|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Софийски университет „Св. Кл. Охридски”**  Факултет по математика и информатика  *Катедра „Изчислителни системи”* |  |

**ДИПЛОМНА РАБОТА**

на тема

„Създаване на приложение за управление на флотилия от превозни средства”

Дипломант: **Моника Мариова Спасова**

Специалност: **Електронен бизнес и електронно управление**

Факултетен номер: **25600**

Научен ръководител:

**доц. д-р Галя Новакова**

София, 2019г.

**Съдържание**

1.Увод

1.1. Актуалност на проблема и мотивация

1.2. Цел и задачи на дипломната работа

1.3. Очаквани ползи от реализацията

2. Преглед на областта управление на флотилия от превозни средства:

2.1. Основни дефиниции

2.1.1. Управление на флотилия от превозни средства

2.1.2. Софтуер за управление на флотилия от превозни средства

2.1.3. Компания за управление на флотилия от превозни средства

2.1.4. Свързано превозно средство

2.1.5. Телематика

2.1.6. Автомобилна телематика

2.1.7. Обща стойност на собствеността

2.1.8. GPS

2.1.9. GPRS

2.1.10. ECU

2.1.11. CAN

2.1.12. BSP

2.2. Принцип на работа на телематиката

2.2.1. Система за глобално позициониране

2.2.2. Принцип на работа на телематиката

2.2.1. Система за глобално позициониране

2.2.2. Основни компоненти на автомобилната телематична система

2.2.3. AEM/AEMP стандарт

2.2.4. Произход на телематично оборудване

2.2.5. Приложения на телематиката

2.3. Съществуващи решения

2.3.1. Autosist

2.3.2. Maintenance PRO WEB

2.3.3. FLEETIO

2.3.4. Изводи

3. Използвани технологии

3.1. Изисквания към технологиите

3.2. Архитектура

3.3. Използвани технологии

3.3.1. Microsoft Enity Framework

3.3.2. ASP.NET Web API 2

3.3.3. ASP.NET Identity

3.3.4. Quartz

3.3.5. Alt.js

3.3.6. ReactJS

3.3.7. React-Router

3.3.8. Axios.js

3.3.9. Material-UI

**1. Увод**

**1.1. Актуалност на проблема и мотивация [1]**

През последните години управлението на флотилия от превозни средства се превърна в индустрия за милярди, която продължава да расте и да трупа стратегическо значение в света на променящата се мобилност. Влияние върху този процес имат различни тенденции, които най-вероятно ще окажат съществено влияние върху бъдещето на сектора. Такива например са споделеното пътуване (споделяне на автомобила вместо неговото притежание), навлизането на автономните превозни средства в някои сектори, а също и възможността някой ден те да се движат по обществените пътища.

Спецификата на автомобилния пазар също допринася за бързия темп на развитие на системите за управление на автопаркове. Европа е най-големият автомобилен пазар в световен мащаб и в много отношения е един на най-напредналите. В него почти всички продажби на нови превозни средства са на частни или корпоративни клиенти, оставайки много малък дял за други (например държавния сектор). В Европа почти всеки два от три нови автомобила се продават на корпорации. Впоследствие повечето от тези превозни средства се регистрират като фирмени автомобили, чието обслужване компаниите целят да оптимизират.

Ключова за идентифицирането на потенциала за намаляване на разходите е общата стойност на собствеността. На Фигура 1 е показана средната обща стойност на собствеността за превозно средство в Европа.



*Фигура 1: „Средна обща стойност на собствеността на превозно средство в Европа” [1]*

Вижда се, че цели 20% от стойността на собственост отиват за гориво, а 15% са предназначени за поддръжка и ремонти. Едва около 40% от общата стойност са разходи за самото превозно средство, докато останалите 60% възникват при използването му.

В подобна обстановка не е изненадващо, че компаниите търсят активно различни възможности за управление на своите автопаркове. Едни от тях се насочват към закупуване на специализиран софтуер за управление на флотилията от фирмени автомобили в границите на компанията, а други поверяват тази дейност на специализирани компании за управление на автопарка. И в двата случая в основата на успешното управление стои специализиран софтуер, разработен спрямо потребностите на бизнеса.

На пазара съществуват разнообразни софтуерни решения, предлагащи някои от следните основни категории от функции [2]:

* **Управление на превозни средства** – Управлява и рационализира процесите, задачите и събитията, свързани с превозните средства. Такива например са поддръжка, регистрация, данъчно облагане, застраховане, анализ на разходи и инвентаризация.
* **Управление на водачите** – Включва управление на информацията за водачите, записване на наказателни точки и нарушения, съставяне на графици.
* **Управление на инциденти** – Занимава се с управление на глоби и злополуки, както и разпределяне на разходите.
* **Проследяване** – Включва използването на телематика за планиране на маршрута, проследяване и нотификации.

Част от съществуващите решения са силно специализирани в една или две от тези категории без изобщо да покриват останалите. Тези с пълна функционалност (обхващащи всички категории) са подходящи предимно за големи корпорации. Освен че се предлагат на внушителна цена, в малкия или средния бизнес често няма условия за използването на част от функционалностите. Така дори и бизнесът да успее да си закупи подобна система, съществува голяма вероятност да плаща за неща, които не използва.

Някои от системите (най-често извън категорията проследяване) въобще не предлагат връзка с автомобилна телематика. Повечето от тези, които го правят, работят само с оборудване на определени производители. Подобна зависимост между софтуер и хардуер силно ограничава възможността за внедряване на друг софтуер при вече монтирани телематични устройства в превозните средства или обратното.

Тези факти мотивират идеята за разработване на система за управление на флотилия от превозни средства, която е насочена към малкия и средния бизнес. Тя обхваща основни функционалности съгласно мащабите на тази категория компании като управление на превозните средства и водачите и дейности свързани с поддръжката.

**1.2. Цел и задачи на дипломната работа**

Целта на настоящата дипломна работа е да се създаде удобна и лесна за използване уеб система за управление на флотилия от превозни средства.

Определят се следните задачи:

1. Да се проектира и разработи система за управление на флотилия от превозни средства;
2. Приложението ще бъде проектирано и разработено съгласно с потребителските очаквания и общоприетите практики за такъв вид софтуер;
3. Системата ще предоставя достъпен и интуитивен уеб интерфейс;
4. Приложението ще разполага с добре структурирана архитектура, позволяваща лесно модифициране и разширяване в бъдеще;
5. Системата ще позволява интеграция с автомобилна телематика на различни производители;
6. Приложението ще осигурява добро ниво на сигурност спрямо кибер атаки и защита на данни;
7. Системата ще има висока производителности бързодействие;
8. За създаването на системата ще бъдат използвани актуални уеб технологии и тенденции за разработка;
9. За съхраняването на информацията ще бъдат използвани релационни бази от данни;
10. Разработка на инфраструктура за генериране на подходящи данни, заместваща автомобилната телематика;
11. Приложението ще предоставя възможност за:
    * Регистрация и вписване на потребители;
    * Управление на компания от регистриран потребител – ще включва възможности за преглед, създаване, редактиране и изтриване на компания, а също и осигуряване на достъп на други оторизирани потребители до данните за компанията, нейните превозни средства и шофьори;
    * Управление на превозни средства и шофьори – функционалности за преглед, създаване, редактиране и изтриване на автомобили и шофьори към компания от оторизиран потребител;
    * Модул за поддръжка на автомобилите – ще дава възможност за преглед, създаване, редактирене, изтриване и филтрация на дейности по поддръжката на автомобилите (например смяна на масло, ангренажен ремък и други). Въз основа на посочени от тях интервали от време или километри, те ще могат да следят наближаващите дейности по поддръжката и да получават нотификации при просрочването им;
    * Модул за преглед на основни характеристики на презвозните средства в реално време и за изминал период – ще включва репорти, базирани на данните от автомобилната телематика. Например такива ще бъдат репорти за нивото на горивото и километража в реално време и за седмица назад;

**1.3. Очаквани ползи от реализацията [3]**

С изпълнението на поставените задачи разработеният софтуер ще допринесе за:

* По-ефективно управление на информацията за шофьорите, превозните средства и тяхното обслужване;
* Систематизирано и централизирано управление на данните за всички компоненти на флотилията от превозни средства;
* Подобряване на производителността – Намалява се възможността за човешка грешка.
* По-голям контрол върху водачите и превозните средства;
* Проследяване на различни характеристики на превозните средства в реално време и за изминал период;
* Предотвратяване на опити за злоупотреби – Следенето на нивото на горивото и километража в реално време позволяват разкриването на опити за кражба на гориво или използването на превозните средства за неслужебни цели.
* Навременно обслужване на превозните средства – Автоматизираното следене на наближаващи действия, свързани с поддръжката на автомобилите, и изпращаните нотификации намаляват възможността за пресрочване на планирани събития.
* Намаляване на разходите на гориво – Горивото е един от неизбежните разходи, който компаниите искат да понижат. Възможността за следене на различни характеристики на превозното средство (например времето на работа на двигателя при престой) позволява да се идентифицират модели на шофиране, които повишават разходите за гориво.
* Намаляване на възможността от глоби – Например при пропускане на закупуването на винетка, плащането на застраховка „Гражданска отговорност” или закъснение на технически преглед;
* Намаляване на разходите за поддръжка – Превантивната профилактика и сервизно обслужване са едни от най-важните неща в управлението на автопарк. Навременната профилактика позволява откриването на потенциални проблеми на ранен етап и намалява възможността от задълбочаване на проблемите и необходимостта от скъпо струващи ремонти впоследствие.
* Повишаване на удовлетвореността на служителите в компанията – Голяма част от данните, които преди внедряването на системата, са обработвани ръчно, ще бъдат автоматизирани.
* Оптимизация на работния процес – След внедряването на системата служителите ще могат да отделят повече време и внимание на задачи, които не могат да бъдат автоматизирани (например работата с клиенти);
* Повишаване на удовлетвореността на клиентите – Чрез намаляването на повредите на превозните средства по време на движениe и възможността за отделяне на повече внимание на техните въпроси и проблеми от страна на служителите;

**2. Преглед на областта управление на флотилия от превозни средства:**

**2.1. Основни дефиниции**

**2.1.1. Управление на флотилия от превозни средства [3]**

Управлението на флотилия от превозни средства включва инструментите, технологиите и практиките, с помощта на които бизнесът централизирано управлява своите превозни средства по оптимален начин.

**2.1.2. Софтуер за управление на флотилия от превозни средства [4]**

Софтуерът за управление на флотилия от превозни средства е решение, което помага на компаниите и организациите да управляват, организират и координират своите превозни средства чрез централна платформа. Той управлява информация с цел подобряване на производителността, намаляване на разходите и осигуряване на съответствие с правителствените разпоредби.

**2.1.3. Компания за управление на флотилия от превозни средства [1],[5]**

Компанията за управление на флотилия от превозни средства притежава автомобилен парк, който след сключване на договор предоставя на друга фирма. Насочени са предимно към големи корпорации, нуждаещи се от голям автопарк. [5] Тези компании обикновено предлагат услуги през целия жизнен цикъл на превозно средство, включително покупка, финансиране, поддръжка и управление, както и препродажба на превозно средство при прекратяване на договора [1].

**2.1.4. Свързано превозно средство [17]**

Свързано превозно средство е превозно средство, което има устройства, свързващи го с услуги извън автомобила, включително други автомобили, дом, офис или инфраструктура.

**2.1.5. Телематика [6]**

Телематиката е термин, който съчетава думите „телекомуникации“ и „информатика“. Той описва широкото използване на комуникационни и информационни технологии за предаване, съхраняване и получаване на информация от телекомуникационни устройства до отдалечени обекти през мрежата.

**2.1.6. Автомобилна телематика [7]**

Обикновено терминът телематика се използва в контекста на автомобилната индустрия, където разнообразна информация за превозното средство се изпраща до отдалечени обекти чрез мрежата.

Тъй като терминът телематика се използва предимно в рамките на автомобилния сектор, в изложението на дипломната работа понятията телематика и автомобилна телематика ще бъдат отъждествени.

**2.1.7. Обща стойност на собствеността [8]**

Общата стойност на собствеността включва всички разходи, които настъпват през жизнения цикъл на определени видове активи. Тя обхваща разходите за покупка и всички разходи, свързани с тяхното притежание и използване.

**2.1.8. GPS [9]**

GPS (*Global Positioning System*) е радио-навигационна система, която изчислява местоположението на GPS приемници по всяко време на денонощието, при всякакви метеорологични условия, навсякъде по света.

**2.1.9. GPRS [13]**

GPRS (*General Package Radio Service*) е негласова, високоскоростна технология за комутиране на пакети от данни в GSM мрежи (2G и 3G комуникации).

**2.1.10. ECU [14]**

ECU (*Electronic Control Unit*) e устройство, което контролира една или повече електрически системи в превозното средство.

**2.1.11. CAN [15]**

CAN (*Controller Area Network*) e стандарт, използван предимно в автомобилите, който позволява на ECU устройствата да комуникират помежду си.

**2.1.12. BSP [16]**

BSP (*Board Support Package*) е основният код на дадено хардуерно устройство, чрез който то ще работи с операционната система на компютъра. BSP съдържа програма, наречена *BootLoader*, която поставя операционната система и драйверите на устройства в паметта. Съдържанието на BSP зависи от конкретния хардуер и операционна система.

**2.2. Принцип на работа на телематиката [9]**

**2.2.1. Система за глобално позициониране [9]**

Съществуването на телематика без глобалната система за позициониране e невъзможно. Поради това, за да бъде разбрана работата на телематиката, е необходимо да се познава начинът, по който функционира GPS.

GPS технологията е разработена от американските военни сили за разпознаване на позицията на войниците, техните превозни средства и врагове и за наблюдение на движенията им. Към момента това е единствената напълно функционираща сателитна навигационна система.

Системата включва:

* Сателитна мрежа – Система от над 20 спътници със соларно захранване;
* Наземни комуникационни станции – Използват се за следене дали спътниците не изменят своята орбита на движение;
* Приемници;

Чрез тях могат да се определят географската ширина и дължина на приемника на Земята чрез изчисляване на времевата разлика за достигане на сигнали от различни спътници до приемника. Приемникът изчислява позицията си чрез измерване на разстоянието от него до поне три спътника. Измерването на закъснението между предаването и приемането на всеки радио сигнал позволява изчисляването на разстоянието до всеки спътник, защото сигналът се движи с известна скорост. Чрез използването на четвърти спътник може да бъде пресметната и надморската височина на приемника.

Ако превозното средство не е фабрично оборудвано с GPS, съществуват следните възможности за инсталация впоследствие:

* Преносим GPS – GPS приемникът е монтиран върху таблото на превозното средство и се захранва от запалката на автомобила. Тази опция е евтина и позволява лесно демонтиране.
* Оригинално заводско оборудване – Производителите на автомобили предлагат допълнителна инсталация на GPS за онези превозни средства, които нямат фабрична такава. Основната полза от това решение е, че инсталацията е съгласно фабричен стандарт.
* GPS устройства от производителите – Редица производители доставят GPS устройства, които може да бъдат трайно интегрирани в превозното средство. Подходящо място за такава инсталация е слотът за радио или CD устройство. Неговите предимства са по-добрият визуален вид в сравнение с преносимото устройство и по-ниската цена от тази на фабрично инсталирания GPS.

**2.2.2. Принцип на работа на телематиката [9]**

Трудно е да се намери универсално определение за термина телематика. Дефинициите варират в зависимост от източника на информация. Може би една от най-простите дефиниции е тази на Денис Фой, който разглежда понятието изцяло в контекста на автомобилната индустрия. Според него телематиката не е нищо повече от предаването на полезна информация от и към превозното средство.

С помощта на тази кратка дефиниция лесно се забелязва и разликата между телематични и навигационни системи. Телематичните системи използват GPS технологията за предоставяне на разнообразни услуги. Навигацията е просто една от тези услуги.

Телематичните системи работят на следния принцип (Фигура 2) [6], [9], [10]:

* **Сателит** - Позицията на превозното средство се изчислява чрез GPS приемника на телематичното устройство, монтирано в автомобила. Това се извършва от устройството за управление (*Telematics Control Unit - TCU*), който представлява централната платформа на телематичната системата в превозното средство. В него са интегрирани всички технологии по отношение на телематиката.
* **Превозно средство** – GPS координатите заедно с останалата информация за превозното средство се предават под формата на пакети към кулите на телекомуникационната компания чрез безжична връзка (например 4G),  GPRS или алтернативно чрез сателитни комуникации.
* **Телекомуникационната компания** – Телекомуникационната компания събира тези данни и ги предава на главния център за услуги, който се състои от сървъри с високо ниво на сигурност с уеб хостинг. Те съхраняват и обработват данните, превръщайки ги в използваема информация.
* **Интернет** – Чрез интернет информацията от главния център за услуги достига до различните доставчици. Посредством техния програмен интерфейс данните могат да бъдат достъпени от различни системи.
* **Потребители** – Крайният потребител достига до информацията чрез уеб, мобилно или десктоп приложение.



*Фигура 2: „Принцип на работа на телематиката” [10]*

**2.2.2. Основни компоненти на автомобилната телематична система [11]**

Устройството за управление на телематиката (Telematics Control Unit – TCU) е централният компонент на телематичната система, управляваща множество функции като:

* Събиране на данни за превозното средство през CAN-BUS порта;
* Управление на информацията, събрана чрез различни комуникационни интерфейси;
* Управление на паметта и захранването;
* Управление на двустранната комуникация с главния център за услуги;
* Управление на комуникацията с потребителския интерфейс на устройството;

Основните компоненти на хардуерната архитектура на устройството за управление на телематиката са (Фигура 3):

* GPS модул;
* Централен процесор – Той има възможност за управление на паметта и обработката на данни. Наличните в търговската мрежа телематични системи са базирани на микроконтролери и микропроцесори. За разработването на телематични системи с основни фукционалности се използват предимно *Android* базирани процесори. За създаването на модерни телематични продукти с дисплей се интегрират процесори, основани на *Linux*.
* Модул *CAN Bus* – Той управлява цялата комуникация с ECU на превозното средство. Много от наличните устройства поддържат и други интерфейси. Устройството за управление на телематиката комуникира с ECU на автомобила чрез шината CAN и извлича важна информация като работа на двигателя, скорост на превозното средство, данни от сензорите за измерване на налягането на гумите и други. Телематичната система може също да използва *K/Line* шина, за да предупреди собственика при опит за кражба (чрез нотификация, че автомобилът е запален) или да осигури възможност за дистанционно заключване и отключване.
* Памет – Необходима е за съхраняване на информацията по време на ненадеждна или липсваща връзка, или когато трябва да се съхраняват данни за превозното средство за бъдеща употреба. Полезна и за поддържане на модерни телематични функции като разпознаване на реч. Флаш памет и динамичната памет с произволен достъп са често използвани в телематичните продукти.
* Комуникационни интерфейси – Използват се за поддържане на широка гама от комуникации, включително безжична, клетъчна и други;
* Модул GPRS – В някои случаи дори се използва гласова комуникация с отдалечени устройства. Често GPRS модулът идва със SIM карта в допълнение към GPRS модема. Това позволява комуникация с отдалечени устройства през клетъчната мрежа.
* Вградена батерия – Тя има напрежение от 3.2 до 3.4 волта за интегрирано управление на захранването. Системата на батерията е полезна за проследяване и възстановяване на откраднато превозно средство, когато автомобилът е изключен.
* *Bluetooth* модул – за свързване на близките устройства, за взаимодействие с мобилния телефон на потребителя за разговори със свободни ръце, текстови съобщения и други;
* Микрофон с аудио интерфейс за активиране на функции като разговори със свободни ръце и гласови команди. Той също така поддържа стерео изход за възпроизвеждане на медийни файлове от аудио системата на автомобила.
* Система за общ входен/изходен интерфейс за свързване на светлини и бутони. Тя включва както аналогови, така и цифрови интерфейси.
* Потребителски интерфейс – За показване на важна информация като навигационни карти, скорост на превозното средство, използване на гориво и други. Потребителят може да използва интерфейса за достъп до функции като разговори със свободни ръце, преглед на карти, възпроизвеждане на медийни файлове.

****

*Фигура 3: „Архитектура на TCU” [11]*

Автомобилната телематично оборудване се предлага със следния набор от софтуерни компоненти:

* Софтуерът за стартиране *Bootloader*;
* Операционна система в реално време и BSP модули;
* Фреймуърк, който помага на приложенията да получат достъп до основните телематични функции като GPS данни.
* Софтуер за глобална навигационна спътникова система за проследяване на превозни средства в реално време и идентификация на географското местоположение.
* Софтуер за интегриране на анализи на данни за поддръжката на превозното средство, използването на гориво, моделите на използване на превозното средство и други;
* Софтуер за драйвери за мултимедийни устройства;
* Софтуер за управление на устройството за дистанционно обновяване;
* Алгоритми за многостепенна сигурност на приложението при удостоверяване на потребители, криптиране на данни, филтриране на съдържанието и други;

## 2.2.3. AEM/AEMP стандарт [18]

## Стандартът за телематика на Асоциацията на производителите на оборудване (*Association of Equipment Manufacturers - AEM*) и Асоциацията на професионалистите по управление на оборудването (*Association of Equipment Management Professionals - AEMP*) е глобален стандарт, одобрен от Международната организация по стандартизация *(International Organization for Standardization - ISO*) през 2016г.

## Той позволява на ползвателите на телематично оборудване да получават необходимите им данни в общоприет вид. Това е възможно благодарение на въвеждането на стандартизиран XML формат, чрез който приложенията на различните доставчици на телематика да комуникират със системите за управление на автопаркове. В стандарта е заложена версия 1.0 на XML с кодиране UTF-8. Той съдържа подробна информация за наименованието и типа на всяко от полетата в XML документа.

## Ако доставчиците интегрират AEM/AEMP стандарта в своите приложения, значително ще улеснят работата на системите, използващи данни от оборудване на различни производители. Без наличието на подобен стандарт при използването на телематика от различни производители, информацията от всеки производител се изпраща в различен формат. Така се създава зависимост между производителите на оборудване и софтуерните решения, които използват техните данни. Усложняват се и функциите на системите, интегрирани с повече доставчици на телематични услуги, тъй като в тях се прилага различна обработка на данните спрямо техния произход.

**2.2.4. Произход на телематично оборудване [12]**

Съществуват два вида телематични системи според техния произход:

* **От производителите на оригинално оборудване за автомобилите:**

**Предимства:**

* Не изискват ръчна инсталация;
* Включени са в гаранцията на автомобила;

**Недостатъци:**

* Работят само с този производител на оригинално оборудване, което често води до използването на различни дефиниции по отношение на данните;
* По-бавно обновяване на софтуера;
* Обикновено са специфични за модела автомобил;
* Не е възможна смяна на източника на телематични услуги;
* **От странични производители на телематично оборудване:**

**Предимства:**

* Има собствена гаранция;
* Работят с различни марки и модели превозни средства;
* По-бързо обновяване на софтуера;
* Възможна е смяна на източника на телематични услуги;

**Недостатъци:**

* Инсталират се ръчно;
* Някои устройства не могат да комуникират с ECU на превозното средство и осигуряват по-ограничено разнообразие от данни;

В общия случай използването на устройства от производителите на оригинално оборудване има смисъл, когато собственикът им има доверие и е доволен от предлаганите от тях телематични услуги. В останалите случаи за предпочитане са страничните производители на телематични устройства.

**2.2.5. Приложения на телематиката**

На Фигура 4 са показани основните приложения на телематиката. Те са разделени в пет категории:

* **Продуктивност** – Освен чрез по-разпространените механизми като проследяване на активите и асистиране съществуват и някои не толкова познати методи за повишаване на продуктивността. Такава например е игровизацията. При нея игрови елементи се прилагат в ситуации в друг (неигрови) контекст като шофирането. Чрез игрите всеки ден шофьорите се усъвършенстват в спирането, ускоряването и други дейности зад волана, докато споделят постиженията си със своите приятели.
* **Сигурност –** Информацията от автомобилите може да се използва за идентифициране на лоши модели на шофиране, рязко спиране и ускорение. Чрез телематичните устройства могат да се направят предупреждения в реално време за намаляване на скоростта или слагане на предпазен колан. Използването на телематика за прогнозиране на трафика например помага на водачите да избегнат претоварените пътища и потенциални опасности. [19]
* **Оптимизации –** Идентифицирането на лоши модели на шофиране и създаването на добри навици намалява разходите за гориво и поддръжка на автомобила. Освен това възможността за отдалечено проследяване на различни характеристики на превозното средство значително улеснява неговата поддръжка. [19]
* **Съответствие с регулации –** Използване на оптимални маршрути и намаленият разход на гориво допринасят за понижаване на емисиите на въглероден диоксид и спазването на различни регулации. [19]

****

*Фигура 4: „Приложения на телематиката” [7]*

**2.3. Съществуващи решения**

**2.3.1. Autosist**

*Autosis*t e популярно приложение за управление на флотилия от превозни средства. То улеснява поддръжката на автомобилите, управлението на гориво и други дейности по управлението на автопарка. Приложението е достъпно като уеб и десктоп версия (за *Windows* и *Mac*), а също и като мобилно приложение за *Android* и *IOS.* [21]

Системата би била най-полезна за бизнес, който не иска да инвестира в закупуването на телематично оборудване. При *Autosist* потребителят сам въвежда текущия километраж и средния годишен километраж за всяко превозно средство (Фигура 5). Въз основа на тази информация софтуерът изчислява приблизителния километраж към даден момент. За да са по-точни изчисленията е препоръчително регулярно обновяване на текущия километраж на автомобила в системата. Това сякаш е и най-големият недостатък – дори и компанията да притежава автопарк с малко на брой автомобили, за да използва *Autosist*, e необходимо потребителят да въвежда тези данни за всяко превозно средство. Освен това изчисленията никога няма да бъдат с добра точност, защото са базирани на усреднени данни за километража на превозното средство. Напълно възможно е през дадена година превозното средство да се използва по-активно, отколкото предходните и да измине по-голям километраж.



*Фигура 5: „Калкулатор за километража” [20]*

Според някои източници системата е насочена към всички категории компании, включително големи корпорации. Въпреки това те не биха имали голяма полза от подобна система поради ръчното въвеждане на данните за много автомобили и недобрата точност на изчисленията.

Ако пренебрегнем факта, че за да се използват, повечето модули на системата изискват въвеждане на информация от страна на потребителя (поради липсата на телематика), като цяло *Autosist* предлага немалък набор от функционалности (Фигура 6) [20]:

* **Обслужване** – Предоставя функционалности за управление на дейностите по поддръжката на автомобила. Чрез този модул се записват цените на различни части, магазините, от които са закупени, датата на монтиране и други.
* **Проследяване на горивото** – Използва се регистриране на всяко зареждане на автомобила с гориво. При въвеждане на цена за галон и заредено количество, системата изчислява разхода за това зареждане. Възможно е да бъде пресметнато и изразходваното гориво за дадено разстояние, но за целта потребителят трябва ръчно да въведе началния и крайния километраж.
* **Нотификации** - Системата позволява създаването на нотификации, базирани на време и километраж, които напомнят за извършването на важни дейности.
* **Качване на документи;**
* **Бележки;**
* **Инспекции –** Списъци за проверка на различните части от превозното средство;

****

*Фигура 6: „Основни модули на Autosist” [20]*

Моделът на плащане е базиран на броя въведени превозни средства в системата. Предлагат се два плана – основен и така наречения *Fleet* план*.* Основният пакет е безплатен и той е за лична (некорпоративна) употреба. Той позволява използването на един потребител и едно превозно средство. *Fleet* планът струва $50 месечно и позволява регистрирането на повече от пет превозни средства, неограничен брой потребители, устройства и записи, а също и използването на някои функционалности, които не са включени в основния план. Системата предлага тестова версия.

**2.3.2. Maintenance PRO WEB [22]**

***Maintenance PRO WEB*** e облачно базирана уеб система за управление на дейностите по поддръжката на флотилия от превозни средства, разработена от компанията IMS (*Innovative Maintenance Systems*). Компанията е специализирана в създаването на такъв вид софтуер и предлага на пазара следните решения:

* ***Maintenance PRO WEB***
* ***Fleet Maintenance Pro*** *–* десктоп приложение за управление на флотилия от превозни средства на колела като автомобили, камиони, автобуси, строителни машини и други;
* ***Maintenance Pro*** *–* десктоп приложение за управление на колесни и неколесни превозни средства (самолети, кораби), а също и други машини (например в производствения процес);

Тъй като софтуерът, разработван в настоящата дипломна работа е уеб, системата *Maintenance PRO WEB* ще бъде разгледана по-подробно. Приложението може да бъде използвано през уеб браузър на устройство с всякакви размери, включително смартфони и таблети. Насочено е към малкия и средния бизнес. Има тестова версия и се таксува чрез месечен абонамент от $15. Системата предоставя функционалности, които могат да бъдат използвани за управлението на разнообразно оборудване в една компания (не само нейния автопарк). Заради по-широката и специализация не са включени някои функционалности, характерни за управлението на автопаркове. Такива например са използването на километража и нотификациите в реално време.

Подобно на *Autosist* тази система също не е интегрирана с телематично оборудване. Но за разлика от неятя дори не предлага функционалност за въвеждане на километража от потребителя. Затова управлението на задачите е базирано единствено на посочените от потребителя времеви срокове. Освен това системата не изпраща нотификации по имейл при наближаване на датата за извършване на някаква дейност или при нейното просрочване.

*Maintenance PRO WEB* предоставя следните функционалности (Фигура 7):

* **Управление на оборудването** – Той позволява въвеждане на превозни средства, създаване на задачи към тях, качване на документи и история на дейностите на превозните средства;
* **Управление на поръчките** – Поръчките се насочват към служителите и имат различен статус, който се обновява в процеса на работа;
* **Календар** – На него се визуализират задачите и поръчките;
* **Управление на инвентара** – Чрез този модул се въвеждат всички активи на компанията. Използва се за управление на техния брой, цена, място на съхранение и други;
* **Управление на покупките** – Използва се за описание на направените покупки, техните купувачи и доставчици, фактури и начин на доставяне на продуктите;
* **Управление на служителите –** Чрез този модул се управлява информацията за служителите, тяхната локация и възнаграждение;
* **Управление на търговците –** Използва се за описание на търговците, с които компанията има бизнес отношения. Съхраняват се техните адреси и информация за контакти.
* **Репорти –** Системата има модул за визуализация на статистика за цените оборудването, неговата поддръжка, статусът на задачите и други за избран от потребителя период;

****

*Фигура 7: „Репорти в Maintenance PRO WEB” [22]*

**2.3.3. FLEETIO [23]**

*FLEETIO* e система за управление на флотилия от превозни средства. Системата има уеб приложение и мобилна версия за *Android* и *IOS.* Използва се от компании с различни по размер автопаркове.

За разлика от *Autosist* и *Maintenance PRO WEB* тази система предлага интеграция с някои доставчици на GPS и телематично оборудване. Чрез опцията „GPS интеграция” в модула „Превозни средства” потребителят може да избере доставчик на оборудване от партньорите на *FLEETIO* (Фигура 8). След това, за да завърши интеграцията, е необходимо въвеждането на името на базата от данни на производителя на оборудването (Фигура 9). Така, ако компанията има автомобили, в които са монтирани устройства на някои от партньорите на *FLEETIO*, тя би могла да използва тази система за управление на своя автопарк. Но ако притежава телематично оборудване от друг производител, различен от партньорите на *FLEETIO,* то интеграцията не би била възможна. Създадената зависимост между софтуер (*FLEETIO*) и хардуер (телематично оборудване) задължава потребителите на FLEETIO да се снабдят с оборудване на определен производител, ако искат да използват опцията за интеграция с телематика. Все пак *FLEETIO* се опитва да отговори на търсенето, катопредлага анкета, чрез която се допитва до потребителите за техните предпочитания за бъдещи партньори на телематично оборудване.

*Фигура 8: „Възможности за GPS интеграция” [23]*



*Фигура 9: „Интеграция с доставчик на оборудване” [23]*

*FLEETIO* използва телематичните данни за:

* **Информация за километража** – Данните за километража се обновяват веднъж дневно в системата;
* **За нотификации** – При разпознаване на проблем телематичното устройство изпраща имейл на потребителя. С едно кликване той може да създаде в системата задача за отстраняване на повредата.
* **Проследяване на разходите за гориво –** Системата позволява интеграция с картите за покупка на гориво. Това позволява автоматично следене на разходите за гориво.

В сравнение с *Autosist* и *Maintenance PRO WEB,* *FLEETIO* предоставя по-богати  функционалности:

* **Превозни средства** –Позволява въвеждането на превозни средства и подробна информация за тях, включително размери, маса, описание на двигателя, гумите и използваното гориво.
* **Инспекции** –Този модул предоставя списъци за детайлна проверка на всеки от автомобилите. Потребителят може да разгледа резултата от изминали инспекции чрез опцията „История на инспекциите”;
* **Повреди –** Този модул позволява регистрирането на различни повреди на превозните средства в системата;
* **Обслужване на автомобилите -** Към автомобилите могат да се създават различни задачи, свързани с поддръжката им.
* **Напомняне -** Този модул съдържа списък с всички въведени дейности, свързани с обслужването на автомобилите. Чрез различни филтри могат да се видят наближаващите или просрочените задачи.
* **Репорти –** Този модул предлага цялата информация за всяко от превозните средства на едно място чрез списъци и графики.
* **Гориво –** Позволява следене на разходите на горивото, цената на използваното гориво и други;

Приложението има тестова версия. Предлагат се три пакета:

* *Pro –* Включва основни функционалности като управление на гориво, инспекции, повреди, нотификации, търговци и неограничен брой потребители. Цената е $5 месечно за превозно средство.
* *Advanced –* Този план предоставя някои допълнителни функционалности като управление на инвентара, поръчките и покупките, а също и мобилно приложение. Цената е $9 месечно за превозно средство.
* *Enterprise –* Включени са възможности за по-високо ниво на поддръжка и функционалности, насочени към потребностите на конкретния бизнес. Цената е по договаряне.

**2.3.4. Изводи**

След продължително търсене на съществуващи решения, предназначени за малкия и средния бизнес и позволяващи интеграция с телематично оборудване, се оказва, че на практика не съществуват такива. Бяха разгледани три съществуващи решения. За да бъде представено поне едно приложение, което предлага такава интеграция, беше включено *FLEETIO.* Тази система, обаче е насочена предимно към компании с голям автопарк и се предлага на значително по-висок месечен абонамент. Освен това е интегрирана с оборудване на определени производители, което затруднява нейното внедряване. Тези факти мотивират идеята за разработване на система за управление на флотилия от превозни средства, която е насочена към малкия и средния бизнес и работи съгласно AEM/AEMP стандарта, който осигурява лесна интеграция с телематичните устройства с различен произход.

**3. Използвани технологии**

**3.1. Изисквания към технологиите**

Разработваната система за управление на флотилия от превозни средства е с уеб базирана архитектура. Тя позволява използването и от потребителите чрез уеб браузър. Най-голямото предимство на тази архитектура е нейната разширяемост, тъй като всеки, имащ достъп до системата, може да я използва, откъдето и да е чрез интернет. Като недостатък на уеб приложенията може да се считат потенциални рискове за сигурността и производителността, а също и това, че са неизползваеми при неналична връзка с интернет.

За създаването на уеб системата се използват утвърдени, съвременни уеб технологии. Те са:

* **Зрели** - Съществува достатъчно информация за тяхното използване и решения на потенциални проблеми с тях, а също и възможности за интеграция с разнообразни приложения;
* **Перспективни –** Развиват се и, съдейки по много показатели, ще бъдат използвани в бъдеще. Това улеснява поддръжката на системата в дългосрочен план.

**3.2. Архитектура [25]**

Системата е от тип REST API (*Representational State Transfer API*). Състои се от две основни части – клиент и сървър. Клиентът е фронт-енд частта (*User Interface*), а сървърната част включва бек-енд логиката (API и бази от данни). Клиентът и сървърът комуникират помежду си посредством HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) заявки. Най-често използваният език при REST комуникацията е JSON (*Javascript Object Notation*) (Фигура 10).

**

*Фигура 10: „REST комуникация” [24]*

Системата се възползва от редица предимства на REST API:

* **Гъвкавост** - Гъвкавостта му позволява вместо JSON лесно да се използват и други нотации за обмен на данни между клиент и сървър като XML (*Extensible Markup Language*) и YAML *(YAML Ain't Markup Language)*. Също така евентуална смяна на използвания клиент с друг е напълно възможна.
* **Независимост на заявките** - Заявките към сървъра могат да се извършват независимо една от друга, тъй като всяка от тях съдържа всички данни, необходими за успешно завършване.
* **Надеждност** - REST API не разчита на данните, съхранявани на сървъра или в сесиите, а единствено на данните, предоставени в резултат на самата комуникация. Идентификационната информация не се съхранява на сървъра при осъществяване на повиквания. Вместо това всяко повикване на сървъра съдържа необходимите данни - например идентификатор за достъп, потребителски идентификатор и други. Това допринася за увеличаване на надеждността на интерфейса. [25]

Клиент-сървър приложенията се разделят на логически части, наречени нива, които изпълняват определена роля. Софтуерната архитектура на системата за управление на флотилия от превозни средства се състои от три нива (*3-tier* архитектура). Те са:

* Презентационно – уеб браузър
* Приложение – логика на системата
* Съхранение – база от данни

Тази архитектура има следните предимства:

* **Сигурност** – Всяко от трите нива може да бъде защитено самостоятелно;
* **Модифицируемост** – Всяко ниво може да се променя без промяната да се отразява на другите;
* **Мащабируемост** – Всяко ниво може да се разширява без това да се отрази на останалите нива; [4]

При реализацията на клиента е използвана, създадената от *Facebook*, концепция *Flux*. Зад нея стои идеята за еднопосочен поток на данните. Във *Flux* има три основни елемента (Фигура 11):

* **Views –** Това са *ReactJS* компоненти, които се визуализират в браузъра;
* **Actions –** Функции, които се извикват от *View*  компонентите при някакъв стимул, например взаимодействие на потребителя с интерфейса. В резултат на това се правят заявки към сървъра.
* **Stores –** В тях се съхраняват върнатите данни от сървъра при изпълнението на успешна заявка. Те се достъпват от *View*  компонентите, за да се визуализира актуална информация.



*Фигура 11: „Концепцията Flux” [24]*

**3.3. Използвани технологии [25]**

За реализиране на системата са използвани следните технологии:

1. Сървър (*ASP.NET Web API 2*):
   * АПИ:
     + **Език** – *Microsoft C#*
     + **Други** – *Microsoft Entity Framework, ASP.NET Identity, Quartz*
   * База от данни:

* **Система за управление на бази данни** – *MS SQL Server*
* **Eзик** – *SQL*

1. Клиент (Alt.js):

* **Eзик** – *JavaScript* (стандарт ECMAScript 6)
* **Други** – *ReactJS,* *Material UI, React-Router, Axios.js, CSS*

Сървърната част се състои от пет нива (Фигура 12):

* **API** – Приема заявките на клиента и връща отговора на сървърната част в JSON формат. Извършва се валидация на входните данни, получавани от клиента.
* **Business** – На това ниво е основната логика в сървърната част. Прилагат се бизнес правилата върху:
  + съхраняваните данни преди предаването им към API нивото;
  + данните, изпращани от клиента посредством АPI нивото;
* **Data-access** – Предоставя опростен достъп до съхраняваните данни в базата чрез класове. Така се създава по-високо ниво на абстракция. Чрез него се извършва връзката с *Entity Framework*.
* **Entity Framework** – Позволява на .NET програмистите да работят с данни от базата чрез обекти без директно да достъпват таблиците в базата.
* **Microsoft SQL Server** – Релационна база от данни;



*Фигура 12: „Клиент-сървър архитектура” [25]*

**3.3.1. Microsoft Enity Framework [26], [27]**

*Microsoft Entity Framework* е ORM (*Object Relational Mapping*) фреймъурк с отворен код за .NET приложения. Той позволява използването на класове, съответстващи на таблици в базата от данни, вместо самите таблици. Чрез *Entity Framework* е възможна работата на по-високо ниво на абстракция при обработването на данни.

Има три подхода за създаване на класове (модели) чрез *Entity Framework:*

* *Code First*
* *Database First*
* *Model First*

За разработването на системата за управление на флотилия от превозни средства е използван подходът *Code First.* При него програмистът първо създава C# класове. След изпълнението на командата *Update-Database* в конзолата на *Visual Studio* възоснова на тях се генерират SQL таблици. При този подход, за да се модифицира схемата на базата, трябва промяната да се направи в C# модела и да се изпълни командата за обновяване на базата от данни.

**3.3.2. ASP.NET Web API 2 [28]**

*ASP.Net Web API 2* е фреймуърк с отворен код за създаване на уеб приложения, базиран на езика за програмиране *Microsoft C#.* Той осъществява комуникация с клиента чрез HTTP заявки на езика, указан в полето *Content-Type* на HTTP протокола. В разработваната система за управление на флотилия от превозни средства това е JSON.

*ASP.Net Web API* е изграден въз основа на *ASP.NET MVC* и съдържа някои от неговите характеристики като маршрутизация, контролери, модели и други. Освен това този фреймуърк надгражда предшественика си с нови функционалности като *OData* филтрация и възможността да бъде използван от различни клиенти като мобилни приложения. *ASP.Net Web API* може да приема и връща резултат, който не е обектно-ориентиран, например изображения и PDF файлове.

**3.3.3. ASP.NET Identity [29], [30]**

Защитата в *WEB API 2* може да се осъществи по два начина:

* Основна аутентикация
* Аутентикация с токен

При разработването на функционалността за регистрация и вписване на потребител в системата за управление на флотилия от превозни средства чрез библиотеката *ASP.NET Identity* се използва аутентикация с токен (Фигура 13). При нея клиентът първо изпраща заявка към сървъра за аутентикация с валидни идентификационни данни (потребителско име и парола). След успешна валидация сървърът изпраща токен (извършено е успешно вписване), който клиентът използва за достъп. Този токен е специфичен за всеки потребител и има валидност във времето. Клиентът го съхранява в браузъра и го използва за заявки към *WEB API* приложението. Когато изтече, клиентът прави заявка за нов токен за достъп. В потребителкия интерфейс това става чрез пренасочване към страницата за вписване на потребителя.



*Фигура 13: „Аутентикация с токен”, [30]*

**3.3.4. Quartz [31]**

*Quartz* e библиотека за изпълнение на планирани задачи според предварително указани време, интервали и други. В системата за управление на флотилия от превозни средства *Quartz* задачисе използват за:

* *SendMileageReminderEmailJob, SendTimeReminderEmailJob* – За изпращането на имейлите за предстоящи дейности по обслужването на автомобила, базирани на време*;*
* *SendMileageOverdueEmailJob, SendTimeOverdueEmailJob* – За изпращането на имейлите за пресрочени дейности по обслужването на автомобила, базирани на километраж*;*
* *SeedTelematicsJob* – За генерирането на данни в таблиците *TelematicsData* и *TelematicsDataHistory;*

*Quartz* има следните предимства:

* **Гъвкавост** – Предоставя разнообразни подходи, които могат да бъдат използвани заедно или поотделно;
* **Леснота** – Изисква много малко конфигурации;
* **Устойчива при проблеми** – Продължава да работи дори при проблеми и рестартиране на системите;

**3.3.5. Alt.js**

***Alt.js*** е библиотеката, използвана за реализацията на клиентската част на уеб системата. Тя е едно от популярните технологични представяния на идеята *Flux.* Библиотекатаосигурява необходимите функционалности и синтаксис, чрез които в кода се извършва комуникацията на основните *Flux* елементи (*Store, Action, View*). За *View* елемента се използва *ReactJS 16.4.1.*

**3.3.6. ReactJS [32], [33], [34]**

*ReactJS* e *JavaScript* библиотеката, с която е разработена визуалната част на уеб приложението. Създадена е през 2011г от *Facebook,* а през 2013г става с отворен код. *ReactJS* трупа голяма популярност за кратко време благодарение на своите особености (*Фигура 14*):

* **Компоненти** – *ReactJS* въвежда създаването на компоненти. Те могат да бъдат използвани на различни страници в потребителския интерфейс (преизползваеми са).
* **Виртуален DOM (Document Object Model) -** Благодарение на виртуалния DOM e възможно създаването на бързи и мащабируеми приложния. Чрез алгоритъма *„Memory reconciliation”* библиотеката представя страниците във виртулната памет. Там се извършват необходимите промени преди крайното визуализиране на страницата в браузъра. [30]
* **Лесен за научаване** - *ReactJS* е много по-лесна за научаване от други *JavaScript* библиотеки поради простотата по отношение на синтаксиса.
* **Голяма степен на гъвкавост**;
* **Високо бързодействие –** При работа с *EcmaScript 6* и *EcmaScript 7*, *ReactJS* работи бързо при голямо натоварване;
* **Лесна миграция между различните версии; [31]**



*Фигура 14: „Статистика на броя сваляния от GitHub на най-популярните JavaScript* *библиотеки” [34]*

**3.3.7. React-Router**

*React-Router* e библиотека, която позволява навигацията между различните страници на *ReactJS* приложение. За реализацията на системата е използван *React-Router 3.0.5.*

**3.3.8. Axios.js**

*Axios.js* се използва за извършването на HTTP заявки от клиента към сървъра.

В разработваното приложение е използвана *Axios 0.18.0.*

**3.3.9. Material-UI [35]**

*Material-UI*e библиотека с отворен код, лицензирана от MIT. Тя предлага голямо разнообразие от *ReactJS* компоненти по “Google’s Material Design”. Библиотеката е разработена през 2014г и се превръща в една от най-използваните за потребителския интерфейс на приложения, използващи *ReactJS.*

Основните и предимства са:

* **Лесно използваема** – Библиотеката предлага богата документация и много примерни проекти, онагледяващи използването на различните компоненти**;**
* **Изолация –** Компонентите са така разработени, че при използването им техните стилове не се пренаписват от глобални стилове в приложението;
* **DOM -** *Material-UI*се стреми да създава компоненти на ниско ниво. Тези компоненти са максимално близо до DOM структурата и могат да бъдат лесно променяни според изискванията за дизайна.
* **Качество на кода –** Компонентите са напълно достъпни и съвместими с HTML 5. 100% от кода на библиотеката е покрит от тестове.

*Material-UI (версия 3.3.2)* компоненти са използвани за почти целия потребителски интерфейс на разработваната система за управление на флотилия от превозни средства. Голямото разнообразие от компоненти (бутони, текстови полета, менюта, таблици, икони и други) с консистентен дизайн допринасят за създаването на пълноценно потребителско изживяване при работа с приложението.

**3.3.10. Recharts [36]**

За визуализиране на репортите относно характеристиките на превозни средства се използва библиотеката *Recharts.* Тя е разработена възоснова на *ReactJS* и *D3* (една от най-известните библиотеки за диаграми). В разработваната система е използвана графиката *AreaChart*. Оста X винаги съдържа времето, а Y друг вид данни.

**4.3. Нефункционални изисквания**

* Системата e съвместистима браузърите *Google Chrome, Microsoft Edge, Mozilа Firefox* и *Opera*.
* Системата не поддържа браузъра *Мicrosoft Internet Explorer*.
* Потребителският интерфейс е на английски език.
* Всяко взаимодействие на потребителя със системата не трябва да отнема повече от 3 секунди.
* За използването на системата е необходима връзка с интернет.
* Няма специфични изисквания към техническите характеристики на използваната машина.

**4.4. Качествени атрибути**

## 4.4.1. Използваемост

## Системата има за цел да бъде разбираема и достъпна за потребителите. Архитектурата на потребителския интерфейс предоставя на потребителя удобство при работа с приложението:

## Бутони, линкове, икони, списъци, форми за въвеждане на данни - Те се подчиняват на цялостен дизайн и не са в противоречие с утвърдените интерактивни модели. Всички полета са озаглавени и съдържат съобщение, указващо каква трябва да бъде въведената информация. Задължителните полета са означени със звезда.

## Индикации при опит за запазване на празни форми за въвеждане на данни;

## Прозорци за потвърждение при изтриване и маркиране на дейност като завършена;

## 4.4.2. Сигурност

## Системата предоставя сигурен достъп:

## Оторизиран достъп - Всеки потребител, желаещ да използва приложението, трябва да се регистрира. То разполага със защита срещу неоторизиран достъп, като оганичава възможността за достигане до дадена страница само с написването на адреса на страницата в полето на браузъра. Ако нерегистриран потребител или потребител с изтекъл токен за удостоверяване се опита да достъпи дадена страница от системата, той се пренасочва към страницата за регистрация/вписване.

## Валидация на въведените потребителски данни;

## Хеширане на паролите при съхранението им в базата данни;

## Сложни пароли - Валидните потребителски пароли съдържат букви, цифри и специални символи;

## Всичко това допринася за добрата защита на системата от кибер атаки.

## Модифицируемост

## Системата е лесно модифицируема. Това се дължи на използването на компоненти на ниско ниво и отделянето на преизползваемата логика във функции. За възможността за лесна промяна допринася и REST архитектурата. Така например клиентът може да бъде смененен с такъв, който е базиран на други технологии, и това няма да повлияе по никакъв начин на сървърната част и обратното.

## Мащабируемост

## Всяко ниво на системата може лесно да се разширява без да пречи на останалите.

## Поддръжка

## Системата е лесна за поддръжка поради своята модулност и ясно разделение на функциите на различните нива.

## 

**Източници:**

[1] Deloitte, “Fleet management in Europe”, July 2017, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cz/Documents/consumer-and-industrial/cz-fleet-management-in-europe.pdf>

[2] Chang, Jenny. “Best Fleet Management Software Reviews & Comparisons | 2019 List of Expert's Choices.” Financesonline.com, fleet-management.financesonline.com/.

[3] “What Is The Purpose Of Fleet Management?” Financesonline.com, FinancesOnline.com, financesonline.com/what-is-the-purpose-of-fleet-management/.

[4] “What Is Telematics? - Definition from WhatIs.com.” SearchNetworking, searchnetworking.techtarget.com/definition/telematics.

[5] “What Is a Fleet Management Company?” CarAdvise, 6 Oct. 2018, caradvise.com/what-is-a-fleet-management-company/.

[6] “What Is Telematics?” Verizon Connect, www.verizonconnect.com/nz/glossary/what-is-telematics/.

[7] “What Is Telematics?” Geotab Blog, 9 Jan. 2018, www.geotab.com/blog/what-is-telematics/.

[8] Schmidt, Marty. “Uncover All Hidden Lifecycle Ownership Costs. Find TCO in 6 Steps.” Business Case Web Site, © Solution Matrix Ltd 2004-2018  Find Us on Facebook  Linkedin  Twitter Contact Us, 12 May 2018, www.business-case-analysis.com/total-cost-of-ownership.html.

[9] “Telematics – past, present and future”, May 2008, <http://www.asashop.org/wp-content/uploads/ASAtelematics_0508.pdf>

[10] “How Does Telematics Work?” TeletracNav, www.teletracnavman.com/gps-tracking-resources/fleet-management-faq/how-does-telematics-work.

[11] “Vehicle Telematics: How Does a Vehicle Telematics Solution Work?” Embitel, 17 Dec. 2018, www.embitel.com/blog/embedded-blog/tech-behind-telematics-explained-how-does-a-vehicle-telematics-solution-work.

[12] “The ultimate guide to fleet telematics”, Fleetcarma, <https://5vtj648dfk323byvjb7k1e9w-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2016/08/ultimate-telematics-guide-pdfversion.pdf>

[13] “What Is General Packet Radio Service (GPRS)? - Definition from Techopedia.” Techopedia.com, [www.techopedia.com/definition/4473/general-packet-radio-service-gprs](http://www.techopedia.com/definition/4473/general-packet-radio-service-gprs).

[14] “What Is ECU (Electronic Control Unit)?” Computer Hope, 4 Oct. 2017, www.computerhope.com/jargon/e/ecu.htm.

[15] “What Is a CAN bus?”, 23 Sep. 2017, <https://www.quora.com/What-is-a-CAN-bus>

[16] “What Is Board Support Package? - Definition from WhatIs.com.” WhatIs.com, whatis.techtarget.com/definition/board-support-package.

[17] Walford, Lynn. “Definition of Connected Car – What Is the Connected Car? Defined.” Auto Connected Car News, AUTO Connected Car News, 16 July 2018, www.autoconnectedcar.com/definition-of-connected-car-what-is-the-connected-car-defined/.

[18] Association of Equipment Manufacturers. “New Mixed-Fleet Telematics Standard Earns ISO Approval.” Association of Equipment Manufacturers, 19 Aug. 2016, www.aem.org/news/july-2016/new-mixed-fleet-telematics-standard-earns-iso-approval/.

[19] “Telematics Benefits for the Greater Good.” Geotab Blog, 5 July 2017, [www.geotab.com/blog/telematics-benefits-greater-good/](http://www.geotab.com/blog/telematics-benefits-greater-good/).

[20] “Simple Fleet Maintenance Software for Fleet Management - AUTOsist.” Fleet Maintenance & Management Tracking Software - AUTOsist, autosist.com/.

[21] “Compare AUTOsist vs FleetOR 2019 | FinancesOnline.” Financesonline.com, comparisons.financesonline.com/autosist-vs-fleetor.

[22] “IMS, Fleet Maintenance Software for Vehicles and Equipment.” Innovative Maintenance Systems, www.mtcpro.com/.

[23] “Fleetio.” Atom, Fleetio, www.fleetio.com/.

[24] Madavu, Suchith. “CodeLog.” Requesting REST Webservice with JSON in C# Xamarin Android, 23 June 2015, www.appliedcodelog.com/2015/06/requesting-rest-webservice-with-json-in.html.

[25] “What Is REST API Design?” MuleSoft, 20 Nov. 2017, www.mulesoft.com/resources/api/what-is-rest-api-design.

[26] Tutorialspoint.com. “Entity Framework Code First Approach.” www.tutorialspoint.com, Tutorials Point, [www.tutorialspoint.com/entity\_framework/entity\_framework\_code\_first\_approach.htm](http://www.tutorialspoint.com/entity_framework/entity_framework_code_first_approach.htm).

[27] “What Is Entity Framework?” Entity Framework Tutorial, [www.entityframeworktutorial.net/what-is-entityframework.aspx](http://www.entityframeworktutorial.net/what-is-entityframework.aspx).

[28] Puhi, Maninder Singh. “Getting Started with ASP.Net Web API 2 Using CodeFirst.” CodeProject, 29 Sept. 2014, www.codeproject.com/Articles/821439/Getting-started-with-ASP-Net-Web-API-using-CodeF.

[29] “Token Based Authentication for Web API's.” ECanarys, www.ecanarys.com/Blogs/ArticleID/308/Token-Based-Authentication-for-Web-APIs.

[30] Trivedi, Jignesh. “Token Based Authentication Using ASP.Net Web API,

OWIN and Identity With Entity Framework.”, C# Corner, [www.c-](http://www.c-)sharpcorner.com/UploadFile/ff2f08/token-based-authentication-using-Asp-Net-web-api-owin-and-i/.

[31] Lahma, Marko. “Quartz.NET - Frequently Asked Questions.” Frequently Asked Questions | Quartz.NET Documentation, www.quartz-scheduler.net/documentation/faq.html.

[32] Mahmood, Hamza. “Advantages of Developing Modern Web Apps with React.js.” Medium.com, Medium, 27 May 2018, medium.com/@hamzamahmood/advantages-of-developing-modern-web-apps-with-react-js-8504c571db71.

[33] TechMagic. “ReactJS vs Angular5 vs Vue.js - What to Choose in 2018?” Medium.com, Medium, 16 Mar. 2018, medium.com/@TechMagic/reactjs-vs-angular5-vs-vue-js-what-to-choose-in-2018-b91e028fa91d.

[34]<https://npmstat.com/charts.html?package=react&package=vue&package=angular&from=2016-06-01&to=2018-05-31>

[35] Tassinari, Olivier. “Material-UI v1 Is out.” Medium.com, Medium, 17 May 2018, medium.com/material-ui/material-ui-v1-is-out-e73ce13463eb.

[36] Recharts. “Recharts/Recharts.” *GitHub*, 16 Feb. 2019, github.com/recharts/recharts.