида, я прехвърля на съответния процесен сегмент. По този начин се гарантира че запълването на капацитетите ще бъде равномерно.



Фиг. 4.25 Блок-схема на алгоритма за балансиране на капацитети

4.6. Тестване на Системата за Оперативно Управление

Тестването на конфигурираната система преминава през няколко етапа и има за цел да осигури правилното функциониране на системата по време на етапа на нейното използване чрез отстраняване на открити неизправности във функционално и системно отношение. В

моделът на работния поток, даден в ГЛАВА 1 т. 2.1.3., са представени следните стъпки в процеса на тестване:

- Тестване по модули
- Изготвяне на тестови сценарии
- Интеграционни тестове
- Предавателни тестове

По време на тестването могат да бъдат открити известни неизправности във функционално отношение по системата, след което са върнати за доразработка и преконфигуриране и са отстранени. Част от тези неточности са:

По време на тестването могат да бъдат открити известни неизправности във функционално отношение по системата, след което са върнати за доразработка и преконфигуриране и са отстранени. Част от тези неточности са:

- Премахване на някои групи. Трябва да останат само групи по продукта (партида от материали, персонал, оборудване, NearSoft и т.н);
- Да се премахнат точките, които се появяват при използване на template (Body, Header);
- При създаване на дисплей не се показва групата NearSoft – грешка в ресурсния файл;
- Част от статичните свойства да се прехвърлят в динамичната логика;
- В грида не се показват свойствата: Equipments, EquipmentClass, Location – проблем в конфигуратора;

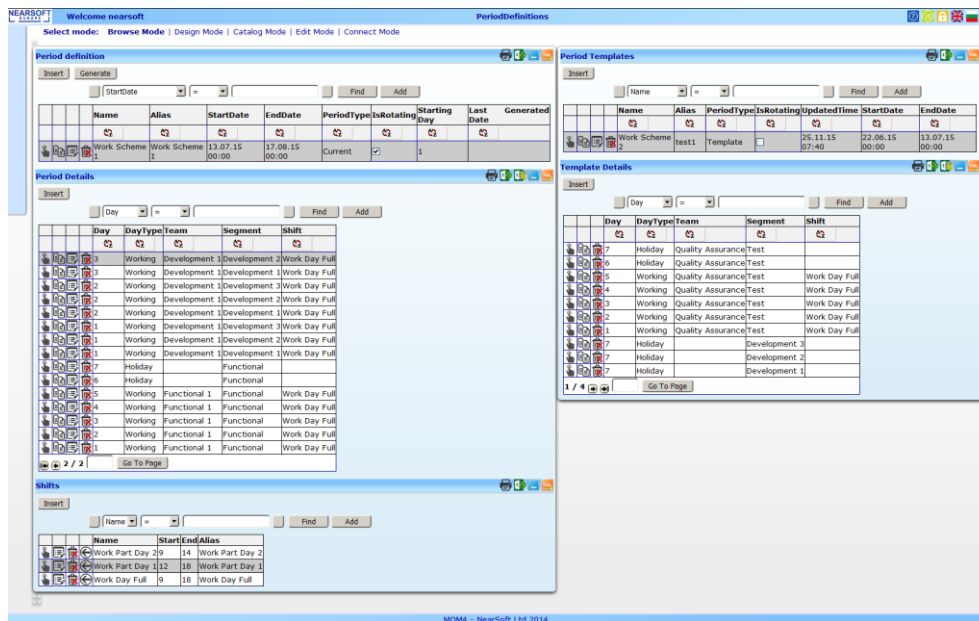
Свойството Location го няма в грида EquipmentClass. Не могат да бъдат конфигурирани в дисплея;

- Свойството UpdatedTime не се показва в грида.- Няма ги конфигурирани в дисплея Equipment Class CT – проблем в конфигуратора ;
- В грид Person не се показват свойствата Personnel Classes, Location, Person Name, PersonQualificationTResults – проблем в конфигуратора;
- В грида Personal Class не се показва свойството Location – проблем в конфигуратора;
- В грида PersonQualificationTResult не се показват свойствата QualificationTResults – проблем в конфигуратора;
- В грида PersonnelQT -> PersonQT не се показват свойствата Location, TestResultType – проблем в конфигуратора;
- Името на дисплея излиза извън менюто – проблем с дизайна;

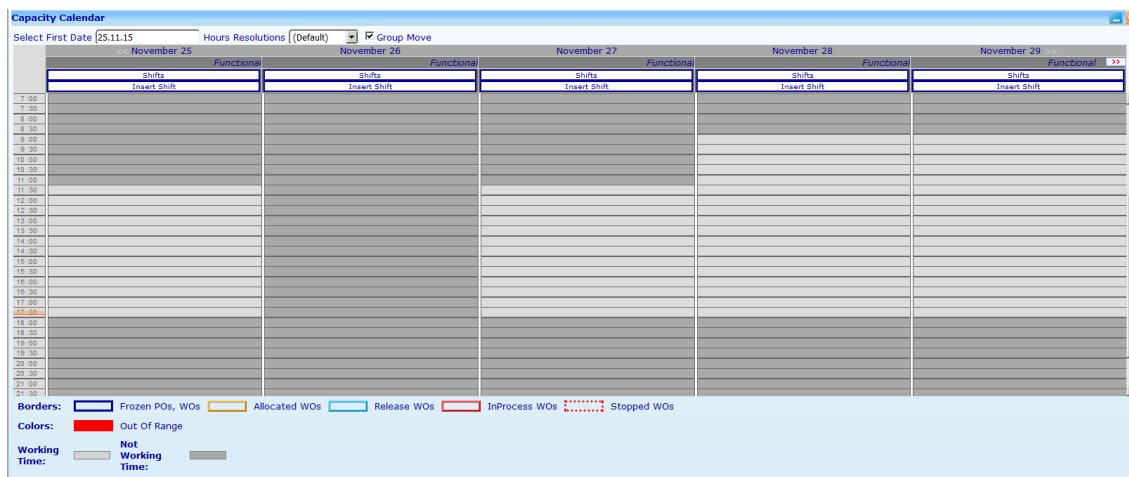
4.7. Въвеждане в експлоатация и оценяване на резултатите от внедряването

След етапа на конфигуриране на цялата необходима информация за обектите и свойствата в системата и провеждането на тестове за нейните функционални възможности може да се пристъпи към нейното използване.

Важна част от въвеждането в експлоатация е създаването на капацитет за всяко работно място, въз основа на който да може да се пристъпи към планиране чрез използване на крайни капацитети. По този начин се създава работното и неработно време, което може да бъде заемано за изпълнението на задачи. Добавянето на нова работна схема (работен график) е показано на Фиг.4.32. На Фиг.4.33 е показан работен календар с генерирания свободен капацитет за едно работно място.

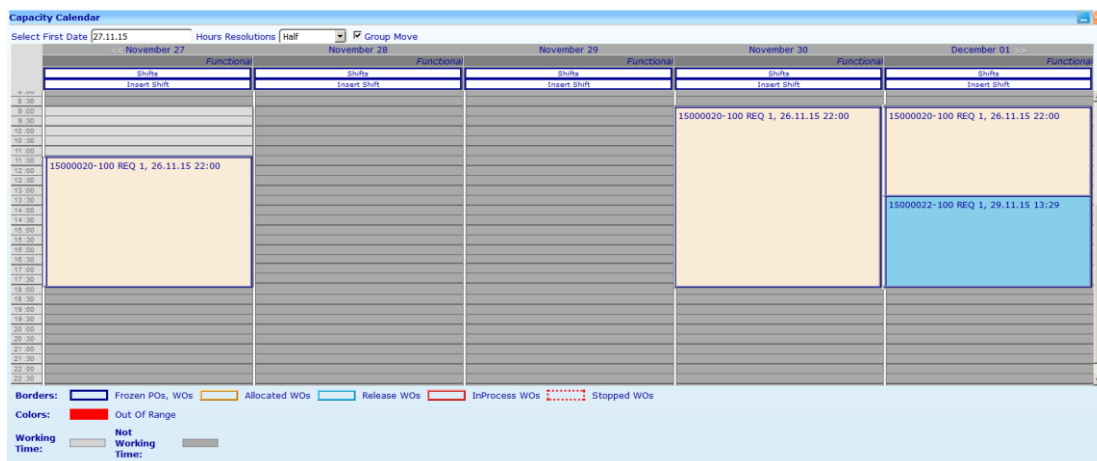


Фиг.4.31 Генериране на нова работна схема



Фиг.4.32 Генериран свободен работен капацитет

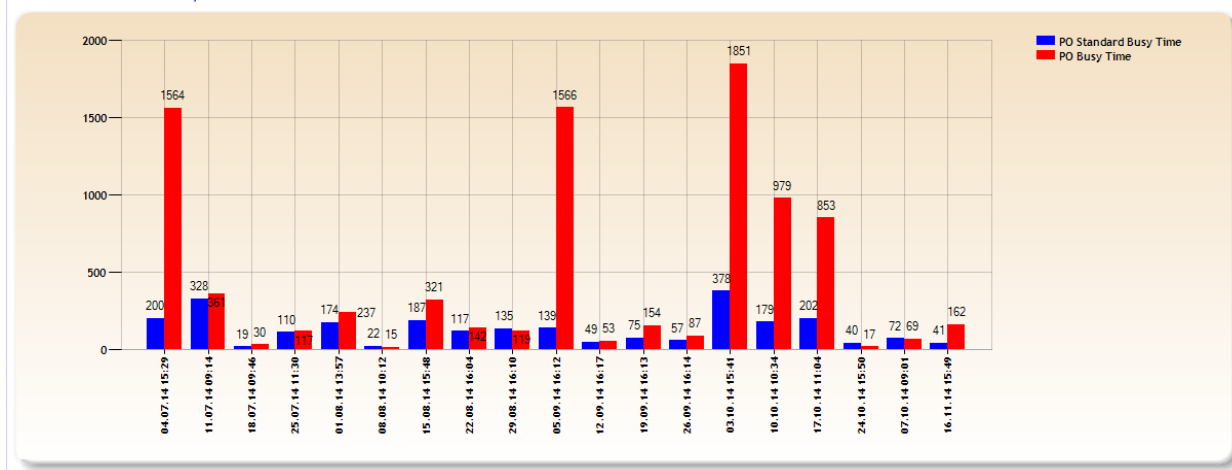
Експлоатацията на системата започва с въвеждането на Клиентските поръчки в MOM4Soft (Фиг.4.34). Клиентските поръчки биват групирани в Производствена Поръчка според името на клиента, проекта за който се отнасят, препоръчителна дата на завършване на поръчката и типа на поръчката. Производствените поръчки се разпределят на Работни, които заемат свободния капацитет.



Фиг.4.34 Запълване на капацитета с Работни поръчки

На Фиг. е показана графика проследяваща действителната продължителност на Производствените Поръчки спрямо предварително апроксимираната им продължителност. Видно е, че в близо 70% от случаите разликите не са значителни и са съпоставими. За останалите случаи, в които разминаването е огромно са намерени причини, свързани с неясни клиентски изисквания, и множество промени по първоначалните спецификации, както и с допълнително време за разработване и тестване на задачите.

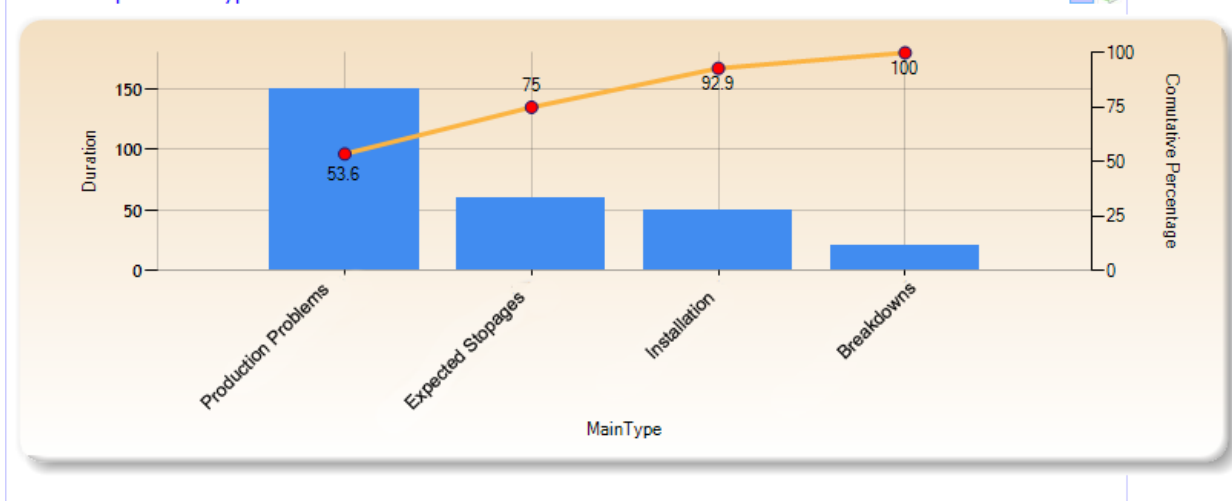
Standard vs Actual PO Busy Time



Фиг.4.35 Сравнение на времето за изпълнение на Производствени Поръчки с първоначално очакваната продължителност

Престоите могат да бъдат анализирани на базата на направената класификация. На Фиг.4.37 е показана Парето диаграма за влиянието (продължителност в часове) на основните типове престои. Същият анализ може да бъде направен чрез допълнително детайлизиране на причините за престои (по Sub Type). Видно е, че повече от половината престои са причинени от проблеми в процеса на работа, като на тях трябва да се обърне основно внимание, така че те да бъдат предотвратени или минимизирани.

Downtime per Main Type



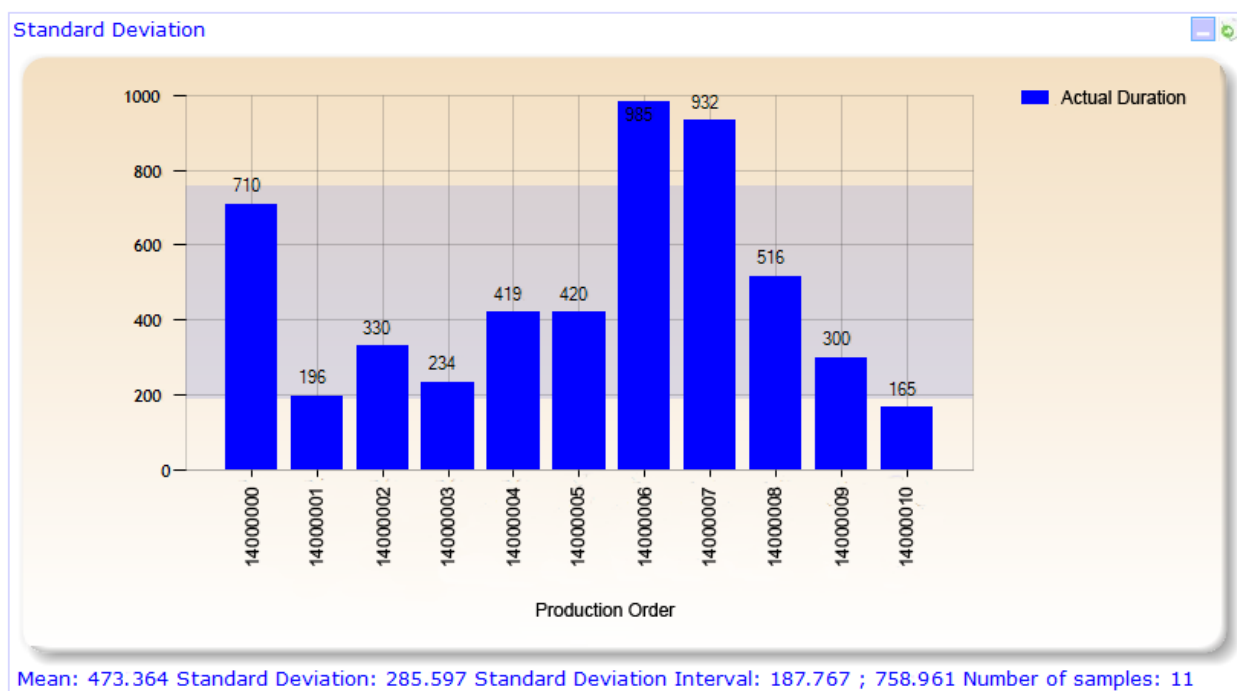
Фиг.4.36 Парето диаграма на престоите класифицирани по основен тип

Парето диаграми също така са конфигурирани и за дефектите в производството на базата на направената класификация.

На Фиг.4.38 е показано стандартното отклонение на продължителностите на няколко Производствени Поръчки. Този статистически инструмент може да бъде използван впоследствие за търсенето на стандартното време за даден тип поръчки.

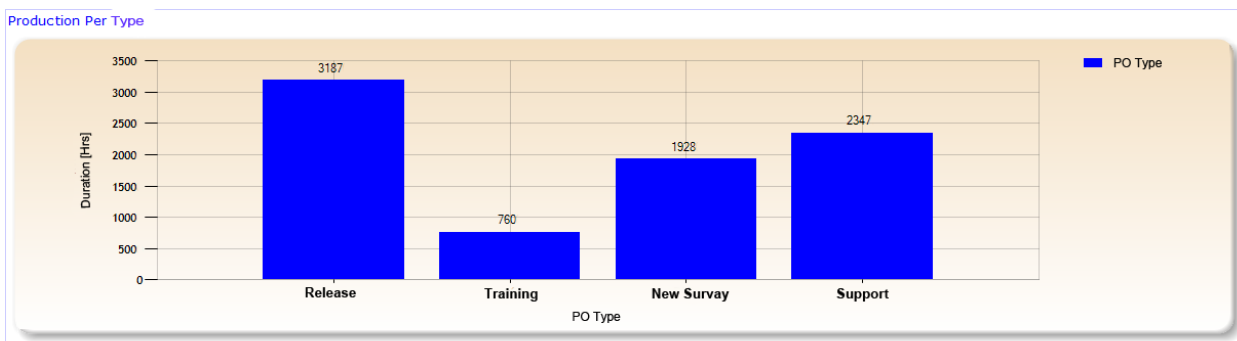
Подобен анализ може да бъде направен по тип на задача за изпълнение (Работна Поръчка), така че апроксимираното времетраене на задачите да не бъде необходимо при планирането

им. За да бъде възможно, обаче използването на стандартното отклонение е необходимо да бъдат събрани достатъчно количество данни (с цел по-голяма достоверност) за действителната продължителност на Работните Поръчки.



Фиг. 4.37 Стандартно отклонение на продължителността на Производствените Поръчки

На Фиг.4.39 са показани акумулираните часове по различните типове Производствени Поръчки за определен период от време. Графиката показва къде са разпределени основните усилия на фирмата, показва нейния профил и може да се използва например при вземането на решения за назначаване на нови служители.



Фиг.4.38 Продължителност на Производствените Поръчки според техния тип

Оформянето на отчетите дава необходимата представа за дейностите, извършвани във фирмата, като очертава обективно редица слабости в организацията на работния процес, на които трябва да бъде обърнато нужното внимание.

Важно е да се отбележи, че MOM4 е инструмент, който може да очертае и посочи проблемите в една фирма чрез обективна оценка на събраната информация, но сама по себе си системата не е способна да ги отстрани. За тази цел е необходимо да бъдат предприети проактивни действия въз основа на извършените анализи.

4.8. Изводи към Глава 4

В ГЛАВА 4 е разгледана практическата реализация на предложената СОУ изградена на базата на стандарта ANSI/ISA S95 за целите на софтуерната индустрия. Тази практическа реализация включва няколко основни етапа, които могат да бъдат обобщени, както следва:

1. Създадена е хардуерна и софтуерна среда, която да отговаря на изискванията за инсталация, конфигурация и последващо използване на СОУ за целите на софтуерната индустрия, гарантираща достъпността на системата от различни точки;
2. Конфигурирани са обектите и техните свойства за основните ресурси и правилата за изграждането на маршрути, необходими за целите на конкретното приложение на СОУ. Добавени са съответните записи в системата;
3. Конфигурирани са обектите и техните свойства използвани за целите на Планирането въз основа на моделите, представени в ГЛАВА 3;
4. Конфигурирани са обектите и техните свойства използвани за целите на Изпълнението въз основа на моделите, представени в ГЛАВА 3;
5. Въведена е в експлоатация напълно конфигурираната СОУ за целите на софтуерна фирма;
6. Разработена е динамична проектно-специфична логика.
7. Разработен е алгоритъм за балансиране на капацитетите на работните места, като негова модификация е внедрена успешно в Леярно производство при разпределяне на разливането между два кристализатора;
8. Разработени са отчети, осигуряващи коректността на данните и изчисленията, на дневна, седмична и месечна основа за всяко работно място и всяка Производствена поръчка (релиз).

5. ПРИНОСИ

- Доказана е целесъобразността и всеобхватността на стандарта ANSI/ISA-S95 (БДС ИСО 62264), като за първи път са използвани моделите и обектите от стандарта за описание на дейностите и ресурсите в софтуерната индустрия;
- Разработена е методика за оценка на времетраенето на отделните задачи в софтуерната индустрия, отчитащ текущото изменение в производителността на всеки служител на базата на предварително дефинирани Ключови Показатели за Ефективност;
- Направен е сравнителен анализ на редица софтуерни продукти за управление на проекти в софтуерната индустрия, по критерии дефинирани, с цел намаляването на загубите при разработването на софтуер;
- Разработен е обобщен гъвкав модел за проектиране и разработване на Системи за Оперативно Управление за целите на софтуерната индустрия;
- Разработени са обобщени UML модели на обектите и дейностите съобразно стандарта ANSI/ISA-S95 (БДС ИСО 62264), които служат като мета-моделна рамка при дефиниране специфичните възможности на съответния проект;
- Дефинирани са Ключови Показатели за Ефективност въз основа на времевите модели на стандарта ISO 22400;
- Разработен е алгоритъм за разпределяне на задачите на базата на натовареността на служителите и в зависимост от техните компетенции;
- Проектирана е архитектурата на Системата за Оперативно Управление;
- Конфигурирани са специфични екземпляри на обектите за целите на софтуерна фирма и техните свойства на базата на UML моделите от глава 3.3. и 3.4.;

- Добавена е специфична динамична логика в проекта, които могат да бъдат използвани при реализирането на други проекти, в това число:
 - Логика за персонални квалификационни тестове;
 - Логика за изчисляването на продължителността на задачите на база текущото представяне на всеки служител;

Логика за разпределянето на задачите на базата на натовареността на служителите и в зависимост от техните компетенции.

СПИСЪК С ПУБЛИКАЦИИ ПО ДИСЕРТАЦИЯТА

Номер	Публикация	Код
1.	Еленков Г., Методиев В, Василев Пл. "Виртуална среда за обучение базирана на сървър SR 2500," , <i>Int. Conference AUTOMATICS AND INFORMATICS'10, Sofia 2010</i> , р. III 439.	Еленков Г. 2010
2.	Василев Пл., И. Антонова, "Моделиране на етапите на сероочистване с използване на стандарта UML/SYSML," , <i>Материали от Международен симпозиум „Управление на топлоенергийни обекти и системи” - Паничище 12-13.11.2010</i> , pp. 11-14.	UML; Василев Пл. 12-13.11.2010
3.	G. Elenkov, P. Vasilev , V. Metodiev, I. Gerdjиков, <i>Integrated Distributed Control System, Journal of the Technical University Sofia, branch Plovdiv, “Fundamental Sciences and Applications”</i> , Vol. 16, 2011, <i>International Conference TechSys 2011</i> , p.165.	G. Elenkov, 2011
4.	E. Yanev, P. Vasilev , I. Gospodinov, "ANSI/ISA-95 Personnel Qualification Adaptive Testing," , <i>International Conference AUTOMATICS AND INFORMATICS'2014 PROCEEDINGS Bulgaria, Sofia, 1-3.10.2014</i> , pp. 261-264.	P. Vasilev, 1-3.10.2014
5.	П. Василев , НАМАЛЯВАНЕ НА ЗАГУБИТЕ В СОФТВЕРНАТА ИНДУСТРИЯ С ИЗПОЛЗВАНЕ НА СТАНДАРТА ANSI/ISA-95, "АВТОМАТИКА И ИНФОРМАТИКА", бр.2/2015, стр. 38-42, ISSN 0861-7562	P.Vasilev, A&I'15-2
6.	P. Vasilev , ANSI/ISA 95 FINAL CAPACITY SCHEDULING FOR SOFTWARE INDUSTRY, <i>TECIS'15 – 16th IFAC Conference on Technology, Culture and International Stability, Sozopol, Bulgaria, 24-27.09.2015</i>	Vasilev, 24-27.09.2015
7.	Plamen Vasilev , ISO 22400 KEY PERFORMANCE INDICATORS FOR SOFTWARE INDUSTRY, <i>FOURTH INTERNATIONAL CONFERENCE “ENGINEERING, TECHNOLOGIES AND SYSTEMS” TECHSYS 2015 Proceedings, 28 - 30 May, Plovdiv</i>	PVasilev., 2015, ISO 22400 KPI