**ДИПЛОМНА РАБОТА**

на тема

„Платформа за събиране на данни в реално време”

Дипломант: **Иван Цветомиров Иванов**

Специалност: **Разпределени системи и мобилни технологии**

Факултетен номер: **5MI3400182**

Научен ръководител:

**Проф. д-р Милен Петров**

**Съдържание**

**Глава 1. Увод**

1.1. Актуалност на проблема и мотивация

1.2. Цел и задачи на дипломната работа

1.3. Структура на дипломната работа

**Глава 2. Технически обзор**

2.1. Съвременни софтуерни технологии за уеб разработка

2.2. Съвременни мрежови и интернет протоколи за комуникация

2.3. Популярни IoT платформи с общо предзначение и сензори за измервания на околната среда

2.4. Пример на проекта „Sensor Community“

**Глава 3. Използвани технологии**

3.1. Изисквания към средствата (технологии, платформи и методологии)

3.2. Видове средства (технологии, платформи и методологии) и начин и място за използването им – сравненителен анализ

3.3. Избор на средствата (технологии, платформи и методологии)

3.4. Изводи

**Глава 4. Анализ**

4.1. Концептуален модел

4.2. Потребителски (функционални) изисквания (права, роли, статуси, диаграми, ...)

4.3. Качествени (нефункционални) изисквания (като напр. преносимост, използваемост, скалируемост, поддръжка, ...)

4.4. Работни (бизнес) процеси

4.5. Изводи

**Глава 5. Проектиране**

5.1. Обща архитектура – напр. слоеве, модули, блокове, компоненти...

5.2. Модел на данните (напр. база данни, файлова структура, ...)

5.3. Диаграми (на структура и поведение - по слоеве и модули, с извадки от кода)

5.4. Потребителски интерфейс (опционално)

5.5. Ресурсни и спомагателни модули (опционално)

**Глава 6. Софтуерна реализация**

6.1. Реализация на модулите

6.2. Системна интеграция (опционално)

6.3. Планиране на тестването - тестови сценарии, процедури, ...

6.4. Модулно и системно тестване

6.5. Анализ на резултатите от тестването и начин на отразяването им

6.6. Експериментално внедряване (технологични изисквания, инсталиране, условия, използване, ...)

**Глава 7. Заключение**

7.1. Обобщение на изпълнението на началните цели

7.2. Насоки за бъдещо развитие и усъвършенстване

# Глава 1. Увод

# Актуалност на проблема и мотивация

Последните няколко години доста силно навлизат интелигентни сензори за измерване на различни параметри на околната среда, съответно и доста нашумяват различни уеб платформи за събиране, обработка и съхранение на различни измервания в реално време.

Подобни проекти са доста предпочитани от любители на метеорологията защото чрез публикуваните данни, може да бъде реализирана мрежа за „отворени данни“, които да се използват за различни цели.

# Цел и задачи на дипломната работа

Основна цел на текущата дипломна работа е проектирането и разработването на платформа за събиране, обработване и съхранение на данни от различни измервателни IoT устройства в реално време.

При проектирането и разработването на проекта, трябва да бъде предвидено крайното предназначение – работа с любители на метрологията и да бъде предоставен удобен и лесен потребителски интерфейс, но също така и лесен, но сигурен начин за публикуване на данни в платформата.

Освен определяне на основни изисквания към платформата, трябва да бъдат проучени и подходящи бази от данни за съхранение на обработените данни.

При разработването на проекта ще бъде основен фокус върху използването на езици, работни рамки и проекти с отворен код.

Също така самият проект ще се разработва като проект с „отворен код“.

# Структура на дипломната работа

Дипломанта работа е структурирана от следните глави. Всяка главa описва конкретна стъпка от анализиране на основните изисквания към проекта, проектирането на основните модули и тяхната разработка с конкретно използвани технологии.

**Глава 1. Увод** – въведение в тематиката и целите на дипломната работа.

**Глава 2. Технически обзор –** разглеждане на съвременни софтуерни технологии и решения за проекта и съществуващи софтуерни решения.

**Глава 3. Използвани технологии –** кратък анализ на Java и Spring и възможностите за софтуерна разработка на проекта.

**Глава 4. Анализ –** описание на основните функционални и нефункционални изисквания при проектирането на проекта.

**Глава 5. Проектиране –** описание на архитектурата и изисвканията към нейните модули.

**Глава 6. Софтуерна реализация** –описание на софтуената реалиазация посредворм избраните софтуерни тенологии и архитектура.

**Глава 7. Заключение** – обобщение на крайния резултат и бъдещо развитие на проекта.

# Глава 2. Технически обзор

С навлизането на различни потребителски IoT хардуерни и софтуерни платформи предлагащи голяма гама от сензори за различни измервания на широк спектър от параметри на околната среда например:

* Температура
* Влажност на въздуха
* Качество на въздуха спрямо фини прахови частици
* Качество на въздуха спрямо различни газове
* UV индекс

Освен изборните параметри съществуват и различни сензори който предлагат комплексни измервания на базата на няколко параметъра например:

* Коефициент за качество на въздуха реализиран чрез количество фини прахови частици и наличие на определени газове.
* Сила на слънцето спрямо UV индекс и сила на греене.
* Надморска височина на база атмосферно налягане

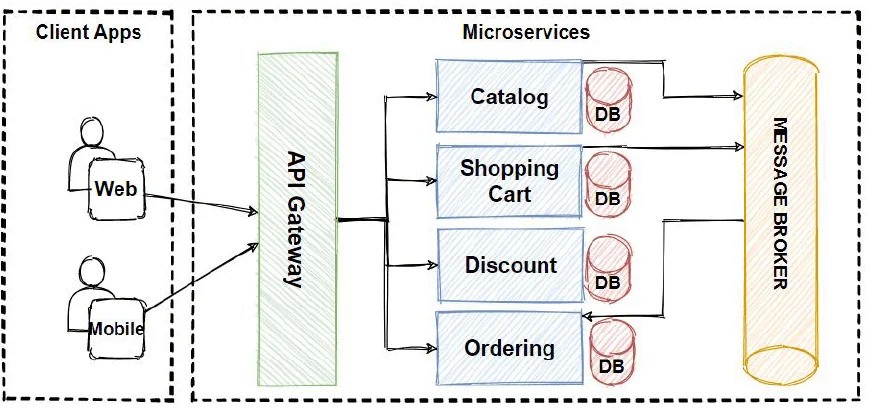
# Съвременни софтуерни технологии за уеб разработка

Тази тематика основно е свързана е свързана с различни софтуерни рамки който предлагат различни предимства и техники за разработване на сървърната и клиентската част на дадено софтуерно приложение.

Но важен фактор при софтуерната реализация е избора на архитектурен модел при сървърната част на приложението. Последните няколко години, много силно набира популярност употребата на microservices като архитектура на приложението, а не използването на познатата монолитна архитектура.

Употребата на microservices има основна цел за разделянето на бизнес логиката на приложението на отделни „services” за който се стреми независимост и взаимосвързаност между тях.

Употребата на микро-услуги архитектурен модел е доста широко използван от различни компании например Google, Pivotal, Twitter, Meta, Netflix и доста други. Нагледен пример за microservices софтуерна архитектура е показана на долната фигура.



*Фигура 1. Архитектура микро-услуги*

Основните предимства пред монолитната архитектура са основно свързани със гъвкавост, мащабируемост, бързо внедряване в облачна среда. Но основно предимство на microservices, че разделянето на приложението отделни микро-услуги предлага лесно декомпозиране, реализиране и тестване на проекта, за разлика от монолитната архитектура при която има комплексно реализиране на бизнес логиката.

Както беше споменато за отделните услуги са независими и където е необходимо се реализира комуникация между тях. Тук са налични няколко начина за комуникация:

**HTTP базирана** – класически и прост метод на комуникация посредством уеб HTTP клиент.

**AMQP базирана** – тук е широко разпространена употребата на RabbitMQ, ActiveMQ и други базирани проекти.

**Аpache Kafka** – това е софтуерна платформа за data streaming и обмен на съобщения.

Освен избора на работна рамка и софтуерна архитектура за реализация на сървърната част от приложението, то важен избор е начина за реализация и на клиентката логика. Тук широко се използват няколко конкретни софтуерни рамки за изграждане на потребителки приложения като: Angular, React, Vue, Svelte.

Разбира се има и други софтуерни рамки освен изброените, но тези за най-популярни. Всяка от тях има конкретни стилове при разработката, както и предимства и недостатъци. Също така имат и различни характеристики и възможности за различни интеграции с други библиотеки, шаблони и т.н.

Конкретно самото проектиране на клиентската и сървърната част ще бъдат по-подробно разгледани в глава – Проектиране и глава – Софтуерна реализация.

# Съвременни мрежови и интернет протоколи за комуникация

Освен комуникацията между отделните услуги в разработеното приложение, също така е важен и интересен подхода за реализация на комуникация между IoT устройството и интернет платформата.

Общо взето комуникацията между IoT и платформата може да бъде осъществена по следните начини:

**HTTP:** Най-разпространения протокол за интернет комуникация използвайки REST API заявки. Това е най-лесния и прост в същото време и предлага добра сигурност посредством различни методи за авторизация. Но е важно да се подчертае, че този начин на комуникация не е много оптимизиран за IoT устройства с ограничени ресурси.

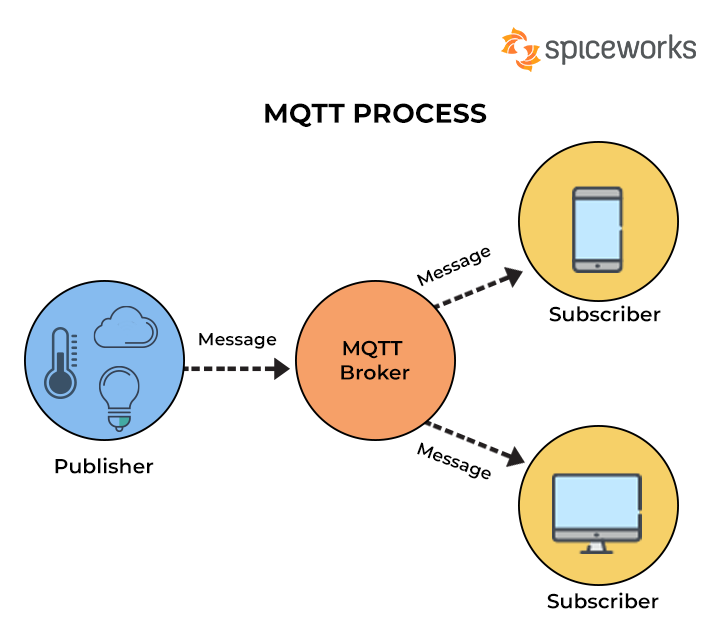
**MQTT:** Популярен протокол за IoT устройства с ограничени ресурси, като комуникацията между IoT и платформата е доста лека защото е базирана на модела „publish–subscribe” и също така широко разпространен и при реализация на комуникация между отделни IoT устройства.

**CoAP:** Основно този протокол е алтернатива на MQTT, но е UDP базиран и тук не се гарантира успешното доставяне на данните, но това го прави подходящ за приложения който имат ниска латентност и IoT устройствата имат силни ограничения от страна на захранване например.

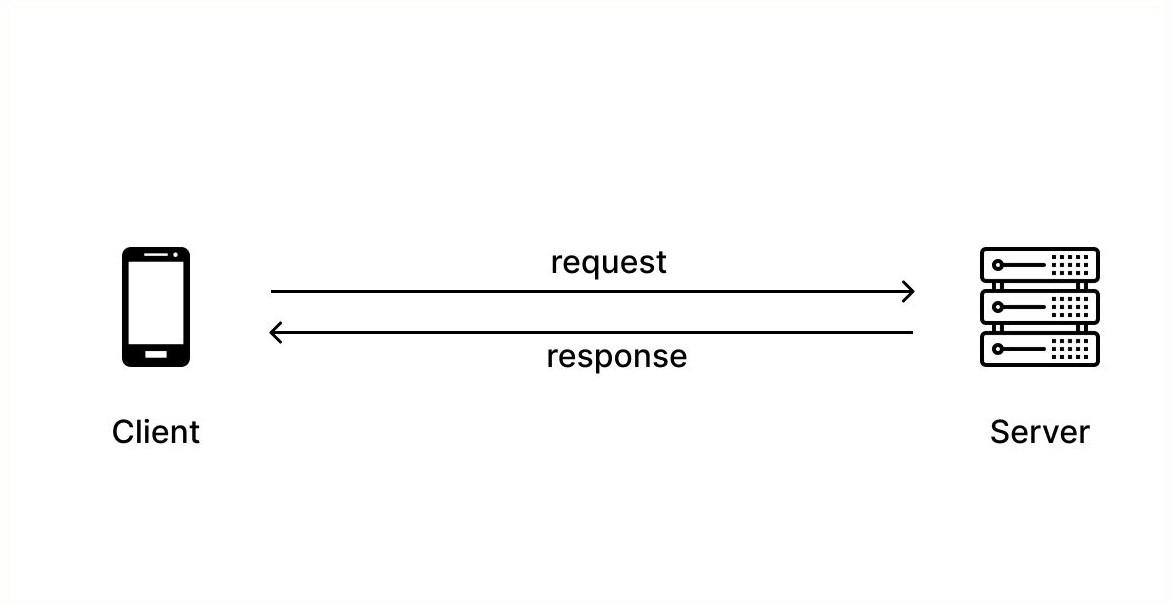
**WebSockets:** Използвайки този начин за комуникация, има възможност за двупосочна комуникация в реално време и този протокол е подходящ когато се изисква постоянна връзка между IoT устройството и уеб платформата.

Разбира се има и други протоколи за комуникация например AMQP и XMPP, които се базират на разгледаните начини за комуникация, но биват използвани за различни цели. Например XMPP e подходящ когато имаме комуникация не само между IoT и уеб среда, но и комуникация между отделни устройства и обмен на мета данни.

Друго важно пояснение за протоколи като MQTT, CoAP, AMQP е необходим „брокер“ за осъществяване на комуникация, за разлика от HTTP(S) и (Secure) WebSocket където имаме познатия модел „клиент-сървър“. Нагледен пример е показан на долните две фигури:



*Фигура 2. Архитектура на комуникация при MQTT [7]*



*Фигура 3. Модел клиент-сървър [8]*

# Популярни IoT платформи с общо предназначение и сензори за измервания на околната среда

Съществуват различни микроконтролери и голям набор от развойни средства и платформи. Основно за подобен тип проекти с любителски цели и главно предназначение към крайни потребители, и тук се използват широко платформи с общо предназначение, които нямат специфични изисквания към начин и тип на захранване, начин на съхранение и употреба, използване на достъпни и популярни интерфейси за комуникация между микроконтролера и сензорите като: I2C, SPI, UART и други.

Важно предимство е цената, такива микроконтролери и сензори са лесни за намиране и цената не е висока, за разлика от различни професионални серии със специфични изисквания. Тоест един краен потребител може лесно и евтино да си изгради една любителска измервателна станция, която да бъде свързана към интернет посредством Wireless или кабел.

При разглеждането на различни уеб сайтове, каталози и магазини, то има широка гама от различни микроконтролери които предлагат интернет свързаност и могат да бъдат използвани за подобен тип IoT проекти.

Най-популярните и налични микроконтролери са:

**Arduino MKR WIFI 1010:** Тази развойна платка е базирана наARM микроконтролер АТSAMD21 на Microchip. Има вграден Low-power Wi-Fi модул с вградена антена в корпуса на платката. Има богат набор от входно-изходни портове и подържа интерфейси за комуникация като: USB, PWM, I2C, SPI, DAC и UART.

**Arduino Nano RP2040:** Това е популярния модел на Arduino Nano базиран наARM микроконтролер АТSAMD21 на Microchip. Но има възможност за Wi-Fi връзка посредством вграден low power U-BLOX NINA-W102 модул с вградена антена. Има богат набор от входно-изходни портове и подържа интерфейси са комуникация като: USB, PWM, I2C, SPI, DAC и UART.

**Raspberry Pi:** За разлика от предишно изброените, това е едноплатков компютър, който има голям набор от входно-изходни портове (GPIO портове) и подържа широка гама от интерфейси за комуникация като: UART, I2C,SPI. Има вграден WI-FI и Bluetooth модул. Също така има налични и четири USB порта и 2, 4 или 8GB оперативна памет.

**Raspberry Pi Pico W:** Развойната платка e базирана на микроконтролер Raspberry Pi RP2040 и има вградени Wi-Fi модул и температурен сензор. Също така има набор от стандартни входно-изходни портове и подържа редица интерфейси за комуникация: SPI, I2C, UART.

**ESP8266 и ESP32**: Развойната платка ESP8266 и базираната на нея ESP32 са широко използван за различни IoT проекти. Самият микропроцесор е RISC-V базиран. Също така има вградени Wi-Fi и Bluetooth модули. Серията на ESP имат различни версии, който имат различни конфигурации и допълнителни модули. Например AI-Thinker ESP-12F има допълнителни функции с изкуствен интелект.

Освен разгледаните IoТ базирани развойни платформи за реализацията на едно измервателно устройство трябват и подходящи сензори. След като бяха изброени основните интересни параметри на околната среда, то добри варианта са:

**BME280/680:** Това е популярна серия от сензори на BOSH. Широко разпространени сред любителите на различни измервателни проекти. BME280 може да измерва следните параметри: относителна влажност, температура и атмосферно налягане. Като BME60 надгражда BME280 и може да измерва качество на въздуха и предоставя индекс за качество на въздуха. Сензорите използват I2C и/или SPI комуникация.

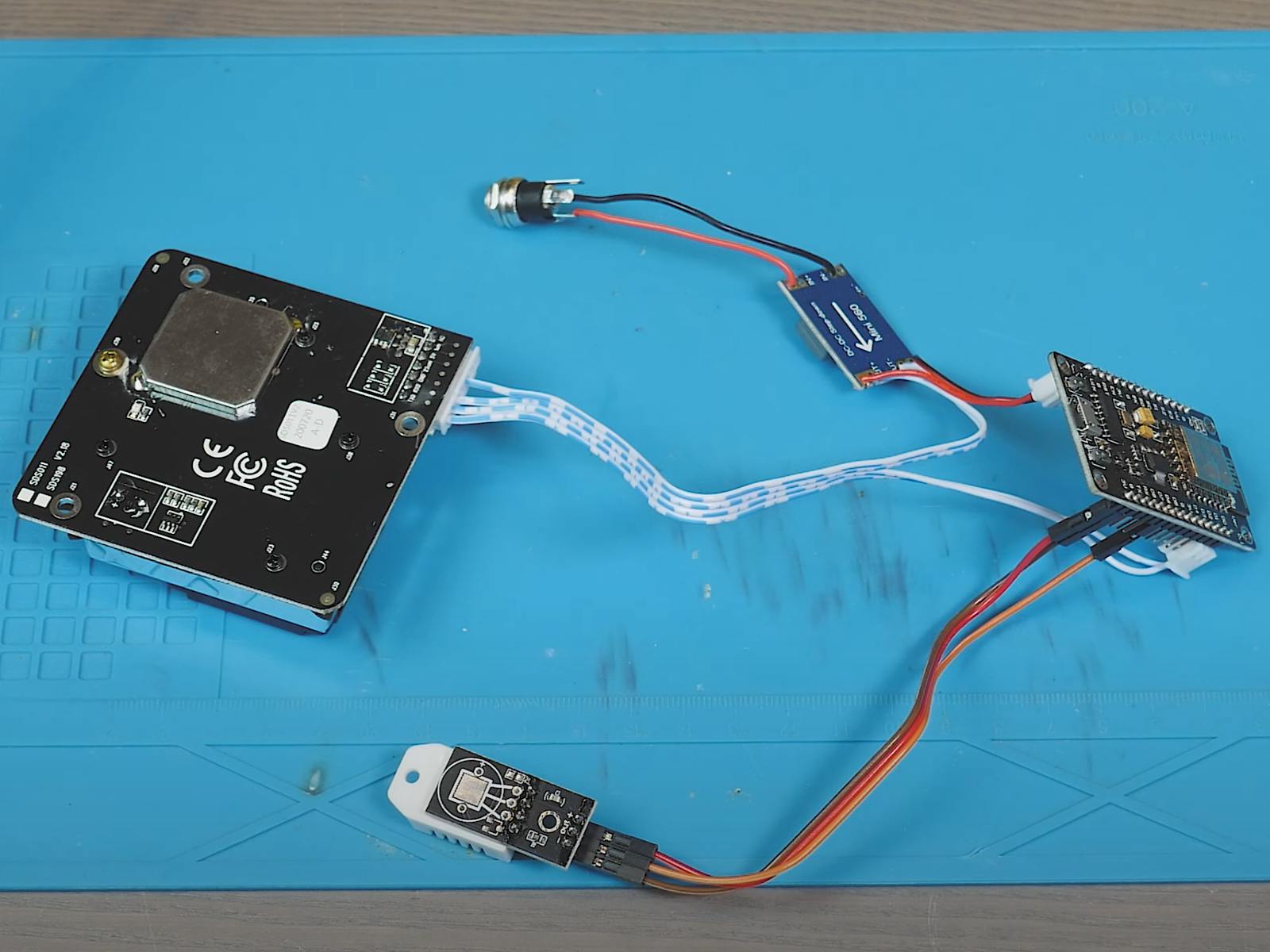
**BME690:** Този сензор надгражда разгледания BME680, като предлага по-ниска консумация на енергия и подобен начин за изчисляване на индекс на качество на въздуха.

**BME688:** Също като BME680, но има функции използващи изкуствен интелект за подобряване на качеството на измерванията.

**Сензори за прах SDS011** и **Sharp GP2Y**: Това са модули за измерване на количество фини-прахови частици, чрез засмукване на въздуха. За разлика от разгледаните сензори на BOSH, тук само получаваме количество фини-прахови частици, а не индекс качество на въздуха на база налични газове.

**Сензори за UV индекс**: Тук има различни популярни сензори като: Adafruit SI1145, LTR390 използващи I2C, GUVA-S12SD с аналогов изход.

Като основен извод на разгледаните IoT платформи и сензори за измерване, може да бъде следното. Един краен потребител може лесно да създаде свое измервателно устройство и да зададе измерваните параметри в платформата. Пример на едно измервателно устройство е даден на долната фигура.



*Фигура 4. ESP микроконтролер със свързани сензори за UV индекс, BME680 за температура и индекс качество на въздуха и модул за фини-прахови частици. [8]*

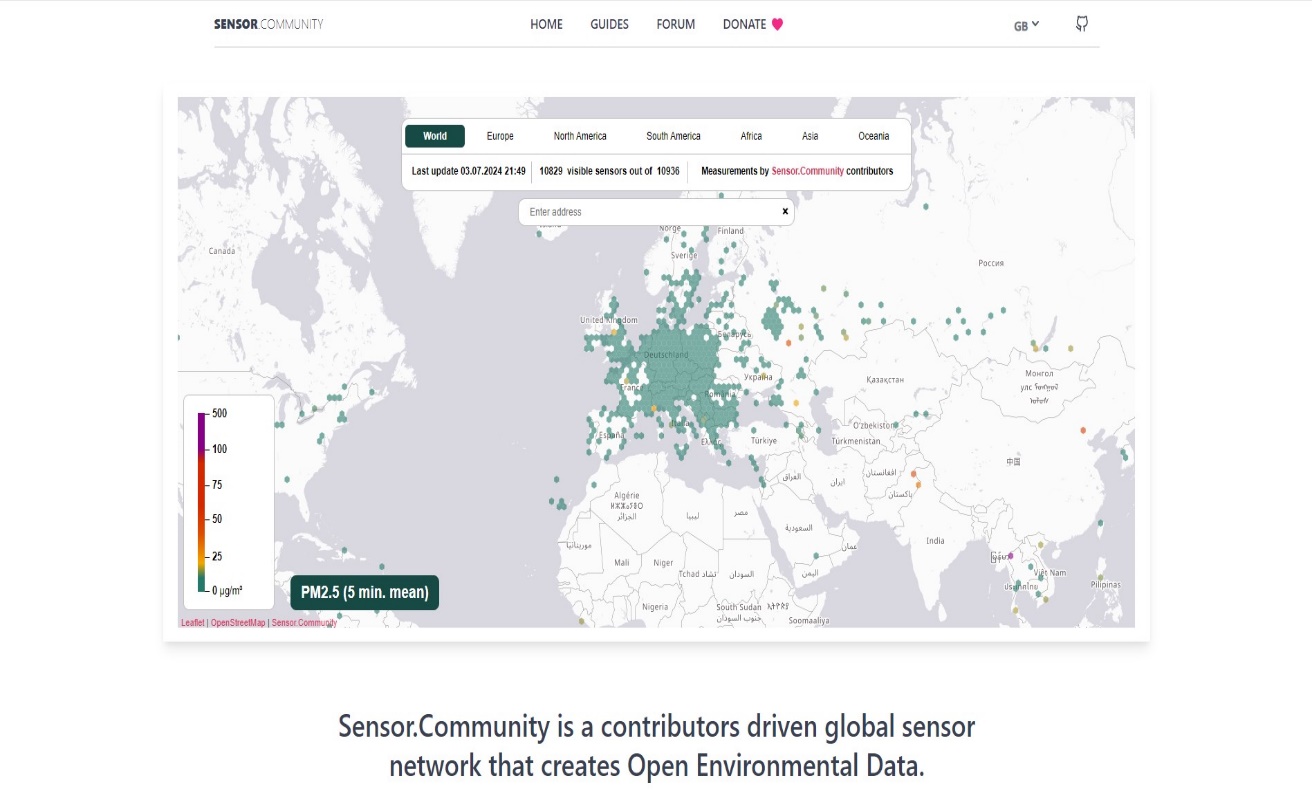
# Пример на проекта „Sensor Community“

Самата идея на тази дипломна работа е вдъхновена от този проект, той е достъпен на следния адрес: <https://sensor.community>.

Самият проект има следната идея. Крайни потребители създали любителска метеорологична станция, която е подобие на показаната на предишната фигура, то те да могат да публикуват измерените данни в сайта на проекта.

Отделно в проекта има хубава визуализация на карта с наличните устройства с техните координати и визуализация на техните измервания.

Снимка на началната страница на която е въпросната карта е на долната фигура.



*Фигура 5. Начална страница с карта на проекта*

Като самото публикуване на данните, тоест комуникацията между IoT измервателното устройство и платформата на Sensor.Community е REST API базирана или се използва HTTP протокол.

За подобен тип проекти няма особени изисквания към протокола за комуникация защото измерените данни се публикуват през определен период от време, например 30 мин или 1 час. Не се прави поток от данни към платформата и IoТ устройствата, разбира се тук не пречи да бъде и използван и някой от изброените протоколи например MQTT, но това ще бъде разгледано подробно при проектиране на системата.

# Глава 3. Използвани технологии

Подбраните езици, софтуерни работни рамки и платформи са базирани спрямо съвременните изисквания, които бяха разгледани в предходната глава и основното изискване към този проект е да бъдат с „отворен код“.

# Използвани езици

# Java

Обектно ориентиран език за софтуерна разработка разработен и подържан от Oracle и има слените предимства:

**Платформено независим** – веднъж компилирано приложението, то може да бъде изпълнявано от всички операционни системи без да е необходима компилация за всяка от тях.

**Сигурност** – базирайки се на платформената независимост, то реализираните приложения не се изпълняват директно от операционната система, а от виртуална машина наречена “Java Virtual Machine” или JVM. Тази виртуална машина се грижи за заделяне на ресурси като памет, оптимизиране на изчислителното време на процесора, освобождаване на паметта.

**Голям набор от софтуерни пакети** – платформата предоставя широк набор от класове за работа с различни ресурси от операционната система, файлова система и други.

Както всички обектно ориентирани езици софтуерната реализация се организира в класове, обекти и пакети.

Процесът на компилация и изпълнение на Java приложение е показан на долната фигура. [link]

# 

*Фигура n.*

Както беше споменато приложенията не се изпълняват директно от операционната система, а от виртуална машина, като за тази цел при компилация не се компилира до машинен език, а до “java byte code”, за което изпълнение е необходима инсталирана Java RE.

Java е широко използван за реализация на различен тип приложения като:

1. Уеб приложения и уеб услуги
2. Мобилни и десктоп приложения
3. Разпределени и облачни приложения

Java основно се разработва и подържа от Oracle и софтуерната общност на Java екосистемата (SAP, VMware, Eclipse, Apache, …).

Като платформа за софтуерна разработка има следните версии/editions:

**Java Standard Edition (SE**) – съдържа основните пакети и основните API на езика за разработка на приложения.

**Java Enterprise Edition (EE)** – пакети и спецификация за разработка на бизнес приложения. В последствие преименуван на Jakarta EE и се разработва и подържа от Eclipse Software Foundation.



*Фигура n*

Съществуват и други допълнения или видове на Java като JavaFX, JavaME но те не са от особен интерес при разработката на проекта.

<https://www.scaler.com/topics/types-of-java/>

# Основни Java пакети

**Пакет java.lang** или това е основния Java пакет с фундаментални класове на езика.

**Пакет java.util** съдържа широк набор от класове за работа с колекции и различни структури от данни, интернационализация и други.

**Пакет java.math** предоставя основни математически функции като sin, cos и други класове за работа с числа и математически операции. В този пакет са въдени и типовете BigInteger, BigFloat за точни изчисления на големи числа.

**Пакет java.io** е основния пакет на Java платформата за работа с файлова система, работа с входни/изходни данни, serialization/ deserialization на данни.

**Пакет java.net** е набор от класове за работа с мрежови сокети и мрежови протоколи като UDP и TCP.

**Пакет java.text** предлага основни класове за обработка и форматиране на числови типове, символни низове, часове и дати.

След Java 8 е въведен и **пакета java.time** който специализира работата с часови зони, дата и час, календар. Както и класове за форматиране.

Пакет java.sql е основни пакет в платформата за достъпване и обработване на данни от SQL бази данни.

# TypeScript

# Използвани работни рамки

# Jakarta

Java EE или Jakarta ЕЕ е набор от спецификации и стандарти за разработката на бизнес приложения и е широко използван за реализация на различни облачни приложение, уеб услуги и приложения.

При Jakarta EE основен фокус е сигурността и различни оптимизации при внедряването в облак.

В момента Jakarta се разработва и подържа от Eclipse Software Foundation и софтуерната общност на IBM, Apache Software Foundation, VMware, SAP и други.

На долната фигура са показани основните Jakarta EE профили.[2]



*Фигура 6. Jakarta EE профили*

# Основни спецификации за уеб приложения

**Jakarta Servlet –** основата на другите спецификации от екоситемата на Jakarta за обработка на HTTP заявки. Тук буквално се дефинира „Как се управляват HTTP заявките?“ чрез синхронна или асинхронна обработка.

**Jakarta WebSocket –** спецификация за разработването на WebSocket приложения изискващи комуникация в „реално време“.

**Jakarta Faces –** спецификация позната още като: Jakarta Server Faces или Java Server Faces и един от първите стандарти за създаването на уеб приложения използвайки MVC шаблон.

**Jakarta MVC –** това е стандарт базиран на идеологията на Jakarta Faces но реализиран посредством …. [todo]

# Основни спецификации за уеб услуги

**Jakarta RESTful Web Service** – основната спецификация за разработка на уеб услуги използвайки REST шаблон за комуникация… [todo] – also Microprofile.

**Jakarta XML Web Service** – основната спецификация за разработка на уеб услуги използвайки SOAP протокол.

# Enterprise спецификации

# Spring

Spring e широко използвана софтуерна рамка с отворен код за разработка на уеб приложения, уеб услуги, автоматизации на бизнес процеси, работа с бази от данни базирайки се на Java EE стандарта.

В голяма степен надгражда Java EE/Jakarta и предлага широк спектър от оптимизации и автоматизации при реализацията на основните бизнес процеси, работа с бази от данни, допълнителни библиотеки и услуги от трети страни.

# Spring Framework

Реализация на високо ниво за разработка на уеб приложения чрез Java EE/Jakarta и в голяма степен е алтернатива на Enterprise Java Beans.

На фигура 2 е показана основната структура на приложната рамка за разработка.



Фигура 2. Архитектура на Spring Framework

Spring Framework предлага следните неща:

* Уеб приложения използвайки MVC шаблона
* Поддръжка на JSP/JSTL
* REST уеб услуги
* Работа с релационни БД
* Работа с нерелационни БД
* Средства за автирузация и аут…
* Предаване на съобщения с различни протоколи

Spring Framework подържа слените Servlet приложни сървъри:

* Apache Tomcat
* Eclipse Jetty

# Spring Boot

Spring Boot предлага готова конфигурация на Spring Framework базирана на шаблона „Convention over configuration“, включително предлага и вграден приложен уеб сървър – Apache Tomcat, Eclipse Jetty и Netty.

Архитектура на Spring Boot приложение e показана на фигура 3.



Фигура 3.

Тук се подържат два стандарта за разработка на уеб приложения и услуги:

**Spring web/Servlet**

**Spring Webflux/Reactive**

# Spring Cloud

…..

**Spring Security**

Тук се предлагат голям набор от класове и конфигурации за authentication и authorization на разработеното приложение. Принципът на работа на Spring Security e показан на фигура 4.



Фигура 4.

**Spring Data**

…

# React.js/Next.js

# MongoDB

# Redis

# RabbitMQ

# Docker

**Въведение и основни изисквания към използваните езици, работни рамки, бд, SQL срещу NoSQL**

**Java се организира в класове и пакети.**

**Структура на Java приложения.**

# Други

Тук ще се изброят всички помощни библиотеки и средства.

Може да се включат IDE и описание на някой процеси.

* Material UI
* Formik
* Yup

# Глава 4. Софтуерен анализ

# Функционални изисквания

функционални изисквания (права, роли, статуси, диаграми, ...)

**Изисквания на потребителите към платформата.**

**Use-case диаграма и анализ**

**5 страници, детайлно разглеждане на всеки случай на употреба**

# Нефункционални изисквания

1. **Сигурност**
2. **Производителност**
3. **Комуникация между IoT и платформата**
4. **Управление и анализ на устройства и данни**

**3 страници**

4.3. Качествени (нефункционални) изисквания (като напр. преносимост, използваемост, скалируемост, поддръжка, ...)

# Основни бизнес процеси

Use case диаграми.

Работни (бизнес) процеси

# Глава 5. Проектиране

Тук се разглежда и описва процеса на проектиране на отделните модули от платформата основавайки се на основните изисквания и ограничения към тях.

# Обща архитектура

Общата софтуерна архитектура на приложение е показана на долната фигура.



*Фигура 4: Обща архитектура на приложението*

Избира се подхода за софтуерна реализация посредством уеб услуги защото **….ТОДО… от класическата MVC архитектура** и има следното разделение на слоевете:

**Клиентската логика (front-end application) –** това е клиентката част на приложението, тук е включен и потребителския интерфейс UI, също така той изцяло двупосочно комуникира с сървърната част.

**Сървърната логика (back-end application) –** сървърната част на приложението и тук е реализация на бизнес логиката, в конкретния случай е важен и подбора на софтуерна архитектура, модел за управление на данните в БД и т.н.

**Слой за съхранение –** отговаря за съхранение на обработените данните от сървърната част.

# Реализация на клиентката част

Тук ще бъде описана реализацията на сървърната част на приложението.

# Реализация на сървърната част

Тук ще бъде описана реализацията на сървърната част на приложението.

**# N-Tier architecture**

1. Presentation layer - UI/front-end

2. Controller layer - Orchestrates actions between UI and bussines logic

3. Service layer - implements core app logic, provides services

4. Data Access layer DAO - manages databases and operatiosn

**## Advantages**

1. Modularity

2. Scalanility

3. Security

4. Mainrainability

**## Layers**

---------------

|  API Layer  |

---------------

    I   I

---------------

|   Business  |

|   Layer     |

---------------

   I   I

**---------------**

|   DAO       |

|   Layer     |

---------------

      I

---------------

|   Database  |

---------------

# Модел на данните

Основен модел на данните.

# Глава 6. Софтуерна реализация

Реализация на модулите

Системна интеграция

Модулно и системно тестване

Анализ на резултатите от тестването

Внедряване на проекта (технологични изисквания, инсталиране, условия, използване, ...)

Spring Resource Server

Spring Authorization Server

Микросървисна архитектура и концепция за реализация

Zookeeper, Spring Cloud предимства, Spring Eureka

# Глава 7. Заключение

7.1. Обобщение на изпълнението на началните цели

7.2. Насоки за бъдещо развитие и усъвършенстване

# Използвана литература

1. Лекции от дисциплината „Обектно-ориентиран анализ и проектиране на софтуерни системи“ – проф. Боян Бончев.
2. Java в облака – Джон Лонг и Кени Бастани.
3. <https://www.javaguides.net/2020/01/solid-principles-in-java-with-examples.html>
4. <https://waytoeasylearn.com/learn/microservices-architecture/>
5. <https://www.mongodb.com/resources/products/fundamentals/why-use-mongodb>
6. <https://www.freecodecamp.org/news/what-is-http/>
7. <https://www.spiceworks.com/tech/iot/articles/what-is-mqtt/>
8. <https://www.hackster.io/512045/air-quality-monitoring-with-sensor-community-45ad88>

# Списък с фигури

* Фигура 1 –
* Фигура 2 –
* Фигура 3 –
* Фигура 4 –

# Приложение № 1: Терминологичен речник

# Приложение № 2: Потребителски наръчник