|  |  |
| --- | --- |
|  | ИКОНОМИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ВАРНА  ФАКУЛТЕТ ИНФОРМАТИКА  КАТЕДРА ИНФОРМАТИКА |

**Йордан Иванов Йорданов**

**Облачна информационна система за управление на поръчките от клиенти в производствено предприятие**

**ДИСЕРТАЦИЯ**

за присъждане на образователна и научна степен „доктор” по докторска програма   
„Информатика”, професионално направление "Информатика и компютърни науки“

**Научен ръководител:** доц. д.н. Павел Петров

ВАРНА, 2024

СЪДЪРЖАНИЕ

[Списък на използваните съкращения 3](#_Toc158214064)

[Въведение 4](#_Toc158214065)

[Глава 1. Проблеми на информационното осигуряване при управление на поръчките от клиенти 8](#_Toc158214066)

[1.1. Управление на веригите от поръчки и доставки и тяхното приложение в системите за планиране на ресурси 8](#_Toc158214067)

[1.2. Рационализиране на процесите чрез персонализирано софтуерно решение 18](#_Toc158214068)

[1.3. Възможности за централизация на процесите по управление чрез прилагане на облачни технологии 21](#_Toc158214069)

[1.4. Управление на бизнес процесите чрез ориентиран към домейн дизайн 32](#_Toc158214070)

[Глава 2. Архитектура на облачна система за управление на поръчки от клиенти 49](#_Toc158214071)

[2.1. Концептуален модел на облачната система за управление на поръчките 49](#_Toc158214072)

[2.2. Логически модел на облачна система за управление на поръчки 56](#_Toc158214073)

[2.2.1. Модул за управление на потребителските профили 56](#_Toc158214074)

[2.2.2. Модул за управление на данните за поръчки за продажби 57](#_Toc158214075)

[2.2.3. Модул за управление на данните за доставките 58](#_Toc158214076)

[2.3. Kомуникационни модели между модулите 58](#_Toc158214077)

[2.4. Функционалност и потребителски интерфейс 61](#_Toc158214078)

[Глава 3. Изграждане и използване на облачна система за производствено предприятие "Хейделберг Цимент Девня" АД 67](#_Toc158214079)

[3.1. Обща характеристика на дейността на компанията 67](#_Toc158214080)

[3.2. Избор на технологични средства за реализация на системата 70](#_Toc158214081)

[3.3. Физическа реализация на системата 73](#_Toc158214082)

[3.5. Мониторинг и системен дневник 80](#_Toc158214083)

# Списък на използваните съкращения

|  |  |
| --- | --- |
| Съкращение | Пълно Наименование |
| API | Application Programming Interface |
| ERP | Enterprise Resource Planning |
| SCM | Supply Chain Management |

# Въведение

В съвременната ера на глобализация, производствените компании се сблъскват с множество проблеми, свързани с обработването на клиентски поръчки в рамките на своите вериги за доставка. Проблемите имат различен характер, обхващайки управлението на множество доставчици, транспортни маршрути, спецификации и качество на продуктите и много други, които водят до риск от забавяния и увеличение на оперативните разходи (Caserio & Trucco, 2018). Също така, съвременната бизнес среда, характеризираща се с динамични промени като придобивания или сливания на компании, въвежда допълнителна сложност.

Въпреки наличието на системи за управление на ресурсите (…) и информационна логистика (Василев, 2016), много предприятия се сблъскват с проблеми при проследяването на поръчките и доставките в реално време. Това ограничава способността им да реагират на промени в търсенето, предлагането или своевременно да се решат непредвидени ситуации, което често води до намалена удовлетвореност на клиентите и потенциални финансови загуби. Допълнителни проблеми възникват при интеграцията между различни информационни системи, което води до трудности при вземането на решения от страна на персонала (Guo & Guo, 2013). Една от причините е, че технологичният напредък води до несъответствия, като например, при интегрирането на корпоративни системи за планиране на ресурсите (ERP) с технологии като Интернет на нещата, има опасност да възникнат проблеми със сигурността. Като допълнение, производствените предприятия са принудени да спазват редица местни и международни регулации и стандарти, което включва административни процедури и отчетност, изискващи събиране и предоставяне на данни от различни източници.

Облачните системи имат потенциал да подобрят възможностите за управление на поръчките за продажби и цялостната верига за доставки на производствено предприятие, като предоставят адаптивни софтуерни решения с интегриран потребителски контрол и взаимодействие с крайния клиент (Сълова, 2023). Изследователската работа се съсредоточава върху персонализирана софтуерна система, която обхваща процеса от първоначалното регистриране на поръчка от клиент до доставката на крайния продукт. Интегрирането на данните от външни и вътрешни системи на предприятието позволява на персонализираната система да предостави различни функционалности на крайните потребители. Системата осигури видимост както за бизнеса, така и за клиента. Производствените организации получават възможност за прогнозиране и проследяване на заявките в реално време, докато клиентите имат възможност да наблюдават статуса на своята поръчка и съответната доставка.

Актуалността на изследваната тема се обуславя от тенденцията облачните технологии да се превръщат в инструмент със стратегическо значение за бъдещ растеж, модернизация и цифрова трансформация на производствени предприятия (Hartley & Sawaya, 2019). Въпреки, че идеята за облачни решения в областта на информационна логистика и търговия не е нова (Cichosz, M., Wallenburg, C. M., & Knemeyer, A. M., 2020), през последните години изследванията в тази област търпят бурно развитие, особено след навлизането на технологии като Интернет на нещата (IoT), изкуствен интелект (AI), машинно обучение (ML) и Big data (Сълова, Александрова, Стоянова & Радев, 2022).

Според Novais и колектив (2019), тази тенденция се запазва и до днес, тъй като все по-голям брой компании използват възможностите на облачните платформи, за да въведат бързо иновативни идеи, позиционирайки се в предните редици на конкурентоспособността. В тази връзка, проучването изследва проблемите и решенията, свързани с внедряването на персонализирани системи, като обхваща както икономически, така и технологични аспекти.

**Основната теза**, която се разглежда в изследването, че логистичният процес, който е ориентиран към крайните потребители, се отличава със значителна сложност, обхващаща различни информационни системи и ресурси като персонал, превозни средства и др. Всички тези ресурси са насочени към обща цел - осигуряване доставка на продукта до клиентите. В процеса на емпирично проучване, ще бъде подложена на проверка и съответно доказана или отхвърлена хипотезата, че внедряването на облачната система следва да рационализира комуникацията, координацията и оптимизира процеса на изпълнение, което да доведе до подобрена обща ефективност и удовлетворение.

**Целта на изследването** е да оцени въздействието на облачните системи за управление на поръчките от клиенти върху действия и процесите по планиране на ресурсите и управлението на веригите за доставки в производствено предприятие. Освен това, този анализ се задълбочава в проблемите, решенията и технологичните средства, свързани с подобряването на тези действия, обхващайки сложната бизнес логика, киберсигурността, защитата на данните, логистична синхронизация и други.

За постигане на поставената цел е необходимо да се решат следните задачи:

1. Изследване на взаимосвързаността между системите за управление на веригата за доставки, електронна логистика и планиране на ресурсите в производствени предприятия, включително динамиката на тяхното взаимодействие и потенциалното подобряване на цялостното бизнес представяне чрез тяхната интеграция;
2. Анализ на съвременните мобилни и уеб технологии и техния потенциал да участват в рационализирането на процесите, свързани с получаването и обработката на клиентски заявки, доставката на готови продукти, избор на канали за дистрибуция и управление на логистичните услуги;
3. Изследване на необходимите компоненти за разработване на детайлна архитектура, свързана с проектирането на облачна информационна система;

**Обектът** на тази дисертационна разработка върху методите и процесите, свързани със събирането, съхранението, обработката и разпространението на информация, свързана с поръчките от клиенти в производствено предприятие. Тази информация е от съществено значение, тъй като служи като основа за извършване на различни логистични дейности, включително товарене, транспортиране и разтоварване на стоки и материални ценности.

Тази област обхваща всички системи и процеси, които са включени в управлението на потока от стоки и информация от момента на тяхното производство до момента, в който те достигат до крайния потребител. Това включва всички аспекти на логистиката, като се вземат предвид нуждите на клиентите и оптималното използване на ресурсите

**Предмет** на изследване са възможностите за проектиране и внедряване на разпределена, базирана в облак информационна система, която е ориентирана към оптимизиране на ресурсите в производствено предприятие и насочена към подпомагане на управленските решения и координацията на процесите.

Конкретно, изследването се съсредоточава върху дизайна, внедряването и резултатите на система, която има за цел да подобри ефективността на различните фази от производствено-логистичната дейност. Система е базирана на уеб услуги и функционира чрез използване на множество процеси, сървъри (хостове), мобилни и клиентски приложения.

В изследването са използвани исторически, сравнителен, системен и комплексен подход. Също така са приложени методи на логически анализ, създаване, моделиране и алгоритмизация на облачна информационна система, с акцент върху значението на бизнес домейна.

Проучването започва с преглед на литературата с цел да установи теоретичната основа за изследване, която да послужи разбиране на основните проблеми. Проучването прави опит да създаде теоретична рамка и да разшири съществуващите модели и концепции, като същевременно се посочва липсата на задълбочени изследвания в областта. Следвайки целите и задачите на дисертацията, глава втора представя архитектурно решение от високо ниво, което обхваща всички основни изисквания от страна на потребители, бизнес и информационни технологии, описващо предложението за персонализирана софтуерна система. Третата глава изследва технологичните аспекти и предоставя насоки за конструиране и интегриране на системата в рамките на производственото предприятие, валидирайки резултатите от проучването.

# Глава 1. Проблеми на информационното осигуряване при управление на поръчките от клиенти

## Управление на веригите от поръчки и доставки и тяхното приложение в системите за планиране на ресурси

Спецификите при управление на поръчките от клиенти се свързват с управлението на веригата от доставки.

В литературата съществуват множество различни дефиниции за термина „верига на доставките“. Chopra и Meindl (2016) гледат на нея като на последователност от етапи, които директно или индиректно помагат при изпълнението на клиентски поръчки, обхващайки всички участници от производителя до крайния клиент, включително доставчици, превозвачи, складове и дребно търговци. Khan и Yu (2019) описват като мрежа от дистрибуционни съоръжения и възможности, която управлява доставката на материали, тяхното преобразуване в продукти и разпространението на тези продукти до клиентите. Matinheikki и съавторите му въвеждат представата за веригата на доставките като комплекс от процеси и ресурси, нужни за доставянето на продукт до краен потребител, подчертавайки и значението на ефективния поток на материали, продукти, услуги и информация от доставчици към клиенти. В този труд ние приемаме дефиницията на Jamaluddin и Saibani (2021), която гледа на веригата на доставките като на последователност от взаимосвързани логистични двойки „доставчик – получател“, където всяка стока или услуга се доставя на крайния потребител в съответствие с неговите нужди и изисквания.

Транспортирането на продуктите по верига на доставки се осъществява от производителя до крайния потребител. Обратната логистика представлява процеса на движение на стоките в обратна посока, а именно от крайния потребител обратно към производителя. Обратната логистика включва различни дейности, като връщане на стоки от страна на потребителите, които не отговарят на техните очаквания, връщане с цел ремонт, рециклиране, замяна и други (Plaza-Úbeda, 2020).

Gupta прави сравнителна характеристика между права и обратната верига за доставки, като извежда основните аспекти, които ги отличават.

Таблица 1.1.  
 Сравнение между права и обратна верига за доставки   
Източник: Reverse supply chains: Issues and Analysis

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Показатели** | **Права верига за доставки** | **Обратна верига за доставки** |
| Оптимизация | Базирана на оптимизиране на печалбата и разходите. | Базирана на екологичните принципи и закони, както и на оптимизирането на печалбите и разходите. |
| Прогнозиране | Сравнително по-лесно прогнозиране на търсенето на продукти. | По-трудно прогнозиране за връщане на продукти. |
| Качество на продукта | По-малко вариации в качеството на продукта. | Големи различия. |
| Време за обработка | Времето и стъпките за обработка са добре дефинирани. | Времето и стъпките за обработка зависят от състоянието от върнатия продукт. |
| Транспорт | Стоките се транспортират от едно място до много други места. | Върнатите продукти се събират от много места и пристигат в едно. |
| Оценка на разходите | Сравнително лесна, разчитаща на счетоводни системи. | Сравнително сложно определяне и представяне на разходи. |
| Опаковка | Стандартна структура на продукт. | Модифицирана структура на продукт. |
| Прозрачност на процесите | Проследяването на движението в реално време. | Липсата на възможности за обратна връзка. |

Може да обобщим, че правите вериги за доставки се фокусират върху печалбата и оптимизирането на разходите, докато обратните вериги за доставки дават приоритет на спазването на законите и обратната връзка с клиента. Те се различават значително по показателите прогнозиране на търсенето, вариации в качеството на продукта, време за обработка, транспортиране на стоки, оценка на разходите, конкурентно предимство, опаковка на продукта, структура на продукта и прозрачност на процеса.

Важен елемент в управлението на веригата за доставки е логистиката. European Logistics Association (2021) дефинира логистиката като "организация, планиране, контрол и реализация на придвижването на стоковия поток от проектирането и закупуването, през производството и разпределението до крайния потребител с цел удовлетворяване изискванията на пазара с минимални операционни и капиталови разходи". Тези дейности се идентифицират по различни параметри (Le, 2020) като размерност, начална и крайна точка на движение, дължина на пътуването, скорост, време на движението, време на престой, вид на използваните транспортни средства, условия на транспортиране. В тази смисъл, Wichaisri и Sopadang (2013) разглеждат логистичната система като устойчива мрежа от звена, които са взаимно свързани и управлявани централно чрез административни системи, които подпомагат управлението на целия логистичен процес. Целта е да се удовлетворят заявките и нуждите на клиентите, като се поддържа баланс между предлагането и търсенето.

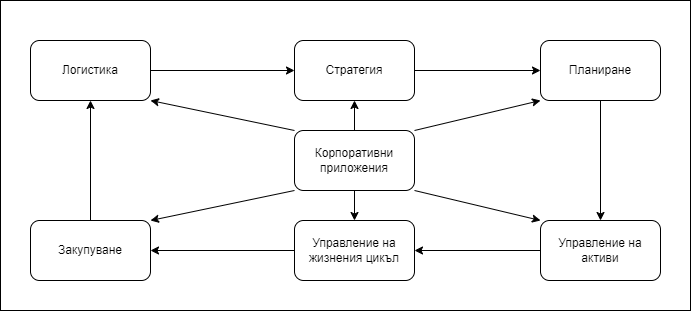
В тази връзка се среща понятието информационен поток, което представлява обмен на данни, чрез документи или по друг начин и са свързани с материалния поток. Този информационен обмен играе роля в логистичната система и е от съществено значение за управлението на веригата за доставки. Един от най-често срещаните модели на информационни потоци в логистиката е моделът на „поток на поръчки от клиенти“. Всеки бизнес организира този процес по индивидуален начин, съобразено със специфичните си нужди и процедури (Zając & Świeboda, 2023).

Стратегията и планирането на веригата за доставки се свързва с конкурентоспособността на производствени предприятия на световния пазар за строителни материали. Редица автори, в изследователската поредица *Advances in Economics, Business and Management Research*, провеждат проучвания и откриват, че изследването на информацията за търсенето и предлагането може да помогне при определянето кога са необходими по-големи запаси или кои продукти трябва да бъдат предлагани в определен момент (Barata, 2022). Според Alzoubi и колектив (2020), интегриране на планирането и изпълнението на процесите в рамките на веригата за доставки включва комплекс от дейности по планиране на търсенето, управление на доставките, производство, контрол на запасите, складиране, транспортиране и други логистични операции. Този интегриран подход помага за оптимизиране на потока от материали, информация и финансови ресурси, както и за управление на връщането на излишни или дефектни продукти.

Според Văcar (2019) логистичният мениджмънт включва планиране, организиране, координация и контрол на всички операции, които да удовлетворят изискванията на клиентите, като осигурят ефективно движение на стоките от точката на зареждане до точката на доставка. От тази гледна точка, логистичният мениджмънт включва вземане на стратегически, тактически и оперативни решения, свързани с развитието на логистичната дейност и взаимодействието с доставчиците и другите участници във веригата за доставки. Bardakci (2020) допълва, че стратегическият логистичен план има за цел да реализира поставената стратегия и да осигури ефективното функциониране на логистичната мрежа. Освен това редица автори и изследователи (Calabrò et al., 2020) посочват че, оптимизационните задачи в логистичното планиране могат да се разграничат на различни функционални области, като една от тях е управлението на поръчките. Този аспект включва регламентиране и оптимизация на всички етапи в цикъла на изпълнение на поръчките, включително приемането, обработката и доставката им (Tukamuhabwa et al., 2021). В този контекст, изборът на подходящи технически средства и технологии за приемане, обработка, въвеждане на електронен обмен на данни и установяването на параметри за качество на обслужване също са аспекти на управлението на поръчките. Според (Lee et al., 2022) ефективното управление на материалните и съпътстващите ги потоци изискват координирано изпълнение на разнообразни функции и операции в рамките на логистичната система. Тази координация се изпълнява както на стратегическо, така и на оперативно ниво, тъй като влияе както на ритмичността на бизнес дейността, така и на ефективността на самата логистика.

Според стандарта Индустрия 4.0 (Hahn, 2019) за по-нататъшно изясняване на компонентите на верига за доставки, следва да се разгледа като процедура на трансформация на суровини и материали в готови стоки. Тази процедура е насочена към създаване на стойност, както за производителите, така и за потребителите. Съществуват различни стратегии за управление на производството, като например: проектиране по поръчка, производство по поръчка, сглобяване по поръчка, производство на склад и други. Всяка от тези стратегии има свои предимства и недостатъци, но целта им е обща - да създадат стойност както за клиентите, така и за самата организация. С прилагането на подходящата стратегия, предприятията могат да подобрят качеството и времето за доставка на своите продукти, увеличат ефективността, като същевременно се намаляват излишните запаси и разходите, което в крайна сметка е от полза както за клиентите, така и за бизнеса. Планирането на производството съгласува търсенето с производствения капацитет и определя график за доставка на готови продукти (Chen, 2020).

Възможните компоненти, които влияят върху управлението, могат да бъдат обобщени в следните групи: управление на жизнения цикъл на продукта, логистика, стратегия за веригата за доставки, планиране на веригата за доставки, доставки и управление на активи. Те са представени графично на фиг. 1.1.



Фиг 1.1. Модел на елементите, съставящи управлението на веригите за доставки. Източник: Meehan & Pinnington, 2021, Адаптирано от автора

Този модел показва свързана с движението на материали и финансовите процеси от момента на производство до достигането на продуктите и услугите до крайните клиенти, включвайки свързани мрежи, канали и предприятия, които си сътрудничат. Фундаментални аспекта на този модел са:

- Увеличаване на печалбата: Оптимизирането на процесите във веригата за доставки може да доведе до по-голяма ефективност и по-ниски оперативни разходи, което накрая води до увеличаване на печалбата (Goodman, 2019);

- Увеличаване на паричния поток: Управление на веригата за доставки може да подобри паричния поток на организацията, като ускори оборота на стоките и оптимизира управлението на финансовите ресурси;

- Подобряване на обслужването на клиентите: Операциите в рамките на веригата за доставки са насочени към предоставянето на добро обслужване на клиентите, продуктите да се доставят навреме и да отговарят на изискванията;

- Намаляване на оперативните разходи: Ефективното управление на веригата за доставки може да намали оперативните разходи, свързани с транспорта, складирането и обработката;

Като обобщение на посочените по-горе фактори SCM се свързва с поддържането на непрекъснати доставки, управлението на договорните задължения, запазването на връзките с клиенти, както и поддържането на конкурентно предимство на пазара. Според Katsaliaki (2021) чрез внедряването на SCM системи, производствените предприятия могат да подобрят производителността си. Модулите на тези системи се интегрират взаимно за да допринесат за ефективното управление на модела, представен по горе. В крайна сметка контролът на разходите и качественото обслужване на клиентите, подобрява конкурентоспособността на пазара.

На базата на някои от последните класации на S&P Global Ratings за компании за строителни материали към 1 декември 2023 г., внедряването на системи за управление на веригата на доставки е от първостепенно значение за поддържане и интеграция на бизнес процесите (Cataldo et al., 2022). Редица компании, като например CRH plc, Vulcan Materials Company, Martin Marietta Materials, Inc., Anhui Conch Cement и Heidelberg Materials AG използват софтуер, предназначен за индустрията като SAP S/4HANA, Oracle SCM Cloud, Blue Yonder, Microsoft Dynamics 365, Kinaxis RapidResponse като същевременно използват и персонализирани решения, съобразени с техните логистични и оперативни проблеми. Тези системи са проектирани да оптимизират доставките, да рационализират производствените графици, да осигурят ефективни дистрибуторски мрежи, да подобряват вземането на решения, да насърчават сътрудничеството на доставчици, диспечери и клиенти и стимулират инициативи за устойчивост (Tang & Xia, 2023).

Счита се, че ERP позволяват ефективното планиране на дейността на производствените предприятията (Kakhki & Gargeya, 2019). Основната цел на ЕRP е съкращаване на количеството на запасите от материали, незавършено производство и готова продукция, съгласуване на графика на доставките с работата на отделните производствени звена и процеса на закупуване и доставка. Водещата ERP система е SAP, която е пусната за първи път преди 50 години в Германия. В рамките на тази система се управляват всички функционални области на даден бизнес: човешки ресурси, финанси и функции за закриване на отчетен период, продажби, управление на клиенти, фактуриране и задължения, управление на инвентара, логистика и други. Всяка отделна функция, от която едно производсвено предприятие може да има нужда, е достъпна и интегрирана в SAP. 92% от компаниите от Forbes Global 2000 и 86% от компаниите от Fortune 500 са клиенти на SAP (Agarwal, 2021). Освен това над 400 000 фирми в 180 различни държави използват софтуера на SAP и 77% от световните приходи от транзакции преминават през тази система (Baumgartl et al., 2021).

В зависимост от компанията и много други фактори, внедряването на SAP може да отнеме дълго време и много ресурси. За сметка на това той предлага инструменти, които автоматично получават, съгласуват и извършват определени действия. Според статистически изследвания, SAP позволява събирането на големи количества данни, които могат да бъдат използвани за вземане на ефективни и сигурни бизнес решения, които да помогнат за растежа на компанията.

Модулът за дистрибуция, в модулът за управление на материали, предоставят възможности за изпълнение на поръчки, осигурявайки контрол на инвентара, операции по снабдяване, оптимални нива на запаси и навременна наличност на материали. Модулът за планиране на производството, в който се разпределят ресурси и се планират производствените дейности (Chase, 2021). Модулът за управление на качеството е част от защитата на веригата за доставки, внедрявайки проверки на качеството във всяка фаза от жизнения цикъл на продукта (Kumar, 2021). Тези модули образуват архитектурна рамка в SAP за подобряване на прозрачността, гъвкавостта и устойчивостта на веригата за поръчки и доставки.

Значението на основните типа данни е предмет на изследване от редица автори. Според Bier (2019) основните данни са градивните елементи за всички транзакции, като клиенти, доставчици, активи, материали и други. Те са относително статични. Данните за транзакциите, като продажби, покупки и фактури, се променят непрекъснато (Magal & Word, 2013). Всеки SAP модул има своя собствена независима организационна структура, която определя взаимоотношенията между различните работни групи и отдели. Следващата таблица показва някои, но не всички аспекти на организационните структури.

Таблица 1.3.  
 Организационни структури в SAP  
(Business Process Integration with SAP ERP, 2013)

| **Финанси** | **Продажби и Дистрибуция** | **Управление на Материали** |
| --- | --- | --- |
| Сметкоплан (Chart of Accounts) | Организация на продажбите (Sales Organization) | Завод (Plant) |
| Компания (Company) | Дистрибуционен канал (Distribution Channel) | Местоположение на склада (Storage Location) |
| Код на компания (Company Code) | Дивизия (Division) | Организация на покупките (Purchasing Organization) |
| Бизнес област (Business Area) | Продажбена област (Sales Area) | Група покупки (Purchasing Group) |

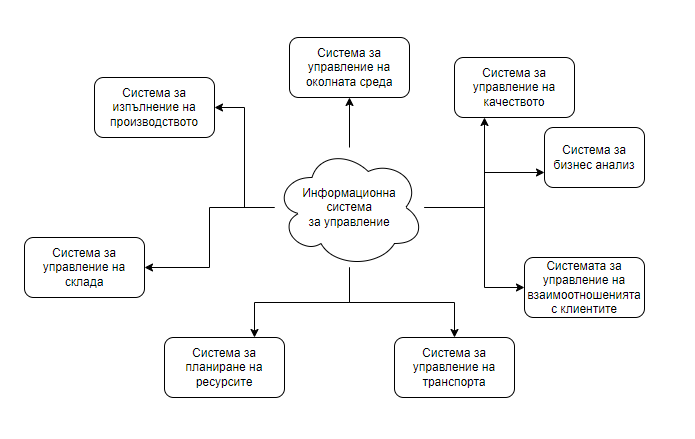
Проучвания на софтуерните решения за управление на поръки установяват, че въпреки че системите за планиране на ресурсите осигуряват основна рамка, те често не успяват да се справят „самостоятелно“ с динамичния характер на съвременните вериги за доставки и се нуждаят от интегрирането на допълнителни софтуерни и хардуерни продукти (Becker et al., 2016;Von Aspen, 2020; Baumgartl, 2021). Проблеми като неефективност при обработката на данни в реално време и адаптиране към променящите се пазарни изисквания, определят необходимостта от персонализирани решения. Рационализирането на процесите чрез персонализирани софтуерни решения не само преодоляват споменатите проблеми, но също така въвеждат и нови възможности за дигитализация, оптимизация и комуникация(Petrov et al., 2020; Knolmayer et al., 2023).

## Рационализиране на процесите чрез персонализиранa информационна система

Според проучване (ТОДО, 2020) мултинационалните компании за строителни материали срещат проблеми с ефективното управление на веригите за поръчки и доставки на своите многобройни търговски организации и канали за дистрибуция. Както беше посочено по-горе, често срещано е ERP системите да контролират основните операции в производствените компании. Въпреки това, в теорията и практиката се пренебрегва процесът на интегриране на ERP със системи за управление на взаимоотношенията с клиенти (Aleksandrova, 2017), електронни устройства за обмен на данни, технологии за Интернет (IoT), системи за управление на складове и системи за управление на транспорт (Sullivan & Kern, 2021).

Различни източници показват, че липсва единно становище относно използването на персонализирани софтуерни решения, които консолидират данни от посочените системи, за да предоставят на крайните клиенти достъп до тези данни. Така се оптимизира оперативната ефективност, да се подобрят възможностите за вземане на решения, да се комуникира и координира между заинтересованите страни, както и цялостната видимост на веригата за доставки.

В изследваните от нас литературни и интернет източници липсва специално разработен модел, като може да се конструира прототип на процесен модел. На фигура 1.2. е представена централизирана система, която е свързана с всички други вътрешни системи на производствено предприятие, като същевременно предоставя публично достъпни данни на крайните клиенти.



Фигура 1.2. Процесен модел на веригата за доставки  
(Разработка на автора)

Показана е серия от взаимосвързани логистични системи, които улесняват транспортирането на материали и свързаните с тях информационни потоци. Проектирането на такава система следва да бъде съобразено с изисквания на конкретно предприятие (Luo, 2010), тъй като се вземат предвид растежът на цялостно разширяване на бизнеса.

Унифицираната информационна система за логистични услуги, свързва различни заводи, географски райони и бизнес единици. Поддържа основни до сложни логистични изисквания (Сълова, 2020), позволявайки на бизнеса да се мащабира, докато се разраства. Помага при планирането и ефективното изпълнение на доставките, като по този начин спестява разходи. Същевременно, подобрява сътрудничеството между клиентите, доставчиците и диспечерите чрез предоставянето на единен комуникационен формат (Vasilev & Cristescu, 2019). Позволява на бизнеса и крайните клиентите да имат видимост и контрол върху пратките, което им помага проактивно да управляват всички проблеми.

Интеграция с ERP дава възможност за споделяне на модели на данни и работните потоци. Технически модули на ERP, като SAP Netweaver Gateway (Bönnen, 2018) предоставят на персонализираната система както входящи, така и изходящи интерфейси. Например поръчките за транспортиране от външно приложение се получават чрез входящ интерфейс, а данните за пратката се връщат чрез изходящ интерфейс след планиране на доставката. Чрез централизираната система различните организационни единици следва да работят в съответствие с регионалните и международни стандарти и изисквания.

В съответствие с модела на Dickens (2019), персонализираното решение прилага рамка, основаваща се на две предварително определени фази: планиране и изпълнение. В началната фаза системата улеснява регистрацията и обработката на поръчките за продажба. Определя най-ефективните източници на изпълнение и подготвя маршрути за доставка. Във втория етап се назначават доставки, които същевременно могат да се проследят в реално време. Значението на тази функционалност е свързано със ISO стандартите и споразуменията за ниво на обслужване, като например ISO 9001, който е свързан с управление на качеството, ISO 28000, специфичен за управлението на сигурността . Софтуерът предлага транспортни данни, включващи визуални представяния, насочени известия относно предстоящи събития, както и преглед на жизнения цикъл на пратките. Същевременно, системата има за цел да подобри жизнения цикъл чрез внимателен избор на превозвачи и оптимизиране на маршрутите за доставка. Системата подготвя определени маршрути въз основа на дестинацията, следвайки методи от компании като FedEx (Frey, 2023).

При регистриране на нови поръчки, промяна на съществуващи или назначение на доставка през платформата, актуализациите се публикуват във вътрешните системи, което води до постоянни актуализации. Системата е насочена към глобална аудитория с милиони потребители и хиляди служители, като следва да се справя с пикове на търсенето, мащабирайки се според нуждите. Чрез IoT сензорите, системата обновява местоположенията на доставчиците на всяка секунда, което генерира огромен брой ежедневни съобщения. В тази връзка е необходима висока изчислителна производителност на обработката на данни, която да минимизира прекъсванията на услугите. Алгоритмите трябва да бъдат бързи, в рамките на няколко милисекунди, тъй като системата свързва клиентите с доставчици и диспечери. В края на процеса, на базата на извършените доставки, се издават фактури, които се изпращат на клиентите, като този етап може да бъде следваща доработка на системата.

## 1.3. Възможности за централизация на процесите по управление чрез прилагане на облачни технологии

През последните години редица автори и изследователски компании (Partida, 2023; Roy, 2023; Microsoft Research, 2023) подчертават значението на oблачните технологии за оптималното функциониране на веригите от доставки. Облачните изчисления, както са определени от Huang (2013), представляват изграждането на корпоративни системи, използвайки практики за разработка на високо-качествен софтуер и инфраструктура. Фактори като проектиране, интегриране и внедряване на система пряко влияят на процеса по управление на поръчките от клиенти. Базираните в облак решения са проектирани към технологични иновации, обслужване голям брой потребители и устойчивост на натоварване или хакерски атаки (Парушева, 2011; Vettor, 2022). Описанието на облачни изчисления варира, като например организацията Cloud Native Computing Foundation (2018) предлага следната дефиниция: "*Технологиите, базирани на облак, дават възможност на организациите да създават и изпълняват приложения в модерни, динамични среди като публични, частни и хибридни облаци, чрез мрежи от услуги и микроуслуги. Качества на системите са устойчивост, висока наличност и достъпност, мащабируемост и управляемост, които са от критично значение за много от бизнес единиците. Автоматизацията на тези процеси позволява на инженерите да правят промени, с голямо въздействие, но с минимални усилия."* От друга страна National Institute of Standards and Technology (2011) определя облачните изчисления като „*модел за позволяване на мрежов достъп, при поискване, до споделен пул от конфигурируеми изчислителни ресурси, които могат бързо да бъдат предоставени и внедрени с минимални усилия.“* Посочените определения дават различни тълкувания, като преобладаващото е схващането, че базираните на облак системи са свързани предимно с висока производителност, ниско ниво на латентност (Smith, 2022), които следва да бъдат разгледани в детайли.

Облачните системи се характеризират с **висока производителност**. Производителността измерва времето между заявката на потребителя и последващия отговор на системата. Тя действа като показател за ефективност, свързан с удовлетвореността на клиента. Бързото време за реакция обикновено означава оптимална производителност на системата, което води до положително потребителско изживяване, докато забавянето може да е показател за неефективност. Heusser представя общ метод за концептуализиране на производителността, чрез следното уравнение:

*Време за отговор = Време за обработка + Време на изчакване*

*Време за отговор* е общото време, от момента, в който потребителят изпрати заявка до момента, в който получи отговор. Или интервал от време, което потребителят чака да види резултат след започване на действие. *Време за обработка* е времето, необходимо на системата за изчисляване на резултата след получаване на заявката. То включва задачи като заявка към база от данни, обработка и всякакви други действия, които системата извършва, за да изпълни заявката. От друга страна, време на изчакване представлява времето, в което заявката се намира в „опашка“, преди да бъде обработена. В система с голям обем от данни могат да постъпят няколко заявки едновременно. Ако системата не може да ги обработи наведнъж, някои заявки трябва да изчакат, като по този начин се увеличава времето за изчакване. Чрез разделянето на времето за отговор на неговите компоненти, системните администратори и разработчиците могат да определят областите за подобрение. Например, ако времето за обработка е дълго, може да е необходима оптимизация на алгоритми или код. Ако времето за изчакване е дълго, това може да служи като показател, че системата се нуждае от по-добро балансиране на натоварването или увеличен капацитет за обработка.

В тази връзка, много автори подчертават значението на **нивото на латентност** за осигуряване на последователно обслужване за преобладаващата част от клиентите. В софтуерните системи 95% (означено в техническата литература като P95, Kleppmann, 2017) от заявките се обработват в сравнително оптимално време, докато 5% отнемат повече. В литература, латентността се свързва с ефикасността на заявките проценти (като P95, P99 и P99.9), като се обръща внимание на „слабите“ заявки. Голямото забавяне може да означава проблеми, които възникват само при определени условия, като конкуренция за ресурси, хардуерни проблеми или други.

Според проучване на Google (Winters, 2020), 53% потребителите напускат сайтове, зареждането на които отнема повече от 3 секунди. Вземайки предвид, че натоварването е динамична променлива, влияеща пряко върху производителността на системата и възможността за разширяване на бизнеса, **мащабируемостта** е възможно решение при евентуален проблем с мрежовия трафик. Проучвания на източници в областта, показват че способността на система да управлява ефективно увеличеното работно натоварване се отнася до мащабируемостта. Има две измерения на мащабируемостта: вертикална и хоризонтална. Според Henning (2022), вертикална мащабируемост e надграждане на физическия хардуер като процесор, памет или пропускателна способност на мрежата. За сметка на това, хоризонтална мащабируемост се постига чрез добавяне на ресурсни единици. Вместо да се подобрява един сървър, множество виртуални сървъри се създават, за да се разпредели натоварването. Този подход осигурява висока достъпност и толерантност към грешки, но същевременно въвежда сложност при координацията между ресурсите.

*Високата наличност* е първостепенен атрибут на качество, предоставен от облачните доставчици. Наличността на система се определя като частта от времето, през което дадена услуга е функционална и достъпна. Според Atchison (2020), наличността може да бъде изразена като процент от времето на работа (uptime) спрямо сумата от времето на работа и времето в застой (downtime):

*Availability = uptime / (uptime + downtime)*

Счита се, че за повечето облачни услуги абсолютната 100% наличност е нереалистична поради необходимостта от поддръжка и надстройки (Davis, 2019). Статистически, 90% наличност се равнява на прекъсване на системата за над 2 часа дневно или 36 дни годишно. 95% се равнява на около час дневно или 18 дни годишно, в които системата е офлайн. Стандартите, определени от облачните доставчици, варират от 99% до 99.9% (наричани „три деветки“), представлявайки по-малко от 1,5 минути дневно.

**Споразуменията за ниво на обслужване** (SLA), което представляват договорни споразумения между облачни доставчици и компании. Според Debski (2018) SLA включват гореспоменатите ангажименти за производителност, латентност и време за реакция. От друга страна, индивидуалните цели, определени за една система се наричат цел за ниво на обслужване (SLO). Всеки SLO показва целева стойност или диапазон за специфични системни аспекти, като време за реакция под 100 ms на 90-ия процент. В тази връзка, индикаторът за ниво на обслужване (SLI) е количествена мярка за определяне на спазването на SLO. Той представлява данните за ефективността в реално време, които се събират и оценяват дали се постигат SLO. Според нас SLA, SLO и SLI са основни за осигуряване на качество на облачна услуга. Докато SLA често се определят от юридически екипи, SLO и SLI попадат в обсега на софтуерните архитекти.

Изследователи в областта (Laszewski, 2018; Dotson, 2019) анализират редица фактори и разработват методология, наречена „дванадесет фактора“ (Twelve-Factor), представена в таблица 1.3. Тази методология предоставя набор от принципи и практики, към които разработчиците да се придържат, когато създават приложения, оптимизирани за съвременни облачни среди. Практици от компанията Heroku смятат Twelve-Factor за солидна основа за изграждане на облачни системи, защото е приложима за всяко уеб, десктоп или мобилно базирано решение. Системите, изградени по тези принципи, могат да се внедряват и мащабират, като същевременно позволяват добавяне на нови или промяна на съществуващи функционалности.

Таблица 1.3.  
 Обобщение на методологията на дванадесетте фактора  
(адаптирано от автора)

| **Фактор** | **Описание** |
| --- | --- |
| **Code Base** | Единична база за сорс кода на всяка микроуслуга, съхранявана в собствено хранилище към GitHub, GitLab, Azure DevOps и други. Чрез контрол на версиите, всяка микроуслуга може да се внедри в множество среди (QA, Staging, Production). |
| **Dependencies** | Всяка микроуслуга изолира и пакетира свои собствени зависимости, като обхваща промени, които да не засягат цялата система. |
| **Configurations** | Конфигурационната информация се управлява чрез инструмент, извън кода на микроуслугата. Тя може да бъде различна за различните страни. |
| **Backing Services** | Допълнителните ресурси (хранилища за данни, кешове, брокери на съобщения) трябва да бъдат изложени чрез адресируем URL адрес. Това отделя ресурса от приложението, което му позволява да бъде взаимозаменяем. |
| **Build, Release, Run** | Всяка нова версия следва да премине през няколко етапа на изграждане и изпълнение, чрез използване на технологии за автоматизация. Резултатът от това е минимизирането на възможностите за допускане на човешки грешки и стандартизиране на цялостния процес. |
| **Processes** | Всяка облачна услуга трябва да се изпълнява в свой собствен процес, изолиран от другите. |
| **Port Binding** | Всяка услуга трябва да бъде самостоятелна със своите интерфейси и насочена на определен порт. |
| **Concurrency** | Когато капацитетът на услуга трябва да се увеличи, мащабирането следва да бъде от хоризонтален тип, ориентирано към увеличение на множеството идентични процеси |
| **Disposability** | Екземплярите на услугите трябва да благоприятстват бързото стартиране, както и изключване. Контейнерите заедно с приложение-оркестратор, по своята същност, отговарят на това изискване. |
| **Dev/Prod Parity** | Различните среди е необходимо да се поддържат възможно най-сходни, през целия жизнен цикъл на приложението. Тук контейнеризацията може значително да допринесе чрез насърчаването на същата среда за изпълнение. |
| **Logging** | Регистрационните файлове, генерирани от различните услуги, следва да се третират като потоци от информация. Инструменти за управление на логове (като Azure Monitor или Splunk) се препоръчват за публикуване на посочените данни и тяхното архивиране. |
| **Admin Processes** | Изпълняване на административни задачи, като почистване на вътрешни данни или рестартиране на услуга. |

Hoffman (2016) описва подробно всеки от оригиналните 12 фактора, като добавя три допълнителни, представени в таб. 1.4., които отразяват модерен дизайн на облачни приложения.

Таблица 1.4.  
 Допълнение на методологията на дванадесетте фактора  
(адаптирано от автора по Hoffman, 2016)

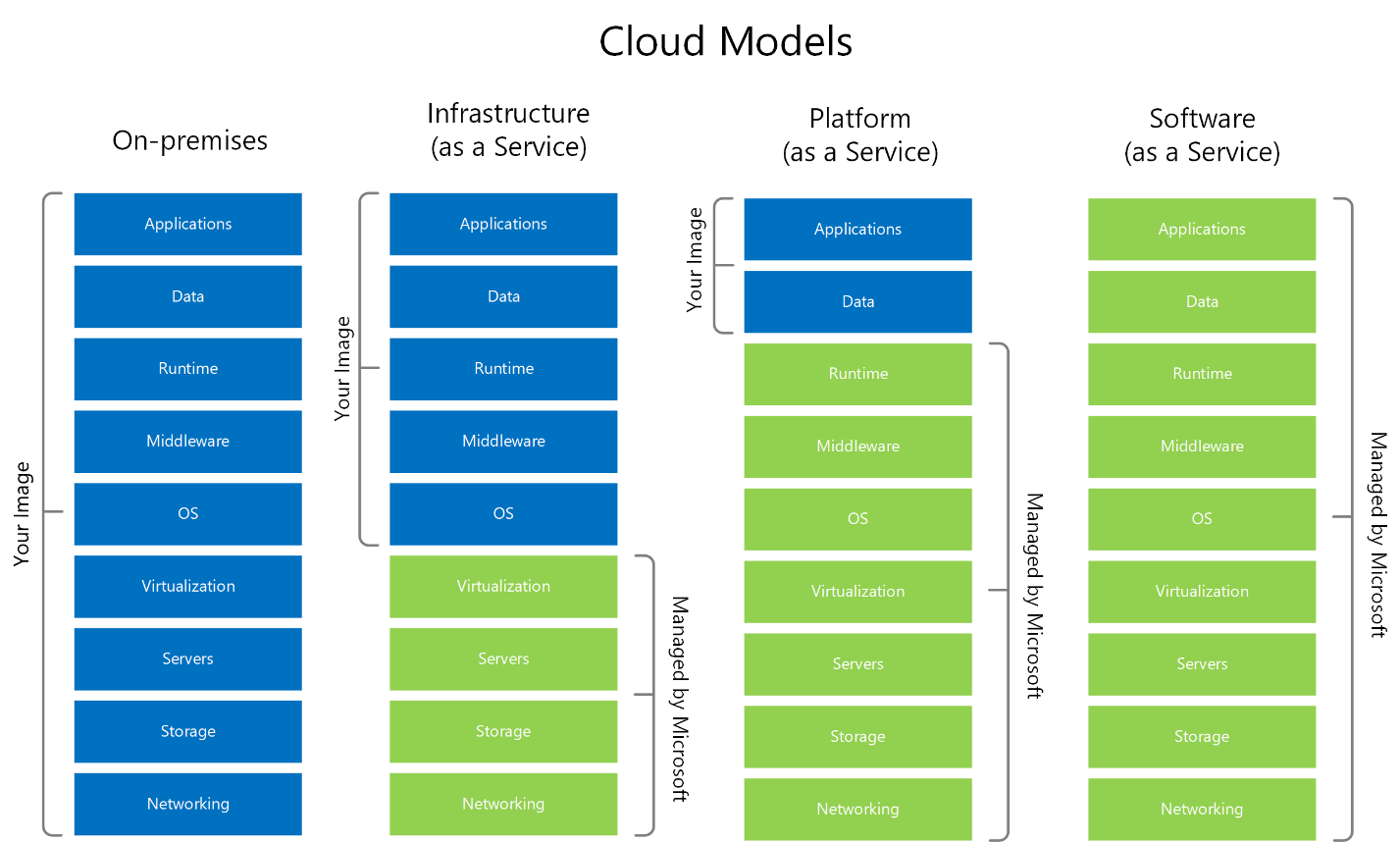
| **Фактор** | **Описание** |
| --- | --- |
| **API First** | Всеки ресурс трябва да бъде разгледан като приложно-програмен интерфейс, който да бъде интегриран към основната система. |
| **Telemetry** | Дизайнът на системата трябва да включва събирането на специфични за домейна данни, както и за текущото състояние на системата. |
| **Authentication/ Authorization** | Удостоверяването служи като механизъм за проверка на самоличността на потребител, обикновено чрез идентификационни данни като потребителски имена и пароли. Упълномощаването, от друга страна, определя степента на достъп или привилегии, предоставени на удостоверен обект. |

Като допълнение, Microsoft (2023) предоставя набор от ръководни принципи, които се използват за подобряване качеството на работното натоварване. Таблица 1.4 представя пет стълба на т.н. „добра архитектурата“:

Таблица 1.4.  
Добри практики на облачната индустрия  
(адаптирано от автора по Microsoft Well-Architected Framework, 2023)

| **Фактор** | **Описание** |
| --- | --- |
| **Управление на разходите** | Обхваща процеса на планиране, оценка, бюджетиране и контрол на разходите, целящ завършване на проект в рамките на одобрен бюджет. Ефективните стратегии за управление на разходите позволяват на организациите да оптимизират използването на облачни ресурси като намаляват ненужните разходи. |
| **Оперативно съвършенство** | Автоматизиране на работната среда и операциите, за да се увеличи общата производителност и да се намалят човешките грешки. |
| **Ефективност** | Отговаряне на изискванията, поставени върху работни натоварвания, чрез тестове за производителност и натоварване, за да се идентифицират потенциалните затруднения. |
| **Надеждност** | Отнася се до концепцията за висока производителност, разгледана в тази глава, както и до функционалностите на мобилните и уеб приложения да „предвиждат“ и справят с неочаквани проблеми. |
| **Сигурност** | Тъй като облачните архитектури по своята същност разпределят ресурси между множество местоположения, проблеми пред сигурността, вариращи от пробиви на данни до неоторизиран достъп, могат да възникнат. Протоколите за криптиране и управление на самоличността подобряват сигурността в облака, но естеството на киберзаплахите налага непрекъсната бдителност. Алгоритми за откриване на аномалии подобряват способността за превантивно идентифициране и смекчаване на потенциални пробиви. |

Изхождайки от казаното до тук, може да обобщим, че облачните изчисления осигурят инфраструктура за приложения, предлагайки ресурси като сървъри, операционни системи, защитни стени, балансьори на натоварването и много други. Хардуерът е разположени в център за данни, поддържан от облачен доставчик като Microsoft, Amazon, Google или други. ИТ специалистите създават виртуални ресурси, без необходимост от закупуване или поддръжка на устройства. Представено на фигура 1.3, традиционния подход, при който хардуера е собствен и изисква цялостно управление и поддържка от ИТ отдела. Противоположно на това, инфраструктурата като услуга (IaaS) абстрахира физическия хардуер в среда, управлявана външно, позволявайки на организациите да изнесат слоевете на мрежова връзка, съхранение и виртуализация, като същевременно запазват контрол върху операционните системи и приложенията. Като допълнение, платформа като услуга (PaaS) предоставя и управление на операционните системи, междинния софтуер и средите за изпълнение, като по този начин позволява на разработчиците да се съсредоточат единствено върху създаването и внедряването на приложения. Софтуерът като услуга (SaaS), най-абстрактният модел, доставя напълно функционални приложения, изцяло управлявани от доставчика на услуги. Този модел позволява разработчиците да се концентрират върху бизнес полезността на софтуера. Всеки от тези модели очертава различно ниво на контрол, сложност на управление и оперативни разходи, което ги прави подходящи за различни организационни изисквания и възможности.



Фиг. 1. 3. Сравнение моделите на облачни изчислителни услуги (IaaS, PaaS, SaaS) и традиционната локална инфраструктура, подчертавайки отговорностите за управление. Източник: Mohammed и Zeebaree, 2021

Според изследвания Kesan (2013), IaaS, PaaS и SaaS моделите са по-ефективни от базовият, тъй като се заплаща само за услугите, които се използват. Ценообразуване, базирано на потреблението, позволява на компаниите да плащат за ресурси само когато са необходими, което намалява първоначалните разходи и позволява по-добро прогнозиране. Освен това има възможност за увеличаване или намаляване на ресурсите в съответствие с работното натоварване в рамките на определен период от време. Друга опция са т.нар. „изчисления без сървър“ (Kumar & Agnihotri, 2021), които позволяват отделни функции да се изпълняват, когато се стартира определено действие. Въпреки че не са подходящи за всяко приложение, това е бърз вариант за внедряване, когато логиката на е разделена на независими единици или за автоматизирани задачи. За тях се заплаща на базата на отделните заявки към функцията. Също така облачните доставчици осигуряват архивиране на данни, възстановяване „след бедствие“ и услуги за репликация (Куюмджиев, 2019).

Проучвания на източници в областта (Li et al., 2021) показват, че за конструиране на облачни системи се препоръчва ориентирания към микроуслуги архитектурен стил (microservices). Това е подход за изграждане на сървърни приложения като набор от малки, но високо-качествени под-услуги. Съответно, клиентите, на сървърните услуги, могат да бъдат отделни приложения, които да се поддържат и управляват самостоятелно. Всяка услуга работи в собствен процес и комуникира с други процеси, използвайки различен тип и вид протоколи като: HTTP/HTTPS, WebSockets, AMQP, gRPC и други. Същевременно, всяка услуга притежава специфична бизнес способност и предимства като това да бъде проектирана, разработена и внедрена независимо от другите. Работата може да бъде разпределена между отделни екипи, осигурявайки възможност за независима работа по отделни области на приложението. Микроуслугите се ориентирани около **фактор #6** от принципите на дванадесет-факторното приложение, който свързва притежанието на всяка услуга със своя собствена логика и данни, в рамките на автономен жизнен цикъл. Концептуалните модели, технологиите и проблемите се различават между подсистемите или микроуслугите. Този принцип е заложен в дизайнът, управляван от домейн, където всяка услуга притежава свой модел на домейн (данни + логика и поведение).

За разлика, монолитните приложения представляват традиционен модел на софтуерна архитектура, при който всички компоненти на приложението са тясно интегрирани и разгърнати като едно цяло. Тази архитектура, преобладаваща в разработката на софтуер от много години, обхваща унифициран модел, при който различни функции, като въвеждане на данни, обработка и потребителски интерфейс, са интегрирани в една програма. Монолитните програми показват висока степен на вътрешно свързване и взаимозависимост между компонентите, което води до нарастваща сложност с течение на времето. Тази сложност се проявява като сложна, неструктурирана и трудна за поддръжка кодова база. В този смисъл, подобренията или модификациите на една част от системата могат неволно да засегнат други несвързани секции. Следователно, отстраняването на грешки се усложнява, което от своя страна възпрепятства въвеждането на нови функционалности. Това поведение, документирано в различни казуси за разработка на софтуер (Elgheriani & Ahme, 2022; Smith, 2023), подчертава недостатък на монолитните архитектури в сравнение с подхода на микроуслугите. Целта на микроуслуги е да се достави функционален продукт, изискващ постоянна поддръжка и тясна връзка с клиента. Това увеличава удовлетвореността, както и променя гледната точка на разработчиците.

В исторически план, service-oriented architecture (SOA) често се разглежда като предшественик на архитектурата на микроуслугите. SOA възниква в началото на 2000-та година, поставяйки основата за модулен софтуерен дизайн. Традиционните реализации на SOA използват сложни механизми като Enterprise Service Buses (ESB) и протоколи като SOAP и WS-\* което е усложнено за поддържане. (Radev & Aleksandrova, 2013) От друга страна, микроуслуги използват протоколи, които световната информационна мрежа вече предоставя (обикновено REST API), което ускорява разработката и улеснява поддръжката на приложения. При архитектурата ориентирана към микроуслуги всеки екип е отговорен по отношение на платформата за разработка, базата данни и създаването на регистрационни файлове.

Важно е да се подчертае, че достъпът до данни е по-труден при дизайн на микроуслуги в сравнение с монолитния. Данните, притежавани от микроуслуга, са поверителни и могат да бъдат извлечени или синхронно чрез API, или асинхронно чрез съобщение. Микроуслугите следва да се развиват автономно, а взаимовръзките да се контролират от „инструменти за оркестрация“. Ако множество услуги получат достъп до едни и същи бази от данни, актуализациите на схемите биха довели до нарушаване автономността на жизнения цикъл. Съгласно Garverick и McIver (2023), когато един бизнес процес обхваща множество микроуслуги, се препоръчва използването на т.н. „евентуална последователност“. Различните микроуслуги съхраняват и обработват различни видове данни, което води до използване на смесица от бази, наричащо се подход на „полиглотна устойчивост“ (Villaça, L. A., Azevedo, L. G., & Baião, F. A., 2018).

## 1.4. Управление на бизнес процесите чрез ориентиран към домейн дизайн

В своя книга авторският колектив De La Torre, Wagner & Rousos (2023) представя обстойно изследване на ключовите характеристики на уеб услугите, независимо дали става въпрос за монолитна система или част от разпределена инфраструктура, които включват обема на обработваната информация, бързодействието, бизнес логика и технологично развитие. В изследваните от нас литературни и интернет източници свързани с „ориентиран към домейн дизайн“ (DDD) се подчертава ефективността му в ситуации, при които има нужда от обработка на сложни бизнес изисквания. С други думи, DDD цели да се справи със сложността на домейна, която обхваща бизнес правила, валидации и изчисления. Изхождайки от определенията и предложенията към от глава 1.1. управление на поръчките от клиенти в производствено предприятие се отличава със сравнително висока сложност и необходимост от изпълнение на поредица от процеси (Parusheva & Pencheva, 2021).

Подходът, познат като „*дизайн, управляван от данни*“ (data-driven design), описан от Т. Ерл (2007) в книгата „*Принципи на дизайна на ориентирана към услуги архитектура“*, определя разделянето на услугите въз основа на данните, с които функционалностите им оперират. От друга страна, Е. Еванс (2014) твърди, че DDD предоставя ключови концепции за разделяне на уеб услугите, на базата на други фактори. Формулирайки методология, DDD предоставя начин за представяне на реалния свят чрез структурирано решение, което отговаря на изискванията в проблемното пространство. Тези характеристики допринасят за подобрение на качеството на софтуерната архитектура.

В този смисъл, сложността на бизнес логиката представлява индикатор за сложността на проблемната област, която софтуерът цели да реши. Ако приложение, извършва основни операции като създаване, четене, актуализиране и изтриване (CRUD), може да обобщим че то не би съдържало сложна логика и може да бъде реализирано с по-прости методи от DDD (De La Torre, 2023). От друга страна, система за управление на поръчки, която автоматизира голяма част от операциите на произведена компанията и моделира голяма част от логистичните процеси, следователно управлява множество сложни бизнес задачи. Счита се, че тази сложност, отнасяща се до броя на алгоритмите и технологиите, които трябва да бъдат внедрени, за да се осигури правилната функционалност на софтуера, може да бъде много висока.

В книгата си „*Patterns of Enterprise Application Architecture*“ (2012), авторът Фаулър представя диаграма (фигура 1.Х), която илюстрира връзката между времето, цената и сложността при проектирането на софтуер. В тази диаграма по оста Y са представени времето и цената, докато по оста X е измерена сложността на проекта. Този модел е свързан с ориентирания към данни подход за проектиране на софтуер и показва, че при този метод, след достигане на определено ниво на сложност, дори незначително увеличение на сложността може да доведе до значително увеличение на разходите и времето, необходимо за разработката.



*Фигура 1.Х. Домейн-центрирано срещу данни-центрично в контекста на диаграма за разработка на софтуер, изобразяваща време и сложност.* Източник: *Patterns of Enterprise Application Architecture, Fowler, M. (2012)*

Срещу това, при ориентирания към домейна подход времето и разходите за проекта имат тенденция да нарастват линейно, като началните разходи обаче биват по-високи. Според принципите на DDD (Zimarev, 2019), случаите на употреба следва да се моделират въз основа на начина, по който реалният бизнес функционира, като взема предвид, че този той постоянно се развива.

DDD предоставя различни технически концепции и модели, които могат да бъдат използвани за внедряването на софтуерни проекти (). Считаме че, представени като контекстна карта на фиг.1.Х, идентифицирането и управлението на взаимозависимостите и сътрудничеството помежду им, се улеснява. Картата има за цел да даде структура на облачната система, както и да бъде пътеводител в по-голямата картина.



Фиг. 1.Х. Карта, описаваща връзките в DDD. Източник: Eric Evans

Тези концепции включват универсален език (UL), ограничен контекст (BC), агрегати, обекти на основния домейн, стойностни обекти и хранилища на данни и много други. Въпреки че, тези технически аспекти са много на брой и според критици са трудни за научаване, те са част от правилното прилагане на DDD методологията.

В различните индустрии се използва специфична терминология, която отразява определен бизнес контекст (Oukes, 2021). В този смисъл, когато се разработва сложна система за управление, е важно да се разбере и използва терминологията, както и да се осигури нейно съответствие в програмния код, за се реализират бизнес целите. Основна характеристика на DDD е улесняване на комуникацията между експертите по домейна и софтуерните инженери, като се дефинира общ, **универсален език** (UL). Това е инструмент, който помага на обединяването на бизнесът, дизайнерите и програмистите, така че те да могат да създадат модели на домейна и да ги приложат в практиката. Когато кодът е написан на UL, той може да даде подсказки за случаи и изисквания, които не са били достатъчно ясни предварително. За да функционира успешно, класовете в кода и таблиците в базата данни трябва да се именуват в съответствие с термините от UL. Тази обща номенклатура улеснява разбирането и съгласуването на изискванията между всички заинтересовани страни. В своето изследване Batista (2022), подчертава важността на универсалния език за предотвратяване на недоразумения и неправилни предположения. UL се използва в различни аспекти на разработката на софтуер, включително в документацията, комуникацията между екипите, кода на приложението и кода за тестване. Според Rademacher и колектив (2017) универсален език се развива и се поддържа с течение на времето, като предоставя средство за събиране и организиране на знанията и бизнес логиката.

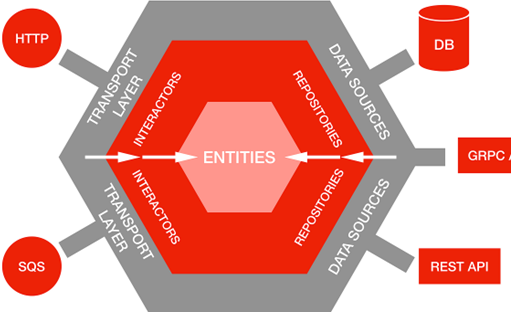
В този смисъл, **ограниченият контекст** (BC), който е друга част от контекстната карта, се счита за малка област в домейна, която дава на всеки елемент от UL собствено значение (Wlaschin, 2018). Според практици в областта, често кодовата база на приложение става неуправляема, когато обемът се увеличи. BC контролира как са структурирани подпрограмите и тяхното развитие. Често BC съответства на под-домейн, който показва как е разделена дейността на бизнеса. Всеки BC се разработва самостоятелно, като може да бъде една или няколко микроуслуги.

В книгата си Vaughn Vernon (2013) казва, че т.н. **стойностни обект**и следва да са малки, прости обекти, които не се основават на идентичност. Те са елементи, използвани за количествено определяне, измерване или характеризиране на определена тема. Стойностните обекти могат да имат методи и поведение, но никога не трябва да имат странични ефекти. Примери за такива обекти могат да бъдат представените по-горе организационни структури.

От друга страна, сред публикациите в DDD областта, **агрегатът** е представен като колекция от свързани елементи, които се модифицират като едно цяло (Hippchen, Giessler, Steinegger, & Abeck, 2017). В този смисъл, агрегатите се третират като единица за промени в данните. Те се състоят от един или повече обекти, които се променят заедно. Преди да се направят модификации, е необходимо да се оцени консистенцията на целия агрегат, като може да има правила за целостта на всички последователни данни (Wlaschin, 2018). Промените в данните на агрегатите следва да бъдат атомарни, последователни, изолирани и дълготрайни (ACID).

В своя публикация авторският колектив Петров, Куюмджиев и Димитров (2022) представят **хранилищата от данни** като колекция от елементи от определен тип. Тази колекция предлага унифицирана абстракция за всички проблеми, свързани с четенето и записването на данни, улеснявайки ИТ специалистите. Хранилищата предоставят и регулират достъп до базата с данни, чрез публичният си интерфейс. Счита се, че това е възможност, която прави кода на приложенията по-лесен за тестване в сравнение с традиционния вариант, при който външните ресурси се свързват пряко. В този смисъл, тъй като кодът за достъп до данни е „обгърнат“ в един или няколко програмни класове, той следва да бъде лесен за използване. В тази връзка, Vernon (2016) определя **събития в домейна**, като средство за записване и част от UL. Събитията служат като индикатори, че определено събитие се е случило. Те могат да бъдат разгледани като съобщение, но същевременно и запис в исторически дневник. Хранилищата от данни следва да управляват събитията в домейна, като „агрегират“ информацията.

Според практици в областта на софтуерното инженерство (De La Torre, C., Wagner, B. & Rousos, M., 2023) **Hexagonal, Clean, and Onion** архитектурите поддържат високи нива на модулност и разделяне на проблемите. Hexagonal (или шестоъгълна) архитектура, представена на фиг.1.Х поставя модел, при който ядрото на приложението е отделено от външни системи чрез дефинирани портове и адаптери, като по този начин улеснява взаимозаменяемостта и тестването.



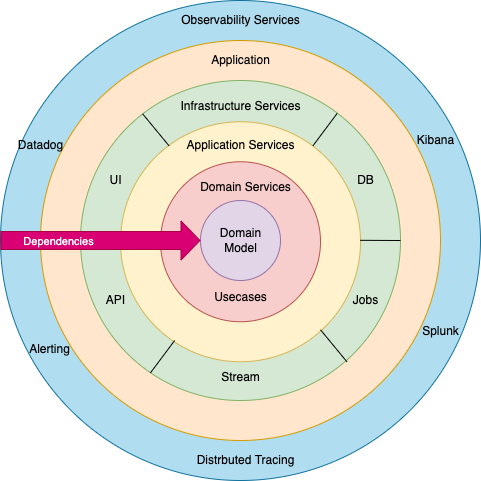
Фиг. 1.Х. Модел на Hexagonal архитектурa. Източник: Designing Hexagonal Architecture with Java, Vieira (2023)

Clean (или чиста) архитектура, представена от Robert C. Martin (2017) и илюстрирана на фиг 1.Х, се базира на Hexagonal, като я допълва чрез разделяне на системата на слоеве с правила за зависимости, което въвежда йерархия, с идеята че вътрешните слоеве следва да останат незасегнати от промените във външните, но за сметка на това, външните са пряко зависими от промените във вътрешните.



Фиг. 1.Х. Модел на clean архитектурa. Източник: Introduction to software Architecture, Lano & Tehrani, 2023

Комбинацията от разгледаните две архитектури с DDD принципите, описани го горе, централизира модела на домейна, обкръжавайки го с приложни и инфраструктурни слоеве. Представена на фиг. 1.Х onion архитектура използва тези слоеве и централно ядро. Горните слоеве зависят от долните, но не и обратно, показвайки, че основните елементи на DDD трябва да работят независимо един от друг.



Фиг. 1.Х. Модел на onion архитектурa. Източник: Palermo and Palermo, 2018

В този смисъл, важен аспект от проектирането и създаването на услуга е определянето на нейните граници. Както беше споменато по-горе, всеки BC идентифицира субектите и стойностните обекти, характеризира ги и ги комбинира. Изборът къде да се направи границата между BC изисква балансиране на две конкуриращи се цели. Създаването на бариера около елементите, които се нуждаят от сплотеност, е първата. Втората цел е да се избегнат „бъбриви“ комуникации между звената. Тези цели могат да противоречат една на друга. Балансът трябва да се постигне чрез разлагане на системата на възможно най-малките единици. Друг начин този аспект да се разгледа е автономността. Една работна единица не е напълно автономна, ако разчита на друга, за да изпълни заявка (Khononov, 2021).

На базата на направени проучвания (Braun, S., Bieniusa, A., & Elberzhager, F., 2021), голямата част от корпоративните приложения имат различни нива, които помагат на разработчиците да управляват сложността на кода. Спазвайки принципите на DDD, елементите могат да бъдат организирани в няколко слоя, както е показано на фигура 1.Х.

Diagram

Description automatically generated

Фигура 1.Х. Трислоен архитектурен модел. Източник: Vettor & Smith (2023)

Счита се, че приложният слой координира потока на изпълнение между различни обекти. Той определя случаите на използване и операциите, които могат да бъдат извършени в рамките на услуга като организира взаимодействието между потребителския интерфейс и основните елементи. Обикновено приложният слой се реализира като уеб API или MVC проект (Сълов, 2022). Приложният слой е зависим от другите два. От друга страна, слоят на домейна капсулира бизнес логиката и основните обекти, които съставляват ядрото на услугата (агрегати, стойностни обекти и др). Той се концентрира върху решаването на бизнес проблеми и изразява концепциите и поведението на бизнес домейна. От гледна точка на кода, този слой следва да има напълно отделени класови обекти, за да не зависи от никой друг. За сметка на това, инфраструктурният слой е отговорен за осигуряването на необходимите технически инструменти. Основната му функция е да абстрахира и капсулира технически подробности. Той предоставя реализации за множество проблеми, включително запис на данни, съобщения, мрежова комуникация, интеграция с външни услуги, кеширане и оптимизиране други.

В този смисъл, Грег Йънг представя концепцията за разделяне на отговорността за команди и заявки (CQRS) през 2010 година като разширение на принципите на DDD. Тази идея се базира на принципа на Bertrand Meyer, наречен "разделяне на команди и заявки" (CQS). Съгласно този принцип, всеки метод в API трябва да бъде или команда (command) или заявка (query), но не и двете едновременно. Според Йънг, командите са методи, които извършват операции, променящи състоянието на системата. Те са отговорни за изпълнение на действия, които променят данни или файлове. Заявките, от друга страна, се използват за извличане на информация, като предоставят данни, но без да променят стойностите.

Един от аспектите на CQS е, че методите би трябвало да връщат стойност само ако са "референтно прозрачни" и нямат "странични ефекти, което прави кода по-четлив и предсказуем (Indrasiri & Suhothayan, 2021) . Въпреки това, не винаги е възможно или практично да се съобразяваме стриктно с принципа на CQS. Има сценарии, когато методите трябва да имат както страничен ефект (промяна на състоянието), така и да връщат стойност. Например, при работа със структура от данни "Стек", методът "Pop" премахва и връща последния елемент от стека (Наков, 2022). В този случай разделението на тези задачи на два отделни метода може да стане нелогично. Следователно, важно да се анализират конкретните изисквания и сценарии на приложението, преди да се прилага стриктната парадигма на CQS. В тази връзката, вместо да се фокусира върху методи като CQS, CQRS прилага същите принципи, като се насочва към разделяне на операции: една за управление на записите (командите), а другата за обработка на четенето (заявките). Считаме, че чрез това разделение може да се разработят различни стратегии, които да се фокусират върху конкретните нужди на облачно базираната система. Приложният слой преобразува входните заявки и команда и ги изпраща по споделен комуникационен канал, известен като „манипулатор на съобщения“. В този контекст, командите се използват за да кажат на приложението да извърши определено действие, заявките се използват за да поискат информация или данни от приложението, а събитията представляват информационни съобщения. Командите предизвикват реакции в модела на домейна, а събитията са резултат от тях. Именуването на съобщенията следва стандартизирани указания на UL, като командите винаги са в повелително време, заявките обикновено започват с "GET," а събитията винаги са в минало време.

Според Brewer (2012), теоремата на CAP (или теоремата на Брюър) е основен принцип в областта на разпределените системи, която има тясна връзка с CQRS. Теоремата гласи, че разпределена система не може да поддържа едновременно всички три от следните възможности:

1.Последователност (Consistency): Всички операции на четене връщат запис или грешка;

2.Достъпност (Availability): Всяка заявка получава отговор, дори ако не всички части на системата са достъпни;

3.Производителност (Partition tolerance): Системата продължава да работи дори при загуба или забавяне на комуникацията между различни части в мрежата;

Считаме, че чрез внедряването на CQRS, разработчиците могат да създават облачни услуги, които се справят ефективно с големи натоварвания от заявки, като същевременно се поддържа съгласуваност на данните чрез обработка на командите. CQRS обикновено се използва като междинен етап преди източника на събитие. Извличането на събития допълва CQRS, като събира всички промени в състоянието на системата като поредица от събития, които могат да бъдат използвани за съгласуване и анализ на данните.

Извличането на събития (ES) е техника за проектиране, базирана на концепция, че всички промени в състоянието на приложението, през целия му жизнен цикъл, се записват като поредица от събития. В резултат на това, събитията (events) се превръщат в основен градивен елемент на приложението. При подхода за източник на събития програмите съхраняват транзакции, но не и съответните им състояния. Когато е необходимо да се изтегли текущото състояние от базата, следва да се приложат всички транзакции от началото. Нищо не се изтрива или променя в хранилището за данни. Поради това, не може да се срещне проблеми с едновременната актуализация. На базата на направени проучвания се установи, че повечето приложения работят като съхраняват текущото състояние. Вместо да съхранява цялата информация в колоните на един запис или в свойствата на един обект, чрез ES състоянието на обектите се описва от последователността от събития. Това е т.н. *представяне на субект, базирано на събития*. За да се получи текущото състояние на определенa същност, необходимо е да се повтори времевата линия на програмата от самото начало. Този алгоритъмът включва изследване на данните и използване на логика за извличане на съответната информация. Чрез използването на записаните събития, е възможно да се реконструира състоянието на определен агрегат. Това понякога може да изисква управление на огромни обеми от данни. В такъв случай могат да бъдат записани проекции, които представят състоянието в определен момент от време. Веднъж съхранени, събитията са неизменни. Изхождайки от теоретичните постановки, свързани с концепцията, считаме че, съхранението на събития може да бъде релационно, базирано на документи или базирано на графи, следователно събитията могат да се съхраняват в SQL (Kuyumdzhiev & Nacheva, 2020) или NoSQL база данни като PostgreSQL, MySQL, MongoDB, Apache Cassandra, или могат да се съхраняват с помощта на по-специфични решение като „RavenDB“ или „FaunaDB“.

В този смисъл, разработка, управлявана от тестове (TDD) и DDD са две мощни методологии, които, когато се комбинират, могат да повишат качеството на облачните услуги и процеса на разработка. Използвайки тези практики, разработчиците и инженерите за осигуряване на качеството могат да създадат система, която е по-здрава и надеждна. TDD насърчава строг процес на тестване, при който тестовете се пишат преди кода за внедряване; този процес следва добрите практики, като разчита, че предвидената функционалност е изпълнена. Съществува процедура в три стъпки, известна като „red, green, refactoring“. Създаването на неуспешен тест за част от функционалността е първата стъпка. Втората фаза е „зелената стъпка“, по време на която се създава достатъчен производствен код, за да премине неуспешният тест. “Рефакторингът” е последната фаза, в която тестовият и производственият код се подобряват, за да се поддържа високо качество. Този цикъл се повтаря за всяка част от функционалността в реда на нарастване на сложността във всеки метод и клас, докато не бъде завършена цялата функция. Използването на TDD гарантира, че процесът на тестване е това, което ръководи дизайна.

В областта на софтуерното тестване съществуват няколко различни вида. Някои тестове са базирани на предмета – например тестване на единица, интеграция, услуга на компонент и потребителски интерфейс. Междувременно други се определят от целта на теста – например функционални тестове, тестове за приемане, тестове за дим и проучвателни тестове. Други пък се определят от това как се тестват – например автоматизирани, полу-автоматизирани и ръчни тестове.

Пирамидата за автоматизация на тестовете (фиг.1.Х) е представена за първи път от Майк Кон в книгата му Succeeding with Agile: Software Development Using Scrum. Пирамидата изобразява видовете тестове, които трябва да се извършват на различни етапи от жизнения цикъл на разработка на софтуер и колко често следва да се адаптират в тестов пакет, за да се гарантира качеството на програма. Идеята зад пирамидата е, че тестерите трябва да посветят повече усилия на основните тестове, преди да преминат към по-сложни.

Diagram

Description automatically generated

Фиг. 1.Х. Пирамидата на тестове. Източник: Succeeding With Agile: Software Development Using Scrum, by Mike Cohn (2010)

На фигура 1.Х са идентифицирани четири различни вида тестове:

1) Единични тестове - автоматизирани тестове, които проверяват колко добре работи отделна част от кода сама по себе си;

2) Сервизни тестове - автоматизирани тестове, които проверяват колко добре работи група от класове и методи, които предоставят услуга на потребителите;

3) UI тестове - автоматизирани тестове, които проверяват дали цялото приложение работи (от потребителския интерфейс до базата данни);

4) Ръчни тестове - тестове, извършвани от лице, което също така проверява пълната функционалност на приложението;

Счита се, че чрез внедряването на TDD програмистите имат способността да идентифицират потенциални проблеми на ранен. В допълнение, итеративният характер на TDD позволява честа обратна връзка, което улеснява непрекъснатото усъвършенстване и адаптивност при разработването на облачни услуги.

Важно да се отбележи, е че техниките, изложени в тази подглава, не са подходящи за всички ситуации и следователно имат някои ограничения, като необходимостта от време и усилия за правилното разбиране и прилагане на многобройните DDD слоеве, модели и концепции. Според литературните източници, кривата на обучение за DDD е „стръмна“. В този смисъл, дизайнът на всеки елемент в системата показва свои собствени компромиси и вътрешни решения.

Като заключение, подходите за проектиране, управлявани от домейн, се очертават като методология за изграждане на архитектури на облачни услуги. Капсулирането на основния бизнес домейн в добре дефинирани, ограничени контексти, помага за правилното създаване на подсистеми, модули и обекти. Чрез комбиниране на споменатите подходи производствените организации могат да изградят системи, които са не само технически стабилни, но и съобразени с бизнес целите и изисквания. В крайна сметка, възприемането на управлявания от домейн дизайн и облачни архитектури следва да помогне на организациите с внедряването на иновации, намаленото на разходи, предоставянето на услуги на своите клиенти и конкурентоспособността в бързо променящия се дигитален пейзаж. В тази връзка, неспособността да се поддържа адекватно разделяне на проблемите в корпоративния софтуер е основна причина за претоварени кодови бази, което от своя страна води до забавяния и дори провал на проекти. Тъй като тази част се фокусира най-вече върху теоретичните основи, като продължение във втора и трета глава предстои да се представи практически ориентиран казус върху фактическата реализация.

##### Изводи и обобщения към първа глава

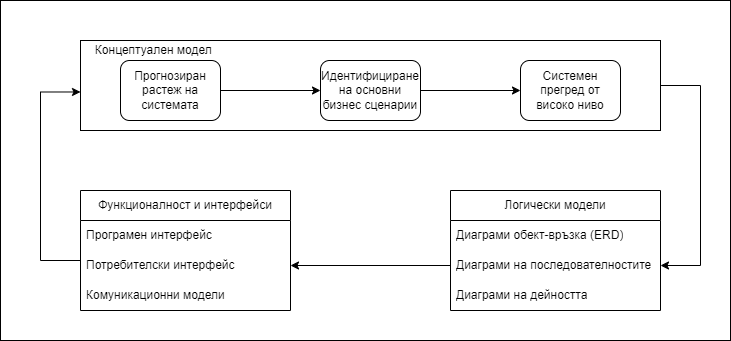
1. От изследване на темата за същността на процесите и софтуерните системи за управлението на веригите за поръчки и доставки, можем да заключим, че проблемите непрозрачност, намалената ефективност и ограничения на мащабируемостта, са значими и изискват технологична намеса;
2. Въз основа на потенциала на облачните технологии да революционизират на традиционните системи, представляват алтернатива за справяне със съществуващите проблеми;
3. Главата подчертава, че разработването на ефективна облачна система изисква приемането и адаптирането на концепции от области на софтуерна архитектура и управление на бизнес;
4. Въпреки че базираните на облак системи предлагат множество предимства, те не са лишени от проблеми, като например сигурността.. Въпреки че съществуват протоколи за централизиране на процесите за удостоверяване на потребителите, технологиите непрекъснато се развиват, изисквайки актуализации и мониторинг.
5. Главата поставя началото на изследване на облачна архитектура за управление на поръчки в производствени предприятия. Идентифицираните тук проблеми следва да послужат като основни точки, около които да се насочи архитектурният дизайн и стратегията за изпълнение.
6. Първа глава представя теоретични основи в областта на стопанската и информационна логистика, управлението на веригите от поръчки и доставки, системите за планиране на ресурси, както и проблемите и решенията по дигитализация на процесите, чрез прилагане на облачни технологии. Тази глава полага основи за следващите фази по проектиране, изграждане и внедряване на облачна информационна система.

# Глава 2. Архитектура на облачна система за управление на поръчки от клиенти

## 2.1. Концептуален модел на облачната система за управление на поръчките

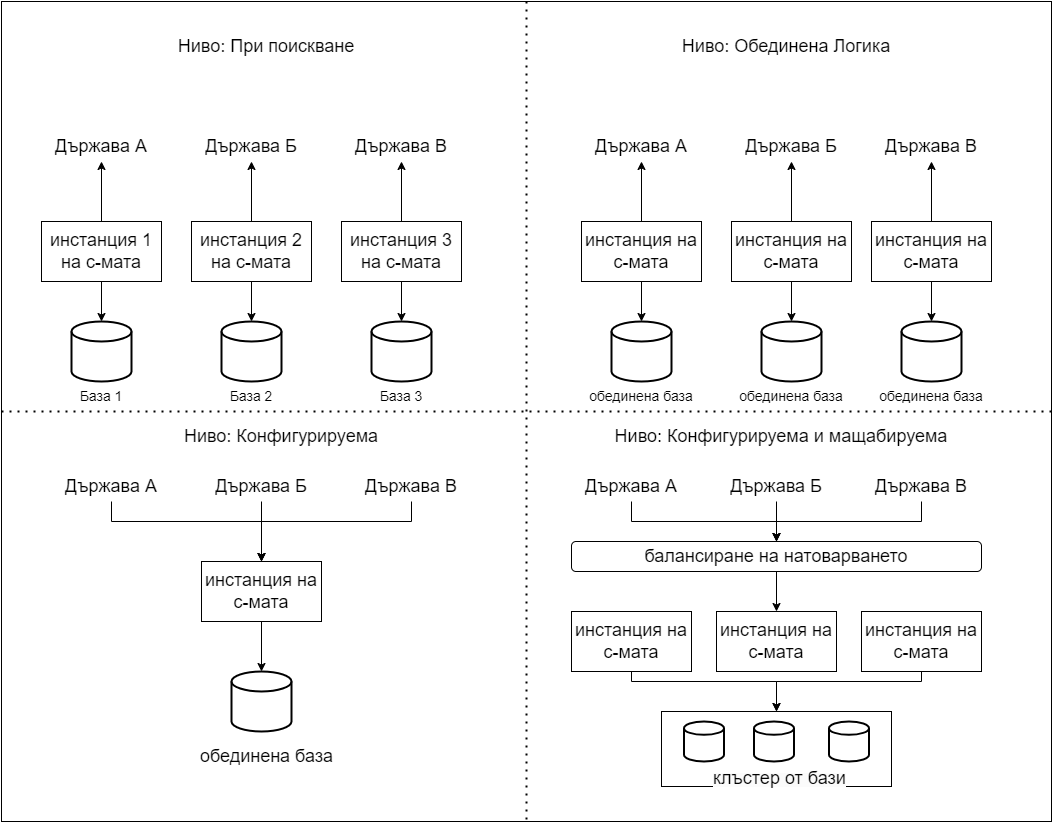
Концептуален модел следва да бъде разгледан като решение от високо ниво, което се съсредоточава върху всички основни потребителски, бизнес и ИТ изисквания (Стоев, 2018). Важна част от тази глава са градивните елементи и интерфейси, изграждащи системата, както и комуникационните модели, които да ръководят композицията. Освен това, дизайнът обхваща функционалност, използваемост, устойчивост, производителност, икономически, технологични ограничения, компромиси и естетически проблеми на клиентските и сървърни приложения. В този смисъл, софтуерният продукт, разглеждан в настоящия труд, се състои от 2 клиентски приложения, които се свързват към разпределена бекенд система, базиранa на микроуслуги, работеща върху множество процеси и сървъри (хостове). Всяка услуга се изпълнява в отделен процес като контейнер, разположен в клъстер от виртуални машини. Това разделение на подсистеми, отделни нива и компоненти цели да постигне разбираемост и лесна поддръжка, стремейки сложността на операциите да бъде сведена до минимум.

Въз основа на проучване проведено от Ingeno (2018), настоящата глава на дисертация прилага итеративен процес за разработване на отделни модели. Представен на фиг. 2.1, този итеративен процес е структуриран като циклична последователност от етапи, които обхващат разработването и постоянното усъвършенстване на софтуерната архитектура. Концептуалният модел инициира последователността, насочвайки се към обособяване на логическите връзки и взаймодействия, които изграждат потребителските и програмни интерфейси.



Фиг. 2.1. Итерации процес за проектиране на концептуален модел (разработка на автора)

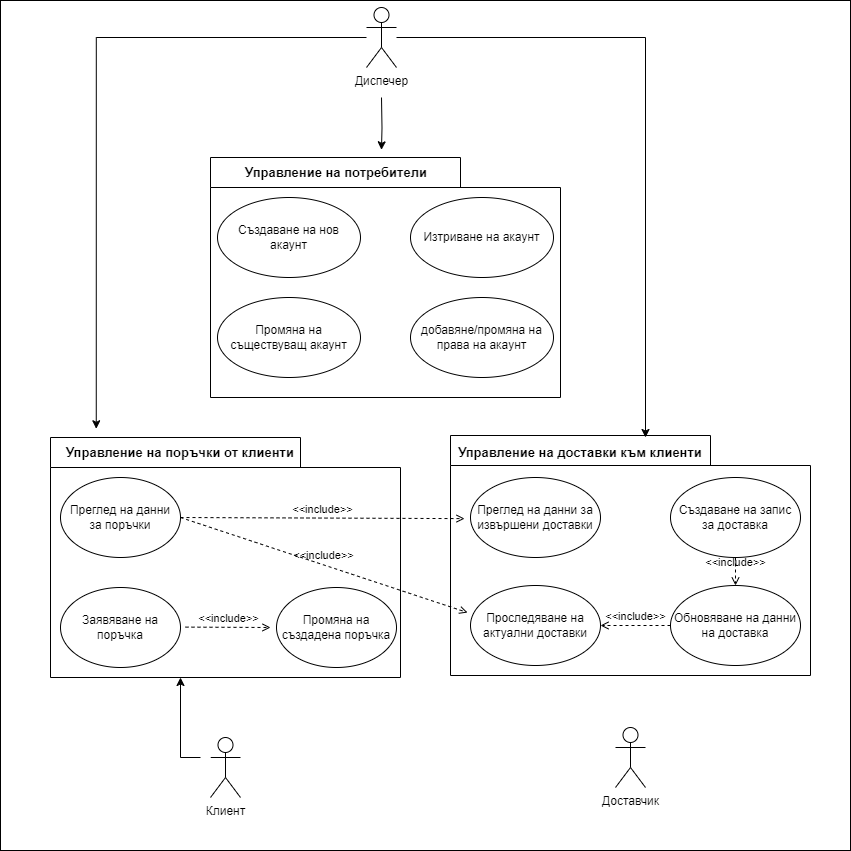
Първата фаза в изграждането на архитектурата на облачна система за управление на поръчки включва **прогнозиран растеж на системата**. Счита се, че софтуерният артефакт заема централна роля в концепцията, затова измерението на капацитета на услугите и необходимата инфраструктура са основен етап от процеса. По отношение на „модела на зрялост“ на архитектурата, Stuckenberg (2014) категоризира етапите на прогнозиране на няколко нива. В съответствие с основните оперативни и стратегически цели, фиг. 2.2. представя адаптиран от автора модел, който определя 4 възможни нива на архитектурата на облачната система. В първото ниво, наречено „при поискване“, всяка организационна единица използва специален екземпляр и сървърна инфраструктура, които могат да бъдат персонализирани според специфичните изисквания. Въпреки че, във второто ниво на „обединена логика“ се стандартизира използвания екземпляр, всяка организационна единица използва специален хардуер с идентични копия на софтуера. Персонализирането е ограничено до предварително дефинирани функционалности. Третото и четвъртото ниво представляват конфигурируеми архитектури, като на тези нива всеки клиент използва едно и също копие на един и същ хардуер. Четвъртото ниво е допълнително подобрено от балансьор на натоварването и клъстер от бази от данни.



Фиг. 2.2. Модел на зрялост на архитектурата (разработка на автора)

Считаме че, включването на четвъртото ниво на конфигурируемост и мащабируемост в архитектурата е в съответствие с целта за подобряване на ефикасността на механизмите за обработка на поръчките, оптимизиране използването на ресурси и поддържането на ниски оперативните разходи. Множество клиенти следва да използват една и съща версия на система в обединена инфраструктура, което позволява оперативните разходи да бъдат разпределени между отделните организационна единици. В условията на нестабилни пазарни изисквания, оперативната гъвкавост се очертава като важен атрибут за производствените организации. Базираната на облак система, предлага подходи за адаптиране към променливи като повишен потребителски трафик, обеми на поръчки, разнообразни продуктови асортименти и променящи се предпочитания на клиентите.

За да се интегрира облачно базирана система за управление на поръчки в оперативната структура на производствена организация, считаме, че е необходимо да се извърши анализ, който отчита бизнес изискванията и идентифицира възможни случаи на употреба. В тази връзка, втората фаза в разработването на концептуалния модел е дефиниране **на бизнес сценарии**, които да установят фундаменталното функциониране и възможни уязвимости на системата. UML диаграмите на бизнес сценариите описват функционалните възможности на системата и обхващат всички участници, които взаимодействат с нея. Тези модели представят визуално взаимодействието между участниците и функционалност (Пенчева, 2021).



Фиг. 2.6. Диаграма на главен бизнес сценарий (разработка на автора)

Според Банков (2023), ясно дефинираните изисквания са основата на успешен проект, тъй като включват набор от процеси като анализ, спецификация и валидиране. В този смисъл, третата фаза от изграждането на концептуален модел е свързано с **формулирането на функционални и нефункционални изисквания**. Функционалните изисквания очертават специфичното поведение и операции на системата, като автоматизиране на обработката на поръчки, интегриране с управление на инвентара за актуализации на наличността в реално време и улесняване на взаимодействията при обслужване на клиенти. Нефункционалните изисквания, от друга страна, определят оперативните атрибути и ограничения на системата, обхващащи показатели за производителност, стандарти за сигурност, мащабируемост, надеждност и достъпност на потребителите.

Функционалните изисквания определят поведението на системата и очертават характеристиките на продукта. Изхождайки от анализа на литературата по управление на веригите от поръчки и доставки и данните, получени от разговори с експерти в областта, считаме че основните изисквания включват регистриране и вписване на потребител, преглед на текущите поръчки, разглеждане на детайлите за определена поръчка и доставките към нея. Същевременно, системата трябва да поддържа събиране и актуализация на данни в реално време от няколко вътрешни системи. Като допълнение са функции като филтриране на елементите, създаване на нова или промяна на вече съществуваща поръчка, проследяване на спедиция, управление на отчети и документи.

Нефункционалните изисквания често се наричат ​​„атрибути за качество“ на системата. В този смисъл, следващите точки посочват някои от тях:

• Системата трябва да е високо-достъпна и да може автоматично да разширява мащаба, за да отговори на увеличаващия се трафик (също така да намалява мащаба, след като трафикът спадне);

• Трябва да осигурява диагностични дневници, които помагат при отстраняване на неизправности или други проблеми, които могат да възникнат по време на работа;

• Трябва да поддържа процесите на непрекъсната интеграция и внедряване (continuous integration / deployment);

• Трябва да поддържа междуплатформен хостинг и развитие;

• Системата трябва да връща отговор в рамките на секунди;

В етапа „**създаване на кандидат-решение**“ фокусът е върху прототип, който адресира идентифицираните проблеми и е в съответствие с установените цели. В тази връзка, фигура 2.х илюстрира приложенията, които изграждат системата за управление на поръчките от клиенти.



Фиг. 2.5. Диаграма от високо ниво на главните приложения. (разработка на автора)

Считаме, че най-подходящи за взаимодействие с крайните потребители са мобилните приложения (Todoranova & Penchev, 2020). Те поддържат функции като местоположение, камера и работят с уеб API. Клиентите на фирмата, които се явяват крайните потребители, управляват и проследяват поръчките и доставките в реално време с мобилно приложение. Целта му е да помага с планирането и логистиката на работната площадка, да въздейства върху крайния резултат с информация и данни. Информацията на смартфона следва „винаги“ да е актуална, тъй като текущото състояние на поръчка и местоположение на доставките се проследява на живо. Други възможности са преглед на история, създаване на нова, промяна или отказване на съществуваща поръчка. Приложението следва да се разпострани чрез Google Play Store и Apple App Store.

От друга страна, уеб порталът е софтуер, насочен към диспечерите и част от цялостната система за управление на транспорта (TMS). Чрез него могат да се създават поръчки и доставки, които същевременно се следят и приспособяват към текущите ресурси. Уеб порталът служи като инструмент за вземане на решения, с предварително зададени предложения, които могат да бъдат одобрени, или отхвърлени и променени, според гледната точка на диспечера на смяна. Вземайки под внимание текущите събития, подсистемите зад уеб портала насрочват за доставка според изискванията от клиента. Те разчитат на правилна информация, която е потвърдена дигитално.

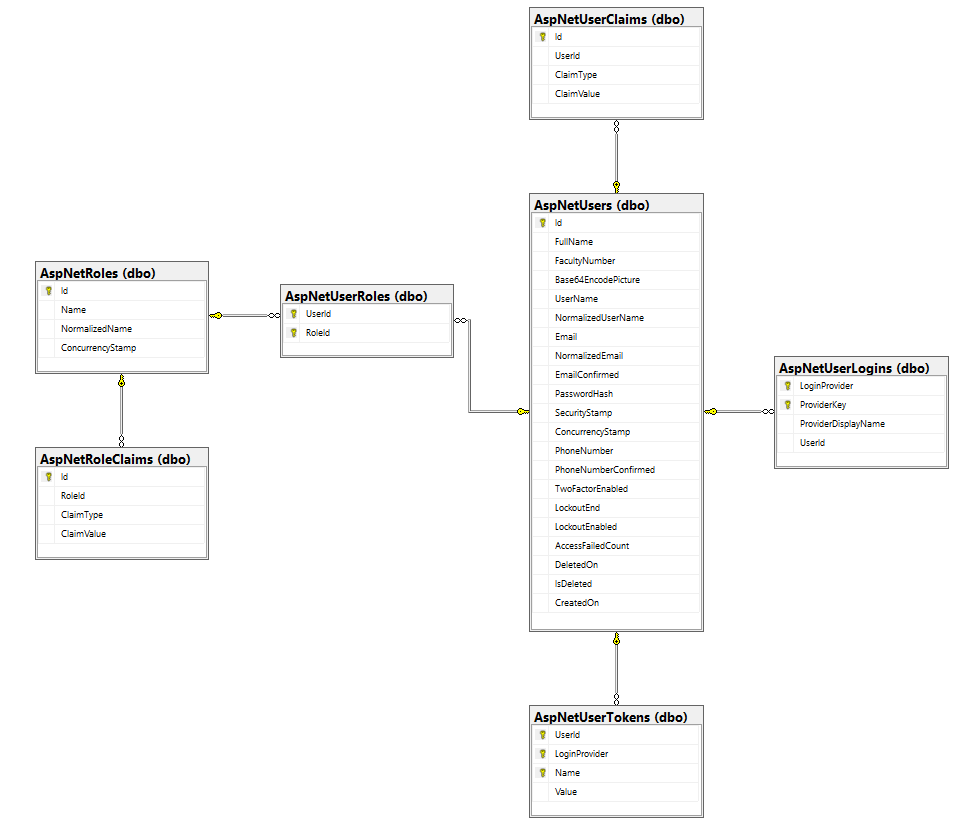
Обхват на уеб портала включва балансиране на работното натоварване на превозните средства, позволява проследяване и коригиране, както на поръчките, така и на доставките, осигурява предварително зададени решения. Диспечерите имат възможност да поправят грешни данни, като комуникират с клиентите или доставчици, или обратно. Същевременно всички промени се отразяват в базата от данни. Уеб портала прилага усъвършенствани техники като оптимизация, която се извършват постоянно на фонов режим. В случай, че поръчки закъснеят, клиентите следва да бъдат уведомени предварително.

Уеб портала предоставя ежедневни отчети, като тези за пробега на превозните средства, отхвърлени поръчки, извършени доставки, въз основа на данните от базата. След приключване на смяна, данните се експортират и сравняват, чрез специални идентификатори към ЕРП. Ако се открие несъответствие, съобщение, съдържащо идентификаторите, се регистрират дневник.

## 2.2. Логически модел на облачна система за управление на поръчки

Преходът от концептуален към логически модел е подход, целящ цялостно разбиране на проблемите и рационалното им решение. Докато концептуалният модел има нетехническите характеристики, логическият модел предоставя по-изчерпателно описание, включително обекти, свойства, връзки и процеси. Тази подход улеснява установяването на колективно разбиране и поддържане на техниките за ориентиран към домейн дизайн и универсален език между всички участващи страни. От техническа гледна точка, архитектурата на облачно базирана система се състои от няколко модула, всеки от които е проектиран да обработва специфични аспекти на процеса на управление на поръчките. Тези модули работят съвместно, за да осигурят ефикасно и ефективно обработване на клиентските поръчки.

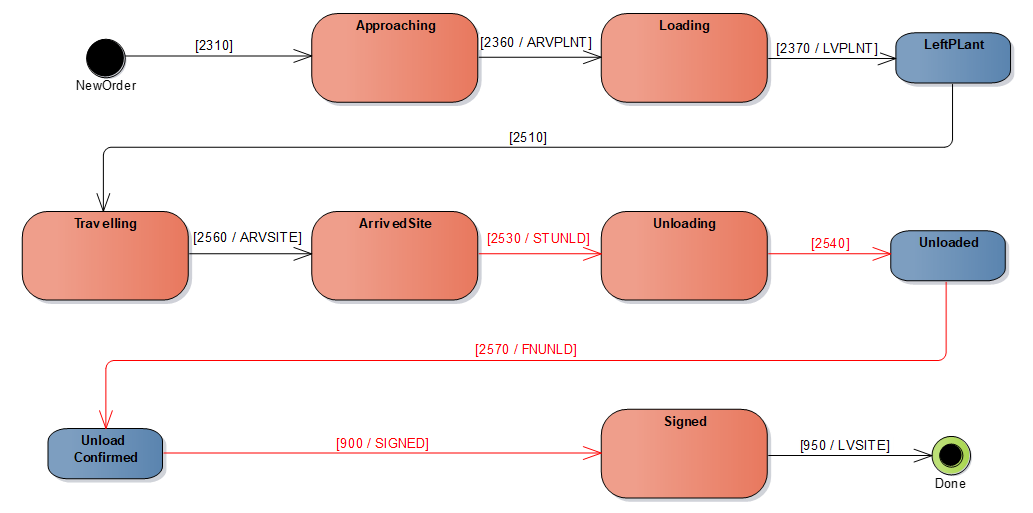
### 2.2.1. Модул за управление на потребителските профили



Фиг. 2.11. Диаграма на базата от данни за потребителите. (разработка на автора по )

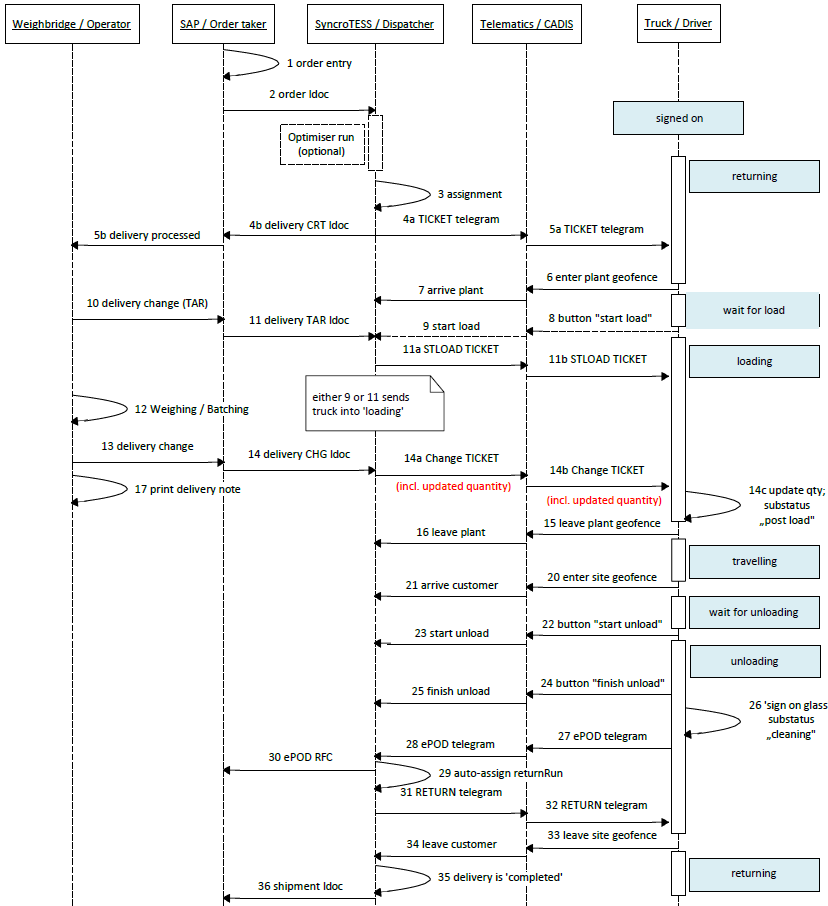
### 2.2.2. Модул за управление на данните за поръчки за продажби

Диаграмите за активност изглеждат много подобни на блок-схемите. Наличието на тези прилики улеснява комуникацията между технически и не-технически лица (stakeholders).



Фиг. 2.11. Диаграма на активност на поръчка. (разработка на автора)

### 2.2.3. Модул за управление на данните за доставките



Фиг. 2.13. Диаграма на последователностите. (разработка на автора)

## 2.3. Kомуникационни модели между модулите

Комуникационните модели са от важно значение за много уеб приложения (Сълова, С., Тодоранова, Л., Лазарова, Н., Банков, Б, 2018), в частност системи за управление на поръчки. Световната мрежа, която сама по себе си представлява разпределена система от взаимосвързани ресурси, позволява на клиентски и сървърни приложения да използват различни видове комуникация, насочени към постигането на различни цели. Може да разграничим два основни типа, които се използват между клиентските, модулите и подпрограмите на системата: синхронна и асинхронна.

Системата за поръчки дефинира редица методи, показани в таблица 10, които осигуряват различна семантика, когато се прилагат към различните ресурси, като се спазват стандартите на HTTP протокола.

***Таблица 10***: *Общи REST конвенции.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ресурс** | **GET** | **POST** | **PUT** | **DELETE** |
| **/users** |  |  |  |  |
| **/user/id** |  |  |  |  |
| **/auth/login** |  |  |  |  |
| **/auth/logout** |  |  |  |  |
| **/auth/register** |  |  |  |  |
| **/auth/assign** |  |  |  |  |
| **/orders** | Извлича всички поръчки. | Създава нова поръчка. | Общо актуализиране на поръчките. | Премахва всички поръчки. |
| **/orders/id** | Извлича детайли за поръчка 1. |  | Актуализира данните за поръчка 1, ако съществува. | Премахва поръчка 1. |
| **/orders/id/ deliveries** | Извлича доставките за поръчка 1. | Създава нова доставка за поръчка 1. | Общо актуализиране на доставките за поръчка 1. | Премахва всички доставки за поръчка 1. |
| **/deliveries** |  |  |  |  |
| **/deliveries/id** |  |  |  |  |

В HTTP протокола форматите се определят чрез използване на типове медии, наричани още MIME. За недвоични данни, повечето уеб API поддържат JSON (application/json) или XML (application/xml) като формат за обмен. Те се използват за представяне на структурирани данни. Например, заявка към посочения по-горе URI за детайли на поръчкa, ще върне следния отговор във формат JSON:

{

"orderId":eu.123123.231,

"orderValue":99.90,

"productId":1

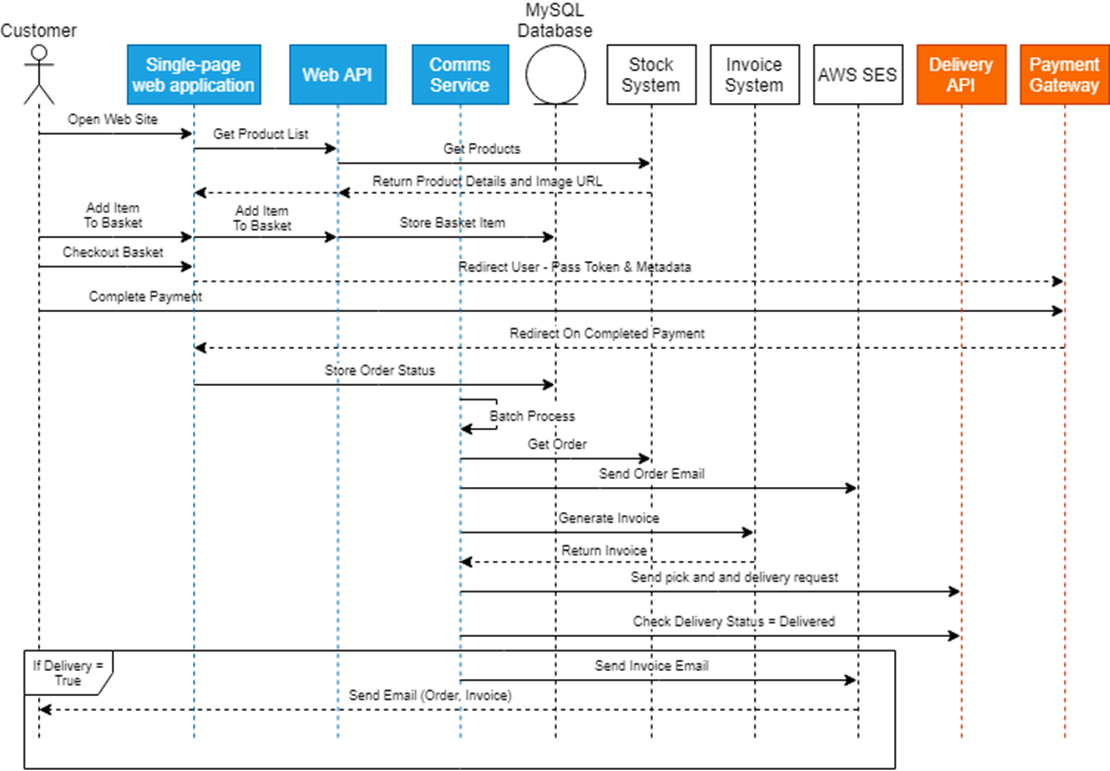
}

Сървърът информира клиента за резултата от заявка чрез използване на предварително зададени “кодове на състоянието”, представени в следната таблица.

***Таблица 13****. Таблица с диапазоните на HTTP кодовете.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Статус код** | **Тип** | **Описание** | **Пример** |
| **2xx** | Успех | Заявката обработена успешно. | 200 OK |
| **3xx** | Пренасочване | Клиентът трябва да изпрати  допълнителни заявка. | 301 Redirect |
| **4xx** | Грешки в клиента | Резултат от грешна заявка, причинена от клиента. | 404 Not Found |
| **5xx** | Грешка в сървъра | Грешка от страна на сървъра. | 503 Service Unavailable |

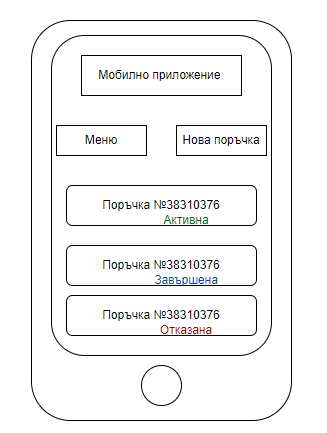
Диаграмите на последователностите също са често използвани поведенчески диаграми в UML. Те идентифицират как обектите в система взаимодействат помежду си, за да реализират определена функционалност, като визуализират времевата линия и редът, в който се извършват операциите.



Фиг 2.12. Data Interaction Sequence Diagram

## 2.4. Функционалност и потребителски интерфейс

Интегрирането на цифровите технологии в различни аспекти на управление на верига за доставки, се базира на цялостна цифрова екосистема, предназначена да рационализира процесите. Чрез мобилното приложение, клиентите на производственото предприятие създават поръчки и проследяват доставките. Скица на интерфейса на началния екран, след вход, е дадена на фиг. 2.Х. Представени са основни елементи, включвайки текущия потребител, инструмент за избор на дата и списък на предстоящи, текущи или завършени поръчки. Като детайли са представени статуса на потвърждение, очакваното време на пристигане, карта с текущото местоположение, както и функция за пряк контакт с доставчик или диспечер. Регистрирането на нови поръчки се осъществява чрез екран в главното меню.



Фиг. 2.16 Скица на основен екран на приложението. (разработка на автора)

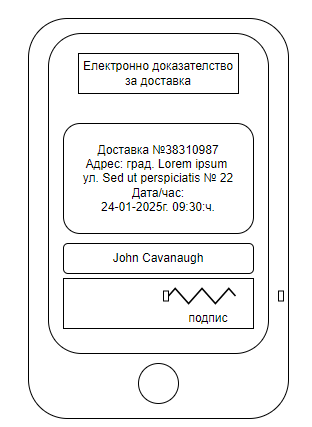
Както беше споменато, мобилното приложение допринася за бързо изпълнение на процесите, сравнително лесно за използване и удобно за работа, чрез функционалностите за достъп до геолокация, навигация, съобщения, телефон. В този смисъл, използвано на приложението от доставчика, изглежда различно. Водача може да провери списъка с предстоящи доставки, назначени към него.



Фиг. 2.18. Скица на екран за доставчика. (разработка на автора)

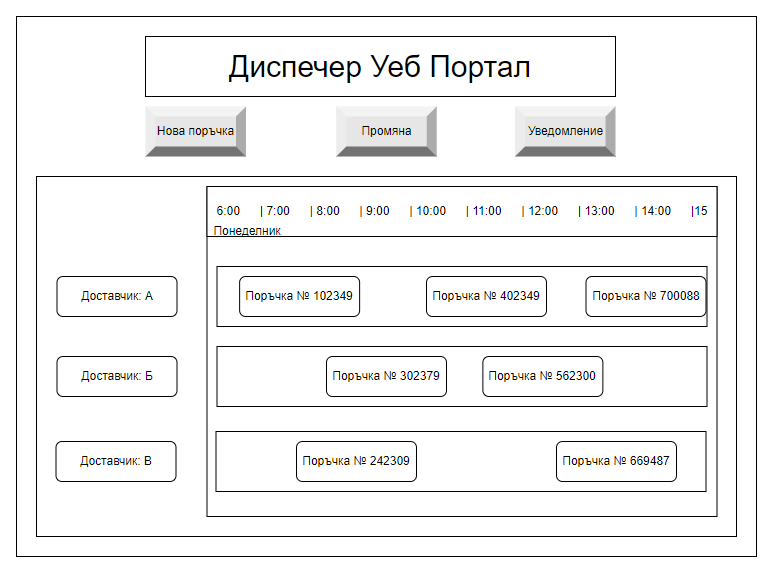
Посоченият екран съдържа подробности за доставката, включващ материал, количество, местоположение за товарене, разтоварване и планирани часове. Тъй като определена доставката може да бъде анулирана или пренасочена към друга поръчка, приложението изпраща запитвания към сървъра за актуализации на всяка секунда. Също така доставчикът може да съобщи за повреда към диспечера, като след това превозното средство бива отписано.

За да подпомогне автоматизирането и рационализирането на документацията, приложението поддържа функционалност за електронно доказателство за доставка. Това е процес, който създава документацията, валидираща получаването на стоката от клиента. Обикновено, това се осъществява чрез подпис на клиента на физически документ, като това бива последния етап от процеса по доставка. Когато продуктът бива доставен, от клиента се иска да потвърди получаването чрез подпис на мобилното устройство, след което електронният документа се препраща към ERP. Следната фигура представя скица на екрана за тази функционалност.



Фиг. 2.19. Скица на екран за доказателство за доставка (ePOD). (разработка на автора)

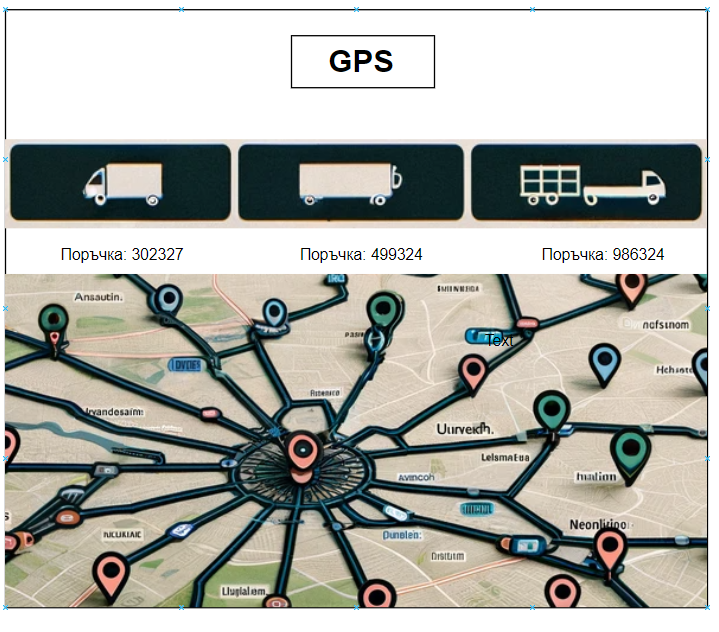
Графичен интерфейс на уеб портала, представен на фигура 2.Х, е предназначен за използване от диспечерите за планиране и разпределяне на логистичните задачи. Той представя информация за поръчките, които трябва да бъдат доставени, като също така дава пълен контрол върху всички превозни средства. Целта към обслужването на клиенти е, да даде представа за организацията през работния ден.



Фиг. 2.20. Главен екран в уеб портала. (разработка на автора)

Изгледът предлага списък, в който всеки ред съдържа информация за основните данни, всички получени поръчки и планирани доставки. Данните се актуализират на всяка секунда и след всяка транзакция. В този смисъл, уеб порталът служи като инструмент, използван за актуализации на състоянията в моменти, когато превозвачите са без дистанционно предаване на данни.

Уеб порталът поддържа функционалност за времето, което отнема на превозното средство за да стигне от точка А до точка Б. По този начин, той служи като инструмент за разстояние и продължителност на пътуването. На следващата фигура е визуализиран изглед, който показва текущите местоположения и очакваните времена на пристигане на различните превозни средства.



Фиг. 2.22. Екран за маршрутизиране. (разработка на автора)

Уеб порталът и мобилното приложение предлагат телематична система, която предоставя обратна връзка на диспечерите. Уеб порталът използва събития за местоположение, за да изчисли приблизителната оставаща продължителност на пътуване въз основа на геокоординатите, изпратени от мобилното приложение.

# Глава 3. Изграждане и използване на облачна система за производствено предприятие "Хейделберг Цимент Девня" АД

Тази глава разглежда внедряването на базирана на облак и ориентирана към микроуслуги система за управление на поръчки за "Девня Цимент" АД, водещ производител на пазара за цимент, бетон и строителни материали. Същевременно изследва технологиите и възможностите за внедряване на междинна система, интегрираща вътрешните и външни SCM системи. За да се потвърди приложимостта на предложената архитектура на софтуерна система, разработена във втора глава, системата следва да бъде апробирана в реална работна среда.

## 3.1. Обща характеристика на дейността на компанията

"Хейделберг Цимент Девня" АД е най-големият производител на цимент в България, разположен в град Девня, област Варна, в експлоатация от 4 декември 1958 г. "Хейделберг Цимент Девня" АД е част от Heidelberg Materials, основан през 1874 г., който е основен участник в глобалната индустрия за строителни материали. Основната дейност включва производство и дистрибуция на цимент, инертни материали, готови бетонови смеси и асфалт. Компания е специализирана в производството и доставката на бетонова смес, която се произвежда в централно съоръжение за дозиране. Терминът „готови смеси“ произлиза от факта, че тези смеси се произвеждат според спецификациите на клиента, което води до прецизен, висококачествен продукт, който може да се използва веднага след доставката. За дозиране на бетон, компанията използва големи централни съоръжения. Това дава възможност за прецизно и точно смесване, гарантирайки целостта на продукта. "Девня Цимент" произвежда смеси според изискванията за здравина, обработваемост и издръжливост. Често готовата смес се доставя в камиони с миксери и трябва да се използва веднага след пристигането. В тази връзка, проследяването на точната му местоположение е от съществено значение. Също така, превозните средства имат сензори, които изпращат информация за нивото на водата, градусите и други характеристики на сместа в реално време, за да се гарантира високо качество на продукта, тъй като свойствата му могат да се променят междувременно. Счита се, че централизираното смесване е по-благоприятно за околната среда от смесването на работната площадка, тъй като отпадъчния продукт е по-малко, а същевременно позволява по-голям контрол върху използваните материали. В този смисъл, продуктите на компанията се използват за изграждане на къщи, инфраструктура, търговски и промишлени съоръжения, като по този начин отговарят на нуждите на нарастващото световно население за жилища, мобилност и икономическо развитие.

Въз основа на анализ на данните от проведените от нас интервюта с специалисти в областта, могат да се формулират следните бизнес процеси:

* Приемане на поръчка: Считаме, че това е първият етап, който нашата система обхваща. Към момента, поръчките се получават по имейл или телефон и се обработват от диспечери. Това включва разбиране на нуждите на клиента по отношение на типа бетон, обема и времето за доставка, на базата на които се сключва договор. Облачната платформа следва да внедри тези процеси, чрез функциите за онлайн регистрация, съгласяване с общите правила и одобрение от диспечера. След това потребителите могат да регистрират поръчка, както и да променят или отхвърлят съществуваща;
* График: След като поръчката бъде приета, следва да бъде планирана за производство и доставка. Различните специалисти дават различни фактори, включващи производствения капацитет, управление на автопарка, периоди за доставка. Според нас онлайн порталът бива инструментът, който следва да помогне в управлението и автоматизацията на тези задачи, интегрирайки вътрешните системи с облачните услуги;
* Товарене: В този процес бетонът действително се произвежда или „дозира“. Това включва точно измерване и комбиниране на суровините: цимент, инертни материали, вода и други добавки в съответствие с конкретните изисквания. След това сместа се зарежда в превозно средство т.н. „миксер“. Според експерти, поддържането на „интелигентни“ сензори, които да изпращат данни в реално време, е пример за внедряването на иновативни идеи. Същевременно, използването на сензорите за определяне на емисиите на въглероден диоксид, повишава прозрачността в съответствие с тенденциите в индустрията към устойчиви практики, изпълнявайки регулаторните изисквания за околната среда;
* Доставка: Въз основа на стандартите ISO/IEC 27001:2013, ISO 9001:2015 и ISO 28000:2007 проследяването на доставката в реално време е основна функция. Интегрирана в облачно базирана система, тя дава възможност на шофьорите да избират оптимални маршрути, като по този начин повишава ефективността и осигурява навременна доставка. Едновременно с това улеснява непрекъснатата комуникация с клиентите, като се визуализира текущото местоположение на доставчика. След доставката, системата рационализира процеса, като позволява на клиентите да подпишат цифрово и да получат електронно доказателство за доставка, елиминирайки необходимостта от традиционни методи на хартия. Както беше описано по-горе, управлението става чрез мобилно приложение, което пази цялата информация. На работната площадката бетонът се разтоварва и поставя според изискванията;
* Фактуриране: След доставка, на клиента се издава фактура, в която е посочена стойността с начислените данъци и такси. За да се подобри бъдещото обслужване, е важно получаването на обратна връзка от контрагентите (клиенти и доставчици). Фактуриране и извършване на плащане са функционалности, които могат да бъдат интегрирани като допълнение към системата;

Според нас, ефикасността и ефективността на тези процеси пряко влияят върху качеството на предлаганите продукти и услуги, както и на рентабилността на операциите. Следователно, доброто управление е от важно значение за успеха на "Хейделберг Цимент Девня" АД.

## 3.2. Избор на технологични средства за реализация на системата

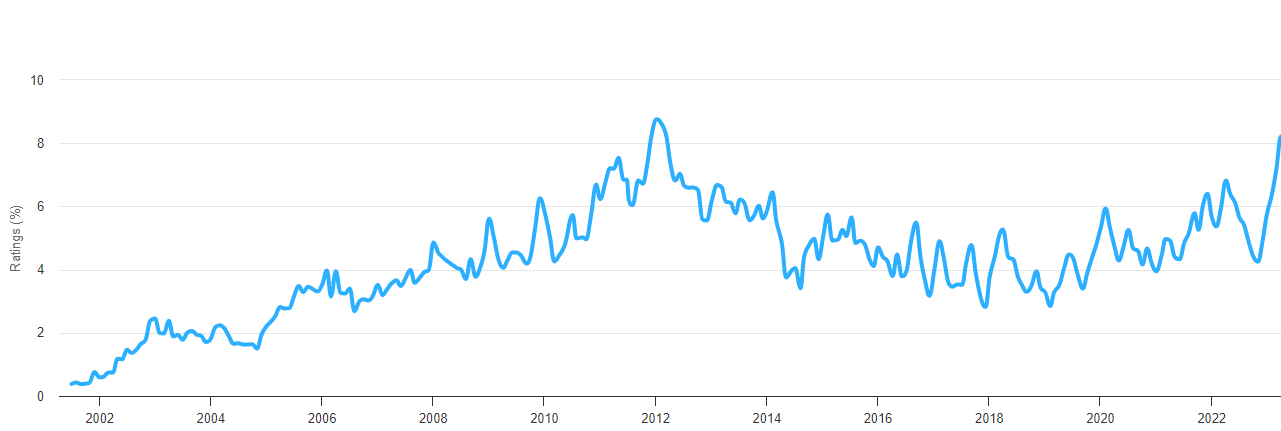
Изборът на правилните средства за реализация следва да бъде резултат от анализ и оценка на няколко технологични елемента, включващи езици за програмиране, работни рамки, бази данни и доставчици на облачни услуги. Чрез избора на технически инструменти, "Хейделберг Цимент Девня" АД следва да подобри производителността, надеждността и ефективността на процесите по управление на поръчки. Това от своя страна би трябвало да помогне в непрекъснато променящата се област на управление на веригата за доставки.

В този смисъл, таблица 3.1. представя резултати от сравнителен анализ за различни уеб базирани работни рамки, описвайки тяхната производителност.

Таблица 3.1.  
 Сравнение на сървърни технологии за разработка  
(Източник: Тechempower, 29.09.2023)

| **Сървърна Технология** | **Програмен език** | **Брой на едновременни HTTP отговори за секунда** |
| --- | --- | --- |
| ASP .NET Core | C# / .NET | ~ 300 613 |
| NodeJS | JavaScript / C++ | ~ 125 743 |
| Gin | Go | ~ 102 559 |
| Symphony | PHP | ~ 70 382 |
| Spring | Java | ~ 30 891 |

Данните на Techempower показват, че ASP.NET демонстрира по-висока ефективност и производителност в сравнение с други алтернативни платформи за уеб приложения, като се отбелязва, че ASP.NET Core е поне два пъти по-бърз от Node.js, който е втори в класацията. В допълнение на това, всяка година от Microsoft публикуват план за предстоящ напредък и поддръжка на .NET, осигурявайки периодични подобрения. В този смисъл, езици за програмиране C#, F#, и VB (Сълов, 2014), част от еко системата на .NET и Microsoft, споделят индекси в статистиката от Tiobe и Statista. Пример е линейна графика, представена на фиг. 3.1, която очертава оценките на езика за програмиране C#, илюстрирайки тенденция на възход към края на 2023 г.



***Фиг 3.1.****: Оценки на индекса TIOBE за езика за програмиране C#* Източник: Tiobe <https://www.tiobe.com/tiobe-index/> [20.12.2023]

Освен това, GitHub дава информация за над 5,7 милиона месечно активни разработчици по проекти с „отворен код“. От своя страна, Stack Overflow отбелязва .NET Core като „#1 работна рамка“ за годините от 2019 до 2021.

В този смисъл, Microsoft Azure, доставчик на облачни услуги, предлага обширна поддръжка за .NET приложения чрез интегрираната среда за разработка Visual Studio (IDE). Според практици в областта, интеграцията от високо ниво на Azure и .NET подобрява разработката на софтуер и гарантира оперативна съвместимост в рамките на екосистема, поддържана от технологичната корпорация Microsoft. Фигура 3.2, получена от „Доклада за състоянието на облака на Flexera за 2023 г.,“ показва тенденциите за използване на различни доставчици на публичен облак в различни предприятия.



***Фиг 3.2.****: Доставчици на облачни услуги, използвани от предприятия* Източник: Flexera State of the Cloud Report [01.12.2023]

Констатациите, получени от извадка от 750 участници, показват, че над 40% от фирмите използват Azure като основна облачна платформа. Като допълнение, данните, представени от Gather за 2023 г, показват темп на растеж от 47% в облачната инфраструктура и платформени услуги, установявайки позицията на Azure като водеща публична облачна платформа.



***Фиг 3.3.****: Категоризираща на публичните облачните компании.* Източник: Gartner Magic Quadrant for Cloud Platforms [01.12.2023]

Според статистически данни, Azure разполага с мрежа от 64 центъра за данни, което надминава броя на другите облачни доставчици. Според данните от проучването се предвижда значителен ръст на приходите на Azure от около 26%, до края на 2024 г., достигайки 70 милиарда щатски долара. Някои от производствените компании, които са клиенти на Azure включват Samsung, Boeing, BMW и много други.

Въз основа на събраните данни може да заключим, че използването на .NET и Azure е благоприятен избор за внедряването на облачно базирана система за управление на поръчките от клиенти в рамките на производствена компания.

## 3.3. Физическа реализация на системата

За изграждане, доставка и изпълнение на системи, изградени както като монолитни приложения, така и като ориентирани към микро-услуги, експерти в областта препоръчват използването на контейнеризирани технологии. Според литературни източници, **контейнеризацията** е подход, в сферата на разработката на софтуер, при който кодът на приложение, всички негови зависимости и конфигурации са пакетирани в двоичен файл, наречен **изображение**. По документация, изображенията се съхраняват в **регистър**, който работи като хранилище или библиотека. Облачната платформа трансформира изображението в работещ екземпляр на **контейнер**, който може да се стартира, спира, премества или изтрива. Създават се контейнери за различните части от приложението: уеб услуга, база данни, кеширане и др. Точно както транспортните контейнери позволяват транспортирането на стоки, независимо от товарите вътре, софтуерните контейнери се възприемат като стандартна единица за внедряване на софтуер, която може да съдържа различен код и зависимости. Контейнеризирането на софтуера дава възможност на разработчиците и ИТ специалистите автоматично да подновяват новите промени в различни среди. Контейнерите също така изолират приложенията едно от друго, в споделена операционна система. Според документацията, приложенията се изпълняват върху хостът на контейнерите. В тази връзка, контейнерите предлагат предимства на изолация, преносимост, гъвкавост и контрол на целия жизнения цикъл на приложението. Според експерти в областта, най-използваната и наложила се като стандарт технология е **Docker**. Това е проект с отворен код за автоматизиране на внедряването на приложения като преносими, самодостатъчни контейнери, които работят еднакво както локално така и в облака. Docker контейнерите могат да работят върху Linux или Windows, като на фиг. 3.4. е представено сравнение между компонентите на традиционна виртуална машина и Docker контейнер. Докер контейнерите включват приложението и всички негови зависимости. Те обаче споделят ядрото на ОС с други контейнери, изпълняващи се като изолирани процеси в пространство на хост операционната система, с изключение на Hyper-V контейнери, където всеки контейнер работи вътре в специална виртуална машина. Graphical user interface

Description automatically generated

Фиг. 3.4. Сравнение между Docker и типична виртуална машина. Източник: Docker, Inc. < https://www.docker.com/>, [09.10.2023]

Според техническата литература, виртуалните машини имат три основни слоя: инфраструктура, хост, операционна система, Hypervisor и всички необходими библиотеки. Слоевете в Docker са инфраструктурата, ОС и двигател за контейнери, който поддържа изолация, но споделя основните услуги на ОС. Тъй като контейнерите изискват много по-малко ресурси (например не се нуждаят от пълна ОС), те са лесни за изпълнение, като същевременно гарантират еднакво поведение на всички среди: локална, среда за разработка или продуктивна.

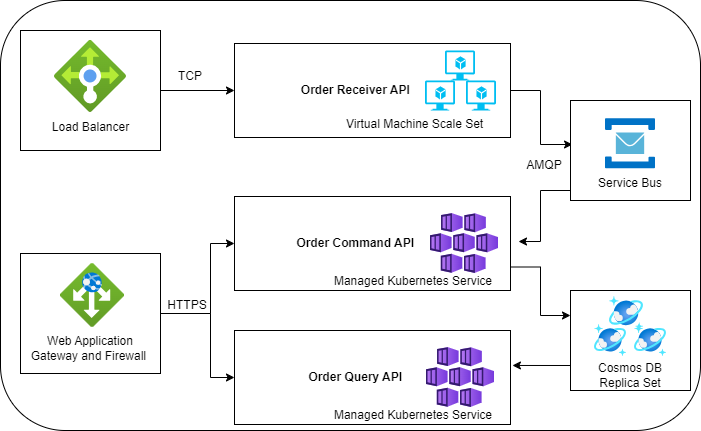
В книгата Cloud Native Patterns, авторът Корнелия Дейвис (2019) отбелязва, че контейнерите са инструмент на облачния софтуер, чието управление се извършва със специална софтуерна програма, наречена „оркестратор“. В тази връзка, следващата таблица обобщава задачи към оркестратора, описани в теорията и често срещани в практиката.

Таблица 3.3.  
 Обобщение на практиките за управление на контейнерите   
(разработка на автора)

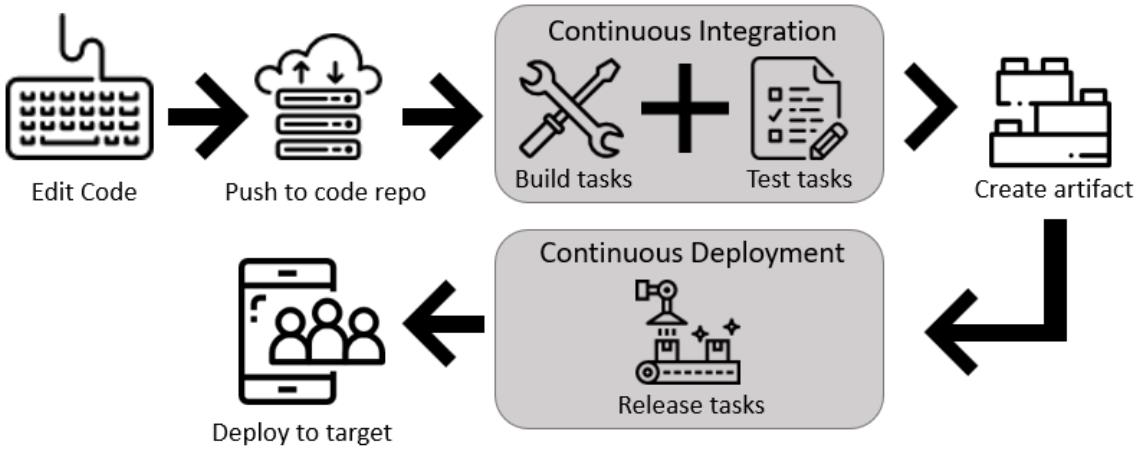
| **Задачи** | **Описание** |
| --- | --- |
| Планиране | Автоматично предоставяне на екземпляри на контейнери. |
| Мониторинг на активността | Автоматично откриване и коригиране на повреди. |
| Failover | Повторно публикуване на неуспешен екземпляр. |
| Мащабиране | Автоматично добавяне или премахване на екземпляр на контейнер, като отговор на повишен трафик. |

Според сравнителен анализ на инструменти за оркестрация, Kubernetes, проект за управление на работни натоварвания с отворен код, се очертава като предпочитан избор, главно поради цялостната си екосистема. За разлика от Docker Swarm и Apache Mesos, Kubernetes позволява автоматизация от най-високо ниво, чрез разпределяне на микроуслуги, планиране на контейнери в клъстер, предоставяне на възможности за автоматично рестартиране, повторно планиране и репликация, което от своя страна улеснява хоризонталната мащабируемост. В този смисъл, Azure Kubernetes Service (AKS) е облачната PaaS услуга, която обгръща .NET Core и Docker приложения, като използва силата на Kubernetes, като същевременно се възползва от удобството и функциите на Azure.

Въз основа на разгледаните до тук технологии и инструменти, следва да представим архитектурна диаграма, която да съответства на концептуалните решения от втора глава и същевременно да се използват по-горе описаните облачни услуги.

 Фиг. 2.1. Архитектурна диаграма . (разработка на автора)

Важно да се отбележи, е че виртуализацията, контейнеризацията и наблюдението са основни практики, с които се занимава екипът по "Развитие" и "Операции" (DevOps). Основната характеристика се изразява в подкрепа на процеса на автоматизация и съблюдаване на всяка една стъпка от софтуерната разработка – от интеграция, тестване и пускане на пазара до инфраструктурен мениджмънт. В този смисъл непрекъсната интеграция и доставка (CI/CD) представляват систематичен подход за усъвършенстване на процесите на разработка и внедряване.



Фиг. 3.5. Схема на основен DevOps работен поток. Източник: Microsoft< https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/architecture/cloud-native/>, [23.10.2023]

Според експерти в областта, концептуалният работен поток, представен на фиг. 3.5, започва с редактиране на програмен код, който бива качен в хранилище за контрол на версиите. Това задейства процедурите от етапа „непрекъсната интеграция“ (CI), при които се компилира нововъведения програмен код, последван от тестове за валидиране на вече работещите функционалности. При успешна валидация се генерира артефакт или както беше описано по горе – изображение. Следва втората фаза на т.н. „непрекъснато внедряване“, което включва автоматизирани задачи за публикуване на новата версия, които улесняват разпространението на артефакта в желаната среда. Според нас, този рационализиран процес позволява автономни и постепенни актуализации. Всяка микроуслуга следва да премине през изолиран цикъл на изграждане, тестване и внедряване, което позволява ефективно управление на версиите.

В този смисъл, стратегии за внедряване, често срещани в литературата и практиката за осигуряване на актуализации и поддържане на стабилност в системата, са обобщени в табл. 3.4.

Таблица 3.4.  
 Обобщение на стратегии за внедряване, описани в теорията и често срещани в практиката  
(разработка на автора)

|  |  |
| --- | --- |
| **Стратегия за внедряване** | **Описание** |
| Синьо-зелено внедряване  (blue-green deployment) | Синьо-зеленото внедряване позволява едновременното изпълнение на две идентични производствени среди. „Синята“ представлява активната, докато „зелената“ обозначава новата версия. Идеята на този подход е да се изпробва нова версия в среда, подобна на производствена, без да се прекъсва активната услуга. |
| Постепенно внедряване  (rolling deployment) | При постепенното внедряване новата версия на приложението се актуализира поетапно, като се публикуват няколко контейнера, а не всички наведнъж. Докато определен брой услуги поддържат стара версия, при възникването на проблем, процесът на внедряване може да бъде спрян и проблемът лесно да бъде локализиран. |
| Внедряване на Canary  (Canary release) | При внедряване на Canary, промяна обхваща малка подгрупа от потребители, преди бъде приложена към цялата инфраструктура. Целта е да се тества малка част от трафика, преди да се разпространи към по-широката потребителска база. |

За да допълним темата за софтуерно внедряване, следва да преминем към моделите за производствено тестване. Подобно на стратегиите за внедряване, тестването гарантира, че софтуерът функционира според очакванията в производствена среда. Тези модели могат да помогнат за предотвратяване на софтуерни дефекти, подобряване на устойчивостта на системата и поддържане на качество и надеждност. Според техническата литература, съществуват няколко модела, като A/B тестването е един от тях. В контекста на базирана в облака система за управление на поръчки, A/B тестването дава възможност за вземане на решения, като позволява едновременното внедряване на различни версии на системни подобрения или нови функции за подгрупи от потребители, като по този начин позволява изготвянето на сравнителни оценки на ефективността. Тази процедура, показана на фиг. 3.6, позволява оптимизирани модификации чрез разчитане на емпирични данни.



Фиг. 3.6. Диаграмата илюстрираща внедряване на облачна услуга, използвайки А/Б тестване.. Източник: Stuckenberg и колектив (2014)

Според случая на употреба, представен в диаграмата по горе, клиентите биват сегментирани в две отделни групи: група A и B. Трафикът на група A е насочен към оригиналните сървъри (инстанции 1, 2, 3 и 4) чрез балансьор на натоварването. От друга страна, Група B се насочва към отделен клъстер (5 и 6), който е снабден с нова функционалност. Този подход улеснява тестването чрез постепенното внедряване, като по този начин се минимизира риска.

В тази връзка, модела за производствено тестване Chaos Engineering представен на фиг. 3.7, дава възможност за умишлено въвеждане на дефекти в системата по време на работа, като същевременно се наблюдават реакциите. Чрез идентифициране на уязвимости в контролирана среда, екипите могат проактивно да измислят решения за подобряване на устойчивостта на системата.



Фиг. 3.7. Диаграмата илюстрираща Chaos Engineering. Източник: Sharma и колектив. (2020)

Основавайки се на цялостна оценка на системните изисквания, детайлност в тестване и устойчивост към грешки, комбинацията от Canary Release и Chaos Engineering може да осигури балансиран подход за поддържане на стабилност, като същевременно да се подобрява облачно базираната системата за управление на поръчки. Чрез сегментиране на внедряването е възможно да се наблюдава въздействието на промените в системата в реално време, а идентифицирането на грешки следва да адресира уязвимостите на системата.

## 3.5. Мониторинг и системен дневник

Ефективното водене на системен дневник и мониторинга са основни компоненти на всяка система, базирана в облачна среда. Разбирането на техните сложни задължения и огромния набор от налични инструменти е от важно значение за осигуряване на оптимална функционалност на системата. Мониторинг и системен дневник два термина, които често се бъркат.

Поддържането на системен дневник е мощно допълнение към мониторинга. Той помага на разработчиците при проследяване на грешки и разбиране на последователността от събития, довели до повреда на системата. ELK (Elasticsearch, Logstash, Kibana) Stack е система за регистриране с отворен код, която събира регистрационни файлове от различни източници, съхранява ги за бързо извличане (Elasticsearch), обработва ги и ги трансформира (Logstash) и след това ги визуализира в удобен за потребителя маниер (Кибана). Това използване на ресурсите полага основата за стабилна, надеждна и ефективна система за управление на поръчките. ELK позволява не само бързо идентифициране на системни грешки, но и проактивно решаване на проблеми, като по този начин улеснява предоставянето на качествен продукт на крайния потребител.

Воденето на системен дневник включва проследяване на действията на потребителите и поведението на системата чрез документиране на дейността на системата и записване на действията на потребителите. Той е незаменим за системен анализ, откриване и проверка на грешки и одит. Тази практика помага при проследяване на поведението на потребителите, което е от съществено значение за регулаторни цели в индустрии като финанси или при възпроизвеждане на специфични потребителски действия, които водят до грешки. Регистрирането основно документира грешките, като отбелязва всеки съответен детайл, като клеймо за време, тип грешка, проследяване на стека, вътрешни изключения и т.н.

Мониторингът на инфраструктурата и мониторингът на приложенията са двете основни категории. Наблюдението на инфраструктурата включва оценка и контролиране на системни ресурси като процесор, памет, дисково пространство и мрежов трафик. Поради своите изчерпателни възможности за наблюдение на ресурси и капацитет за идентифициране на ограничения, инструменти като Nagios са много подходящи за тази цел. За разлика от това, наблюдението на приложения се фокусира върху функционалността и ефикасността на приложението в системата. Той разглежда аспекти като време за реакция, честота на грешки и проследяване на транзакции, които са от решаващо значение за безупречното потребителско изживяване на системата за управление на поръчки. Всеобхватни решения за наблюдение на производителността на приложенията се предоставят от продукти като New Relic и Azure Application Insights. Те предоставят прозрения в реално време, улесняват диагностиката на проблема и минимизират забавянето.

Мониторингът, изследва показатели, свързани с инфраструктурата (като CPU, RAM и използване на диска) и показатели, свързани с приложението (като заявки на минута и поръчки на ден). Тези показатели се представят на потребителите чрез изчерпателни дисплеи. Важен аспект на мониторинга е системата за предупреждение, която задейства предупреждения, когато специфични показатели се отклоняват от нормалния си диапазон, като например когато използването на процесора надвишава 90% или средното време за реакция надвишава пет секунди. След това системата уведомява определена група за разрешаване на проблема. Въпреки че регистрирането и наблюдението изпълняват различни функции, и двете са от съществено значение за осигуряване на надеждността и стабилността на системата за микроуслуги.

Мониторингът е незаменим за администрирането и управлението на приложения, особено в контекста на API. Този раздел обсъжда целта на мониторинга, неговото значение и параметрите, които трябва да се наблюдават за оптимална производителност на системата.

Цел на мониторинга:

-Предвиждане и превантивни мерки: Идентифицирайте потенциалните проблеми преди тяхната ескалация.

-Диагностицирайте проблемите веднага щом станат очевидни.

-Оперативен надзор: Придобийте задълбочено разбиране на ефикасността и моделите на използване на API.

Значение на наблюдението:

Очаквания на клиентите: В днешната дигитална ера клиентите очакват вашият API да осигурява постоянна производителност и достъпност.

Защита на функционалността: Необходими са надеждни механизми за наблюдение, за да се гарантира, че API функционира оптимално и изпълнява своите цели за ниво на обслужване.

Важни показатели за проследяване в API екосистема:

Заявки за секунда: Този показател дава представа за текущия трафик и търсене на API.

Наблюдението на броя на повреди може да помогне за ранното идентифициране на повтарящи се проблеми или уязвимости.

Закъснение: Оценяването на времето за реакция на API дава представа за неговата ефективност и производителност.

Брой потребители: Мониторингът на броя на активните потребители може да даде представа за търсенето и популярността на системата.

Брой сесии: Това предоставя общ преглед на потребителското взаимодействие и ангажираност с API.

Разбирането на географското разпределение на потребителите може да помогне за оптимизиране на местоположението на сървъра и подобряване на потребителското изживяване.

Наблюдението на използването на процесора може да разкрие потенциални ограничения или области, изискващи оптимизация.

Използване на RAM: Редовното наблюдение на използването на паметта гарантира, че системата не е претоварена и работи ефективно.

##### Търсене

Търсенето в бизнес контекст се отнася до нуждата от определен артикул, продуктов компонент или услуга, и това търсене може да бъде разделено на два основни типа - независимо и зависимо търсене.

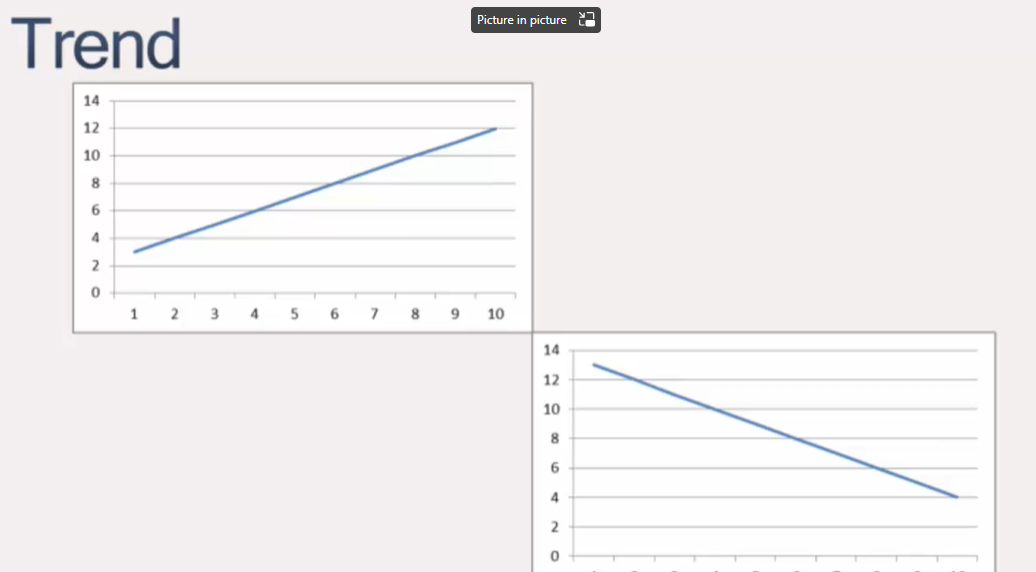
Независимото търсене е свързано с търсенето на продукт, който клиентът специфицира и изрично търси. Например, ако клиент иска да закупи конкретен модел и марка на лаптоп, това е независимо търсене (Verdouw et al., 2010).

От друга страна, зависимото търсене е свързано с търсенето на продукт, който е зависим от друг продукт или услуга. Например, ако някой купува лаптоп, може да има зависимо търсене за аксесоари към него, като мишка, клавиатура и допълнителна памет.

Разбирането на поведението на търсенето е от съществено значение за предвиждането и управлението му, особено в областта на веригите за доставки. Веригите за доставки трябва да се стремят да имат правилния продукт наличен точно там, където и когато клиентите го искат.

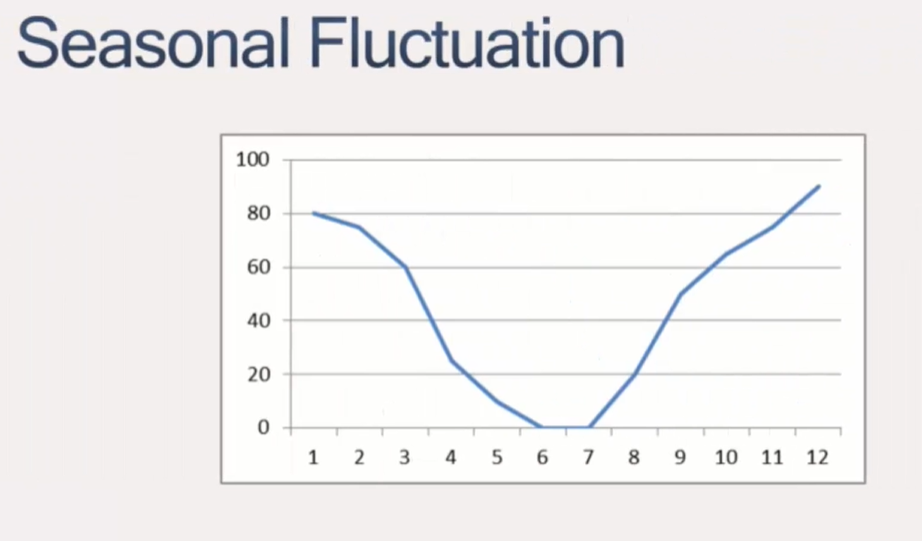
За да постигнат това, експертите в областта трябва да предвидят нуждите на клиентите и да действат предварително. Това включва използването на исторически данни, анализ на колебанията и разбиране на четирите основни модела на търсене - тенденция, случайни колебания, сезонни колебания и цикличност. Този анализ им помага да предвидят бъдещото търсене и да подготвят своите операции и запаси съответно.

Тенденциите в търсенето са постоянни, като схематично те наподобяват линейна прогресия и регресия, представени на фигура 3.



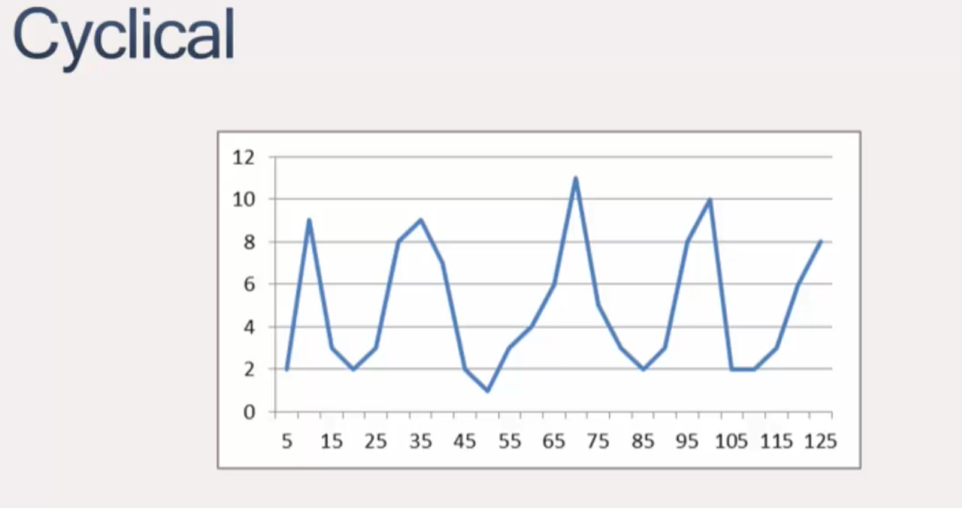
Фиг 3.5. Пример за тенденция при търсенето. Източник: Chase, 2021, Адаптирано от автора

Сезонните колебания, представени на фигура 4., се появяват за кратки периоди от време.



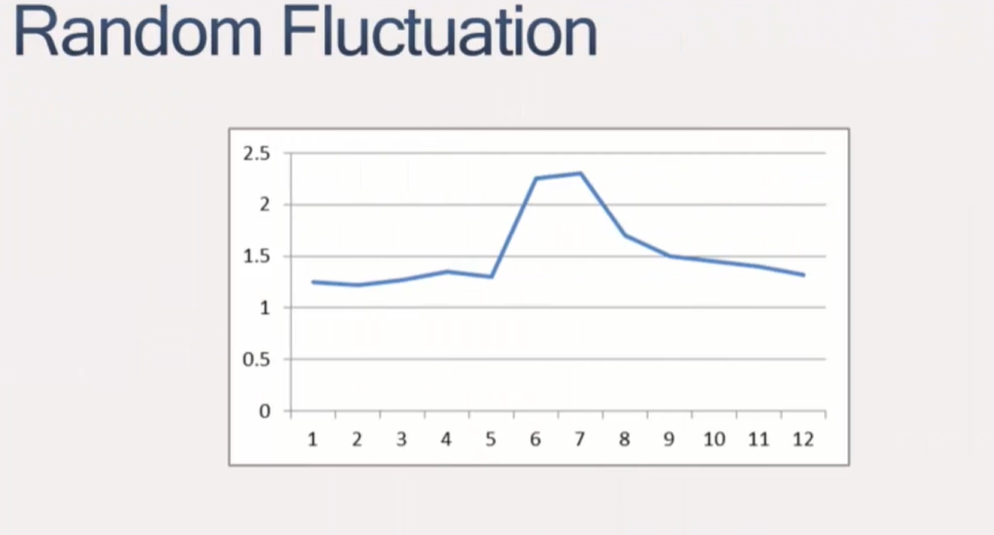
Фиг 3.6. Пример за сезонни колебания при търсенето. Източник: Tunç & Büyükkeklik, 2017, Адаптирано от автора

Цикличните модели, изобразени на фигура 5 се появяват за определени периоди от време, обикновено повече от една година.



Фиг.3.7. Пример за цикличност при търсенето. Източник: www.example.com/sap

Появата на случайни колебания в търсенето, обикновено наричана „променливост на търсенето“, е неуловим аспект. За разлика от предсказуемите сезонни или циклични модели на търсене, случайните колебания са причинени от непредвидени събития, като смущения на пазара, резки промени в потребителските предпочитания или геополитическа нестабилност. Тези колебания не могат лесно да бъдат предвидени чрез анализ на исторически данни или прогнозно моделиране. Наличието на непредсказуеми вариации в търсенето подчертава необходимостта от адаптивни и стабилни стратегии за веригата за доставки, за да се управляват ефективно потенциалните последици от изчерпване или излишък от запаси.



Фиг 3.8. Пример за колебания при търсенето. Източник: Jaramillo & Carrión, 2022, Адаптирано от автора